

# **КӘСІБИ БІЛІМ БЕРУ**

ОВЧИННИКОВ В.В.

## **ПІСІРУ ЖҰМЫСТАРЫН ҚОЛМЕН ЭЛЕКТРДОҒАЛЫ ПІСІРУМЕН ОРЫНДАУ**

### **ОҚУЛЫҚ**

*«Білім беруді дамыту федералдық институты» федералдық мемлекеттік автономды мекемесі «Жалпы құрылыс жұмыстарының шебері» мамандығы бойынша орта кәсіби білім беру бағдарламасын іске асыратын білім беру мекемелерінің оқу процесінде пайдалану үшін оқулық ретінде*

**ҰСЫНЫЛҒАН.**

*Пікірді тіркеу нөмірі 281, 8 маусым 2015 жыл.*

**Мәскеу**

**«Академия» баспа орталығы  
2015 жыл.**

ӘОЖ 621.791(075.32)

КБЖ 30.61ші722

О-355

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды. Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды.

Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19, «Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@deg.kz

Пікір беруші:

№ 21 Технологиялық колледждің ГБОУ СПО оқытушысы *Н. Х. Валиева*

**В. В. Овчинников**

О-355 Пісіру жұмыстарын қолмен электрдоғалы пісірумен орындау: орта кәсіби білім беру студенттік мекемелерге арналған оқулық / В. В. Овчинников. — М. : «Академия» баспа орталығы,

2015. — С. 304.

ISBN 978-601-333-026-6 (каз.)

ISBN 978-5-4468-1473-2 (рус.)

Оқулық «Жалпы құрылыс жұмыстарының шебері» мамандығы бойынша орта кәсіби білім берудің мемлекеттік білім беру стандартына сәйкес дайындалған.

Кітапта химия, физика, металл және құрылымдық материалдар технологияларының, электротехниканың және басқа техникалық пәндердің негіздері баяндалған. Доғалы, плазмалы және газбен пісіру және металлдарды кесу туралы жалпы мәліметтер, түсті металлдарды және қорытпаларды пісіру технологиялары келтірілген. Доғалы, плазмалы және газбен пісіру және кесу жабдығы сипатталған.

Оқулық орта кәсіби білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӘОЖ 621.791(075.32)

КБЖ 30.61ші722

ISBN 978-601-333-026-6 (каз.)

ISBN 978-5-4468-1473-2 (рус.)

© Овчинников В. В., 2015

© «Академия» білім беру-баспа орталығы, 2015

© Ресімдеу. «Академия» баспа орталығы, 2015

## Құрметті оқырман!

Осы оқулық «Жалпы құрылыс жұмыстарының шебері» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік кешеннің бір бөлігі болып табылады.

Оқулық ПМ.07 «Пісіру жұмыстарын қолмен электрдоғалы пісірумен орындау» кәсіби модулін зерделеуге арналған.

Жаңа ұрпақтың оқу-әдістемелік кешендері жалпы білім беретін және жалпы кәсіби пәндер мен кәсіби модульдер зерделеуді қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін дәстүрлі және жаңа оқу материалдарынан тұрады. Әрбір жинақтама жалпы және кәсіби құзыретті, оның ішінде, жұмыс берушінің талаптарын ескере отырып меңгеру үшін қажетті оқулықтардан және оқу құралдарынан, оқыту және бақылау құралдарынан тұрады.

Оқу басылымдары электронды білім беру ресурстарымен толықтырылады. Электронды ресурстар интерактивті жаттығулар мен жаттығу құрылғылары бар теориялық және практикалық модульдерден, мультимедиялық объектілерден, интернеттегі қосымша материалдар мен ресурстарға сілтемелерден тұрады. Оған терминологиялық сөздік пен электронды журнал енгізілген, онда оқу процесінің негізгі параметрлері тіркеледі: жұмыс уақыты, бақылау және практикалық тапсырмалар орындау нәтижесі. Электронды ресурстар оқу процесімен жеңіл үйлеседі және кез-келген оқу бағдарламаларына бағдарлануы мүмкін.

## КІРІСПЕ

Пісіру және дәнекерлеу жолымен түрлі металл бөлшектердің ажырамас құрамаларын алу амалы ежелден танымал. Италияның Помпеи қаласындағы қазба жұмыстары кезінде ұзына бойғы пісіру жігі бар қорғасыннан жасалған су құбырлары табылған. Бұрын ұсталық пісіру кеңінен қолданылған.

Индустрияландыру басталуынан бастап ғылым мен техниканың дамуы салдарынан бұрын ағаш пен тастан жасалатын құрылыс элементтерінің көбі металға ауыстырылды. Темір және болат деп аталатын оның қосылыстары әлі де басым металл болып қалуда.

Одан әрі пісіру өнеркәсіп өндірісінде және құрылыста жетекші технологиялық процестердің бірі болып қалады. Болат илемді бүкіл әлемде тұтынудың 70 % пісіру құрылымдары мен құрылыстарын шығаруға кетеді.

Қазіргі заманғы пісіру процестерінің көбі XX ғасырдың бірінші жартысында әзірленген, алайда бастамасы XIX ғасыр. Осылайша, 1802 жылы әлемде ең алғаш рет Санкт-Петербургтің медико-хирургия академиясының профессоры Василий Владимирович Петров (1761 —1834) ол салған аса қуатты «Вольт бағанынан» доғалы разрядты байқаған.

Ол ең бірінші болып металдарды тез балқыту үшін жылу көзі ретінде электр доғасын қолдануды ұсынған.

Алғашында доғалы пісіруде шығыс пісіру материалдарын пайдаланбаған, электрмен пісірудің негізгі түрі балқымайтын көмірлі электродты пайдалана отырып, доғалы пісіру болған. Ең алғаш рет оны Август де Меритан 1881 жылы қолданды. Аз уақыт өткен соң 1888 жылы, Н. Г. Славянов көмірді әдетте суық илемделген болаттан дайындалатын металл электродта (шыбықшаға) ауыстырды. Осылайша электродпен балқытатын доғалы пісіру бастама алды.

1903 жылы Эдмон Фуше және Шарль Пикар француз инженерлері алғашқы ацетиленоттегімен пісіру шілтерін құрастырып шығарған және оған Германия патентін алған. Олар ұсынған газбен пісіру құрылымдары осы уақытқа дейін түбегейлі өзгертілген жоқ.

Газбен пісіру және кесуді құру француз ғалымы Анри Луи Ле Шательеннің газ қоспасының жану процесін зерттеуіне себепші болды. 1895 жылы ол ацетилен мен оттегіні жағу кезінде температурасы 3000 °C жоғары жалын алды. Ацетилен 1836 жылы ашылған, ал 1863 жылы М. Бертло синтездесе де, ол әк тастан және көмірден кальций карбидін дайындау амалы табылғаннан кейін ғана қол жетімді техникалық өнім болды.

1904 жылы Францияда металдарды кесу үшін ацетиленоттегі шілтерін пайдалану мүмкіндігі табылды, ал 1908—1909 жылдары Франция мен Германияда оттекті су асты кесу бойынша алғашқы сәтті тәжірибелер жүргізілді.

1911 жылы Ресейдің Сауда және өнеркәсіп министрлігінің жанындағы комиссия қазанның кейбір маңызды емес бөліктерін пісіруге рұқсат беріп, бу қазандарды дайындау үшін газбен пісіруге рұқсат берді.

1912 жылы сұйық шыны сіңген көк асбесттен жасалған қаптама түріндегі қалың электродты қаптама пайда болды. Қалың қаптаманың артықшылығы жұқа қаптамада жоқ басқа құрамдас бөліктердің едәуір қосылыстарға негізделген. Сұйық шыны сіңген қалың қаптамасы бар электродтар қару-жарақ дайындау және кемелердің бойлердерін жөндеу сияқты маңызды өнеркәсіп саласында қолданыс тапты. Ең алғаш рет пісіру жігінің мықтылығы негізгі металл мықтылығына тең болды.

Техникаға қаптамасы қалың электродтарды доғалы пісіруді енгізгеннен бастап доғалы пісірудің жаңа амалдары пайда болды, сол уақытта түйіспелі пісіру үшін машиналар әзірленді, кейіннен көптеген өндірістерде газбен пісіру орнын электрмен пісіру біртіндеп басты. Электрліні пайдалану ұлғайған және газбен пісіру шығарылған сайын оттегімен кесуді пайдалану ұлғайды.

1930 жылдың соңында АҚШ-та және КСРО-да флюс астында пісіру амалы әзірленді, онда доға мен балқытылған металл балқытылған флюстан жасалған қаптама мен түйіршектелген флюс бөлшектерінің балқытылмаған қабатымен қорғалған.

Флюс қаптамасының астында үздіксіз электродпен пісіру шыбықшаны автоматты түрде бере отырып, пісіру бастиегінің көмегімен жүзеге асырылған. Бұл механизацияланған пісіру процесі гравитациялық пісіру ретінде танымал. 1940 жылдардың басынан бастап, бұл амал ұзартылған көлденеңінен-тігінен бұрыштық жіктерді пісіру үшін жапон верфяларында кеңінен қолданылған.

1940 жылы гелийдегі вольфрам электродынан шығатын доғалы пісіру басталды, алайда пісіру аймағына күштеп газ берумен атмосфералық ластанудан доғаны және балқытылған металды қорғау идеясы жабынған электрод белгілі болғанмен бірдей мәлім.

Бұл пісіру процесі инертті газ ортасында вольфрам электродымен доғалы пісіру қолданудың бастамасы болды. Алюминий қоспаларын және реактивті металдарды пісіру үшін жоғары тазартылған газдың қажеттілігіне байланысты қорғаушы газының тазалығы 99,95 % дейін артты. Аргон ең тиімді және газды қолданудағы қауіпсіз болып танылды.

1948 жылы қорғаушы газын қолдана отырып, жаңа процесс әзірленді – қорғаушы газы ортасындағы электродпен балқытатын доғалы пісіру. Осы процесте электрод сым пішінінде болған, ол бухтадан доғаға сымды балқыту жылдамдығына тең жылдамдықпен берілген. Қорғаушы газы ортасында балқытатын электродпен доғалы пісіру үшін аргонды қолдану экономикалық тұрғыдан үнемді болмайтынына байланысты, КСРО-да, Ұлыбританияда, Нидерландыда және Жапонияда бірнеше жыл зерттеу жүргізілгеннен кейін, 1950 жылдың соңына қарай қорғаушы газы ретінде көмірқышқыл газын пайдалануды ықтимал еткен әдістер әзірленді.

1980 жылдың басында диаметрі кіші (1,2...1,6 мм) ұнтақ түріндегі сымдар әзірленді және пайдаланыла басталды.

Пісіру технологиясы алғашы рет 1905 жылы Жапониямен соғыс кезінде зақымданған орыс кемелерін жөндеу үшін кеңінен қолданылған. Бұл жөндеу жұмыстары пісіруді кемені құрудың басынан бастап қолдану идеясының пайда болуына себепші болды. 1915—1917 жылдары шағын баржаларды жөндегеннен және 1918 жылы Регистр Ллойд кемелерді пісіруге бірінші нормативтерді бергеннен кейін, суға толық пісірілген корпусы бар кемелерді жіберуге рұқсат берілді.

1920 — 1930 жылдары тойтармалы кемелер көп болды. Ол 1940 жылдары өзгерді. Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде пісірілген кемелер ғана қанағаттандыра алатын кемелерге үлкен сұранысқа ие болды. Ол жылдары АҚШ-та 2600 «Liberty Ships» (еркіндік кемелері) салынды.

Ғимараттарға арналған көтеруші болат құрылыстарға алғашында бетон және тас құрылыстармен бәсекелесті. Болатты тек жалпы қабылданған материалдардың қасиеттері жеткіліксіз болған кезде қолданылған. Мысал ретінде Париждегі Эйфель мұнарасын алуға болады. Ол уақытта мұндай құрылысты бетоннан көтеру мүмкін болмаған. Пісіру технологиясының дамуы оған деген көзқарасты өзгертті. Шығару құнын және дайындау уақытының едәуір қысқарғаны болат құрылыстарды көптеген облыстарда бәсекеге қабілетті етті. Пісіру құрылыстарының экономикалық артықшылығы айқын болды.

# 1 ТАРАУ

## ҚОЛМЕН ДОҒАЛЫ ЭЛЕКТРО ПІСІРУ МЕН ПІСІРУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖҮРГІЗУ КЕЗІНДЕ ДАЙЫНДЫҚ ЖҰМЫСТАРЫН ОРЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

### 1.1. ПІСІРУ ТҮРЛЕРІНІҢ САРАЛАНУЫ

Машиналар мен механизмдерді дайындау кезінде техникада бөлшектерді қосудың әртүрлі түрлері кеңінен пайдаланылады.

Кейбір бөлшектерді бұзып және қайтадан жинауға болатындай етіп қосады. Ондай қосу *ажырамалы* деп аталады. Ажырамалы қосындыларда қосылатын бөлшектерден басқа қосатын элемент болады: бұрандама, бұрама, бүркеншіксіз шеге. Ажырамалы қосындыларды бұзу үшін қосатын элементті алып тастау жеткілікті. Қосылатын бөлшектердің тұтастығы бұл ретте бұзылмайды.

Кейбір жағдайларда бөлшектерді бір біріне байланысты белгілі бір бағытта орын ауыстыра алу мүмкіндігімен қосады. Мұндай жалғастар *жылжымалы* деп аталады. Жылжымалы қосындының мысалы ретінде тісті дөңгелектердің қосындысын алуға болады.

Басқа бөлшектерді «біржолата» қосады, яғни *ажырамайтын* қосындылар. Мұндай қосындыларды бір бөлшекті басқаға баспақтаңқырау, пісіру, дәнекерлеу, тойтару және желімдеу жолымен алады. Мұндай қосынды бұзылған кезде, әдетте, оған кіретін бөлшектердің тұтастығы бұзылады.

Ажырамайтын қосындылардың арасында монолитті (тұтас) (мысалы пісіру жолымен алынған) және монолитті емес (тойтарылатын) қосындылар бөлінеді.

2601 — 84 МЕМСТ пісірудің мынадай анықтамасын береді: қосылатын бөлшектерді қыздыру және (немесе) иілуде деформациясы кезінде олардың арасында атомаралық байланыс орнату арқылы ажырамас қосындылар алу процесі *пісіру* деп аталады.

Бұл ретте қосынды материалы (пісіру жігі) қосылатын бөлшектер сияқты физикалық және механикалық қасиетке ие.

Пісірумен металдан, керамикалық материалдан, пластмассадан,

шыныдан және т.б. жасалған бөлшектерді біріктіреді. Қазіргі уақытта 60-тан астам пісіру амалдары әзірленген.

Пісірілетін құрылымдардың алуан түрлілігі және пісіру кезінде қолданылатын материалдардың әртүрлілігі пісіру процесін жүзеге асыру үшін пісірудің түрлі амалдарын және әртүрлі жылу көзін қолдану қажеттілігін тудырады.

Пісіру орнын қыздыру және пісіру қосындысын қалыптастыру үшін доғалы разряд; электронды сәуле; қатты немесе сұйық өткізгіштің бойымен жүретін ток және т.б. арқылы жылы энергияға түрленген энергия қолданылады.

Барлық қолда бар пісіру амалдарын екі негізгі топқа бөлуге болады:

1) қысыммен пісіру — байланыс, газқысымды, ультра сәулемен және т.б.;

2) балқытып пісіру — газ, термитті, электрдоғалы, электрқожды, электронды-сәулелі, лазерлі және т.б.

*Қысыммен пісіру* бірігетін бөлшектердің материалдардың пластикалық қасиеттерін пайдаланады, бұл ретте қыздыру маңызы болмайды немесе мүлдем қолданылмайды. Қысыммен пісіру кезінде металл байланыс аймағының механикалық қарсылығы есебінен иілгіш күйге дейін қызады және бөлшектер мен оның қосындыларын пластикалық деформациялаудың механикалық күшпен бастығады.

*Балқытып пісіру* кезінде металды сұйық күйге (балқығанға) дейін қыздырады, бұл ретте қосылатын бөлшектер жиегін сұйық металл ваннасын құра отырып, бір уақытта балқытады; кристалдану (қатаю) кезінде пісіру ваннасында балқытылған металл құюлы құрылымы бар мықты қосынды түзеді.

Пісіру қосындысын түзу үшін пайдаланылатын энергия пішініне байланысты барлық пісіру түрлері үш топқа бөлінеді:

1) термиялық;

2) термомеханикалық;

3) механикалық.

*Термиялық топқа* жылу энергиясын пайдалана отырып, балқытумен жүзеге асырылатын пісіру түрлері жатады (доғалы, плазмалы, электрқожды, электрон-сәулелі, лазерлі, газ және т.б.).

*Термомеханикалық топқа* жылу энергиясын және қысымды пайдалана отырып, жүзеге асырылатын пісіру түрлері жатады (байланыс, нүктелік, диффузиялы және т.б.).

*Механикалық топқа* механикалық энергия мен қысымды пайдалана отырып жүзеге асырылатын барлық пісіру түрлері жатады (ультрадыбыстық, жарылыс, үйкеліс, суық және т.б.).

Қыздыру үшін қолданылатын энергия көзіне байланысты



балқытып пісіруді электрлі, газ және термиялық деп бөлуге болады. Газбен пісіру кезінде жанар газдар — ацетилен, алмастырғыш газдар (пропан, метан, сутегі және т.б.) немесе жанар сұйықтық (бензин, керосин) буларының атмосферасында оттегі жану энергиясы пайдаланылады.

Балқытып электрмен пісірудің түрлі амалдары кеңінен таралды, ал олардың арасында доғалы пісіру жетекші орын алуда, онда пісіру аймағында жылу көзі электр доғасы болып табылады.

Электрлі доғалы пісіру кезінде металды қыздыру және балқыту үшін қажетті жылудың негізгі бөлігі балқытылатын металл мен электрод арасында пайда болатын доғалы разряд есебінен пайда болады. Пісіретін бөлшектер жиегі доғасы және балқитын электрод немесе қоспа материал кесігі жылуының әсер етуінен балқиды, пісіру ваннасын құрады, ол біраз уақыт сұйық күйде болады. Металл қатқан кезде пісірілген жалғас түзіледі.

Балқытумен электрлі пісірудің қолда бар әдістері былай саралануы мүмкін:

- жылу көзінің түріне байланысты — доғалы, электрқожды, электронды-сәулелі, лазерлі, плазмалы;
- пісірілетін ванна мен пісірілетін металдың ауа атмосферасының әсер етуінен қорғаушы типіне байланысты — қожды, газқожды және газ қорғаушысы бар;
- қызу ерекшелігіне байланысты — үздіксіз және импульсивті қыздырумен;
- процесті автоматтандыру деңгейіне байланысты — қолмен, жартылай автоматты және автоматты.

#### 1.1.–кесте Пісіру түрлерін саралау

| Пісіру атауы                                          | Пісіру амалының коды |          |
|-------------------------------------------------------|----------------------|----------|
|                                                       | ресейлік             | ISO 4063 |
| Қапталған электродтармен қолмен доғалы пісіру         | ҚД                   | 111      |
| Қапталған электродтармен ванналы қолмен доғалы пісіру | ҚДВ                  | —        |
| Балқымайтын электродпен қолмен аргондоғалы пісіру     | ҚАП                  | 141      |

#### 1.1. Кестенің жалғасы

| Пісіру атауы                                                            | Пісіру амалының коды |                  |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|
|                                                                         | ресейлік             | ISO 4063 бойынша |
| Балқитын электродпен жартылай автоматты аргондоғалы пісіру              | БЭЖААП               | 131              |
| Белсенді газдар мен олардың қоспаларындағы балқитын электродпен         | БЭЖАП                | 135              |
| Балқымайтын электродпен автоматты аргондоғалы пісіру                    | ААП                  | —                |
| Балқитын электродпен белсенді газдар мен олардың қоспаларында автоматты | АПГ                  | —                |
| Балқитын электродпен автоматты аргондоғалы пісіру                       | ААДП                 | —                |
| Флюс астында автоматты пісіру                                           | ҚАП                  | 12               |
| Флюс астында жартылай автоматты пісіру                                  | ҚЖАП                 | —                |
| Өзін-өзі қорғайтын ұнтақ сыммен жартылай автоматты пісіру               | ЖАП                  | 114              |
| Белсенді газдарда ұнтақ сыммен жартылай автоматты пісіру                | СЖАП                 | 136              |
| Өзін-өзі қорғайтын ұнтақ сыммен ваннада жартылай автоматты пісіру       | СВЖАП                | —                |
| Қосындыланған сымның ашық доғасымен жартылай автоматты пісіру           | ҚСЖАП                | —                |
| Плазмалы пісіру                                                         | П                    | 15               |
| Электрқожды пісіру                                                      | ЭҚ                   | —                |
| Электронды-сәулелі пісіру                                               | ЭС                   | —                |
| Газбен пісіру                                                           | Г                    | 311              |
| Қапталған электродтармен қолмен доғалы балқытып қаптау                  | ҚДБҚ                 | —                |
| Қолмен аргондоғалы балқытып қаптау                                      | ӨАБҚ                 | —                |
| Автоматты аргондоғалы балқытып қаптау                                   | ААБҚ                 | —                |

### 1.1. Кестенің соңы

| Пісіру атауы                                               | Пісіру амалының коды |                  |
|------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|
|                                                            | ресейлік             | ISO 4063 бойынша |
| Флюс астында таспалы электродпен автоматты балқытып қаптау | ҚТЭАБҚ               | —                |
| Флюс астында сым электродпен автоматты балқытып қаптау     | ҚСЭАБҚ               | —                |
| Байланыс нүктелі пісіру                                    | БНП                  | —                |
| Қарсылықпен байланыс түйістіріп пісіру                     | ҚБТП                 | —                |
| Балқытумен байланыс түйістіріп пісіру                      | ББТП                 | —                |
| Жиілігі жоғары пісіру                                      | ЖЖП                  | —                |

1.1-кестеде 2002 жылғы «Пісірушілерді және пісіру өндірісі мамандарын аттестаттауды өткізудің технологиялық регламентіне» сәйкес пісіру түрлерін саралау келтірілген

## 1.2. ПІСІРІЛГЕН ЖАЛҒАСТАР ЖӘНЕ БАЛҚЫТЫП ПІСІРУ КЕЗІНДЕГІ ЖІКТЕР

Пісірумен орындалған ажырамайтын қосылыс **пісіру қосылысы** деп аталады. Пісіру қосылысы мынадай аймақтар мен учаскелерді біріктіреді: негізгі металл, термиялық ықпал ету аймағы және пісіру жігі немесе жік металы (1.1-сурет).

Балқытылған металды кристалдау немесе қысыммен пісіру кезінде пластикалық деформациялау нәтижесінде түзілген пісіру қосылысының немесе кристалдану мен деформациялану үйлесімділігінің учаскесі **пісірілген жік** деп аталады.

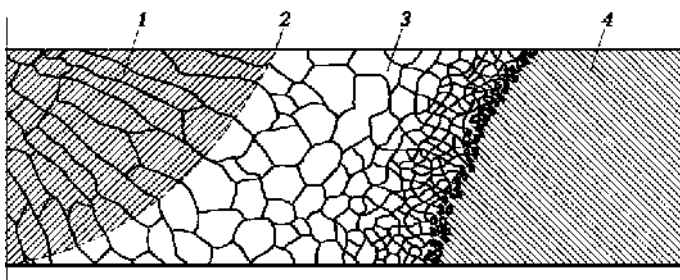
Пісіру кезінде **термиялық ықпал ету аймағы**— балқытылмаған негізгі металл учаскесі, бірақ пісіру кезінде қыздыру нәтижесінде құрылымы мен қасиеттері өзгертілген.

**Балқу аймағы** — пісіріліп қосылған аймақ, онда негізгі металл мен жік металының шетінде металдың жартылай балқытылған бөлшектері орналасқан.

Пісіру қосылыстарының мынадай типтері болады:

- түйіскен;

■ бұрыштық;



1.1.-сурет Пісіру жалғастың көлденең қимасындағы негізгі құрылымдық аймақтары:

1 — пісіру жігінің металы; 2 — балку шегі; 3 — термиялық әсер ету аймағындағы металл; 4 — негізгі металл

- дөңбек;
- аяқас;
- таңбалы.

**Түйіскен қосылыс**— бір-біріне дөңбек беттерімен жанасатын екі элементтің қосындысы.

Пісірілетін жиектің қиғаштығынсыз түйіскен қосылысты қалыңдығы 12 мм дейін беттерді қосу кезінде қолданады, бұл ретте бет жиектерін жазықтыққа тік бұрышта кесіп тастайды. 4 мм дейінгі беттерді бір жақты жікпен, 2... 12 мм — екі жақты жікпен пісіреді. Мұндай қоспаны пісіруге дайындық пісірілетін жиектерді түйістіруді көздейді.

Пісірілетін жиектерді қиғаштатпай және саңылаусыз түйістіріп қосу жүктеудің барлық жағдайларында жақсы сипатқа ие. Жауапты құрылымдарда қосылыстың осы түрін қолдану үшін толық пісірімді қамтамасыз ету қажет. Екі жақты пісіру жігі пісіру қосындысының мықтылығын арттырады, алайда балқытылған негізгі металдың бар болуына байланысты едәуір ұзақ уақытты жүктеме салу қосылыстың бұзылуына әкелуі мүмкін.

*Саңылауы бар пісірілетін жиектерді қиғаштатпай түйістіріп қосу* — мұндай қосылыстарда саңылаусыз түйістіріп қосуға қарағанда толық балқытылуын қамтамасыз ету оңай. Ол өте қалың металды пісіруге мүмкіндік береді. Толық балқытуға металл қалыңдығы 5 мм кем емес бір жақты пісіру жігінде қол жеткізіледі. Екі жақты пісіру жігінде металл қалыңдығы 12 мм дейін болған кезде толық балқытылады.

*Жиектерді қиғаштатып түйістіріп қосу* — ол кеңінен тараған қосылыс. Ол жік сапасы жағынан жиектерді қиғаштатпай түйістіріп қосуға қарағанда асып түседі және жауапты құрылыстарды пісіру үшін қолданылады.

Жиектерді қиғаштатып түйістіріп қосу қалыңдығы 3-тен 100 мм металды пісіруге мүмкіндік береді.

Екі жақты пісіру жігі жіктің екінші жағына қол жетімділік бар жағдайда ғана жүргізілуі мүмкін. Бұл жағдайда пісіру қосылысының бүкіл қалыңдығына кепілдікті қамтамасыз ету анағұрлым жеңіл.

*Жиекті екі симметриялық қиямен түйістіріп қосу* пайдаланудың ауыр жағдайында жұмыс істейтін құрылымда қолданылады. Олар қалыңдығы 8-ден 120 мм металдың пісіру қосылысын алу үшін пайдаланылады. Жиектердің екі симметриялы қиямен түйістіріп қосуды орындау кезінде жік түбін кепілді пісірімді қамтамасыз ету қажет. Ол үшін екінші жікті салу үшін бірінші жік түбін тазалауды жүргізу қажет.

*Бір жиегі қиғаш және бір жиегінің екі симметриялы қиғаштығымен түйістіріп қосу* кеңінен қолданылмайды. Олар жиегі қиғаш түйіскен қосылыстар қолданылатын құрылыстарда қолданылуы мүмкін.

Бір жиегі қиғаш және бір жиегінің екі симметриялы қиғаштығымен өңдеуді толықтыру үшін аз электродты металл қажет.

*Жиегін қисық сызықты түйістіріп қосу* қысымы жоғары қыздыратын ыдыстар сияқты ерекше жауапты құрылыстарда қолданылады.

Осындай қосылыстарды орындау құны жиектің қиғаштығымен қосуға және жиектің екі симметриялы қиғаштығымен қосуға қарағанда жоғары, алайда жиектің қисық сызықты қиғаштығы қосылыстарын пісіру үшін электродтардың аз саны қажет, тиісінше электр энергиясы аз жұмсалады. Жиектің қисық сызықты қиғаштығымен түйістіріп қосу қалыңдығы 15-тен 100 мм металды пісіру үшін қолданылады.

Жік түбірін толық қорыту қосылысты екі жағынан пісіру және бір жақты жікке қарағанда төсемде қосылысты пісіру кезінде қамтамасыз ету жеңіл. Мұндай қосылыстың қажетті мықты қасиеттерін алу үшін пісіру жігінің түбірін кепіл балқыту қажет. Жиектің екі симметриялы қисық сызықты қиғаштығымен түйістіріп қосу *жиектің қисық сызықты қиғаштығымен өңдеу* пайдаланылатын құрылыс үшін қолданылады, бұл ретте екі жақтан пісіру жасалады. Пісірілетін металл қалыңдығы 30-дан 175 мм дейін болады. Екі жақты пісірілген жік қысымды тең реттеуді қамтамасыз етеді және пісіру ақауларының азаюына

ықпал етеді.

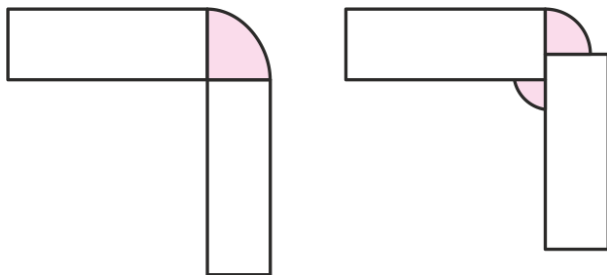
*Бір жиектің қисық сызықты қиғаштығымен және бір жиектің екі симметриялы қисық сызықты қиғаштығымен түйістіріп қосу* жиектердің екі симметриялы қисық сызықты қиғаштығымен түйістіріп қосудағы сияқты қолданылады, бірақ көлемі жағынан аз жүктеме салған жағдайда. Алынған өңдеуді толтыру үшін балқытылған металдың аз саны қажет. Өңделмеген жиек кесігінің бар болуы балқытуды және тура балқытуды қиындатады.

**Бұрыштап қосу** — ол бұрыш астында орналасқан және олардың шеттері жанасатын жерде пісірілген екі элементтің пісіріліп қосылуы (1.2-сурет).

Бұрышты қосылыстар пісірілетін элементтер түзу немесе қисынсыз бұрыш астында орналасқан кезде жүзеге асырылады және пісіру осы элементтердің жиектері бойынша бір немесе екі жағынан орындалады. Бұрышты қосылыстар түрлі қорап тәріздес бұйымдарды, су сақтайтын орындарды және ыдыстарды пісіру кезінде қолданылады.

*Кесік жігі бар жиектерді қиғаштатпай бұрышты қосылыс* әдетте жіңішке металды пісіру үшін қолданылады. Одан жуан қосылыстарды пайдалану кезінде едәуір күш түспесе немесе жіктің түбір жағы бөлігі майыспаса осылай орындауға болады. Қосылыстың осы түрін алу үшін жиектерді өңдеу қажет емес, мұндай қосылыстарды жинау өте жеңіл.

**Элементтерді өзара жабусыз жиектерді қиғаштатпай бұрышты қосылыс** қалыңдығы үлкен металды пісіру үшін пайдаланылуы мүмкін. Бір жақты пісіру кезінде жік түбін балқытуды қамтамасыз ету қажет. Екі жақты пісіру кезінде мұндай қосылыс едәуір күш көтере алады. Онда пісіру қысымы біркелкі бөлінген.



1.2.сурет Бұрышты қосылыс

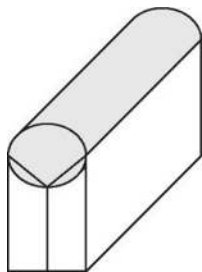
*Жиектерді қиғаштатып бұрышты қосылыстың* мықтылығы жоғары және қалыңдығы 3-тен 60 мм дейін металды пісіру үшін қолданылады. Екі жақтан пісіру мүмкін болмаған жағдайда жік түбірі пісіріміне мән аудару қажет.

Бір жиектің екі симметриялы қиғаштығымен бұрышты қосылыс ауыр жағдайда жұмыс істейтін құрылыс үшін қалыңдығы 8-ден 100 мм дейін металл үшін қолданылады. Пісіру екі жақтан жасалады. Дайындаманы балқытып алуды қамтамасыз ету қажет.

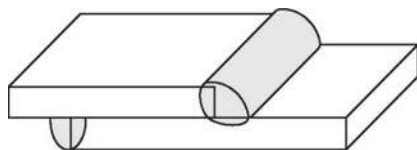
**Шетжақ қосылысы** — ол пісірілген элементтердің шеткі беттері бір біріне жанасатын пісіру қосылыс (1.3-сурет). Шетжақ қосылыстар көбінесе қалыңдығы 6 мм дейін металдар үшін қолданылады. Дайындауға азғантай шығындарға байланысты шетжақ қосылыстар үнемді және жауапты емес құрылыстар үшін қолдануға болады .

**Айқастыра қосылыс**— ол пісіру элементтері параллельді орналасқан және жартылай бір-бірін жабатын пісіру қосылысы (1.4-сурет). Айқастыра қосылыстарды әр түрлі құрылыс құрылымдарын дайындау кезінде кеңінен қолданады: бағандар, мачталар, фермалар және т.б. Бір элементті қоса отырып басқасының үстіне салады. Пісірілетін беттері жиектерін тазалауды санамағанда өнделмейді.

Күнделікті жұмыста бір бұрышты жігі бар айқастыра қосылысты қолданады, бірақ ол екі бұрышты жігі бар айқастыра қосылысқа қарағанда мықтылығы азырақ. Бұл жағдайда қосылыс түбі иілетін болса, бір бұрышты жігі бар айқастыра қосылысты қолдану ұсынылмайды. Айқастыра қосылыстың бұрыштама жіктерін пісіру кезінде толық балқытып алуды қамтамасыз ету керек. Айқастырма қосылыстар кеңінен қолданылса да үлкен жүктеме түскен кезде түйіспе қосылыстарға қарсы тұра алмайды.

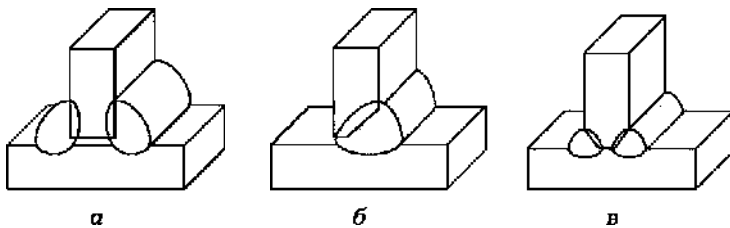


1.3-сурет Шетжақ қосылысы



1.4-сурет Айқастыра қосылыс





1.5-сурет Таврлы қосылыс:

*а* — жиекті қиғаштатпай; *б* — бір жиекті қиғаштатып; *в* — екі жиекті қиғаштатып

**Таврлы қосылыс** — ол бір элементтің шетжағы бұрыштың астынан жанасады және басқа элементтің қырлы бетіне дәнекерленген пісіру қосылысы (1.5-сурет).

*Жиектерді қиғаштатпай таврлы қосылыстар* (1.5, а-сурет) қалыңдығы қалыңдығы 40 мм дейін металды пісіру кезінде қолданылуы мүмкін. Бұл қосылыстар жиектерді дайындауды қажет етпейді, оларды жинау оңай және үнемді.

*Бір жиекті қиғаштатып таврлы қосылыс* — қосылыстың осы түрінің мықтылығы жиектерді қиғаштатпай таврлы қосылысқа қарағанда жоғары (1.5, б-сурет).

Жиектерді қиғаштатып таврлы қосылыс қалыңдығы 3-тен 60 мм металды пісіру үшін қолданылады. Екі жағынан пісіру мүмкін болмаған жағдайда жіктің түбірі бөлігінде толық балқытып алуды қамтамасыз етуге назар аудару қажет.

Екі жақтан пісіру мүмкін болмаған жағдайда қосылыстың көтеруші қабілеті едәуір ұлғаяды. Жиекті қиғаштатпай таврлы қосылыс үшін осыған ұқсас көрсеткішке қарағанда жиек қиғаштығымен таврлы қосылысты дайындау құны жоғары және мұндай қосылыстарды жинау көп уақытты алады, алайда осы жағдайдағы электродтардың құны аз болады.

*Бір жиектің екі симметриялы қиғаштығымен таврлы қосылыс* (1.5-сурет) 8-ден 100 мм дейін металл қалыңдығына арналған ауыр жағдайда жұмыс істейтін құрылыстар үшін қолданылады. Пісіру екі жағынан жүргізіледі. Жік түбінде жақсылап балқытып алуды қамтамасыз ету қажет.

*Бір жиегінің қисық сызықты қиғаштығымен таврлы қосылыстар* 15-тен 100 мм дейінгі металл қалыңдығына пайдаланудың едәуір күрделі жағдайында пайдаланылады. Бір жағын пісіруді орындау кезінде жік түбінің толық балқытылуын қамтамасыз етуге назар аудару қажет. Екі жақтан пісіру мүмкін болған жағдайда қосылыс жұмысының тиімділігін бөлінбек жиек жағынан екінші жік салу есебінен арттыруға болады.

*Бір жиектің екі симметриялы қисық сызықты қиғаштығымен таврлы қосылыс жүктеудің ең қатаң жағдайларын көтере алады. Олар 30-дан 120 мм металл қалыңдығына қолданылады. Пісірушіге қосылыстың екі жағын пісіруді қамтамасыз ету қажет. Едәуір күш түскен жағдайда мықтылығы жоғары сипаттама алу үшін жіктің түбірін жақсы балқытып алу және бетімен балқыту қажет.*

### **1.3. ПІСІРУ ЖАЛҒАСТАРЫН ЖӘНЕ ЖІКТЕРДІ САРАЛАУ ЖӘНЕ ОНЫ БЕЛГІЛЕУ**

**Пісіру жалғастары және жіктерді саралау. Пісіру жіктері:**

- белгісі;
  - құрылымдық белгісі;
  - ұзақтылығы;
  - әсер ететін күшке қатысты жағдайы;
  - кеңістікке жағдайы
- бойынша сараланады.

***Белгісі бойынша** жіктер жұмыс және байланыстыратын немесе құрылымдық деп бөлінеді. **Жұмыс жіктері** есеп күштерін қабылдайды, олардың өлшемдері есеппен айқындалады. **Байланыстыратын немесе құрылымдық жіктер** элементтерді қосу, құрылымдық бөлшектерді бекіту, саңылауларды жою үшін пайдаланылады және минималды қима алынады.*

***Құрылымдық белгісі бойынша** жіктер түйісетін, бұрыштық, балқытылатын және нүктелі болып бөлінеді.*

***Түйіспелі жік**— ол түйіспе қосылыстың пісірілген жігі. Түйіспе жіктер көбінесе бөлшектер арасындағы кеңістікті қоспалы материалымен толтыру жолымен бір жазықтықта орналасқан элементтерді қосқан кезде жүзеге асырылады. Қалыңдығы үлкен емес элементтерді пісіру кезінде толық пісірілу үшін жиектердің арасында металл қалыңдығына  $1/3$  тең саңылау қалдыруға болады, бұл ретте түйіспе жік қалған және алынатын төсемде қалуы мүмкін.*



### 1.6-сурет. Жиектерді бөлумен түйіс жік:

1 — түбінен өтетін жер; 2...4 — толтыратын қабаттар; 5 — қайырма жік

Зазор – Саңылау. Притупление кромки - Жиекті мұқалту

Металл қалыңдығы үлкен болған кезде жіктің бүкіл тереңдігі бойынша жақсы балқытылуы үшін пісірілетін элементтердің жиектерін арнайы өндеу қажет – жиектерді бөлшектеу қажет, бұл ретте жік бөлімге қарай бағытталған бір немесе бірнеше білікше санынан тұруы мүмкін.

Білікше дегеніміз бір рет жүріп өткенде балқытып қаптастырылған немесе балқытылған пісіру жігінің металы. Бөлшектеліп балқытылған бірінші білікше (1.6-сурет), түпкі өтетін жер немесе кейде түпкі жік деп аталады. Кейінгі білікшелер толтыратын қабат түзеді. Екі жақтан пісіру жігі кезінде келесі пісіру кезінде күйдіріп алуды алдын алу үшін жасалатын немесе жік түбіне ең соңғы салынатын екі жақты жіктің аз бөлігі арка астындағы берілген жік деп аталады.

Түйіс жіктердің екі жағында бірқалыпты сыртқы сызығы және биіктігі үлкен емес қатпар түрінде дөңестігі болуы. Дөңестік жіктің сыртқы қабатының тегіс еместігін және ішкі бөлігінің ықтимал әлсіреуінің (тесіктер, шлак қоспалары) орнын толтырады.

Түйіс жік негізгі және үнемді пісіру жалғасы болып табылады. Ол жергілікті кернеуі аз қима бойымен біркелкі күш береді, ол оны дірілдетпе және динамикалық жүктеме кезіне мақсатқа сай етеді.

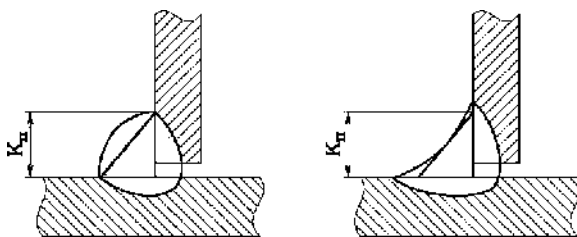
Түйіс жіктің кемшілігі қосылатын элементтердің барлық ұзындығы бойынша біркелкі саңлауды жүзеге асыру кезінде өндірістік қиындықтар, жиектерді өндеуге қосымша шығындар, элементтерді нақты кесу қажеттілігі болып табылады.

*Бұрыштық жік* — ол бұрыштық, айқасқан немесе таңбалы жалғастың пісіру жігі. Бұрыштық жіктер әр түрлі жазықтықта орналасқан қосылатын элементтер түзетін бұрышқа салынады және бір немесе бірнеше білікшеден тұруы мүмкін.

Қалыпты бұрыштық жік шағын дөңестігі бар тең қырлы үшбұрыш түрінде болады. Динамикалық күш салынатын жалғастарда бұрыштық жіктердің имектік беті болуы тиіс. МЕМСТ бұрыштық жіктің катетінің

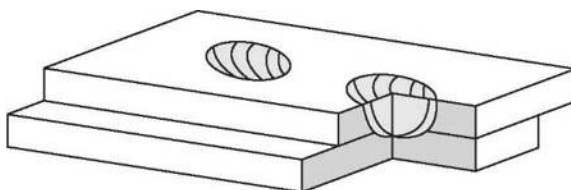
30 % дейін дөңістігі мен имектігіне рұқсат беріледі. Бұл ретте имектік катет мәнінің  $K_{\pi}$  азаюына әкеп соқпауы тиіс (жобалау кезінде белгіленген бұрыштық жік катетінің көлемі). Катеттің жобалық шамасы ( $K_{\pi}$ ) бұрыштық жіктің сыртқы бөлігіне кіргізілген ең үлкен тікбұрышты үш бұрыштың катеті болып табылады (1.7-сурет). Симметриялық жік кезінде  $K_{\pi}$  катеті ретінде кез-келген тең, симметриялы емес жік кезінде – ең аз катеттердің бірі қабылданады.

*Нүктелі жік* деп пісірілген жік аталады, онда пісірілген бөлшектер арасындағы байланыс пісіру нүктелерімен жүзеге асырылады. Пісіру нүктесі — жоспарда шеңбер немесе эллипс түріндегі нүктелі жік элементі. Нүктелі жіктерді жоғарғы элементінде саңылауы бар айқастырма жалғастарды пісіру үшін қолданылады (сур. 1.8). Саңылау тік қабырғаларымен немесе жиек қиғаштығы болуы мүмкін. Нүктелі жіктердің, пластинадағы саңылауды балқытылған металмен толтыру нәтижесінде жік қимасы түзілетінінен басқа бұрыштық жіктермен ортақ ұқсастықтары көп.

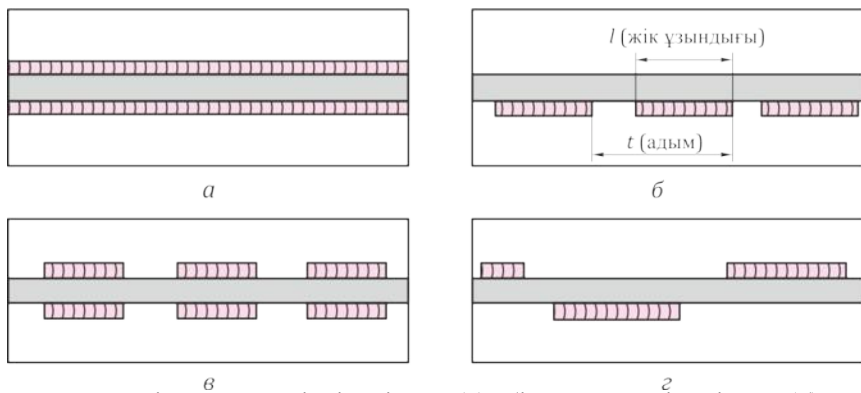


1.7-сурет Бұрыштық жік катетінің ( $K_{\pi}$ ) жобалық көлемі

Пісіру жіктерінің осы типі кеңінен тараған жоқ.



1.8-сурет Айқасқан жалғастың нүктелі жігі



1.9-сурет Екі жақты үздіксіз жіктер (а), бір жақты үзік жіктер (б), екі жақты тізбекті жіктер (в) және екі жақты шахмат тәріздес жік (г)

Шаг – адым. Длина шва – Жік ұзындығы

Пісіру жіктері *ұзақтығы бойынша* үздіксіз, үзік және қайырмалы деп бөлінеді. *Үздіксіз жік* — ол ұзындығы бойынша аралықсыз пісірілген жік. Үздіксіз жік жалғастың бір басынан аяғына дейін ұзындығы бойымен өтеді (1.9, а сурет).

*Үзік жік* — ол ұзындығы бойынша аралықтары бар пісірілген жік (1.9, б-сурет). Жауапты емес құрылыстарда (қоршауды, төсемді және т.б. пісіру) үзік жіктерді пайдалану байқалатын үнемді әсер беруі мүмкін, пісіру жұмыстарын жүргізу құны едәуір төмендеуі мүмкін. Жіктің осы типі айқасқан және таңбалы қосылыстарды пісіру кезінде қолданылады. Үзік жіктердің түрлері тізбекті үзік жік және шахмат тәріздес үзік жік болып табылады.

*Тізбекті үзік жік* — ол екі жақты үзік жік, оның аралықтары қабырғасының екі жағында бір-біріне қарама-қарсы орналасқан (1.9, в-сурет).

*Шахмат тәріздес үзік жік* — ол екі жақты үзік жік, оның аралықтары бір жағында оның екінші жағындағы жіктің пісірілген учаскесіне қарсы орналасқан (1.9, г-сурет).

*Қайырма* — ол пісіруге жататын бөлшектердің өзара орналасуын бекіту үшін қысқа пісіру жігі. Пісіру көмегімен дайындалатын құрылыстар көбінесе көп түрлі элементтерден тұрады. Ол элементтер пісіру көмегімен жиналады және соңғы пісірілген бұйым түзеді. Жинау процесінде қандай да бір элементті негізгі құрылысқа пісірер алдында қосу қажеттілігі туындайды. Бұл бір бірінен қандай да бір арақашықтықта орналасқан қысқа жіктер салу жолымен қамтамасыз етіледі. Қайырмалар элементті қажетті күйінде ұстап тұру үшін өте мықты болуы және бұйымды пісіру кезінде

бұзылмауы тиіс. Қайырмалар саны және қимасы пісірілетін металл қалыңдығымен, жік ұзақтығымен, қайырма шыдауға тиіс суық өндеуден жүктемемен, сондай-ақ пісірдің қолданылатын технологиясымен айқындалады.

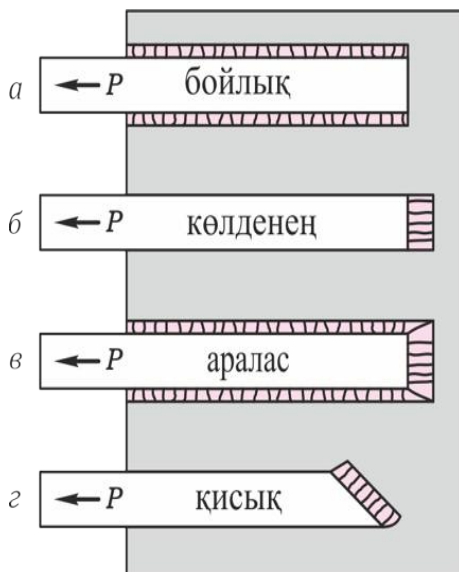
Әсер ететін күшке қатысты орналасуы бойынша пісіру жіктері шеттегі(1.10, а-сурет), маңдайлық(1.10, б-сурет),аралас(1.10, в-сурет), қиғаш(1.10, г-сурет) деп бөлінеді.

Маңдайлық түйіспе жік ең аз жергілікті кернеусіз кима бойымен біркелкі салынған күш береді. Жалғас мықтылығы пісірілетін элементтердің жиектерін өндеу типіне байланысты емес және жұмыс дұрыс жүргізілген кезде бірдей. Жік, әсіресе қиғаш ұштарын кернеу шоғырланатын және жарық пайда болатын ошағы болуы мүмкін пісірілмеген жер немесе шұңғыл қалдырмай толық пісіру қажет.

Айқасқан жалғастың маңдайлық екі жақты бұрыштық жігі көбінесе жүктемені біркелкі бөлмейді. Жұмыстың қатты сатысында шеттегі жіктің бойымен кернеуді реттеу біркелкі жүргізілмейді, шеткі нүктелерде тоқ кернеуінің күші артады.

Шеттегі жіктердің мықтылығы маңдайлыққа қарағанда аз, себебі негізінен бұрылыс біраз ықпал ету кезінде қимадан бұзылады. Шеттегі жіктердің иілгіш қасиеттері шамалы, жіктің басында бірінші жарық пайда болғаннан кейін ол тез бұзылады. Тек шеттегі жіктермен айқасқан жалғас орындау кезінде жік ұзындығы заттың өлшемінен үлкен болғаны қажет.

Бұл шартты орындау мүмкін болмаған жағдайда маңдайлық және шеттегі жіктермен контур бойынша пісіру жүргізіледі.

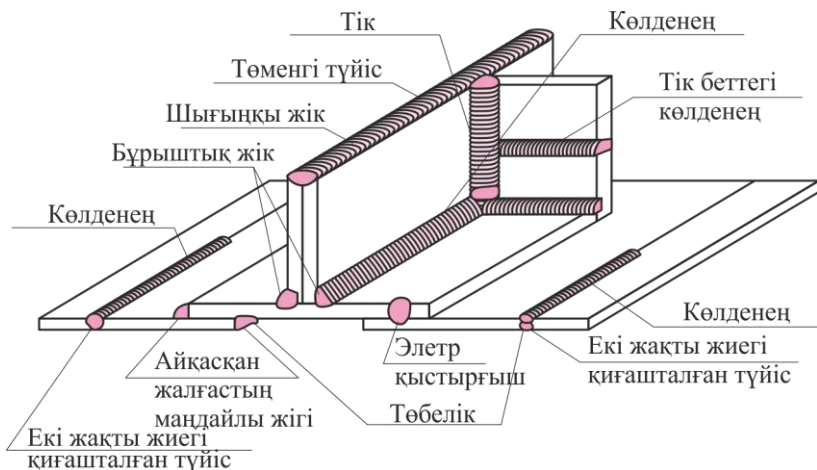


1.10-сурет пісіру жіктеріне түсетін күш бағытына қарай олардың типтері:

а — бойлық; б — көлденең;  
в — аралас; г — қиық







1.11-сурет. Пісіру жіктерінің типтері және олардың кеңістікте орналасуы

Контур бойынша пісіру маңдайлық немесе шеттегі жікпен салыстырғанда жалғас мықтылығын арттырады, бірақ маңдайлық және шеттегі жіктің қиылысуын төмендетеді. Бұрыштарда кернеудің жоғары шоғырлануы құрылады, сондықтан контур бойынша пісіру кезінде оларды пісірген жөн.

**Кеңістікте орналасуына байланысты** пісірудің мынандай орналасуы қабылданған (1.11-сурет): төменгі және «қайық» түйіс, төменгі таңбалы, көлбеу, үстіңгі түйіс, үстіңгі таңбалы, төменнен жоғары қарай тік, жоғарыдан төмен қарай тік,  $45^\circ$  бұрыш астында еніс.

**Пісірудің төмен орналасуы** — пісіру жалғасының жігі орналасқан жазықтық көлденең жазықтыққа  $0$ -ден  $10^\circ$  бұрышының астында орналасқан жағдайы. Төмен орналасқан кезде пісіру кезінде пісіру ваннасының беті көлденең тұрады, ол жікті қалыптастыру үшін жақсы жағдай жасайды.

**Пісірудің көлденең орналасуы** — пісіру жалғасының жігі тік бетте орналасқан және көлденең жазықтыққа  $0$ -ден  $10^\circ$  бұрышының астында орналасқан жағдайы.

**Пісіру кезінде тік орналасуы** — пісіру жалғасының жігі көлденең жазықтыққа  $90 \pm 10^\circ$  бұрышының астында тік жазықтықта орналасады.

**Көтерме пісіру** — ол пісіру ваннасы төменнен жоғары қарай орын ауыстыратын көлбеу жағдайда балқытып пісіру.

*Төменге қарай пісіру* — ол пісіру ваннасы жоғарыдан төменге қарай орын ауыстыратын көлбеу жағдайда балқытып пісіру.

Жоғарыда төмен қарай және «төменге қарай» тік жағдайда пісіру сұйық металдың ауырлық күшінің бағыты және пісіру бағыты сәйкес келуімен сипатталады, пісіру ваннасының металы доға бойымен ағады, ол балқу тереңдігін азайтады. Төменнен жоғары қарай және «көтерме» тігінен пісіру кезінде сұйық металдың ауырлық күшінің бағыты пісіру бағытына қарама-қайшы, пісіру ваннасының металы доға астынан ағып шығады, ол балқу тереңдігін үлкейтеді.

*Пісіруді көлбеу орналастыру* — пісіру жігі орналасқан жазықтық көлденең жазықтыққа қарағанда  $45 \pm 10^\circ$  бұрыштың астында орналасады.

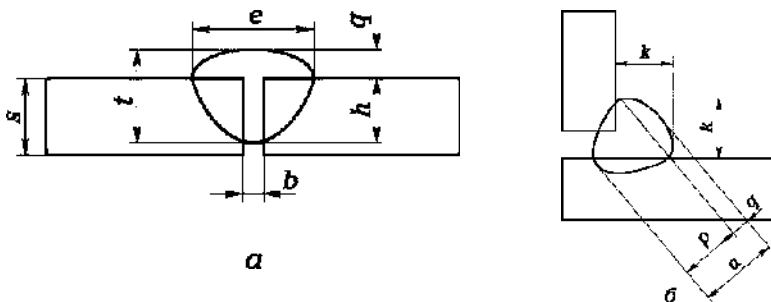
*Пісірудің төбелік жағдайы* — пісіру жалғас астынан орындалатын пісіру кезінде кеңістікте орналасу. Төбелік жағдайда пісіру кезінде пісіру ваннасының үсті көлденең тұрады және ванна металы үстіңгі тарту және доға қысымы күшімен ұсталынып тұрады. Мұндай пісіру өте ауыр және тек біліктілігі жоғары пісірушілер ғана жүзеге асыра алады.

Тігінен және төбелік кеңістік жағдайында пісіру ең бастысы өнімі ірі габаритті және бұруға келмейтін кәсіпорындарда қолданылады. Пісіру кезінде тігінен орналасуы төбелікке қарағанда жиі кездеседі.

Пісіру жалғастарының құрылымдық элементтері мен өлшемдері жалғас типіне, пісірілетін металл қалыңдығына, пісіру амалына және режиміне байланысты.

Жиектерді бөлшектеумен түйіс пісіру жігі бөлшектеу пішінімен сипатталады. Түйісетін жіктердің қалыңдығы әртүрлі учаскелерде пісіру жігінің қалыңдығы олардың ең азы болады. Пісірілетін бөлшектердің үстінен шығып тұратын балқытылған металл жіктің дөңестігі деп аталады.

Пісіру жігінің дөңестігі пісіру жігінің негізгі металл арасындағы шекараның көрінетін сызықтары арқылы өтетін жазықтық арасындағы арақашықтықпен айқындалады. Бұрыштық және түйіс пісіру жігінің немесе түйіскен жалғас жігі түбінің ойыстығы жік биіктігін азайтуға және соңында қимасы азайған жік алуға әкеп соғады.



1.12-сурет. Түйіс (а) және бұрыштық (б) пісіру жігінің құрылымдық элементтері:

$s$  — пісіретін металл қалыңдығы;  $e$  — жік ені;  $q$  — жік дөңестігі;  $h$  — балқыту тереңдігі;  $t$  — жік жуандығы;  $b$  — саңылау;  $k$  — бұрыштық жік катеті;  $p$  — бұрыштық жіктің есептелетін биіктігі;  $a$  — бұрыштық жік қалыңдығы

Пісіру жігінің ойықтығы жіктің негізгі металл арасындағы шекараның көрінетін сызықтары арқылы өтетін жазықтық және ойықтығы ең үлкен жерде өлшенген жік беті арасындағы арақашықтықпен айқындалады (1.12, а-сурет). Түйіс пісіру жігінің ені тиісті MEMСТ-тарда көрсетілген шектен аспауы тиіс.

Бұрыштық жік өлшемдері бұрыштық жік катеті арқылы беріледі. Бұрыштық жік катеті — бір пісірілетін бөліктің бетінен екінші пісірілетін бөліктің бетіндегі бұрыштық жіктің шетіне дейін ең қысқа арақашықтық (1.12, б-сурет). Бұрыштық жіктің есептелетін биіктігі — ол пісірілетін бөліктер жанасатын жерде максималды балқу нүктесінен тікбұрышты үшбұрыштың бұрыштық жігінің сыртқы бөлігіне кіріктірілген гипотенузаға түсірілген перпендикуляр ұзындығы.

Кейбір жағдайларда бұрыштық жік параметрлерінің негізі ретінде бұрыштық жік қалыңдығын алады. Бұрыштық жік қалыңдығы — ол бұрыштық жік бетінен негізгі металдың максималды балқу нүктесіне дейінгі ең үлкен арақашықтық.

Түйісіп жалғасуда негізгі өлшемшарттар жік пен балқу биіктігі болып табылады. *Балқыту* — негізгі металдың балкитын беті, пісірілетін жік қабаттары мен білікше арасындағы тұтас металл байланыс. *Жік түбі* — пісіру жігінің негізгі бетінен ең алыс бөлігі.

Пісірілетін металл қалыңдығы үлкен болғанда балқытуды жақсарту үшін жиектерді қиғаштату қолданылады. *Жиекті қиғаштату* — ол жиектің пісіруге жататын жиектің түзу сызықты қиғаш қимасы. Жиек қиғаштығының бұрышы — ол жиек қиғаштығының жазықтығы мен шетжақ жазықтығы арасындағы үшкір бұрыш.

Жік түбін жандырып алу мүмкіндігін азайту үшін жиекті басумен бөлшектеу қолданылады. Жиекті басу — ол пісіруге жататын жиек шетжағының шабылмаған бөлігі.

Жік түбін балқытуды жақсарту үшін жігінің түбін балқытуды жақсарту үшін пісірілетін бөлшектерді жинау саңылаумен жүргізеді. *Саңылау* — ол пісіру үшін жиналған бөлшектердің жиектерінің арасындағы қысқа арақашықтық.

**Сызбаларда пісіру жіктерін белгілеу.** ҚҚБЖ МЕСТ 2.312 — 72 өнеркәсіптің барлық саласы бұйымдарының құрылымдық құжаттарындағы пісіру жалғастары жіктерінің шартты бейнеленуін және белгіленуін айқындайды.

МЕМСТ 2.312—72 бойынша пісіру жалғастарының жіктері пісіру амалына қарамастан мыналарды шартты бейнелейді:

- көрінетін — тұтас негізгі сызықпен;
- көрінбейтін — штрихты сызықпен;
- көрінетін дара пісіру нүктесін пісіру амалына қарамастан шартты түрде «+» белгісімен белгілейді, ол тұтас сызықтармен орындалады;
- көрінбейтін дара нүктелерді бейнелемейді.

Жікті немесе дара нүктені бейнелеуден бір жақты көрсеткішпен бітетін шығыңқы сызық жүргізіледі. Шығыңқы сызық көбінесе көрінетін жіктен, қажет болған жағдайда — жіктің көрінбейтін жағынан жүргізіледі.

Көп жерден өтетін жіктің қимасын бейнелеуге жеке өтетін жер контурлары орыс әліпбидің жазбаша әріптерімен белгіленеді. Жік, стандарттарда белгіленбеген құрылымдық элемент өлшемдері (стандартты емес жік) осы сызба бойынша жікті орындау үшін қажетті құрылымдық элементтердің өлшемдерін көрсете отырып бейнеленеді. Сызбалардағы жік шегі тұтас негізгі сызықтармен, ал жік шегіндегі жиектің құрылымдық элементтері — тұтас жіңішке сызықпен бейнеленеді.

Жікті шартты белгілеу:

- жікті сыртқы жағынан бейнелеуден жүргізілген шығыңқы сызық қатарына;
- жікті керісінше жағынан бейнелеуден жүргізілген шығыңқы сызық қатарынан төмен.

Жіктің механикалық өңделген бетінің кедір-бұдырлығын белгілеу жікті шартты белгілегеннен кейін шығыңқы сызықтың қатарында немесе қатарынан төмен жүргізіледі немесе жік кестесінде көрсетіледі немесе сызбаның техникалық талаптарында келтіреді, мысалы: «Пісіру жігі бетінің кедір-бұдырлығының параметрлері...». Егер пісіру жалғасының жігі үшін бақылау кешені немесе жікті

бақылау санаты орнатылған болса онда оны белгілеу көбінесе шығыңқы сызықтың астына орналастырылады.

Сызбада бірдей жік бар болған кезде бейнелердің бірінде белгілеу салынуы мүмкін, басқа бірдей жіктердің бейнелерінен сөрелері бар шығыңқы сызықтар жүргізіледі. Барлық бірдей жіктерге бірдей номер беріледі, ол:

- жіктің белгіленуі салынған сөресі бар шығыңқы сызықта;
- беткі жағында белгіленуі жоқ жік бейнесінен жүргізілген шығыңқы сызық сөресінде;
- сыртқы жағында белгіленуі жоқ жік бейнесінен жүргізілген шығыңқы сызық сөресінің астында салынады.

Бірдей жіктер саны жіктің белгіленуі салынған сөресі бар шығыңқы сызықта көрсетілуі мүмкін. Жіктер мынандай жағдайларда бірдей деп есептеледі:

- олардың типі мен көлденең қимадағы құралымдық элементтердің өлшемдері бірдей;
- оларға бірдей талап қойылады.

Егер сызбадағы барлық жіктер бірдей болса және бір жағында (беткі және кері) бейнеленсе, онда бірдей жіктердің нөмірленуі болмауы мүмкін. Бұл ретте белгіленбеген жіктер сөресі жоқ шығыңқы сызықпен белгіленеді.

Пісіру жалғастары мен жіктердің түрлері, олардың өлшемдері және сызбаларда белгіленуі мемлекеттік стандарттармен регламенттелген.

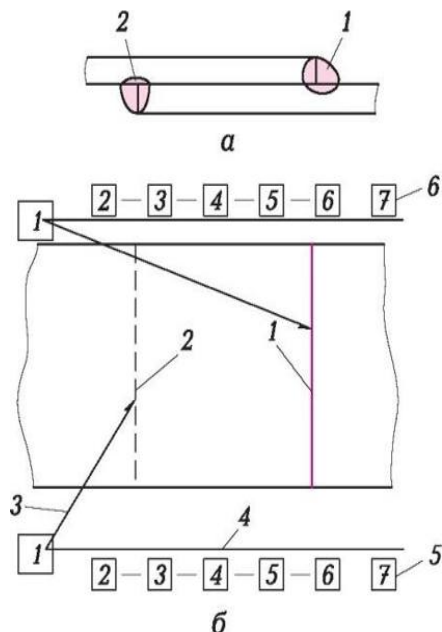
Сызбалардың жоспарларында және бүйір түрлерінде көрінетін жік орнын тұтас, ал көрінбейтінін – үзік сызықпен бейнелейді. Көлденең қимада жік шегін тұтас жартылай қалың сызықпен, ал пісірілетін бөлшектер жиегін – тұтас жіңішке сызықтармен көрсетеді. Жік бір жаққа қараған көрсеткішпен жік бейнесінде және жіктің шартты белгіленуін жазу үшін соңында сөресімен еңіс сызықпен белгіленеді. Егер көрінетін жік көрсетілген болса белгіленуі сөренің үстіне, егер көрінбейтін – сөренің астына жазылады.

Белгілеу 1.13-суретте екі еселенген сандармен көрсетілген мынадай элементтерден тұрады: 1 — тұйық шеңбер бойынша орындалған жіктің шартты белгіленуі; 2 — осы жік пісірудің осы амалында регламенттелген стандартты белгілеу; 3 — жікті әріппен санмен белгілеу; 4 — пісіру амалын шартты белгілеу; 5 — бұрыштық жік катеті (катет белгісі және өлшемі, мм); 6 — үзік жікке арналған пісірілетін учаске ұзындығының өлшемі және тізбекті немесе шахматты жікті белгілейтін белгісі; 7 — қосымша белгілер (1.2-кесте). Белгілеу элементтері бір-бірінен дефиспен ажыратылады (қосымша белгілерден басқа).



1.13-сурет. Сызбаларда пісіру жүктерін белгілеу:

*a* — пісіру торабының басты түрі; *b* — жоспардағы түрі; 1 және 2 — көрінетін және көрінбейтін жіктер; 3 — бір жаққа қараған көрсеткіш; 4 — сөре; 5 және 6 — көрінетін және көрінбейтін жіктерді бергілеу; екі еселі цифрмен көрсетілгендер: 1 — жікті шартты белгілеу; 2 — осы жік пісірудің осы амалында регламенттелген стандартты белгілеу; 3 — жікті әріппен сандармен белгілеу; 4 — пісіру амалын шартты белгілеу; 5 — бұрыштық жік катеті; 6 — үзік жікке арналған пісірілетін учаске ұзындығының өлшемі және тізбекті немесе шахматты жікті белгілейтін белгісі; 7 —



1.2-кесте. Пісірілетін жіктің қосымша белгілері  
Белгілеуге кіретін

| Қосымша белгі мәні                                                                                 | Қосымша белгі бейнесі                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Катет өлшемі алдына қойылатын белгі                                                                |  |
| Тізбекті орналасқан үзік жік. Сызық еңісінің бұрышы 60°                                            |  |
| Шахматты орналасқан үзік жік                                                                       |  |
| Тұйық емес сызық бойынша жік. Егер жіктің орналасуы сызбадан анық көрінбей тұрса белгі қолданылады |  |
| Тұйық сызық бойынша жік. Белгі диаметрі 3... 5 мм                                                  |  |

қосымша белгілер



| Қосымша белгі мәні                                                                      | Қосымша белгі бейнесі                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Бұйымды монтаждау кезінде жікті орындау, яғни қолдану орнында монтаждау сызбасы бойынша | 7                                                                                 |
| Жік дөңестігін алып тастау                                                              |  |
| Жіктің негізгі металға өтетін жерінде оны жергілікті өндеуді орындау                    |  |

Жікті әріп-сандармен белгілеу жалғас түрін және стандарт бойынша оның реттік санын көрсетеді. Мысалы: С8 — түйіс, У4 — бұрыштық, Т3 — таңбалы, Н2 — айқастырма жалғас жігі.

Кеңістікте орналасуы бойынша жіктер былай белгіленеді: Кт — «қайықша» төмен орналасуы, Бт — бұрыштық төмен, Тт — түйіс төмен, Кд — көлденең, Тк — тік, ЖТб — жартылай төбелік, Тб — төбелік.

Пісіру амалын әріппен белгілеу бұйымда пісірудің бірнеше амалы қолданылса көрсетіледі: Ф — флюс астында доғалы пісіру, К — көмірқышқыл газда, И — инертті газда, Қ — электрқожды, Б — түйіс пісіру.

Пісіру процесін механизациялау дәрежесі амалды белгілер алдында әріптермен көрсетеді: Қ — қолдан, А — автоматтандырылған, Ж — механизацияланған (жартылай автоматтандырылған).

Пісіру кезінде қолданылатын технологиялық амалдарды шартты белгілеу бар. Мысалы, флюс асты автоматты пісіру үшін А индексі пісіру аспалы жүргізіледі дегенді білдіреді; Аф — флюс жастығында, Аб — болат төсеніште, Абж — балқытатын жігі бойынша, Ам — флюс мысты төсеніште.

Қосымша әріппен белгілеу пісіру амалын нақтылауы мүмкін: Бн — байланыс нүктелі, Тб — түйіс байланыс, Қтб — қарсылықпен түйіс байланыс, Бтб — балқытумен түйіс байланыс, Рб — жік байланыс (роликті).

Егер осы сызбада көрсетілген барлық жіктер бір стандартпен орындалатын болса, онда оның шығыңқы сызық сөресінде белгілеу көрсетілмейді, техникалық талаптарда (ескертпелерде) сызбада көрсетіледі. Егер бұйымда бірдей жіктердің бірнеше тобы болса жіктің шартты белгіленуі топтан бір жікке ғана көрсетіледі, ол нөмірленеді, ал сөредегі басқа жіктерге тек топ нөмірі ғана көрсетіледі. Егер осы сызбада көрсетілген барлық жіктер бірдей болса онда оған сөресіз бір жақты көрсеткіш қойылады. Жіктер туралы мәліметтер бұл жағдайда сызбаға ескертпеде көрсетіледі. Егер де бұйымда стандарттарда көзделмеген пісіру жігі бар болса,

| 1.3-кесте. Пісіру жалғастарының жіктерін шартты белгілеу мысалдары                                                                                                                                      |                                  |                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Жік сипаттамасы                                                                                                                                                                                         | Жіктің көлденең қимасының пішіні | Сызбада беткі жағында бейнеленген жікті шартты белгілеу |
| Жиектерді қиғаштатпай, бір жақты, тұйық емес сызық бойынша балқитын электродпен қорғаушы газында доғалы пісірумен орындалған айқасқан жалғас жігі. Жік катеті 5 мм                                      |                                  | <b>МЕМСТ 14806—80-Н1-3-31х511</b>                       |
| Флюс астында доғалы пісірумен орындалатын нүктелі жалғас. Нүкте диаметрі 11 мм. Дөңестік алынсын                                                                                                        |                                  | <b>МЕМСТ 14776—79-Н1-Ф-1Ю</b>                           |
| Сым электродымен электрлі кож пісірумен орындалған жиектерді қиғаштатып бұрыштық қосылыс жігі. Жік катеті 22 мм                                                                                         |                                  | <b>МЕМСТ 15164—78-У2-ШЭ-1х22</b>                        |
| Жиектерді қиғаштатпай, екі жақты, тұйық сызық бойынша балқымайтын электродпен қорғаушы газында доғалы пісірумен орындалған шахматты орналасқан үзік жігі. Жік катеті 6 мм, ұзындығы 50 мм, қадам 100 мм |                                  | <b>МЕМСТ 14806—80-ТЗ-РИНп-IX6-50Z100</b>                |

онда оның құрылымдық ерекшеліктері сипатты өлшемдерді көрсете отырып сызбада көрсетілуі тиіс. Кейбір пісіру жіктерін белгілеу мысалы 1.3-кестеде көрсетілген.

#### 1.4. ЭЛЕКТРЛІ ДОҒА ЖӘНЕ ОНЫ ПІСІРУ КЕЗІНДЕ ҚОЛДАНУ

Электрлі доға газдардағы разряд болып табылады, онда электр тоғы газ аралығында зақымдалған бөлшектер – электрондар мен иондар бар болған кезде электр өрісінің ықпалымен одан өтеді. Олар теріс электродтың (катодтың) және газдың иондалуы бетінен электрондар эмиссиясы (шығару) кезінде осы кеңістікте пайда болады.

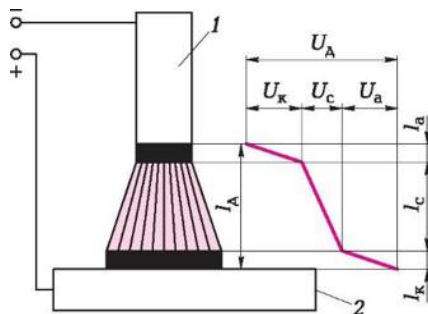
Электрлі доға энергиясы пісіру жалғастарын алу үшін пісіру кезінде кеңінен қолданылады, мысалы балқытып доғалы пісіруде. Пісіру кезінде доғалы разряд пісірілетін (негізгі) металл мен электрод арасында (*тігінен әсер ететін доға*), пісірілетін бөлшекті пісіру тоғының тізбегіне қосусыз екі электрод арасында (*жанаса әсер ету доғасы*), екі электрод және пісіру бөлшегі арасында (*құрамдастырылған доға*) туындауы мүмкін.

Пісіру доғасы газдардың иондалған қоспаларындағы, сондай-ақ металдар мен электродты қаптама құрамына кіретін құрамдас бөліктердегі, флюстардағы және т.б. электрлі доғалы разряд түрінде болады. Доға электрлі пісіру тізбегінің бір бөлігі болып табылады. Тұрақты токта пісіру кезінде доғаны нәрлендіру көздерінің оң полюсіне қосылған электрод *анод*, ал теріс полюске қосылған электрод *катод* деп аталады. Егер пісіру ауыспалы токта жүргізілсе, әрбір электрод ауысып біресе анод, біресе катод болып қызмет атқарады. Электродтар арасындағы кеңістік *доғалы разряд облысы* немесе *доғалы аралық* деп аталады, ал ол аралық ұзындығы *доға ұзындығы* деп аталады. Электрод пен бөлшек арасында жанатын доға тура ықпал ету доғасы болып табылады.

Доға аралығының ұзындығы бойынша үш облысты бөлуге болады (1.14-сурет): катодты, анодты және олардың арасындағы доға бағаны.

### 1.14-сурет. Доғада кернеудің түсуін бөлу:

1 — электрод; 2 — пісірілетін бөлшектер;  $u_0$  — кернеудің жалпы түсуі (доға кернеуі);  $l_0$  — доға ұзындығы;  $u_k, u_c, u_a$  — катод облысындағы, доға бағанындағы және анод облысындағы ұзындығы  $l_k, l_c$  және тиісінше  $l_a$  кернеудің түсуінің құрамдас бөліктері



*Катодты облысы* катодтың (катодтық таңба) қыздырылған бетінен және оған жанасатын доғалы аралықтың бөлігінен тұрады. Болат электродтардағы таңба температурасы 2 400 ...2 700 °С жетеді, мұнда доғаның жалпы жылуынан 38% дейін бөлінеді. Катодтық облыста электрондардың таралуы жүргізіледі. Онда кернеудің төмендеуі  $u_k = 10.20$  В.

*Анодты облысы* анод бетіндегі анодтық таңбадан және оған жанасатын доғалы аралықтың бөлігінен тұрады. Бос электрондар кіретін және бейтараптанатын орны болып табылатын анодтық таңба катодтық таңба сияқты температурасы болады, бірақ электрондар бомбалау нәтижесінде онда катодқа қарағанда жылу көбірек бөлінеді. Электроды балқитын доғалар үшін кернеуді анодты түсуі  $u_a = 2.6$  В.

Катод және анод облыстарының арасында орналасқан *доға бағанының* доға аралығында шағын ұзақтығы бар. Бағанда түзілетін зарядталған бөлшектер электродтарға қарай жылжиды: электрондар — анодқа, ал иондар — катодқа. Доға бағанының температурасы пісіру тоғының тығыздығына байланысты өзгереді және 8 000°С асуы мүмкін. Доға кернеуі баған бойымен 10.50 В/см шегінде өзгереді. Оның көлемі газ ортасының құрамына байланысты және оған жеңіл иондалатын құрамдас бөліктер (натрий, калий және т.б.) енгізе отырып азаяды.

Пісіру доғасында жылу және жарық энергиясын бөлу біркелкі жүргізілмейді. Анодқа жеткен электрондар оған өз энергиясын береді. Мұнда қатты қызған «анодтық таңба» қалады. Плазманың оң иондары катодқа қарай жылжиды және оған энергиясын беріп катодтық таңба түзеді. Доғаның бар болуына қажетті жағдай — ионмен бомбылау ұстап тұратын катодтың жоғары температурасы, оның арқасында доға бағанындағы газды иондайтын электрондардың эмиссиясы жүреді.

Егер доға жиілігі төмен (өнеркәсіп) ауыспалы ток тізбегіне қосылған болса, онда әрбір жартылай кезеңнің соңында ток токтатылады, доға сөнеді. Алайда келесі жартылай кезеңде металдың суып үлгермеген учаскесінен электрондардың термоэмиссиясына байланысты электродтар арасындағы кернеу тұтану кернеуі деп аталатын мәнге жеткен кезде доға қайтадан пайда болады. Ауыспалы токта доғаның тұрақты жануына қол жеткізу үшін белгілі бір шаралар қажет. Мысалы иондалудың аз әлеуеті бар зат қаптаманың құрамына қосылған арнайы электродтар қолданады.

Электр доғасының температурасы электрод материалына байланысты: көмір электродтары кезінде катодта ол 3 200 °С құрайды; анодта — шамамен 3 900 °С; металл электродтарда тиісінше 2 400 және 2 600 °С. Доға ортасында оны осі бойынша температура 6 000...8 000 °С жетеді.

Доғаның жылу қуаты:

$$Q = 0,24 \kappa I_{cv} u_a \quad (1.1)$$

мұнда  $Q$  — жылу қуаты, Дж/с; 0,24 — электр өлшемдерін жылуға ауыстыру коэффициенті, Дж/Вт-с;  $\kappa$  — ауыспалы токта пісіру кезінде доға қуатын төмендету коэффициенті,  $\kappa = 0,7... 0,97$ ;  $I_{cv}$  — пісіру тоғы, А;  $u_a$  — доғадағы кернеу, В.

Металды қыздыруға және балқытуға электрдоғалы пісіру кезінде жылудың 60.70% қолданылады. Жылудың қалған мөлшері (30.40%) қоршаған кеңістікте тарап кетеді.

Доғаның түзілуі оны жаққанан басталады, ол екі амалдың бірімен жүргізіледі:

1) электрод дайындамаға 3 . 6 мм қашықтықта жақындайды және пісіру тізбегіне қысқа уақытқа кернеуі жоғары жиілігі жоғары ауыспалы ток көзі (осциллятор) қосылады;

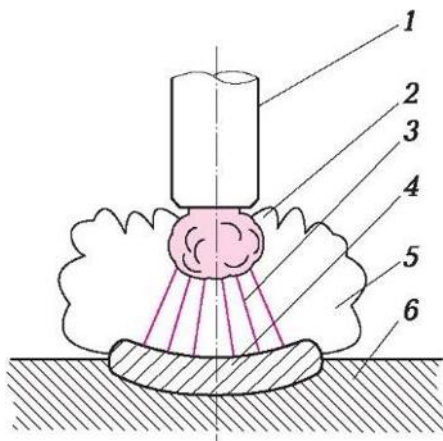
2) доғаны жағу үш сатыда жүргізіледі: электродтың қысқа тұйықталуы, электродты 3 6 мм қарсы қою, тұрақты электр тоғынан айырудың пайда болуы.

Екінші амалы негізгі болып табылады, ал бірінші тек балқымайтын электроды пісіру кезінде қолданылады.

Қысқаша тұйықталу кезінде байланыс нүктелеріндегі ток тығыздығы үлкен мәнге ие, бөлінетін жылудың әсерінен металл негізгі металл мен электрод арасында сұйық жалғастырғыш құрып осы нүктелерде «эбсәтте» балқиды. Электрод металл бетіне қарсы болған кезде сұйық жалғастырғыш ең алдымен мойын түзіп созылады, одан кейін үзіледі, одан кейін оның қызған шетжағынан (катодтан) электр өрісінің әсерінен электрондардың термоэлектронды эмиссия басталады.

### 1.15-сурет. Электрлі пісіру доғасының сызбасы:

1 — электрод; 2 — балқытылған металл тамшысы; 3 — доғалы разряд; 4 — балқытылған металл; 5 — доға сәуле жиегі; 6 — негізгі металл



Анодқа қарай жылдам қимылдайтын электрондардың металл газымен және буымен қақтығысуы олардың иондалуына әкеп соғады. Доға бағанының қызу және атомдар мен молекулалардың кинетикалық энергиясын арттыру шамасына қарай олардың өзара қақтығысуы есебінен қосымша иондалу болады. Жеке атомдар басқа бөлшектердің өзара қақтығысуы кезінде бөлінетін энергияны сіңіру нәтижесінде иондалады. Нәтижесінде доғалы арақашықтық электр өткізгіш болады және ол арқылы электр тоғының тоқтан айырылуы басталады. Доғаны жағу процесі тұрақты доғалы разряд пайда болғаннан кейін аяқталады.

1.15-суретте металл (сым) электрод 1 және негізгі металл арасында ток өткізген кезде туындайтын тұрақты пісіру доғасы бейнеленген. Жалынмен (сәулемен) 5 қоршалған доғалы тоқтан айыру 3 бағанның кеңейтілген беті пішінінде болады, оның табанында бұйым қалыңдығында доға кратері немесе пісіру ваннасы 4 түзіледі. Автоэлектронды эмиссия мен доға жылуының ықпалымен электрод ұшы және оның астындағы бөлшектің бір бөлігі балқиды, бөлшектен пісіру ваннасы түзіледі, оған тамшылап 2 электродтары бар балқытылған металл 1 ағады. Пісірудің жоғары сапасына қажетті тұрақты жану доға ұзындығы 3...5 мм болған кезде қол жеткізіледі.

Доғаның ұсынылатын ұзындығы электрод диаметріне тең. Доға тым ұзын болғанда электрод металды балқып үлкен шар (металды ірі тамшымен орнын ауыстыру) түзеді; бұл ретте доға көбінесе үзіліп балқуы жеткіліксіз кең біркелкі емес және шашыраңқы пісіру жігін түзеді. Доға тым қысқа болған кезде негізгі металды терең балқыту

үшін жеткілікті жылу бөлінбейді, электрод негізгі металға жиі жабысып қалады.

Доға тұрақтылығы пісіру көзінің бос жүрісі кернеуінің артуына қарай жаксарады (оны өшірулі жүктеме кезінде өлшейді). Алайда бұл параметр қызмет көрсетілетін персоналдың қауіпсіздік талаптарымен шектелген; МЕМСТ95 — 77Е сәйкес ол 80 В аспауы тиіс.

Электрлі пісіру доғасы доға айналасында және пісірілетін бұйымдар ішінде біркелкі және симметриялы орналаспаған магнит өрісі әсер еткен кезде өзінің қалыпты орналасуынан ауып кетуі мүмкін. Бұл өрістер қозғалыстағы зарядталған бөлшектерге әсер етеді және бүкіл доғаға ықпал етеді. Мұндай құбылыс *магнитті үрлеу* деп аталады. Магнит өрісінің доғаға ықпал етуі тоқ күші квадратына тура пропорционалды және 300 А астам пісіру тоғында байқала бастайды.

Пісіру доғасы — ол өзінің магниттік өрісі бар тоғы бар өткізгіш. Пісіру тоғы электрод және пісірілетін металл бойынша өтіп өзінің магниттік өрісін құрады. Доғаны қоршаған магнитті өрістер доғаға қарағанда симметриялы болып тұрғанда, доғаға әсер ететін электромагнитті өріс болмайды. Бұл ретте доға пісіретін металдың үстіне қарай ең қысқа арақашықтық бойынша жанады.

Доғаны қоршайтын симметриялы емес магнитті өріс магнит өрісінің тығыздығы аз жаққа қарай доғаның ауып кетуін тудырады, бұл ретте доға ұзын болған сайын ауып кетуі де күштірек болады. Қысқа доға магниттік үрлеудің ықпал етуіне аз тап болады.

Магнит өрісінің асимметриясы магнитті үрлеу тудырады, ол доғаны пісіру жігінің басында алдыға және пісіру жігінің соңында артқа ауытқытады. Кейбір жағдайларда доғаның ауытқуы кейбір бұрышта бүйіріне қарай болуы мүмкін, яғни оңға және солға. Магнитті үрлеу жіктің басында қатты сезіледі. Тұрақты тоқта пісіру кезінде пісіру кереғарлығының немесе бағытының өзгеруі магнитті үрлеуге сезілетіндей ықпал етпейді.

Ауыспалы тоқта пісіру кезінде магнитті үрлеу едәуір төмендейді. Магнитті үрлеудің азаюы ауыспалы тоқ негізгі металда ауыспалы магнитті өріс құруына байланысты болады, ол өз кезегінде құйын тоғының пайда болуына әкеп соғады.

Магнитті үрлеу электродтар жабылған пісіру және болат, шойын, никель сияқты магнитті материалдарды жартылай автоматты және автоматты пісіру кезінде пайда болады, бірақ магнитті емес материалдарды да пісіру кезінде пайда болуы мүмкін. Доғаның осьтен ауытқуы пісіру кезінде қиындық туғызады, электродты металдың шашырауын ұлғайтады және пісіру жігінің сапасын нашарлатады.

Магнитті үрлеуді азайту үшін:

- жіктің басында және соңында шығатын жерлерді орната отырып пісіру жалғасы арқылы өтетін магнитті ағым бағытын өзгертуге немесе керісатылы пісіру қолдануға немесе үзік жік жасауға;
- тоқты электр ұстағышқа әкелетін дайындаманы пісіру кабелімен орап сыртқы магнитті өріс құруға;
- электродтармен жабылған пісіру кезінде электродты жайғастыруға, пісіру тоғын азайтуға;
- олар жасайтын магнитті өріс доғаның ауытқуын тудыратын магнитті өрістің әсер етуінің орнын басатындай етіп дайындаманы кері сыммен орауға;
- ауыспалы токта пісіру жұмысын жүргізуге болады, бірақ ол пісіру технологиясын өзгертуді және электродтарды алмастыруды қажет етуі мүмкін.

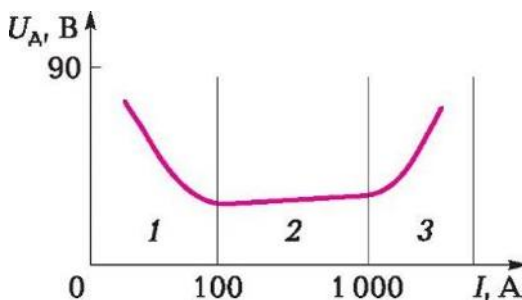
Доғаның тұрақты ұзындығы жағдайында доға кернеуінің пісіру тізбегіндегі тоқтан тәуелді болуы доғаның статистикалық вольтамперлі сипаттамасы деп аталады, ол графика түрінде 1.16-суретте көрсетілген.

1 (100 А дейін) облысында тоқ ұлғайған сайын кернеу біршама азаяды, себебі тоқ күші артқан сайын доға бағанының көлденең қимасы және оның өнімділігі артады. Вольтамперлі сипаттамасы құлайтын болады, доға тұрақты жанбайды.

2 (100...1 000 А) облысында тоқ ұлғайған сайын кернеу тұрақты көлемін сақтайды, себебі доға бағанының көлденең қимасы және анодты және катодты таңба ауданы токқа пропорционалды өседі. Вольтамперлі сипаттамасы қатаң болады, доға тұрақты жанады және пісірудің қалыпты процесі қамтамасыз етіледі.

3 (1 000 А артық) облыста токтың ұлғаюынан кернеудің өсуі туады, себебі тоқ тығыздығының белгіленген мәннен жоғары ұлғаюы электродтың шектелген көлденең қимасына байланысты катодты таңбаның өсуі қоса жүрмейді, бұл ретте вольтамперлі сипаттама өсетін болады. Өсетін вольтамперлі сипаттамасы бар доға флюс асты және қорғаныс газында пісіру кезінде пайдаланылады.

1.16-сурет. Жалпы көріністегі доғаның статикалық вольтамперлі сипаттамасы:  
1... 3 — облыстар





Пісіру доғасын саралау үшін бірқатар жалпы белгілер пайдаланылады, оның ішінде:

- қолданылатын электродтар — балқитын және балқымайтын электродпен пісіру доғасы;
- доғаны қысу деңгейі — еркін және қысу пісіру доғасы;
- пісіру тоғын жеткізу сызбасы – түзу және жанасқан эсер етудің пісіру доғасы;
- тоқ түрі — тұрақты немесе ауыспалы тоқтың пісіру доғасы (соңғы жағдайда — бір фазалы немесе үш фазалы);
- тұрақты тоқ қарама-қарсылығы — түзу немесе керісінше қарам-қарсылығы тоғымен пісіру доғасы.

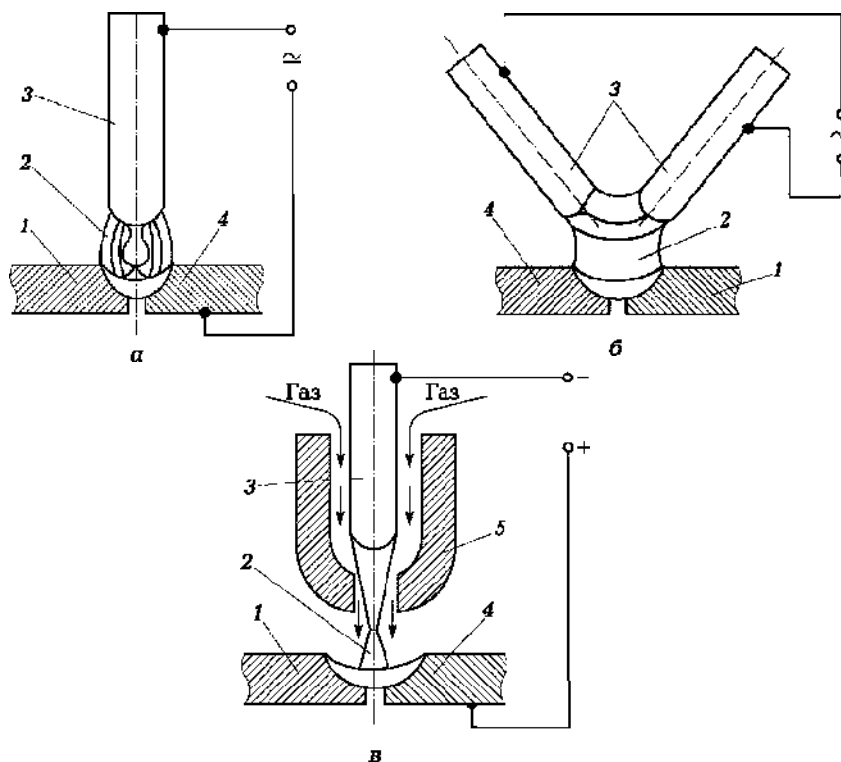
Токты жіберу сызбасына, тоқ түріне, электродтар санына және басқа белгілерге байланысты түзу эсер ететін, жанаса эсер ететін, көп электроды бар және қысылған пісіру доғасын ажыратады.

**Түзу эсер ететін доға**(1.17, а-сурет) электрод пен дайындама арасындағы доғалы разрядты айтады. Қапталған электродтармен доғалы пісіру кезінде, қорғаушы газында балқымайтын электродпен пісіру кезінде, қорғаушы газында балқитын электродпен пісіру кезінде пайдаланылады.

Балқымайтын электродты пайдаланған кезде қосуды негізгі және қоспа металды балқытумен орындайды. Балқитын электродты пайдалану кезінде ванна электрод металымен толтырылады.

**Қиғаш эсер ететін доға** (1.17, б-сурет) екі балқитын және балқымайтын электрод арасындағы доғалы разряд түрінде болады, ал балқытылған металл электр тізбегіне қосылмаған. Пісірудің арнайы түрінде және атомды-сутегі пісіруде қолданылады.

**Қысыңқы доға** (1.17, в-сурет) — бұл балқымайтын вольфрамды электроды бар түзу немесе жанаса эсер ететін доға, газдың шеңберлі қарқынымен қысылған. Қысылған доғаны арнайы жанарғыларда – плазматрондарда алады және металдарды, оның ішінде баяу балқитын металдарды кесу және пісіру үшін қолданылады.



1.17-сурет. Доға типтері:

*а* — түзу әсер ететін; *б* — жанаса әсер ететін; *в* — қысылған доға; 1, 4 — пісірілетін бөлшектер;

2 — доға; 3 — электрод; 5 — шүмек

Тұрақты немесе ауыспалы токта тура әсер ететін доғаны пайдаланумен балқытын электродпен пісіру жөндеу практикасында кеңінен тарады. Балқытын электрод ретінде доға аймағына оның балкуына қарай берілетін қажетті химиялық құрамының металл шыбығы қолданылады. Жік жартылай балқытылған негізгі металдан және электрод металынан түзіледі.

Түзу және (сирек) жанаса әсер ететін доғаны пайдалана отырып балқымайтын электродпен пісіру жіңішке табакты металды пісіру кезінде, сондай-ақ жөндеу жұмыстары кезінде және автомобиль шанағын дайындау кезінде қолданылады. Пісіру жігі негізгі металды немесе доға аймағына енгізілетін қоспа металды балкыту есебінен түзіледі. Балқымайтын электродпен пісіру электродтың қызуын болдырмас үшін түзу жазықтықтың тұрақты тоғымен жүргізеді, яғни электрод катодқа қосылады.

## 1.5. ПІСІРУ КЕЗІНДЕГІ ЖЫЛУ ПРОЦЕСТЕРІ

Жылуды тарату дене пішіні мен өлшеміне байланысты. Алайда дене конфигурациясын нақты есептеу жылу процестерін есептеуді күрделендіреді. Сондықтан есептеу кезінде қарастырылатын денелердің пішіндерін жеңілдету мақсатқа сай. Негізгі есептер ретінде мына сұлбалар қабылданады:

- жартылай ақырсыз дене — шомбал дене, оның өлшемдері үш бағытта едәуір дамыған. Қалыңдығы 30 мм аса табақтар осы сызбаға жатады;
- жазық қабат — екі параллельді жазықтықпен шектелген дене. Қалыңдығы 30 мм аз табақтар осы сызбаға жатады;
- пластина — қалыңдығы аз жазық қабат;
- шыбық — өлшемдері аз көлденең қимасы және түзу сызықты осі немесе қисықтығы шамалы осі бар дене.

Пісіру доғасын жылудың шоғырланған көзі ретінде қабылдайды. Көздің сұлбасын жылу өткізетін денеге байланысты таңдайды. Қуаты көп емес массивті денеге немесе жазық қабатқа білікті балқыту кезінде көзі нүктеге шоғырланған деп есептеледі (нүктелі көзі). Табақтарды бір рет жүргізіп түйіспе пісіру кезінде доға жылуы сызықты элементке (сызықты көз) салынған деп есептеу керек. Шыбық түйісін пісіру кезінде доға жылуы жазық элементке (жазық көз) салынған деп есептейді.

Электрқожды пісіру кезінде жылу көзін көлемді деп қабылдауға болады, алайда көбінесе оны сызықты немесе жазық жылу көздерінің жиынтығы алмастырады. Газ жалынын көбінесе жылу көзімен дұрыс реттелген шеңберлі деп қабылдайды.

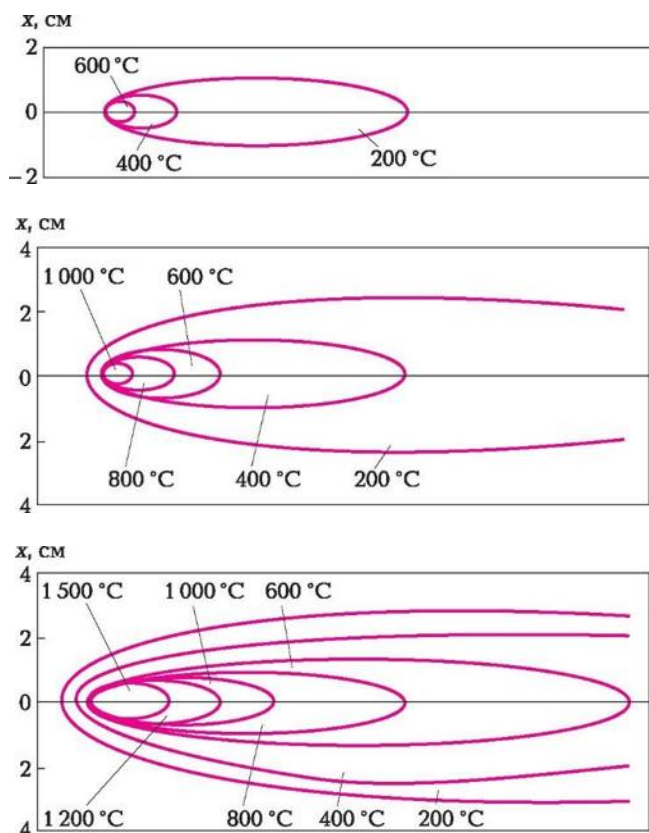
Доға әсерінің ұзақтығына байланысты жылу көздері шапшаң және үзіксіз әсер ететін деп бөледі.

Үзіксіз әсер ететін көздер қозғалмайтын болуы немесе белгілі бір жалдамдықпен орын ауыстыруы мүмкін. Есептеу кезінде мынадай сызбаны қолданады: жылжымалы және жылдам жылжитын жылу көзі.

**Жылжымалы жылу көзі.** Есептеу кезінде көз түзу сызық бойымен және біркелкі орын ауыстырады деп болжанады. Сызба түзу сызықты жіктерді немесе біліктерді балқыту кезінде жылудың таралу процесін сипаттайды.

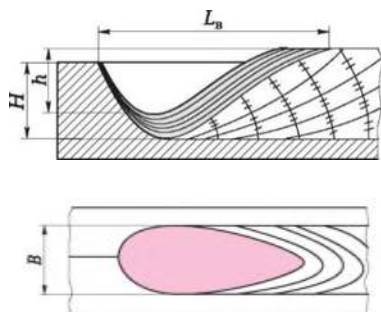
**Жылдам жылжитын жылу көзі.** Көз үлкен жылдамдықпен орын ауыстырады деп болжанады. Сызба автоматты доғалы пісіру кезінде жылудың таралу процесін сипаттайды.

Металдағы жылудың тарау процесі бірнеше факторларға байланысты: доғаның тиісті жылу күшіне, оның орнын ауыстыру сипатына, пісірілетін бұйым өлшеміне және пішініне, материалдың жылу физикалық қасиеттеріне. Бұл факторлардың бұйымның қызуына ықпал етуі температуралы өрістің изотермасы пішінінің өзгеруі бойынша бағалауға болады (1.18-сурет).



1.18-сурет. Тоқ күшінің доғалы пісіру кезінде бөлшектердің бетінде қызудың тұрақты температурасымен температура өрісін айқындайтын сызық изотермалардың орналасуына ықпалы:

*a, б, в* — доға тоғының күші 200, 300 және 400 А болғанда, тиісінше; *x* — температура өрісінің енін сипаттайтын өлшем



1.19-сурет. Пісіру ваннасының пішін параметрлері:

$L_B$  — ванна ұзындығы;  $B$  — жік ені;  $h$  — доға қысымының әсерінен ваннада балқытылған металл деңгейінің түрлілігі;  $H$  — балқытылған негізгі металл тереңдігі

Белгілі температураларға дейін қыздырылған металл аймағының тоғының (куатының) ұлғаюымен бірге доғалар кеңейеді, ал доғаны ауыстыру жылдамдығын ұлғайту осы аймақтардың жік осыне перпендикуляр бағытта тарылуына және доға алдындағы изотерманың қоюлануына әкеледі. Доға процестері кезінде пісіру ваннасының пішіні негізгі металды балқыту ұзындығымен, ені және тереңдігімен сипатталады (1.19-сурет). Пісіру ваннасының көлемі пісіру тәсілі мен режиміне байланысты 0,1 бастап 10 см<sup>3</sup> дейін өзгереді.

Металдың сұйық күйде болу уақыты оның түрлі учаскелерінде бірдей емес. Пісіру ваннасының болуының жуықталған орташа ұзақтығын  $t_{cp}$ , с, келесі ара қатынастың көмегімен есептеуге болады

$$t_{cp} = 1v/V_{cp}, \quad (1.2)$$

мұнда  $L_b$  — ваннаның ұзындығы, мм;  $V_{cp}$  — қыздыру көзінің ауысу жылдамдығы, мм/с.

Ваннаның бас бөлігінде жылу көзінің әсерінен металл оның балку температурасынан едәуір жоғары қыздырылған, ал ваннаның артқы бөлігінде температура негізгі металдың балку температурасына жуықтайды.

Доғамен дәнекерлеген кезде электродты қыздыру және балқыту доғаның шетінде орналасқан белсенді нүктеде бөлетін энергия есебінен жүзеге асырылады. Электродтың ұзындығы оның бойымен тоқ өткен кезде бөлінетін жылулықпен қыздырылады. *Ұзындық* — бұл электродтың тоқ өткізетін құрылғымен түйіскен жерден оның шетіне дейінгі учаске. Мысалы, қолмен дәнекерлеген кезде электродтың ұзындығы пісірудің басында 200... 400 мм және соңында- 30...40 мм құрайды. Уақыт бірлігінде электродта бөлінетін жылулықтың мөлшері токтың тығыздығы, үлес кедергі және электродтың ұзындығы қаншалықты үлкен болса, соншалықты үлкен болады.

Жік сапасы электрод температурасы оның шығыңқы жерін балқытқан сәтте белгілі температуралардан аспайтын болса қамтамасыз етіледі, мысалы болат электродтармен қыздыру кезінде 600... 700 °С. Электродты бұдан жоғары температураға дейін қыздыру жабынның қабат-қабат болып түсуіне, жіктің қалыптасуын нашарлатуға және шашыратуға шығынның көбеюіне әкеп соғады.

Электродты балқытудың негізгі сипаттамасы — уақыт бірлігіне оны балқытудың сызықты жылдамдығы, ол электрод құрамына, жабын түріне, пісіру режиміне, тоқ тығыздығы мен кереғарлығына байланысты. Жалпы электродтың балқу жылдамдығы сызықты тәуелділік бойынша тоқ күшінің ұлғаюымен өседі.

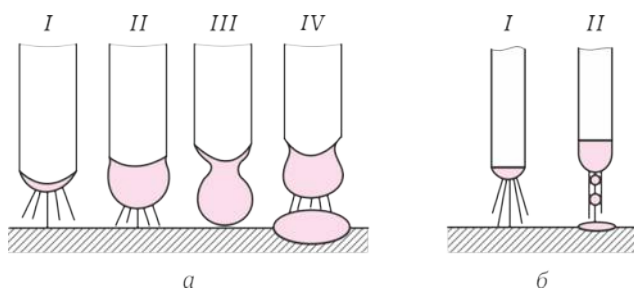
Балқыту кезінде электродтың шығыңқы жерінде сұйық металл тамшысы пайда болады. Электродты металдың орнын ауыстыру сипаты электродтың шығыңқы жеріндегі металл тамшысына әсер ететін күштер қатынасына байланысты. Олардың негізгі күштеріне ауырлық күші, бетіндегі кернеу күші, электромагнитті күш, будың реактивті қысым күші, аэродинамикалық күш және т.б. жатады. Жеке және олардың тең әсер ететін күштерінің мәні пісіру режиміне, тоқ кереғарлығына, электродты металл құрамына, газ ортасына, беттің жағдайына және электрод диаметріне байланысты.

Ауырлық күші аз тоқта пісіру кезінде ғана бірталай әсер етеді (тамшының өз салмағының әсерінен төмен қарай түсуге ұмтылысы). Үстіртін тарту күші сұйықтықтың молекулярлы күштердің әсерінен осы көлемде беті аз сфера формасын қалыптастыру. Жалпы беткі кернеуді ұлғайту электродтың шығыңқы жерінде пайда болатын және жоғары аралық арқылы ауыстырылатын тамшы көлемінің ұлғаюына ықпал етеді.

Электромагнитті күш тоқтан пайда болған тоғы және магнитті өрісі бар өткізгіштің өзара іс-қимыл жасасуына байланысты. Ол күш радикалды бағытта өткізгішті бұзуға және тамшы мен электрод арасындағы жалғастырғыш бұзбақшы. Оның мәні тоқ күшінің квадратына пропорционалды.

Беттен металдың кетіп қалуы тамшылар мен сұйық сабынның қожбен немесе газ фазасымен газ түзумен және бөлумен бірге жүретін өзара іс-қимыл жасасуы реактивті күштердің пайда болуына әкеп соғады. Металл белсенді таңбалар облысында ұшып кетеді, олардың орнын ауыстыру реактивті күштер салу орны мен тамшылардың едәуір қимылдауын өзгертуге әкеп соғады. Реактивті күштер көлемі белсенді таңбалар өлшемдеріне, олардағы тоқ тығыздығына және электрод материалының жылу физикалық қасиеттеріне байланысты. Бу қысымы жоғары металдарда (магний, цинк) реактивті күштердің тамшыларды шығарып тастауы екі кереғарлықтың екі жағында пісіру кезінде байқалады, ал бу қысымы төмен металдарда — ең бастысы тұзу кереғарлықта пісіру кезінде

байқалады.



1.20-сурет. Электродты металдың пісіру ваннасына орын ауыстыру процесінің сызбасы:

*а* — тамшылы; *б* — бүріккіш; *I... IV* — тамшының орын ауыстыру процесінің этаптары

Аэродинамикалық тоқтау күші газ тығыздығына, оның жылдамдығына және газ ағымын жіберуге жобаланған тамшы кимасының тиімді алаңына пропорционалды.

Жабылған электродтармен пісіру кезінде ірі тамшылы және ұсақ тамшылы орын ауыстыру байқалады (1.20, а-сурет). Орнын ауыстыру типі жабын құрамына, қалыңдығына және түріне, пісіру режиміне, ток түріне және кереғарлығына байланысты.

Аз қысым кезінде (қысқа доға) металдың орнын ауыстыру қысқа тұйықталу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін, себебі тамшылардың еркін өсуіне тыйым салынған. Қысқаша тұйықталу сәтінде металл электрод шетжағынан ваннаға ағады. Доға ұзарған сайын орнын ауыстыратын тамшылар массасы ұлғаяды, себебі тамшының электрод кереғарлығында еркін өсіру жағдайы туындайды.

Бүріккіш орнын ауыстыру кезінде (1.20, б сурет) ұсақ тамшылар түзіледі, олар үзіксіз шынжыр түріндегі бірінің артынан бірі еріп келе жатыр. Электродты металды бүріккіш орнын ауыстыру диаметрі кіші электродпен токтың тығыздығы жоғары пісіру кезінде туындайды. Көбінесе электрод металының бүріккіш орнын ауыстыру пісірілетін сымдағы қосыңқы элементтердің аз жануына және тамшы металы және пісіру жігі тазалығын арттыруға әкеп соғады. Пісіру сымдарын балқыту жылдамдығы ұлғаяды. Сондықтан бүріккіш орнын ауыстыру тамшылап орын ауыстыруға қарағанда артық.

Балқытып пісірумен орындалған пісіру жалғастары үш аймақтан тұрады:



1) пісіру жігінің құйылатын металы қосылыстың сұйық металдың балқытылған ваннасы болған жерінде;

2) термиялық әсер ету аймағы немесе жік маңы аймағы деп аталатын пісірудің жылуы ықпал еткен негізгі металл;

3) мұндай ықпал тимеген негізгі металл.

Пісіру жігінің металы мен жік маңы аймағы арасындағы шартты беті балқу шегі деп аталады

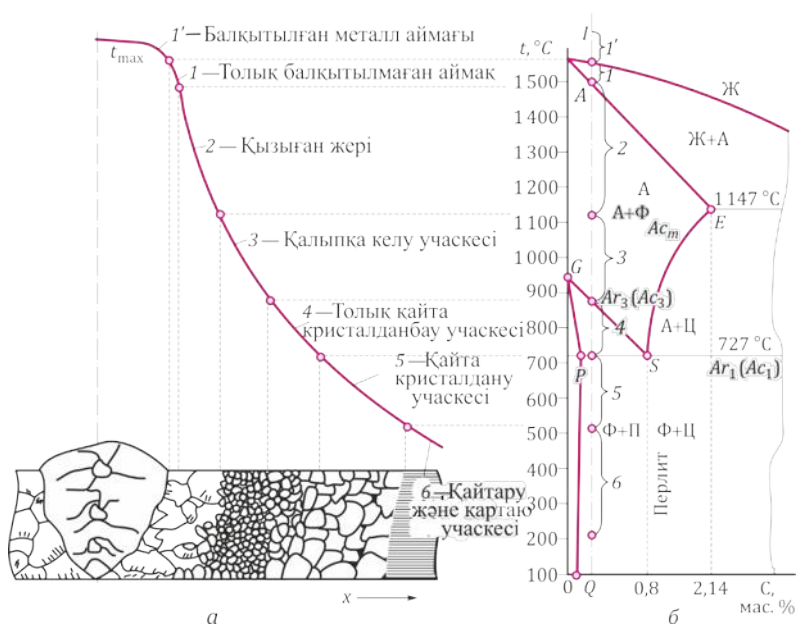
Негізгі металл құрылымы пісіру алдында дайындаманы технологиялық өндеумен айқындалады. Бөлшектер күйік, түскен немесе қайта кристалдану күйіндегі деформацияланған металдан жасалған табақ түрінде; құйылған немесе деформацияланған құрылымымен құйма немесе шыңдалған болуы мүмкін.

Пісіру кезінде бөлінетін жылу негізгі металға тарайды. Бұл нүкте неғұрлым балқу шегіне жақын орналасқан сайын онда металл қыздыру тез болады және қызудың максималды температурасы жоғары болады. Сондықтан негізгі металдың құрылымы мен қасиеті термиялық ықпал етудің түрлі аймақтарында әртүрлі. Негізгі металл — күйік немесе қысымды шешу үшін босандатқаннан кейін — осы аймақта жас пен қайта кристалдануға ұшырайды. Аймақтың әрбір қабатында осы өзгерістердің даму сатысы қабат қызуының максималды температурасына, фазалы айнарудың температурасынан жоғары жерде болу ұзақтығына, қыздыру мен суыту жылдамдығына байланысты.

Пісіру ваннасының сұйық металы ерекше пішінде қатады, негізгі металдың балқытылған жиегі қандай болады. Негізгі металл жиегі бір уақытта қатқан металл төсемі болып қызмет атқарады. Сұйық металдың құрылымында кристаллдар бар қатты күйге айналуы *кристалдану* деп аталады. Қату кезінде түзетін металл кристалдарын кристаллиттер деп атаған жөн.

Пісіру жігінің ортасында көбінесе пісіру ваннасының орталық бөлігінде суып кетуі нәтижесінде осьтері бірдей кристаллиттер аймағы пайда болады. Осы аймақтың кристаллиттері тәуелсіз туындауына байланысты бейберекет бағытталған. Жалпы жағдайда пісіру жігі металы өте бағдарланбаған кристаллиттерден тұрады. Пісіру ваннасының беті неғұрлым қисық және өлшемдері аз болған сайын көрші жіктегі кристаллиттер бағдарланбаған.

Суу жылдамдығы артқан сайын абыл-сабыл бағдары бар бос кристаллиттердің пайда болуы және өсуі мүмкін және тиісінше аймақ тар және бағанды кристаллиттер өлшемдері аз.



1.21-сурет. Темір көміртегі күйінің диаграммасына (б) сәйкес пісіру жалғасы аймағындағы I құрамының көміртегі аз болаттың құрылымы (а):

$t_{max}$  — пісіру жүргізуге көлденең бағыттағы болат қызуының максималды ыстық қисық;  $x$  — жік осінен көлденең арақашықтығы; Ж — балқытылған (сұйық) металл; А — аустенит (қатты ерітінді); Ц — цементит; Ф — феррит; П — перлит;  $AE, ES, GS, PQ$  — темірдегі көміртектің еру сызығы

Термиялық ықпал ету аймағының металы жіктің құйылған металына қарағанда химиялық тұрғыдан біркелкі. Металдағы химиялық кедір-бұдырлықтың негізгі түрі жік маңы аймағы — ұрық шектері бойынша қоспалар немесе легирлеуіш қосылғыштар жинау.

Көміртегі аз болаттар (көміртек ұстауы 0,25 в. %) полиморфизмге ие (1.21-сурет). Бастапқы жағдайда болат көлеміне центрленген куб торы феррит ( $\alpha$ -темір) және перлит ( $\alpha$ -темір және цементита  $\text{Fe}_3\text{C}$  кристалдарынан тұратын қоспа) дәндерінің қоспасы түрінде болады. Болаттың  $723^\circ\text{C}$  артық қыздырған кезде (қыздыру кезінде осы температураны белгілеу  $A_{r1}$  суыған кезде —  $A_{c1}$ ) бұл қоспаның аустенитке (қабырғаға центрленген куб торы бар  $\gamma$ -темірдегі көміртектің ерітіндісі) айналуы басталады.  $A_{r2}(A_{c2})$  температурасында процесс аяқталады (мысалы  $880^\circ\text{C}$ ), яғни болат құрылымы толығымен аустенитті болады.  $1100^\circ\text{C}$  жоғары

қыздырған кезде аустенитті тұқым қарқынды өседі және осы температурадан жоғары қызған болаттың қызып кету қасиеті бар .

Көміртегі аз болатты пісіру кезінде қоршаған орта температурасынан балқу температурасына дейін қызған жік маңы аймағында темір-көміртек күй диаграммасына сәйкес теміркөміртегі құрылымдар пайда болады.

Толық балқымаған учаске пісірілген жікке жанасады. Толық балқымаған учаске пісірілген жікке жанасады және жіктің құйылған металынан негізгі металға өтетін болып табылады. Ол тұқым шектерін жартылай балқытқанға дейін қыздырылатын балқу шегінде негізгі металдың жіңішке аймағы (0,1 ...0,4 мм) болады.

Қызу учаскесі — қызған кезде максималды температура 1 100 °C болған негізгі металл облысы, ал суығаннан кейін ірі тұқымды аустенит базасында механикалық қасиеттері нашар (иілгіштігі төмен) ірі тұқымды феритті-перлитті (немесе тіпті мартенситті) құрылым пайда болды.

Нормаға келтіру учаскесі 900.1 100 °C дейін аустенитті облысқа қыздыруға және  $A_{c1}$  төмен суыған кезде ұсақ тұқымды ферритті-перлитті құрамға қайта кристалдануға сәйкес келеді. Нормалау учаскесінің металы жоғары механикалық қасиетке ие, себебі фазалы айналу қызбаған ұсақ тұқымды аустенит базасында өтеді.

Толық қайта кристалданбау учаскесі 723 до 900 °C температураға дейін қызады. Ұзақтығының және температураның жеткіліксіздігіне байланысты металл құрылымы ұсақ қайта кристалданған тұқымдардан және қайта кристалданып үлгермеген феррит пен перлиттің ірі тұқымдарынан тұрады. Осы учаскенің металл қасиеттері нормализациялау учаскесіне қарағанда нашарлау екен.

Қайта кристалдану учаскесі пластикалық бұзылуға (прокаты, соғу, штамповка) тап болған болаттарды пісіру кезінде байқалады. 450...725 °C температураға дейін қыздырған кезде негізгі металдың осы облысында тұқымның өсуіне, құрылымның нашарлауына және осалдануына әкелетін қайта кристалдану процесі дамиды.

100....450 °C температураға дейін қызатын учаскеде темірдің карбидтері мен нитридтордың түсуіне байланысты қайтару және қартаю процесі өтуі мүмкін. Қартаю нәтижесі иілгіштіктің, жабысқақтықтың және осал бұзылуға қарсы тұрудың төмендеуі болып табылады.

## 1.6. ПІСІРУ КЕЗІНДЕГІ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР

Балқытып пісірудің барлық амалдарында пісіру ваннасында металлург пештерінде металдар мен қоспаларды балқытып шығару кезінде болатын процестер болады. Бұл балқыту, сұйық металдың газбен және қож компоненттерімен өзара іс-қимыл жасасуы, металды қосу және қоспа компоненттерінің жануы (булануы, қышқыл бөлуі), металдың қатуы, ондағы құрылымдық өзгерістер.

Алайда пісіру кезінде бұл процестер аса қатаң жағдайда өтеді. Пісіру кезінде қызатын және балқытылатын металл массасы аз: мартен пешіндегі тоннамен салыстырғанда пісірудің сәулелі амалындағы грамдар немесе электрқож пісіру кезінде килограммдарға қарсы. Электрқожды металы тамшысының орташа температурасы 2 300 °С, пісіру ваннасы — 1 600 °С астам.

Металл біркелкі қызбайды — ванна ортасындағы су қайнау нүктесі мен оның перифериясында балқу температурасына дейін. Мұндай температура айырмашылығы сұйық металда конвективті жолдар қажет етеді.

Бұл шарттардағы химиялық жағдайлар үлкен жылдамдықпен өтеді, әсіресе металл мен газ, сұйық қож бен газ, металл мен қож арасында шекарада тез. Пісіру кезінде металды қыздыру және суыту өте тез жүргізіледі, сондықтан химиялық реакцияның жасалуы 0,001... 1,5 с құрайды. Осы уақытта реакциялар біркелкі күйге келген жоқ. Жік металының химиялық құрамы ол қатқаннан кейін қалыптасады.

Балқытып пісіру кезінде газдар ауадан жік металына түседі, онда олар ерітілген күйде сақталады, қорғаныс атмосферасындағы қоспалардан, сулан және оксидтардан тұрады. Инерттің газдар металда ерімейді.

Оттегі жік металына түсіп оны қышқылсыздандырады. Темірмен оттегі үш оксид деп айтқан:



Бұл темір азот тотығы. Ол сұйық темірде жақсы ериді. Бірақ оның ерігіштігі температураға байланысты, сондықтан пісіру ваннасын суытқан кезде темір шала тотығы оңай балқытылатын компонент ретінде қатып қалған металл тұқымының шет жағы бойынша ерітіндіден төмен түседі.

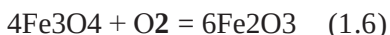
Оттегімен қосылып темір тотығы темір тотығын (окалинаны) түзеді:



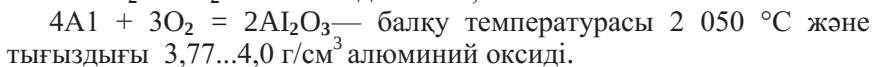
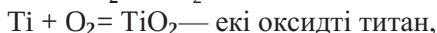
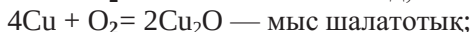
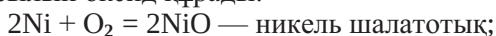
Темірде ол езілмейді. 570 °С төмен суытқан кезде тұқым шеттерінен шығып қалған тұқым шарик түрінде тотық-шалатотық бола алады:



Ол тұқымдар арасындағы байланысты бұзады, жік металы әлсіз болып тарады. тотық-шалатотық келесі қышқылдандыру кезінде темір оксиді түзіледі:



Темірде ол ерімейді. Сумен гидрат (тот) құрайды:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Қызған кезде гидратирлі су жайылып пісіру жігінде газ санын көбейтеді және кеуектік болуы мүмкін. Басқа металдар оттегімен қосылып оксид құрады:



Ол оксид алюминий пісіру кезінде ең басты қиыншылық тудырады. Кейбіреулер жік металы кезінде оқып түсіндіріп берген..

Оттегі қоспа элементтердің оксидтермен жікті толтырамыз:



Оттегі пісіру жігінің механикалық қасиеттерін нашарлатады, олардың коррозияға тұрақтылығын төмендетеді, электрлі және магнитті қасиеттерді нашарлатады. Жік металындағы оттегіні тотықсыздандыру арқылы азайтуға болады. Тотықсыздандырудың екі амалы бар: диффузиондық және тотығатын.

Тотықсыздандыру кезінде оттегіге қатты ұқсас қасиеті бар және темірде жаман еритін оксид беретін элементтерден темірді қайта қалпына келтіреді (Al, Ni, Si, Mn, Cr, C). Бұл элементтерді флюс арқылы немесе ұнтақ немесе ферросплав түрінде енгізеді.

Металл балқымасындағы заттарды төртбұрышпен, ал қожда — домалақ жақшалармен белгілесе, онда тотықсызданудағы типтік

реакциясы мынандай болады:

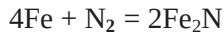


Жаңа оксид шығады да, қожға өтеді.

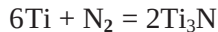
Диффузиялық тотықсыздану — ол оксидтің сұйық металдан қожға бағытталған диффузиясы. Ол Нернст заңына негізделген, оған сәйкес екі араласпайтын еріткіштерде қандай да бір заттың сәйкес келу үлкендігі тұрақты:

$$(\text{MeO})/[\text{MeO}] = \text{const} \quad (1.8)$$

Егер қожға ашытқыш қосса немесе оны нейтралды компонентпен араластырса онда  $(\text{MeO})$  қождағы концентрациясы азаяды және осы ашытқыштың пісіру жігі металынан қожға диффузия басталады. Азот металдармен химиялық қоспа түзеді — нитридтер:



Мыс — ерекше. Оған азот әсер етпейді, оны инертті газдағы сияқты азотта қайнатуға болады. Титан азотқа қарқынды әсер етеді, реакция жанғанға ұсайды:



Азоттың темірде еруі температура төмендеген сайын азаяды. Пісіру ваннасын суытқаннан кейін азот металдан шығып саңылау түзуі мүмкін. Азот жік металы осалдығын арттырады, болаттың магнитті қасиетін төмендетті, олардың электрге қарсылығын ұлғайтады. Металда азоттың болуы және зиянын пісіру аймағына азотпен бірге ерімейтін сұйық металдағы нитрид түзетін элементтер (мысалы, Al, Zr, Ti) енгізе отырып азайтуға болады. Мысалы алюминий, темірді қышқылдандыруға арналған, металдан шығатын нитрид түрінде болады  $\text{Al} + \text{N} = \text{AlN}$ .

Сутегі пісіру құрылымдарын дайындау үшін қолданылатын металдардың көбінде жоғары температурада белсенді ериді. Бірақ

температура түскен сайын оның езілуі күрт өзгереді, сутегі сұйық металдан шығып кеуекке айналады. Алюминий сутегі уақ тесік болуға лайық. Оның тотығы  $Al_2O_3$  металда қосу жігін құрады. Пісіру кезінде жік металы тез қатады. Артық сутегі қатты ерітіндіден шығып жатыр. Қопсыған жерлерде, микро бос жерлерде металдың ішінде жиналып атомарлық сутегі молекула құрады. Бұл ретте оның көлемі өседі, микро саңылауларда қысым өседі: металда кернеу пайла болады. Нәтижесінде металл әлсіз болып қалады, пісіргеннен кейін бірнеше күн өткен соң жырық пайда болуы мүмкін. Аз мөлшерде сутегі пайдалы. Жалпы сутегі пісіру аймағында тыйым салу керек. Сутегіні пісіру ваннасынан езілмейтін қосылысқа байлап жоюға болады, мысалы фтормен:  $[H] + (F) = (HF)$ . Фторлы сутегі металл ерітіндісінен ұшып кетеді.

Жік металындағы газдар санын азайтудың ең жақсы амалы жік металындағы газ санын азайту — оларды пісіру зонасына кіргізбеу. Оны аудан қорғауды жақсарту керек, пісіру материалдарын кептіріп және қатты қыздыру керек, металды көзден сақтау. Негізгі және қоспа металды, пісірілген бөлшектерді жағу немесе вакуумда баяу салқындату көмегімен газдан тазалау пайдалы.

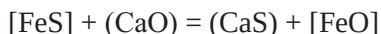
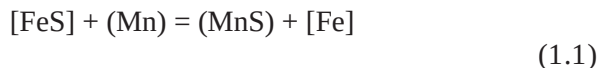
Доғалы пісіру кезінде сутегі мен азот молекулалары қызып доға атмосферасында атомдарға бөлінеді, оның бір жартысын оң иондар түзеді. Бұл иондар катодқа қарқынды тартылады және оған енгізілуде — металмен газды электрлі жұтып алу болады. Сондықтан жауапты бөлшектердің электродпен доғалы пісіруді балқымайтын электродпен тұрақты токта жүргізген жөн: пісіру ваннасына аз газ түсетін болады.

**Пісіру жігін тазалау және қосындылау.** *Рафиниттеу* (тазалау) — металдан зиян қоспаларды алып тастау: газ, күкірт, фосфор және т.б.

Металды қышқылдайын-қалпына келтіретін реакциялар, вакуумды сығумен, пісірілген бөлшектерді баяу суытумен рафинадтайды. Жақсы нәтижелер электродты сылақ арқылы түсі жақсы көмектесті.

Болаттар үшін едәуір қауіпті және қоспа материалдан қож қоспасы түрінде пісіру жігіне түсетін негізгі күкірт пен фосфор ең қауіпті болып саналады. Металда 0,01 % күкірт бар болса жік металының жіктен кристаллизация процесінде жік металлы шекара бойынша  $FeS$  темір сульфиді түседі. Осылайша шайыр болаттың төсегінің сына беруін — жоғары температураға төзе алмайтынын жаздым.

Металдан шайырды алып тастау процесі *күкіртсіздендіру* деп аталады. Бұл ретте шлакпен бір уақытта мынадай реакциялар жүреді:



Сондай-ақ қорғаныш газын енгізіп шайырды тотықтыруға болады:



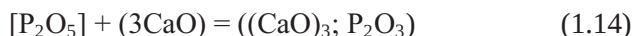
SO газы<sub>2</sub> атмосфераға ұшып кетеді.

Фосфор темірмен бірге жеңіл фосфидтер Fe<sub>2</sub>P и Fe<sub>3</sub>P, олар сульфидтер сияқты жік металы арасында өмір сүреді. Нәтижесінде металл иілгіштігі төмендейді, көміртекті болаттарды сындыру және жоғары болат жарылған жерлерін соғу көбеюде.

Жік металында фосфидтер фосфор оксидіне бір уақытта темірді қалпына келтіріп түрленеді:



Соңғы фосфорсыздандыру MnO, MgO, CaO, оксидерінің көмегімен жүргізеді:



Пісіру жалғасының қажетті қасиеттерін алу үшін жік металына осы қасиеттерді қамтамасыз ететін элементтерді қосуға болады. Бұл процесс *қосындылау* деп аталады. Легирленетін материалдарды қоспа металл, флюс немесе электрод сырты порошок түрінде енгізеді.

Легирленетін элементтер пісірілетін металға қарағанда оттекке азырақ тиісті болуы керек. Керісінше жағдайда олармен бірге едәуір белсенді элемент енгізу қажет. Легирленетін элементтер оксиддары жік металында емес, қожда езілуі. Легирлеу кезінде жік металындағы негізгі металл қалдығын есептейді, сондай-ақ шығыстарды да. Ол шығыстар легирленетін элементтердің химиялық белсенділігіне, пісіру амалына, режиміне және ерекшеліктеріне байланысты және ауыспалы коэффициентпен ескеріледі.

Мысалы қолдан доғалы пісіру кезінде марганецтің электродтан өту коэффициенті 0,45... 0,55 болуы мүмкін.



**Жік металының кристалдануы.** *Кристалдану* — металл суыған кезде дәндердің (кристаллитер) пайда болу процесі. *Кристаллит* деп пішіні дұрыс емес кристаллды айтады. Металл сұйық күйден қатты күйге өту кезіндегі кристаллитерлердің пайда болуы мен өсуі **алғашқы кристалдану** деп аталады. Қатайған металл суыған кезде алғашқы кристаллитердің түрленуі, ондағы құрылымдық өзгерістер *екінші кристалдану* деп аталады.

Металды кристалдандыру процесі үш сатыдан тұрады:

- 1) сұйық металды суытып алу;
- 2) кристалдану;
- 3) осы орталықтарынан кристаллитердің өсуі.

Шектен тыс суытылу — ол сұйық металдың оның балку температурасынан төмен температураға дейін суып кетуі. Шектен тыс суытылуға кристалдану процесінің екінші стадиясы байланысты: болашақ кристалдар дәндерінің кристалдану орталықтарынан пайда болуы. Балқытылған металл атомдары өз еркімен кристаллиттерге салына алмайды. Балқымада дайын қатты беті болғаны керек, оған сұйық металдың атомдары орнығады, болашақ кристаллит дәндерінің — кристалдану орталықтары - түйіндері қажет.

Таза металдардың балқымасы біркелкі құрамға ие, онда қоспалар мен басқа нәрселер док. Егер ондай балқыманы суытса онда оның шектен тыс суытылу сындық шамаға дейін ұлғайады. Мысалы, темір үшін ол 295 °С, мыс үшін 263 °С, алюминий үшін 135 °С балку температурасынан төмен. Ондай шектен тыс суытылған сұйықтықта тұрақты атом топтамалары құрыла бастайды да кейбіреулері кристалдану орталықтар ролін атқарады. Мұндай дәндер сұйықтықтың бүкіл көлемінде таралады, сонда кристаллиттер барлық бағытта өсуде бір-біріне кедергі жасайды. Нәтижеде, жақсы механикалық қасиеттері бар ұсақ дәнді біркелкі құрылым пайда болады.

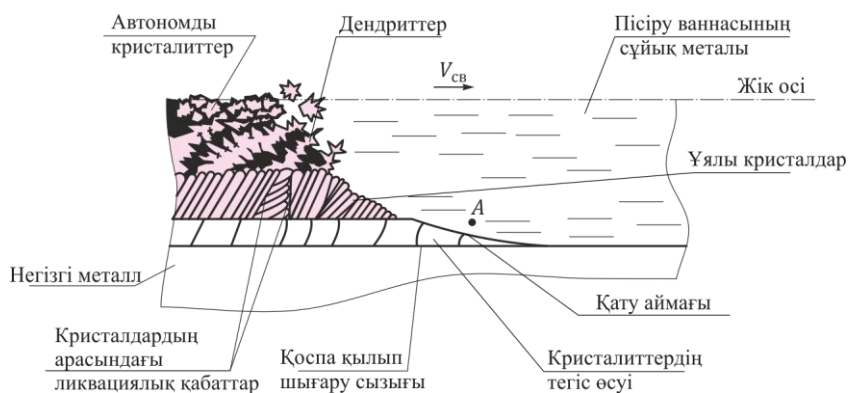
Алайда пісіру кезінде гомогенді балқыма болмайды. Пісіру ваннасының металы біртекті емес (гетерогенді). Онда негізі, қоспа немесе қосынды материалдардың толық балқымаған бөліктері болуы мүмкін; ол ванна шеттері бойымен негізгі металдың жартылай балқыған дәндерімен байланысады. Бұл қатты беттер пісіру кезінде кристаллиттердің гетерогенді түйіндері болып табылады. Мұндай түйіндерді жасанды түрде жасауға болады, мысалы пісіру ваннасына модификатор-элементтердің ұнтақтарын қосу арқылы. Бұл элементтердің қиын балқитын бөлшектері, кристалдану орталығы ретінде табылып, ванна металында аспалы күйде бола тұрып жік құрылымын ұсақтап оның қасиеттерін

жақсартады. Болатты пісіру кезінде жік металын түрлендіру үшін ваннаның артқы бөлігіне темір ұнтақтарын қосуға болады.

Кристаллиттер пісіру ваннасында балқытылған негізгі металдың дәндерінде өсе бастайды. Олар сұйық металдан қатаю фронтына қатысты перпендикулярлы максималды жылу алу бағытына қарай өседі. Мұндай кристалдар баған тәріздес деп аталады. Баған тәріздес кристаллиттің өсу жылдамдығы оның шектен тыс суытылу шамасының шыңына тәуелді. Балқу сызығында қызу мен суу бірдей, кристаллиттің өсу жылдамдығы  $U_k = 0$ .

Аяқ жағында жылуды алу, ең үлкен шамада, яғни сұйық металда осы нүктеге жақын жерде шектен тыс суытылу максималды, тиісінше кристаллит мұнда максималды жылдамдықпен өсетін болады. Осылайша кристаллиттің өсу жылдамдығы оның шыңының қатаюы бойынша жылжуына қарай нөлден максималды белгіге дейін өседі. Бірақ бұл жылдамдықтың өзгеруі біркелкі жүргізілмейді. Себебі қатаю кезінде кристалданудың жасырын жылуы бөлініп шығады. Ол бұрын қатты металды балқыту кезінде оның түйіншектері арасындағы байланыстарын үзуге жұмсалған. Бұл жылу шектен тыс суытуды азайтады және кристаллиттің өсуі мүлдем тоқтайтын сәті түседі. Одан кейін шектен тыс суытылу қайтадан өседі — кристаллитер қайтадан жылдам өсе бастайды.

Процесс қайталанады. Кристалдану қатаю фронтына параллелді орналасқан қабаттар бойынша жүргізіледі. Пісіру ваннасында кристалданудың орташа жылдамдығына байланысты үш типті бағанды кристаллиттер өсуі мүмкін (1.22-сурет): тегіс, ұялы және дендритті (ағаш тәрізді).



1.22 сурет. Металдың пісіру ваннасындағы кристалдану сұлбасы

Балқу сызығының жанында ( $A$  нүктесіне жақын) шектен тыс суытылу аса жоғары емес, сондықтан кристалдану жылдамдығы аз. Қатаю аймағы тегіс, онда шығыңқы және ойыс жерлер жоқ. Бұл – кристаллиттердің тегіс өсуі. Шектен тыс суытылу артқан сайын қатаю аймағында шығыңқы жерлер түзіледі – ұялы өсу басталады. Ұялы кристаллиттер көлденең өлшемдері  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  см, болып келетін параллель инелерден (ұялардан) тұрады, ұялардың арасында әрбір кристаллиттің шегінде субшекара түзіледі.

Шектен тыс суытылу артқан сайын кристалдану жылдамдығы арта түседі, жекеленген ұялар ұнғы түзе отырып (бірінші ретті осі бойымен), тез арада ине түрінде балқымада өсіп шығуы мүмкін. Олардан екінші реттегі осьтер бойымен бұтақтар таралады, олардан үшінші реттегі осьтер бойымен өсетін жаңа тармақтар болуы мүмкін және т.с.с. Осылайша, ағаш тәрізді кристаллиттер – дендриттер түзіліп, дендритті өсу орын алады. Жік осіне жақын маңында қатаю аймағының алдында шектен тыс суытылу шамасы өте жоғары болады. Бұл жағдайда кристалдану орталығы қызметін атқаратын қорытпадағы қоспалар беттерінде бағытталмаған кристаллиттер барлық бағыттарға (жан-жаққа) қарай өсе бастайды. Бұл кристаллиттердің дербес өсуі. Бағаналы кристаллиттер дербес өсудің кристалданған аймағына тіреліп, өзінің өсуін тоқтатады.

Сұйық металда легирлеуші элементтер мен қоспалар, қатты металға қарағанда, көп жағдайларда жақсы ериді. Сондықтан кристалдану процесінде қоспалардың ликвациясы жүреді де, олар ерітіндіден бөлініп, тегіс және ұялы кристаллиттердің шекарасы бойында және дендриттердің тармақтарының арасындағы кеңістіктерде жиналады. Қоспалардың ликвациялық қабаттары

түзіледі, химиялық кристалитаралық және кристалит ішіндегі біртексіздік пайда болады. Дәл осылай кристалдану қабаттарының шекараларында химиялық біртексіздік туындайды.

Ликвациялық қабаттардың металы едәуір тез балқығыш және көбінесе кристалиттердің металымен салыстырғанда, беріктігі және иілуі төмен болып келеді. Сондықтан жік металының химиялық біртексіздігі оның механикалық қасиеттерін нашарлатады. Кристалиттер шекарасында әсіресе күкірт пен фосфордың жиналуы аса қауіпті. Қоспалар негізінен кристалиттердің шекараларын әлсірететініне байланысты, жүктеме бағытына қарай (қасиеттерінің анизотропиясы) жік металының қасиеттерінде айырмашылықтар пайда болады: кристалиттердің басымырақ өсетін бағытында перпендикуляр бағытына қарағанда, механикалық қасиеттер жоғары болып келеді.

Теріс өсу кезінде химиялық біртексіздік аз туындайды: кристалдану жылдамдығының аз болуына байланысты қоспалар қатаю аймағымен ығыстырылады, кристалиттердің арасындағы шекаралар жұқа болып келеді. Кристалиттердің шекараларында және ұялы өсу кезінде ұялардың субшекараларында қоспалар көбірек қалып қояды. Дендритті өсу кезінде ең үлкен химиялық біртексіздік түзіледі. Дербес кристалдардың арасында да ликвациялық қабаттар түзіледі, бірақ олар айтарлықтай қауіпті емес. Бұл кристалиттердің өсуінің басымды бағыты жоқ, қабаттар біркелкі болып қатайған металдың ішінде орналасқан. Олай болса, пісіру жігінің сапасы үшін дендритті кристаллиттер анағұрлым қауіптірек. Сондықтан жік металының бастапқы құрылымы химиялық біртексіздігі болар-болмас, ұсақ түйіршікті болғаны маңызды. Бұған пісіру ваннасына дербес кристалиттер үшін орталық қызметін атқаратын элементтер - модификаторларды немесе қатты бөлшектерді енгізе отырып қол жеткізуге болады.

Жік құрылымын ұсақтаудың тағы бір жолы – ваннаға айнаымалы электромагнитті өріспен немесе ультрадыбыспен физикалық әсер ету. Бұл ретте ваннаның көлемінде тербелістер пайда болады, ыстық металл толқындары өсіп келе жатқан бағаналы кристалиттерді, олардың жарықшақтарын шайып кетеді, толығымен балқып үлгерместен, кристалданудың жаңа орталықтары қызметін атқарады – құрылым ұсақтайды. Бағаналы кристалиттер ұшының бүлінуіне олардағы металдың тербелуі нәтижесінде туындайтын механикалық кернеу ықпал етеді. Доғалы пісіру кезінде электромагниттік өрісті түрлендіретін соленоидты оның осі электрод осімен сәйкес келетіндей етіп, ваннаның үстіне орналастырады – электродқа қатысты бойлық өріс түзіледі. Пісіру ваннасына ультрадыбысты баяу балқитын өзекше арқылы енгізеді, оның бір ұшын пісіру ваннасының қалдықтар бөлігіндегі сұйық

металға салады, ал екінші ұшын ультрадыбыстық тербеліс генераторының шоғырлауышына мықтап бекітеді. Балқымалы электродпен пісіру кезінде шоғырлауышқа пісіретін шілтер мүштігін жалғауға болады.

Құрылымды ұсақтауға, сондай-ақ пісіретін шілтердің немесе балқымалы электродтың жиілігі төмен механикалық тербелістерімен қол жеткізуге болады.

**Қайтара кристалдану және пісіру жалғасының құрылысы.** Жік металының қатаюымен ондағы құрылымдық өзгерістер аяқталмайды. Мысалы, болатты пісіру кезінде бастапқы кристаллиттер олар түзілгеннен кейін, бірден аустениттен – көміртек пен жоғары температураларда (750-1500°C) пайда болатын гамма-темірдегі легирлеуші элементтердің қатты ерітіндісінен тұратын болады.

Суыту процесінде аустенит ыдырап, болаттың құрамына және суыту жылдамдығына байланысты басқа фазаларға: иілгіш ферритке, анағұрлым берік перлитке және берік, бірақ иілгіштігі төмен мартенситке айналады. Пісіру аймағын суыту жылдамдығы әдетте үлкен болады, құрылымдық өзгерістер аяғына дейін жетіп үлгермейді. Сондықтан, пісірілген жалғастың суыту жылдамдығын өзгертіп, оны жылыта немесе жасанды түрде суыта отырып, кейбір шегінде жік металының қайтара кристалдануын және оның механикалық қасиеттерін басқаруға болады.

Қыздыру көзінен бөлінетін жылу, пісіру кезінде негізгі металға таралады. Оның бөліктері пісіру ваннасының шекарасында балқу температурасына дейін қызады және одан алшақ жерде қоршаған орта температурасына ие болады. Бұл металл құрылымына әсер етпей қоймайды.

Металды қыздыру және суыту нәтижесінде құрылымы мен қасиеттері өзгертін негізгі металдың аймағы *жылумен әсер ету аймағы* (ЖӘА) деп аталады. ЖӘА әрбір нүктесі жік осіне дейінгі қашықтығына қарай әртүрлі ең жоғарғы температураға жетеді де, әртүрлі жылдамдықпен қызады және суытылады. Бұл нүктенің уақыт шегіндегі температурасының өзгеруі *жылу циклі* деп аталады. ЖӘА әрбір нүктесі пісіру кезінде өзінің жылу цикліне ие. Демек, ЖӘА-дағы металл пісіру нәтижесінде қыздырып өңдеудің бірнеше түрінен өтеді. Сондықтан ЖӘА-да құрылымы және қасиеттері әртүрлі болып келетін айқын көрінетін бөлікшелері байқалады.

ЖӘА-дағы әрбір пісірілетін материалдың осы материалға тән құрылымдық бөлікшелері болады. ЖӘА осы құрылымдық біртексіздігі көміртегі төмен болатты балқыта пісіру кезінде көрнекті түрде байқалады.

Жік металына толығымен балқытпау бөлікшесі тура жанасады.

Бұл жік металынан негізгі металға қарай, негізгі металдың жартылай балқытылған түйіршіктерінен тұратын жіңішке (бірнеше микрон) өтпе жолақ. Толығымен балқытпау бөлікшесінің металы химиялық тұрғыдан біртекті болып келеді, онда кернеу шоғырланады. Бұл бөлікше жалғастың жалпы алғандағы қасиетіне қатты әсер етеді. Одан кейін шектен тыс қыздыру бөлікшесі келеді. Онда металл 1130 °C жоғары температураға дейін қыздырылады, түйіршік қатты өсіп үлгереді де, суыту кезінде ұсақталмайды. Бұл жерде иілгіш фаза – феррит – түйіршіктердің шекарасы бойымен емес, олардың ішінде ине немесе пластинка түрінде бөлінуі мүмкін. Мұндай құрылым *видманитетті деп аталады*. Оның механикалық қасиеттері нашар, атап айтқанда, соққы тұтқырлығы төмен болып келеді.

Толығымен балқытпау бөлікшесін және шектен тыс қыздыру бөлікшесін бірге *жік айналасының аймағы* деп атайды. 900-1100°C температурада ұсақ түйіршікті құрылымы бар нормалдау (толығымен қайта кристалдау) бөлікшесі түзіледі. Бұл бөлікшеде металдың жоғары температурада тұру ұзақтығы аса үлкен емес, түйіршік өсіп үлгермейді, ал суыту кезінде – ұсақталады. Сондықтан металл бұл жерде ең жоғары механикалық қасиеттерге ие болады. Толығымен қайта кристалданбау бөлікшесі 723-900 °C температурасының диапазонымен анықталады. Бұл бөлікшедегі негізгі құрылым қайта кристалданудан өтіп үлгермеген ірі түйіршіктерден және олардың арасында орналасқан, қайта кристалдану кезінде түзілген ұсақ түйіршіктерден тұрады. Механикалық қасиеттері бойынша бұл жердегі металл нормальдау бөлікшесіне қарағанда, нашар, бірақ қатты қыздыру бөлікшесіне қарағанда, жақсырақ болады. Қайта кристалдану бөлікшесінде металл 500-723 °C температураға дейін қыздырылады. Оның құрылымы өзгермейді, бірақ егер суықтай илеуден өткен металл пісірілген болса, немесе жылумен өңделген легирленген металл (мысалы, шыңдалғаннан кейін) болса, осы бөлікшеде металдың бастапқы құрылымы қалпына келеді. Бұл ретте металдың беріктігі біршама төмендеп, иілгіштігі артады.

500 °C төмен температураға дейін қыздырылатын бөлікшеде құрылымның көзге көрінетін өзгерістері болмайды. Алайда металл бұл жерде көршілес бөлікшелерден жылына отырып, өте баяу суытылады, сондықтан 100 °C температураға дейін түйіршіктердің шекаралары бойымен қоспалардың микроскопиялық бөлшектері бөлінуі мүмкін. Бұл құбылыс *металдың ескіруі* деп аталады. Ескіру нәтижесінде тұтқырлығы төмендейді, оған сонымен қатар металды пісіру процесінде оны жылулық кеңею салдарынан түзілетін металдың иілгіштік деформациялары да ықпал етеді. Құбылудың көк түстері түзілетін температураға дейін (200-400°C) қыздырылған

металдың сынғыштықтануы *көгересынғыштық* деп, ал сол бөлікше — *көгересынғыштық бөлікшесі* деп аталады.

Термиялық әсер ету аймағының ені жік ұзындығының бірлігіне — кума энергияға келетін жылу энергиясының мөлшеріне байланысты болады. Қолмен доғалы пісіру кезінде, мысалы болатты, ЖӘА ені 5-6 мм құрайды, ал газжалынмен пісіру кезінде ол 25 мм дейін жетеді.

## 1.7. ПІСІРУ КЕЗІНДЕГІ КЕРНЕУ ЖӘНЕ ДЕФОРМАЦИЯ

**Пісіру кезіндегі кернеудің және деформацияның жіктемесі.** *Кернеу дегеніміз күш шамасының осы күш әсер ететін ауданға қатынасы. Деформация*— сыртқы не болмаса ішкі күштердің әсерінен дене пішінінің және өлшемдерінің өзгеруі.

Пісіру кезіндегі температуралық өрістер отыру құбылыстарын және деформацияның қарқынды дамуын туғызады. Жергілікті біркелкі қыздыру кезінде жалғау аймақтарында сығу кернеуі пайда болады, ол бөлшектің басқа бөліктерінде созылу кернеуімен теңеледі. Кезекті суыту кезінде көлем біркелкі өзгермейді, пластикалық деформация пайда болады, соның нәтижесінде жік аймағында созылу кернеуі түзіледі.

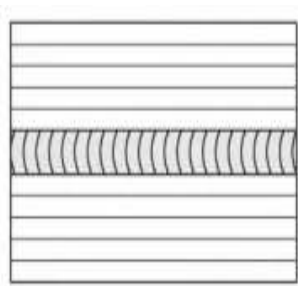
Пластиналарды түйістіре пісіру кезінде пластикалық деформация және кернеу түзілуінің және дамуының қарапайым механизмін қарастырайық. Бұл пластиналарды ойша жік осыне параллель жазықтықтармен, жеке-жеке шексіз тар өзекшелерге бөлейік (1.23 сур.) және олардың бірінің қыздыру және суыту кезіндегі деформациялану процесін қарастырайық. Қыздырған кезде өзекше

$$\varepsilon = \alpha T,$$

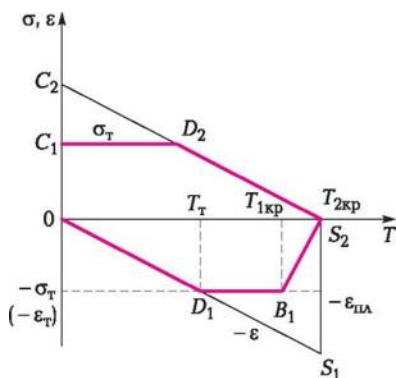
шамасына ұзарады, мұндағы

$\alpha$  — өзекше жасалған материалдың сызықтық кеңею коэффициенті;  $T$  — қыздыру температурасы.

1.23 сурет. Пісірілетін пластинаны өзекшелерге бөлу







1.24 сурет. Өзекшені қыздыру және суыту кезінде қалдық  $\sigma$  кернеуі мен  $\varepsilon$  деформациясының түзілу сұлбасы

Өзекшенің жылжымайтын бүйірлері ұзартуға қарсы тұрады, онда температура артқан сайын  $\varepsilon_T$  тиісті деформация кезінде ( $D_1$  нүктесі) аққыштық шегіне жеткенше өсіп отыратын сығу кернеуі туындайды (1.24 сурет).

Осы сәттен бастап, яғни  $T > T_T$  болған кезде,  $-\varepsilon$  және  $-\alpha$  қысық сызықтары екіге бөлінеді. Кернеу тұрақты және қыздыру температурасы  $T_{1кр}$  мәніне ( $B_1$  нүктесі) жеткен кездегі уақытқа дейін қалыпты температурада аққыштық шегіне тең болып қалады. Бұдан кейін кернеу азая бастайды да,  $T = T_{2кр}$  болғанда ( $S_2$  нүктесі) нольге жетеді. Ал  $T = T_T$  болған сәттен бастап деформация арта береді, бұл өзекшеде сығу деформациясын тудырады. Қыздыру температурасы  $T_{2кр}$  мәніне жеткен сәтте пластикалық сығу деформациялары  $S_1$  нүктесінде  $-\varepsilon_{пл}$  ең жоғарғы шегіне жетеді. Өзекшені кезекті суыту оның беріктік қасиеттерінің қалпына келуіне және созылу кернеуінің пайда болуына әкеледі ( $S_2C_2$  түзу сызығы).

Созылу кернеуі  $\sigma_T$  аққыштық шегіне жеткенге дейін өседі ( $D_2$  нүктесі), және одан кейін  $C_1$  нүктесіне дейін суыту барысында өзінің тұрақты мәнін сақтайды. Толығымен суытылғаннан кейін серпімді пластикалық деформация аймағындағы элементте қалыпты температура кезінде аққыштық шегіне тең болатын созылу кернеуінің қалдығы болады. Жалпы жинақталған  $-\varepsilon_{на}$  пластикалық деформация бұл жағдайда  $\sigma_T$  мәнінен көп болатындықтан, олардың арасындағы айырмашылық  $\varepsilon$  созылудың пластикалық деформациясының пайда болуына әкеледі.

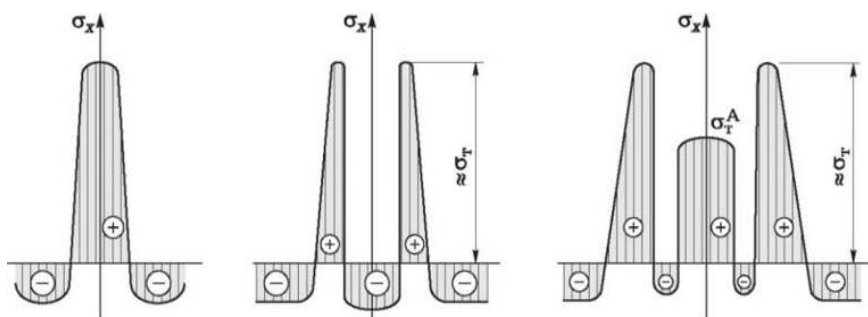
Қалдық кернеудің пайда болуының себебі пісірілген жалғастардың белгілі бір бөлікшелерінің үлестік көлемдеріндегі айырмашылықтар болуы мүмкін. Бұл кернеулер құрылымдық қалдық кернеу атауына ие. Олар көп жағдайларда температуралық кернеумен бірге пайда болады. Мысалы, легирленген болат суыған кезде мартенситтің түзілуі көлемнің күрт өсуімен байланысты. Бұл жерде көлемдік деформациялар металл қатты күйінде тұрған төмен температураларда болатындықтан, құрылымдық өзгерістер қалдық кернеудің түзілуіне әкеледі.



Конструкциядағы немесе конструкция элементіндегі оларға сыртқы немесе көлемдік күш салынбаған кездегі кернеуі *меншік кернеу* деп аталады. Олар металдың әртүрлі деформациялану түрлерінен, мысалы, температураның өзгеруінен пайда болған, құрылымдық өзгерулерінен немесе сыртқы күштердің әсерінен пайда болады.

Меншік кернеулер дененің өзара теңдестірілген бөлшектерінің өлшеміне қарай макрокөлемдерде (пісірілген жалғастарда, пісіру жігінде) теңдестірілетін I текті; металл түйіршіктерінің шегінде теңдестірілетін II текті; кристалл торының шегінде теңдестірілетін III текті болып бөлінеді.

Бар болу ұзақтығы бойынша меншік кернеулер пісіру кезінде ғана болатын уақытша және пісіруден кейін ұзақ уақыт бойы тұрақты сақталатын қалдық кернеу болып бөлінеді. Қалдық кернеудің пісірілген жалғастардағы таралуы өте алуан түрлі және регламенттеуге және нақты жіктеуге жатқызу қиын. Жіктердің, бірінші кезекте түйіс жіктердің бойындағы меншік қалдық кернеулер айтарлықтай тұрақты сипатқа ие (1.25 сурет). Пісіру жігіндегі қорытпалардың көпшілігі үшін аса қауіпті созылушы қалдық кернеудің шамасы аққыштық шегінің мәніне жетеді және кей кезде одан асып кетеді.



1.25-сурет. Пісіру жалғастарының көлденең қимасында жікті бойлай қалдық меншікті кернеулерді бөлу:

*a* — төмен көміртекті болат, титан қорытпалар; *б* — орташа легирленген болат; *в* — аустенитті электродтармен орындалған жіктері бар орташа легирленген болат;  $\sigma_T$  — пісірілетін материалдың аққыштық шегі;  $\sigma_T^A$  — аустенитті болаттың аққыштық шегі;

Пісіруден туындаған конструкцияның деформациялары пісірілетін конструкцияның тұтас алғанда өзіне тән жалпы, және

бір немесе бірнеше бөлшектің шегінде, не болмаса конструкция бөлшектерінің біріндегі бір бөлікте түзілетін жергілікті болып бөлінеді. Пісірілетін конструкцияларда байқалатын жалпы және жергілікті деформациялар кері қайтарылмайтын шөгу құбылысынан және пісіру доғасының жылу әсеріне ілеспелі, сондай-ақ пісіру кернеуінен туындайтын пластикалық деформациялардан туындайды. Деформациялар пісіру тәсіліне, қиманың геометриялық сипаттамаларына, конструкциядағы жалғастардың орналасуына, пісірілген жалғастарды орындау техникасына байланысты болады.

Деформациялар бойлық және көлденең, майыстыру, бұрау, тұрақтылықты жоғалту деформациялары болып бөлінеді.

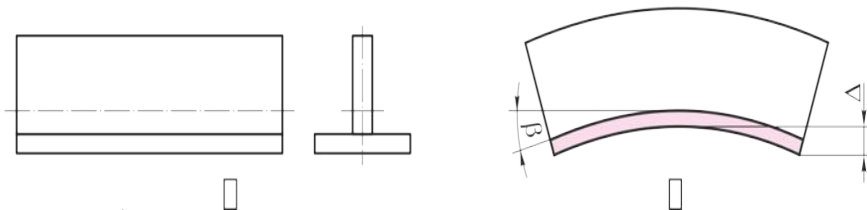
**Бойлық және көлденең деформациялар** жіктер мен жалғастардың барлық түрлерін орындау кезінде түзіледі. Бұл пісірілген элементтердің ұзындығы мен ені бойынша өлшемдердің қысқаруы. Қалдық бойлық деформациялар пісірілетін элементтердің ені мен қалыңдығына, пісіру тәсіліне, жіктердің өлшемдеріне және басқа да факторларға байланысты. Ақырғы өлшемдердің пластиналарындағы көлденең деформациялар жіктердің ұзындығына байланысты.

Пісірілетін пластиналарды біркелкі қыздырмаудан саңылаулары бар түйіс жалғастарды орындау кезінде олардың ені бойымен пластиналар саңылауларды жаба отырып иіледі. Пісіріліп қойған жіктің аймағындағы металдың суып қалуы саңылауларды жабуға тырысатын пластиналардың жакындауына және бұрылуына әкеледі.

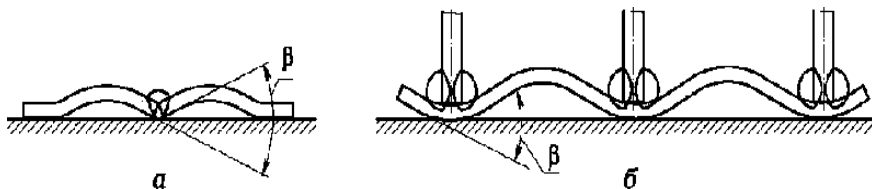
**Майыстыру деформациялары** табақтарды, өзекшелерді және қабыршақтарды пісіру кезінде және жіктердің қиманың ауырлық центріне қатысты симметриялық орналаспауының, симметриялық орналасқан жіктердің біркелкі орындалмауының немесе жиекті өңдеуді пісіру жігінің біліктерімен бір мезгілде толтырылмау салдарынан пайда болады. Қалыңдығы жағынан біркелкі емес көлденең пластикалық деформациялар бұрыштық ауысу түзеді. Т-тәрізді

1.26 сурет. Т-тәрізді арқалықтың деформациясы:

$a$  — пісіруге дейінгі арқалық;  $b$  — пісіруден кейінгі арқалық;  $p$  —



майысу бұрышы; Л — майысу шамасы



1.27 сурет. Жұқа табакты ендерді пісіру (а) және қырларды табакқа пісіріп жабыстыру (б) кезіндегі деформациялар

жалғасты сөрелердің деформациялары «дүмпию» атауына ие, сөренің қалыңдығы және пісіру жігінің қатеті үлкен болған сайын, бұл деформациялар да үлкен болады. Арқалық конструкцияларын, мысалы, таңбаның бойлық жігін пісіру кезіндегі деформациялар ерекше сипатты болып келеді (1.26 сурет). Пісіру аяқталғаннан кейін арқалық және таңбаның иілімі қысқарады.

**Бұрау деформациялары** жіктердің өзекшелердің иілу орталығына қатысты симметриялық орналаспау немесе жіктерді бірмезгілде салмау салдарынан пайда болады.

**Тұрақтылықты жоғалту деформациялары** пісіру жалғастарын орындау барысында немесе конструкцияның суып қалуынан кейін түзілетін қысатын кернеуден туындайды. Әсіресе үлкен деформациялар жұқа табакты конструкцияларды пісіру кезінде пайда болады.

Пісірілетін конструкцияларда жалпы түрлерінен басқа, адырақ және толқын түріндегі жергілікті деформациялар болуы мүмкін. Түйістіре пісірілген ұзын және жіңішке табактарда бұрыштық деформацияның және меншік массасының әсер етуінен толқындар пайда болады (1.27 сурет), олардың өлшемдері  $\beta$  бұрышымен және пісірілетін табактардың массасын білдіретін қалыңдығымен анықталады. Қырлардың табағына белдеулік табактарды жапсыра пісіру кезінде жергілікті деформациялар – дүмпию пайда болады. Жергілікті бұрыштықтардан басқа.

Пісіруден кейін ішкі қалдық кернеуді қайта бөлу нәтижесінде туындайтын қалдық деформациялар *қайталама* деп аталады. Бұл қайта бөлу пісірілетін конструкцияның алғашқы жүктелуі кезінде, пісірілетін бұйымдарды механикалық, термиялық және газжалынды өңдеу кезінде орын алуы мүмкін. Пісірудің қалдық кернеуі, ауысуы және деформациялар беріктікті едәуір төмендетуі, конструкция пішіндері мен өлшемдерінің дәлдігін бұрмалауы, бұйымның сырт келбетін нашарлатуы, пісірілген жалғастардың технологиялық беріктігін азайтуы мүмкін, бұл ыстық және суық жарықшақтардың пайда болуына әкеліп соғады. Белгілі бір жағдайларда статикалық беріктігі төмендеуі немесе пісірілетін конструкцияның

тұрақтылығы жоғалтылуы мүмкін, бұл өз кезегінде оның қирауына әкеледі.

Агрессиялы ортада жұмыс істейтін конструкциялар үшін созушы қалдық кернеу жағдайында коррозиялық жарылудың пайда болу немесе коррозиялық процестердің күшею ықтималдығы туындайды.

### **Пісіру кезінде кернеуді және деформацияны азайту шаралары.**

Пісірілетін конструкцияларды жобалау, дайындау және құрастыру кезеңдерінде пісіру кернеуі мен деформациялардың әсер етуін азайту шараларын қолдану қажет. Балқытылған металдың көлемін және пісіру жігіне жылу салуды азайту қажет. Пісіру жіктерін бір-біріне симметриялы орналастырған жөн, жіктердің бір-бірімен қиылысуына мүмкіндігінше жол бермеу керек. Пісірілетін конструкциялардағы деформацияларды технологиялық тәсілдермен: стендтерге немесе айлақұралдарға бекіте отырып пісірумен, пісіру (керісатылы жікпен пісіру және т.б.) және жинау-пісіру операцияларының (деформацияны бөлшек элементтерінің жүктелуімен теңдестіру) ұтымды бірізділігімен шектеуге болады.

Белгісі жағынан пісіру деформацияларына (кері ию, пісіру алдында элементтерді алдын-ала созу және т.б.) кері серпімді немесе пластикалық деформациялар жасау керек. Пісіру жалғастарын қарқынды суыту (мыс төсемелер, сумен суыту және т.б.), пісіру барысында жік аймағындағы металды пластикалық деформациялау (шыңдау, шығыршықпен жұқарту, түйістіріп пісіру кезінде нүктелерді қысу және т.б.) тиімді болып саналады.

Жылудың жоғары шоғырлануын қамтамасыз ететін пісіру тәсілдерін қолданған, екіжақты пісіруді, Х-тәріздес жиекті бөлшектеуді қолданған, кума энергияны, жіктердің көлденең қималарының ауданын азайтқан, жіктерді бұйымның ауырлық ортасына қатысты симметриялы орналастыруға тырысқан жөн.

Кернеуді пісіруден кейін термиялық өңдеумен жоюға болады.

Қалдық деформацияларды суық күйінде механикалық түзетумен (ию, жаншып қақтау, созу, шығыршықпен жұқарту, шыңдау және т.б.) және конструкцияны жергілікті қыздыру жолымен термиялық түзету арқылы жоюға болады.

## **1.8. МЕТАЛЛДАРДЫҢ ПІСІРІМДІГІ ЖӘНЕ ОНЫ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ**

**Пісірімділік ұғымы.** *Пісірімділік* — металдың немесе металл тіркестерінің белгіленген пісіру технологиясында конструкцияға және бұйымды пайдалануға алғышарт болатын талаптарға сай келетін қосылыс түзу қасиеті. Демек, пісірімділік бір жағынан

материалдың ерекшеліктеріне, пісіру технологиясына және қосылыстарды құрылымдық рәсімдеуге байланысты болса, екінші жағынан – пісірілетін конструкцияның қажетті пайдалану қасиеттеріне байланысты. Соңғылары осы конструкцияларға қойылатын техникалық талаптармен белгіленеді.

Материалдардың пісірімділігі, егер пісірілген жалғастардың пайдалану қасиеттеріне қойылатын талаптары қабылданған рұқсат етулермен қанағаттандырылатын болса, жеткілікті болып, ал егер пісірілген жалғастардың пайдалану қасиеттерінің бірінің ең төменгі деңгейі қамтамасыз етілмейтін болса, жеткіліксіз болып саналады. Бұл ретте бір ғана материалдың пісірімділігі бұйымның міндетіне байланысты әртүрлі бағалануы мүмкін.

Пісіру тәжірибесінде «пісірімділік» - кең қолданылатын терминдердің бірі. Пісірімділікті физикалық және технологиялық деп ажыратады.

*Физикалық пісірімділік* деп монолитті (бүтін) пісіру жалғастарын алудың қағидасы мүмкіндіктерін айтады, бұл әртекті металдарды пісіру кезінде өте маңызды.

*Технологиялық пісірімділік* дегеніміз пісірудің жылудеформациялық цикліне және металлургиялық әсер етуіне материалдың реакциясын білдіреді. Бұл реакция мысалы, пісірілетін жалғастар металының механикалық қасиеттерін негізгі металдың осы аттас қасиеттерімен (мысалы, қаттылығы, соққы тұтқырлығы және т.б.) салыстыру арқылы бағаланады. Жоғарыда аталған көрсеткіштерден басқа пісірімділікті бағалау кезінде сонымен қатар жарықшақтардың пайда болуына қарсы төзімділігі және арнайы қасиеттерді қамтамасыз етілуі (коррозияға төзімділік, жоғары немесе төмен температуралардағы беріктік, морт сынуға кедергі) ескеріледі. Металды қажалуға жұмыс істейтін бөлшектерге балқытып қаптау (балқытып пісіру) кезінде олардың төзімділігі ерекше маңызды болады. Бұдан басқа, пісірімділік ұғымына балқытып қапталған (балқытып пісірілген) қабаттар байланысының беріктігі де кіреді.

Көміртекті болаттың пісірімділігі ең алдымен, оның құрамындағы көміртектің мөлшерімен анықталады. Қозғалмайтын жүктемелер кезінде жұмыс істейтін конструкцияларды дайындауға арналған төмен көміртекті болаттың жақсы пісірімділігі дегеніміз қарапайым технологиямен жік металындағы жарықшақсыз және жік маңындағы аймақтарында иімділігін жоғалтпай, негізгі металға беріктігі тең пісірілген жалғас алу мүмкіндігі. Жіктің және жік маңындағы аймақтың металы конструкцияны пайдалану температурасында және торап пішінімен шартталған кернеулерді шоғырлағыш болғанда морт күйге ауысуға қарсы берік болуы керек.

Жалпы алған жағдайда пісірімділігі жақсы және нашар

металдардың арасындағы айырмашылық – пісірімділігі нашар металдарды жалғау үшін пісірудің анағұрлым күрделі технологиясы қажет (алдын-ала қыздыру, пісірудің қума энергиясын шектеу, кезекті жылумен өңдеу, вакуумда пісіру, жиектерін қаптау және т.б.).

Материалдың пісірімділігін абсолюттік көрсеткіштерге қарап емес, бұрын қолданылған материалдардың немесе негізгі металдың қасиеттерімен салыстыра отырып бағалайды. Егер пісіру жалғастарының әртүрлі қасиеттерін сынау нәтижелері осы өнімнің техникалық шарттарымен белгіленген нормативтеріне сәйкес келетін болса, пісірімділігі қанағаттандырылғы деп танылады.

Пісірімділігін бағалау үшін бірқатар сынақтар жүргізіледі, оларды таңдап алуға пісірілетін конструкцияның міндеті мен материалдың құрылымы мен қасиеттеріндегі пісіру әсерінен орын алатын өзгерістер алғышарт болады.

*Пісіру жалғастары металының ыстық жарықшақтардың пайда болуына қарсы тұрақтылығы* — пісірімділіктің анағұрлым маңызды көрсеткіші, себебі кристалдануының температуралық интервалы кең қорытпаларды пісіргенде қатаю кезінде пайда болатын созылу кернеуінің әсерінен өте маңызды ақаулар болып саналатын ыстық жарықшақтар пайда болуы мүмкін.

*Пісіру жалғастары металының суық жарықшақтардың пайда болуына қарсы тұрақтылығы* — маңыздылығы жағынан пісірімділіктің екінші көрсеткіші, өйткені пісіру жылуының әсерінен негізгі металдың құрылымы өзгереді. Шыңдалатын қорытпалардың жік маңы аймағында полиморфты өзгерулердің нәтижесінде мартенситті типтес морт құрылымдар түзіледі, бұл суық жарықшақтардың пайда болуына әкелуі мүмкін.

Пісіру жалғастары металында болып жатқан процестер пісіру конструкцияларының морт қирауын туындатуы мүмкін. Жауапты металл конструкцияларды пайдалану тәжірибесі көрсетіп отырғандай, пісіру тораптарын жарықшақсыз дайындау күрделі кернеулік күй және төмен температуралар жағдайында жұмыс істегенде морт материалдардың қирау мүмкіндігін жоққа шығармайды.

Конструкциялық кемшіліктер, кернеулердің макроскопиялық шоғырлауыштарының, пісіру жалғастарының ақаулары (кеуектер, бос аралықтар, шлақтың қосылуы, жік шетінің бойымен тілікшелер) болуы, металдардың кристалдық құрылысындағы әртүрлі жетілмегендіктер, микрожарықшақтар мен кеуектер қирауға себеп болуы мүмкін, олардың кернеулерді шоғырлауыш ретіндегі ролі пайдалану жағдайларында едәуір арта түседі.

Конструкцияларда қолданылатын материалдардың қасиеттеріне, қоршаған орта параметрлеріне және жүктемелердің түріне қарай

бастапқы ақаулар өте баяу, немесе керісінше, апатты түрде тез жарықшақтарға өсуі мүмкін.

*Материалдардың морт қирауға бейімділігі* — олардың пісірімділігінің үшінші маңызды сипаттамасы. Оны негізгі металдың морт қирауға бейімділігімен, термиялық әсер ету аймағымен және пісіру жігінің металымен салыстыра отырып, арнайы сынақтар арқылы бағалайды. Пісіру жалғастары морт қирауға бейімділігі жағынан негізгі металдан айырмашылығы жоқ материалдар жақсы пісірімділік қасиетіне ие деп есептеледі.

Пісірімділікті бағалау кешеніне сонымен бірге жік металының және пісіру жалғастарының әртүрлі температурадағы механикалық қасиеттерін тексеру, коррозияға қарсы төзімділігін, тозуға төзімділігін және басқа да арнайы сипаттамаларын анықтау жатады.

Металдардың пісірімділігін бағалау әдістері. Пісірімділік көрсеткіштерін анықтауға арналған барлық сынақтарды шартты түрде екі негізгі топқа бөлуге болады. Бірінші топқа қорытпалардың жаңа таңбаларын, пісіру тәсілдерін және пісіру материалдарын әзірлеу кезінде (әдетте, зертханалық жағдайларда) жүзеге асырылатын сынақтар, ал екінші топқа – зерттелген қорытпаларды немесе пісіру материалдарын жаңа конструкцияларды дайындауға жарамдылығын тексерумен байланысты сынақтар жатқызылады (бұл сынақтар әдетте зауыт жағдайларында жүргізіледі).

Пісірімділік көрсеткіштерін, анықтау әдістерін пайдалану кезінде таңдап алынған технология бойынша берілген формалардың үлгілері пісірілетін *тура* және пісіру процесіне ұқсатылған басқа процеске ауыстыруға негізделген *жанама* деп екіге бөлуге болады. Сынақтың жанама әдістерін тек алдын-ала сынақтар деп қарастыруға ғана болады.

Пісірімділік көрсеткіштерін және үлгілерінің түрлерін анықтау әдістерін сынақ жағдайларын конструкциядағы пісіру жалғастарының нақты жүктелуіне барынша жақындатуға тырысуға сүйене отырып таңдайды.

Металдың ыстық жарықшақтардың түзілуіне қарсы төзімділігін анықтау. Металдың ыстық жарықшақтардың түзілуіне қарсы төзімділігін сынақ нәтижелері бойынша сипаттайды:

■ машина әдісімен, ол пісіре жылытуға ұшыраған үлгілерді ыстық жарықшақтар пайда болуының температуралық интервалында мәжбүрлеп (сыртқы күштер әсерімен) деформациялауға негізделген;

■ технологиялық әдістермен, немесе сынамаларды пісірумен, оларды жүзеге асыру кезінде ыстық жарықшақтар түзілуінің температуралық интервалындағы деформациялану жағдайларын үлгілердің пішіні мен өлшемдерін, пісіру жіктерін және пісіру



режимін орындау бірізділігін таңдаумен реттейді.

*Сынақтардың машиналық әдістері.* Бұл әдістер доғамен балқытылатын үлгілерді созылуға және иілуге сынақтан өткізуді көздейді, ал пісіру циклі бойынша қыздырылатын үлгілерді – созылуға сынайды. Машиналық сынақтар үшін арнайы қондырғылар қолданылады, мысалы, ЛТП, ИМЕТ және ИМЕТ—ЦНИИЧМ серияларының машиналары.

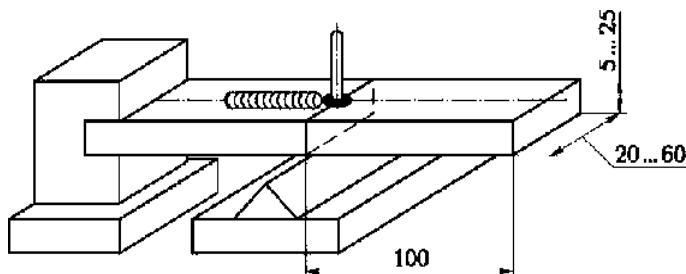
Машиналық сынақ рәсіміне белсенді қармаудың әртүрлі жылжу жылдамдығында жікті бір мезгілде деформациялай отырып үлгілер сериясын пісіру (1.28 сурет) жатады. Бірнеше үлгілерде ыстық жарықшақтардың пайда болуын туғызатын деформацияланудың ең шекті жылдамдығын анықтайды.

Кертігі бар үлгілерді сынау кезіндегі деформациялау механизмін доғаның кертік үстінен өткен сәтінде; екі пластинадан жинақталған үлгілерді сынау кезінде – доға түйіс арқылы өткеннен кейін іске қосады. Жұқа табақты үлгілерді доғаның үлгі ортасына шыққан сәтінде жақтауда иеді.

Қоспа материалдарды сынау кезінде арнайы мыс форманы қолданады, оның бір жартысы жылжымайды, ал екіншісі білікті балқыту процесінде осыне қатысты әртүрлі бұрыштық жылдамдықпен бұрылады. Деформациялаудың ең шекті жылдамдығын анықтайды, ол кезде балқытылған білік металында жарықшақ пайда болады.

Машиналық сынақтардың басқа да әдістері белгілі (мысалы, Мюрекс пен Бланше әдістері), олардың негізіне кристалданатын металды мәжбүрлеп деформациялау қағидасы алынған.

*Сынақтардың технологиялық әдістері.* Сынақтың мәнісі жасанды жаратылған қатал жағдайларда (ол арнайы технологиялық сынамалардың пішіндері мен өлшемдерін және бекіту түрлерін



таңдау



## 1.28 сурет. ИМЕТ—ЦНИИЧМ әдісі бойынша сынақтар сұлбасы

арқылы жасалады) жарықшақтар пайда болмайтын металдың шынайы бұйымдарда да бүлінбейтінінде. Технологиялық сынамаларды пісіру кезінде кристалданатын металл жіктің отыру салдарынан және пісірілетін үлгілер пішінінің өзгеруінен деформацияға ұшырайды. Сынамаларды пісірудің арнайы конструкциясы мен технологиясы жоғары температуралы деформацияның көтеріңкі қарқынына алғышарт болады.

Технологиялық сынамаларды шартты түрде екі класқа: мөлшерлік және сапалық деп бөлуге болады.

*Мөлшерлік* сынамаға ыстық жарықшақтардың түзілуін қандай да бір конструкциялық параметрлермен (сынаманың өлшемдері, керткітерінің тереңдігі мен орналасуы және т.б.) немесе пісіру режимінің параметрлерімен (оның жылдамдығы, қыздыру температурасы) байланыстыруға болатын сынамаларды жатқызады. Мұндай сынамаларды салыстыра отырып, ыстық жарықшақтардың түзілуіне азырақ немесе көбірек кедергілері бар қорытпаларды бөліп көрсетуге болады.

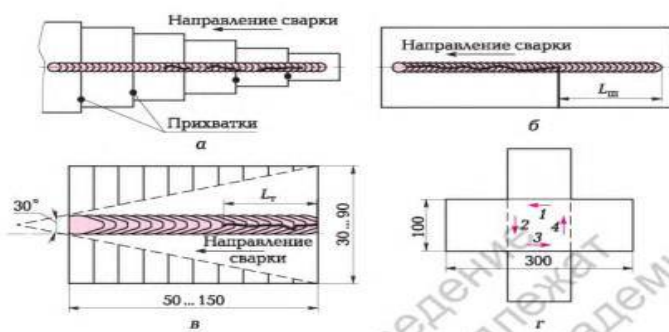
*Сапалық* технологиялық сынамалар берілген қатаң тәртіпте және белгілі пісіру режимін сақтау кезінде тұрақты пішіндердің үлгілеріндегі пісіру жігін орындауды көздейді. Жік металының ыстық жарықшақтардың түзілуіне кедергісі олардың сынаманың және тілімтастың беткі қабатында немесе пісіру жіктеріндегі сынықтарда бар болуымен немесе жоқ болуымен бағаланады. Сынамалар қорытпалардың ыстық жарықшақтардың түзілуіне қарсы төзімділігін мөлшерлік жағынан бағалауға мүмкіндік бермейді, олар нашар пісірілетін қорытпаларды бракқа шығаруға ғана арналған.

Ыстық жарықшақтардың түзілуіне кедергіні бағалау үшін кейбір технологиялық сынамалардың схемалары 1.29 суретте берілген.

ММТУ жұқа табақты құрамдас сынама бір жағынан тұтқыштармен жалғанған ені әртүрлі бірнеше пластиналардан тұрады. Пісіруді пластиналардың кеңею бағытына қарай орындайды. Пластиналар түйістерінің пісіру жігімен қиюласқан жерлерінде ыстық жарықшақтар түзіледі. Олардың пайда болу

мүмкіндігі балқытылатын пластиналардың қаттылығына байланысты болады. Жік металының ыстық жарықшақтардың түзілуіне қарсы төзімділігінің көрсеткіші ретінде пластинаның ең аз (шекті) ені алынады, оны пісіру кезінде ыстық жарықшақтар пайда болмайды. Пластинаның ең шекті ені неғұрлым аз болған сайын, жік металының төзімділігі соғұрлым жоғары болады.

Жұқа табақты металға арналған ИМЕТ сынамасы өлшемдері тұрақты пластинадан (мысалы 80х50х 1 мм) және оның қысқа қырына параллель кертіктен тұрады. Үлгіні аргон ағынында



1.29 сурет. Жұқа қабатты материалдар үшін технологиялық сынама: *а* — ММТУ құрамдас сынамасы; *б* — ИМЕТ сынамасы; *в* — Холдкрофт сынамасы («балық сүйегі»); *г* — крест тәрізді сынама; 1...4 — жіктерді орындау және салу бірізділігі;  $L_m$  — жарықшақтың ұзындығы;  $L_{ш}$  — жіктің кертікке дейінгі ұзындығы

вольфрамды электродпен немесе электронды сәулемен жікті кертіктің үстінен өтетіндей етіп балқытады. Кертіктен жарықшақтың пайда болу ықтималдығы оның пластинадағы орналасуына байланысты болады:  $L_m$  жігінің ұзындығы неғұрлым үлкен болса, жік металының ыстық жарықшақтардың түзілуіне қарсы төзімділігі соғұрлым жоғары болады.

*Холдкрофт сынамасын* («балық сүйегі») легирленген болат, алюминий және магний қорытпаларының жұқа табақтарын пісіру кезінде жік металының ыстық жарықшақтардың түзілуге кедергісін бағалау үшін пайдаланады. Сынама ұзындығы артып отыратын бүйір ойықтары бар пластинадан тұрады. Сынақ кезінде балқыма қаптама жасайды немесе пластинаны қорғаныс газындағы вольфрамды электродпен балқытады. Металл төзімділігін бағалау критеріі (LJ) ретінде ыстық жарықшақтың ұзындығы алынады.

*Крест тәрізді жұқа табақты сынаманы негізінен* алюминий және магний қорытпаларда ыстық жарықшақтардың түзілу

бейімділігін анықтау үшін қолданады. Екі тіктөртбұрыш пластинаны бір-бірімен төрт білікті жікпен пісіреді. Жарықшақтардың пайда болу бейімділігінің бар болу критерий ретінде жарықшақтары бар жіктер ұзындығының жіктердің жалпы ұзындығына қатынасы алынады.

*Пеллини сынама*сы қалақшаларды турбина дискімен пісіру шарттарын жаңғыртады. Тікбұрышты қиманың кесектерін қысқыш айлақұралмен жинайды. Кесектерге көлденең етіп білікті балқытады. Жік металының технологиялық беріктігін жарықшақ түзілген жердегі кесектердің арасындағы кеуектердің ашылу шамасы бойынша, жарықшақтардың беткі қабатының ауданы және олармен түйісу мөлшері бойынша бағалайды.

*Қалыңдығы үлкен табақтар үшін сақиналы сегментті сынама* қырсауланған бүйір беткі қабаттары бар төрт дайындамадан тұрады, олар бір-бірімен екі жағынан пісіріледі. Жинақтаудан кейінгі сынаманың өлшемі 90х90х25 мм. Оның жоғарғы жағынан сақиналы жырашық теседі. Сынақ кезінде сынаманы сағат тілінің жүрісімен арықша бойымен пісіреді. Оны 50°C температурадан төмен суытқаннан кейін тұйықтаушы жік жасалады. Ыстық жарықшақтар дайындамалардың түйіскен жерлерінде түзіледі және пісіру жігінің бойымен таралады. Жік металы төзімділігінің критерий ретінде жарықшақтың жиынтық ұзындығының жік ұзындығына пайыздық қатынасы алынады.

Аустенитті болаттарға арналған *көпқабатты сақиналы жігі бар сынама* букұбырын коллектормен пісірудің үлгісін жасайды. Сынаманы пісіруді екі амалмен жүзеге асырады: ең алдымен сақиналы жырашықтың бір жартысын, одан кейін екінші жартысын қабаттармен толтырады. Жарықшақтар негізінен термиялық әсер ету аймақтарында түзіледі. Кей кезде балқытылатын қабаттардың бетінде ыстық микрожарықшақтар байқалады. Пластинаның ең аз өлшемдері 125 x 125 x 25 мм.

*Жырашықтары бар сынаманы* қалыңдығы 40 мм артық пластиналардан дайындайды. Пластинаның қалыңдығы 60 мм кем болғанда оны қатты плитаға қапталдары бойымен катеті 20 мм болатын жіктермен балқытып қаптайды. Жырашықтар 100 мм аралықпен орналастырылған. Пластиналардың қалыңдығы 70 мм артық болғанда жырашықтар екі жағынан жасалады. Пластиналарды жырашықтар бойымен ең төменгі жылдамдықпен пісіреді.

Ыстық жарықшақтардың түзілуіне бейімділікті жіктің көлденең қимасының ұзындығына немесе ауданына жарықшақтардың сәйкесінше жиынтық ұзындығының немесе олардың ауданының қатынасы бойынша, сондай-ақ мерзімділік коэффициенті бойынша – жіктің ұзындық бірлігіндегі жарықшақтар саны бойынша

анықтайды. Ұсынылған пісіру режимінде орындалған жіктерде ыстық жарықшақтар болмаған жағдайда анағұрлым тар үлгілерді пісіруге не болмаса жоғары жылдамдық режиміне көшеді.

**Суық жарықшақтардың түзілуіне бейімділікті бағалау тәсілдері және критерийлері.** Суық жарықшақтардың түзілуіне бейімділікті (төзімділікті, кедергіні) бағалау тәсілдерін келесі басты белгілері бойынша жіктеуге болады:

- бағалау рәсімі (жанама және тура тәсілдер);
- көрсеткіштерді ұсыну пішіні (сандық, жартылай сандық және сапалық);
- бағалау нәтижелерін пайдалану сипаты (салыстырмалы және қолданбалы).

**Жанама тәсілдер** суық жарықшақтардың түзілуіне бейімділікті материалдарға тікелей сынақ жүргізусіз есептеу жолымен бағалауға мүмкіндік береді.

**Тура тәсілдер** пісіруге ұқсайтын жағдайларда технологиялық сынамаларды пісіруді, пісіру жалғастарына немесе пісірілетін негізгі материалға арнайы сынақ жүргізуді көздейді.

Суық жарықшақтардың түзілуіне бейімділікті бағалаудың **сандық тәсілдері** жарықшақтар түзілу процесін бақылайтын факторлардың бірінің өзгеруімен байланысты көрсеткіштің сандық өрнегін береді.

Егер суық жарықшақтардың түзілуіне бейімділік көрсеткішін анықтау кезінде бір мезгілде бірнеше белсенді факторлар өзгеретін болса, ал бағалау критерийі тек олардың біреуінің ғана сандық сипаттамасы болып табылса, онда мұндай тәсіл *жартылай сандық* боп саналады.

**Сапалық тәсілдерде** критерийдің мөлшерлік өрнегі болмайды және шын мәнісінде материалды бракка шығару қызметін атқарады.

Ең үздігін тандап алу мақсатында материалдарды немесе пісірудің технологиялық нұсқаларын салыстыру үшін ғана пайдаланылуы мүмкін бағалау тәсілдерін **салыстырмалыларға** жатқызады.

Нақты пісіру конструкцияларының төзімділігін бағалауға мүмкіндік беретін тәсілдер *қолданбалыға* жатады.

Технологиялық сынамалар да дәл осы белгілер бойынша бөлінуі мүмкін.

Сынақтардың салыстырмалы тәсілдері және технологиялық сынамалар ең үздік пісіру материалдарын тандап алу және әртүрлі факторлардың суық жарықшақтардың түзілу бейімділігіне әсерін зерттеу қызметін атқарады. Сапалық мақсаттағы, немесе қолданбалы сынамалар материалдарды шынайы пісіру конструкцияларын дайындаудың технологиялық және климаттық

жағдайларына барынша жақындатылған жағдайларда бағалауға мүмкіндік береді.

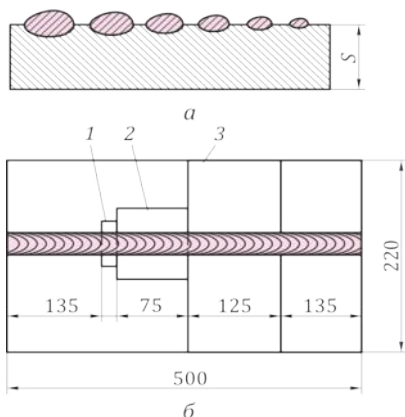
*ММТУ сынақ әдісі* пісіру үлгілерінің пісіру конструкцияларында қалдық кернеудің үлгісін жасайтын тұрақты жүктеме салу жағдайларында суық жарықшақтардың түзілуіне төзімділігін бағалауды көздейді. Сынаққа арналған үлгі шағын өлшемді пісіру таңбаны білдіреді. Оның тік қабырғасына жікте және жік маңындағы аймақта созылу кернеуін туғызатын жүктеме салады. Үлгіні аустенитті өзгерудің басталуына сәйкес келетін температураларда жүктейді де, пісіруден кейін 20 сағат және одан көп жүктің астында ұстайды. Үлгілер сериясын әртүрлі жүктемелерде сынайды. Пісіру жалғастарының суық жарықшақтардың түзілуіне кедергісінің көрсеткіші ретінде үлгілер қирай бастайтын ең төменгі кернеуді қабылдайды.

ММТУ сандық әдісі әртүрлі қорытпалардың пісірілген жалғастары немесе әртүрлі қоспа материалдар қолданылған бір қорытпадан жасалған жалғастар үшін осы көрсеткішті бағалауға мүмкіндік береді.

*«Теккен» сынамасы* ортасында У-тәрізді өңделген бойлық тілігі бар қалыңдығы 12-40 мм жазық тікбұрышты үлгіні білдіреді. Үлгіні еркін тұрған күйінде пісіреді де, одан кейін 20 сағат бойы ұстайды. Пісіруді қолмен қапталған электродпен, флюс астында немесе қорғаушы газында орындайды. Жарықшақтар пісіру жалғасының түпкі жағында түзіледі. Сынаманың міндетті талабы – жік түбінің шала пісірілуі, ол кернеулерді шоғырлаушы қызметін атқарады. Жарықшақтардың бар болуын бақылаудың әртүрлі әдістерімен, оның ішінде үлгіні қышқыл ерітіндісімен өңдеп, кейіннен сындыру арқылы анықтайды.

Жарықшақ түзілуге қарсы тұрақтылықтың сандық көрсеткіші ретінде жарықшақтың жиынтық ұзындығының жіктің ұзындығына, немесе жарықшақ ауданының жік қимасының ауданына не болмаса жарықшақ түзілмейтін қыздыру температурасына пайыздық қатынасын алуға болады.

*Крест тәрізді* (Канада) крест тәрізді жалғасқа жиналған үш пластинадан тұрады. Барлық түйісу беттерін жақсы түйісуді қамтамасыз ету үшін алдын-ала тегістейді. Сынамада ұзындығы 160 мм төрт бұрыштық жік жасайды. Кезекті жікті пісіру алдындағы сынаманың температурасы  $(28 \pm 3)^\circ\text{C}$  аспауы керек. Пісіруден кейін 48 сағат өткенде  $595\text{--}650^\circ\text{C}$  температураларында кернеуді алып тастау үшін екі сағаттық босандату орындайды. Сынаманы микрошлиф дайындау үшін және жік маңындағы аймақта жарықшақтарды анықтау үшін көлденең темплеттерге кеседі. Сынақ нәтижесі, егер екі алғашқы сынамада бірде бір жарықшақ болмаса, қанағаттандырылшық деп есептеледі.



*Лихай түрлендірілген сынамасы (АҚШ) — үлгілерді әртүрлі пісіреді. Тіліктің басы мен соңын (S-3 мм) балқытпай қалдырып қояды.*

Пісіру жалғасының бетінде, жіктің түбінде және көлденең қимада жарықшақтардың бар болуын пісіру аяқталғаннан кейін 24 сағат жылдамдығына немесе 800-300 °C температуралық интервалда суыту ұзақтығына байланысты пісіру жалғастары

қирауының пайыздық үлесін анықтайды.

Температураларда алдын-ала қыздырудың әртүрлі режимдерінде өткенде анықтайды. 300°C температурасында металдың суыту 1.30 сурет. Білікті сынама:

*a* — сынаманың көлденең қимасы; *б* — сынақ жүргізу үшін жеке жіктің белгісі; 1 — құрылымы мен қаттылығын анықтауға арналған үлгі; 2, 3 — соққы және статикалық иілуге сынау үшін үлгілер

Жіктердің қирауы айтарлықтай күшейтетін суыту жылдамдығы артқан жағдайда, ол суық жарықшақтар түзілуге кедергіні бағалау критеріі ретінде қабылданған. Бағалауды салқындаудың ең шекті уақыты немесе суық жарықшақтарды жоюға қажетті алдын-ала қыздырудың ең төменгі температурасы бойынша да жүргізуге болады.

**Пісіру жалғастарының құрылымы мен қасиеттерін пісірудің жылу жағдайларына байланысты бағалау.** Пісірудің термиялық циклінің пісірілетін металдың құрылымы мен қасиеттерінің өзгеруіне әсерін үлгілерді жылдамдығы берілген бағдарлама бойынша қыздыруды және суытуды және қыздырып өңдеудің кез-келген сатысында механикалық сынақтарды көздейтін әдістер (мысалы, *ИМЕТ-1 әдістемесі бойынша*) бойынша алдын-ала бағалайды. Мұндай сынақтар пісіру жалғастарының кез-келген бөлікшесінде термиялық пісіру циклдерін ұқсатуға және олардың металдың құрылымы мен қасиеттеріне әсер етуін анықтауға мүмкіндік береді.

Дәл осы мақсаттарда арнайы технологиялық сынамаларды да,

мысалы, *білікті сынама*ны пайдаланады. Кума энергиялары әртүрлі режимдерде қалыңдығы 14-30 мм металл пластиналарға біліктерді (1.30 сурет) ерітіп дәнекерлейді. Құрылымы мен қаттылығын 1 анықтау үшін, сондай-ақ соққы 2 және статикалық 3 иілуге сынау үшін пластиналардан 1...3 көлденең үлгілер кесіп алады (1.30 сурет). Білікті сынама пісіру технологиясының жалғастардағы металдың қасиеттері мен құрылымдарға әсерін бағалауға мүмкіндік береді.

**Пісіру жалғастарының механикалық қасиеттерін анықтау.** Конструкцияның қалыпты жұмысын қамтамасыз ету үшін пісіру жалғастары жеткілікті беріктікке, иілуге, коррозияға төзімділікке және басқа да қасиеттерге ие болуы керек.

Жік металының және пісіру жалғасының беріктігі мен иілуін анықтау үшін статикалық және соққы жүктемелер кезіндегіні қосқанда, сынақтар кешенін жүргізеді.

МЕСТ 6996 — 66 бойынша сынақтар нақты конструкциялардың, арнайы тораптардың немесе нақты конструкцияларды дайындау талаптарымен бірдей жағдайларда пісірілген макеттердің үлгілерінің іріктелмесінен тұрады. Әдетте сынақтар бөлме температурасында орындалады, алайда өнімнің берілген түрінің техникалық талаптарына сәйкес оларды төмендетілген де, жоғары температураларда да жүргізуі мүмкін.

**Металл жігін созылуға сынау** метал аққыштығының  $\sigma_T$  физикалық немесе  $\sigma_{0.2}$  шартты шегін, созуға  $\delta$  және тарылтуға  $\varphi$  қатысты  $\sigma_b$  созу кезіндегі беріктігінің шегін (үзілуге уақытша кедергінің) анықтау мақсатында жүзеге асырылады. Жік металының немесе жік маңы аймағының жекеленген бөліктерінің қасиеттерін зерттеу үшін диаметрі 0,8; 1,0 немесе 1,2 мм болатын жұмыс бөліктері бар шағын үлгілерді қолданады. Осы үлгілерді сынау нәтижелерін негізгі металдан кесіп алынған осыған ұқсас формадағы және өлшемдегі үлгілерді сынау нәтижелерімен салыстырады. Параллель түрде кем дегенде екі үлгі сыналады.

**Пісіру қосылысын созылуға сынау** пісіру жалғасының жалпы алғандағы немесе пісіру жалғасындағы жік металының беріктігін анықтауға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелерді негізгі метал сынақтарының нәтижелерімен салыстырады.

Жік металын және жік маңы аймағындағы жекеленген бөлікшелерді **соққыдан иілуге сынау** (кертілген үлгілерде). Сынақ кезінде өлшенген соққы тұтқырлығын оның негізгі металдағы мәнімен, не болмаса өнімнің осы түріне стандарттармен немесе техникалық талаптармен регламенттелген мәнімен салыстырады. Сынақ үшін жарты шеңбер пішінді кертiгi бар немесе өткiр сына тәрiздi кертiгi бар үлгiлердi қолданады. Әртүрлі типтегі кертiктерi бар үлгiлердi сынау салыстыруға келмейтiн нәтижелер бередi.



Сынақтардың берілген түрлерінен басқа, МЕСТ 6996 — 66 **жіктердің бойлық және көлденең орналасуында иілуге сынақтарды** қарастырады.

Пісіру жалғастарының жекеленген бөліктеріндегі металл қасиеттерінің өзгеруін және біртектілік дәрежесін анықтау үшін оның осы бөліктердегі Виккерс немесе Роквелл бойынша *қаттылығын* және микроқаттылығын өлшейді.

**Конструкциялық болаттың химиялық құрамы бойынша пісірімділігін есептік бағалау.** Металдардың және олардың қорытпаларының технологиялық пісірімділігі: олардың химиялық белсенділігі, легирлеу дәрежесі, қоспалардың мөлшері және құрылымының ерекшеліктері сияқты бірқатар факторларға байланысты болады. Металдың химиялық белсенділігі неғұрлым жоғары болса, оның қоршаған ортамен өзара әрекеттесуге, ең алдымен, тотығуға бейімділігі соғұрлым жоғары болады, бұл оны пісіру кезінде анағұрлым тиімді қорғауды, металлургиялық өңдеуді талап етеді. Балқытылған болатты және темір негізіндегі қорытпаларды ауамен өзара әрекеттесуден қорғауды электродты қаптамасы, флюстар және инертті газдар қамтамасыз етеді.

Болаттың бір – бірімен пісірімділігіне көміртектің әсері үлкен. Пісірімділік көміртек және басқа да қосынды элементтер қатарының көбеюіне байланысты нашарлайды. Болаттан пісірілген бұйымдарды дайындауда негізінде конструкциялық көміртегі төмен, қоспасы аз және легирленген болат түрлерін қолданады. Көбіне легирленген болат түрлерін пісіруде қиыншылықты олардың шыңдау құрылымдар, ыстық және суық жарықтардың пайда болу бейімділігі тудырады, сонымен қатар, пісірілген жалғастардың жоғары механикалық сипаттамаларын ие болуды қамтамасыз ету қажеттілігі (майысқақтық сапасына көбірек қатысты). Болаттың құрамындағы көміртек мөлшері көбірек болған сайын, жарық пайда болуына бейімділігі көбейеді және пісірім флюс арқылы қажетті сапаларды қамтамасыз ету қиындайды.

Белгілі химиялық құрамындағы болатты пісірудің болжалды сандық көрсеткіші ретінде көміртектің эквиваленттік құрамы болады, оның % келесі формула бойынша анықталады:

$$C_{\text{экв}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Si}/24$$

Көміртектің эквиваленттік мөлшеріне байланысты (және осы көлемге байланысты болаттың суару мен жарық пайда болу бейімділігі) барлық конструкциялық болат түрлері жақсы, қанағаттандырылғыш, шектеулі және нашар пісірімділік сипатына ие болатын төрт топқа бөлінеді (1.4 кесте).

Бірінші топ болат түрлері ( $C_{\text{экв}} < 0,25\%$ ) кең диапазон тәртібі, жуандық және конструктивтік пішіні жағдайында шыңдау құрылымдары мен жарық пайда болусыз жақсы дәнекерленеді.



Қанағаттандырылғыш пісірілетін болат түрлері ( $C_{\text{экв}} = 0,25-0,35$  %) балқытудың оңды тәртібін дұрыс таңдау жағдайында суық жарық пайда болуға бейімделмеген, алайда кейбір жағдайларда оларды қыздыру қажет болады.

Шектеулі түрде пісірілетін болат түрлері ( $C_{\text{экв}} = 0,36-0,45$  %) суық жарық пайда болуға бейім. Балқыту режимін өзгерту арқылы аталған болат түрлерінің жарылу сапасына қарсы тұруын реттеу мүмкіндігі шектеулі, сондықтан қыздыру талап етіледі.

Нашар пісірілетін болаттар ( $C_{\text{экв}} > 0,45$  %) шынықтыруға және суық жарықтардың пайда болуына аса бейім, оларды балқыту барысында қыздыру және арнайы технологиялық тәсілдерді орындау қажет, ал содан кейін термиялық өңдеу жүргізілуі керек.

1.4 кесте. Пісірімділігі бойынша болат түрлерінің классификациясы

| Топ | Пісірімділігі          | С экв                  | Балқыту жағдайына сипаттама                                                                                                                                                                                                                                                      | Болат маркалары                                       |
|-----|------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| I   | Жақсы                  | 0,25<br>жоғары<br>емес | Ерекше тәсілдерді қолданусыз кез келген әдіспен балқытылады. (жылыту, қыздырып өңдеу)                                                                                                                                                                                            | Ст2, Ст3, 15Г, 10Г2, 09Г2, 10Г2С                      |
| II  | Қанағаттандыра<br>рлық | 0,25...0,35            | Балқыту тәртібінің қатал сақталуы, арнайы қоспа материалды қолдану, балқытылатын жиектердің ұқыпты тазалануын, 100-150°C температурасына дейін ала және ілеспелі қыздыру, пісіргеннен кейін қыздырып өңдеуді талап етеді.                                                        | 15ГС, 15ХМ, 10ХСНД, 18Г2С, 15ХГСА                     |
| III | Шектеулі               | 0,35...0,45            | 250-400°C температурасына дейін қыздыру және пісіргеннен кейін жұмсартуды талап етеді. Балқыту алдында термиялық өңдеу жүргізіледі. Қыздырусыз пісіру барысында жарық пайда болуы бейім.                                                                                         | 12Х1МФ, 20ХМФА, 30ХГС, 35Г2, 35ХМ, 10ГН2МФА           |
| IV  | Нашар                  | 0,45<br>жоғары         | Арнайы технологиялық шараларды қолдануға қарамастан: қыздыру, аралық және балқытудан кейінгі жұмсарту қосылған жікте және жік айнала зонасында жарық пайда болу бейімділігі жоғары. Пісіру барысында міндетті түрде қыздыру, алдын ала және соңында термиялық өңдеу жүргізіледі. | 45Х, 45Г, 40Г2, 40ХС, 40ХМФА, 45ХГСА, 30ХН3А, 40ХН2МА |

Жоғары легирленген аустениттік болат пен қорытпалар, сонымен қатар, күкірт пен фосфордың мөлшері көтеріңкі төмен легирленген болаттарды пісірген кезде ыстық жарықтардың пайда болуының деңгейі жоғары. Пісірудің доғалы әдісі барысында ыстық жарықтардың пайда болуына қарсы тұруды HCS көрсеткішімен сипаттауға болады, ол негізгі компоненттердің пайыздық мазмұны бойынша есептеледі:

$$HCS = [C(S + P + Si/25 + Ni/100)] / (3Mn + Cr + Mo + V) \quad (1.16)$$

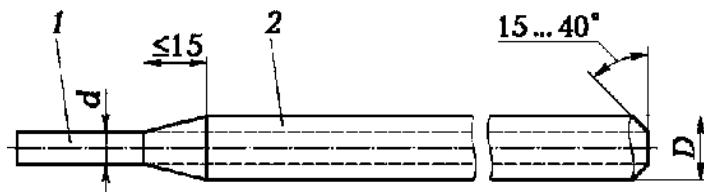
Егер  $HCS < 4$ , онда ыстық жарықтар пайда болмайды. Аса қалың жоғары деңгейде берік болатты пісіру барысында HCS мағынасы 1,6-2 құрайды.

### 1.9. ПІСІРУ МАТЕРИАЛДАРЫ

Қолмен доғалы пісіру үшін электродтар металдан жасалған (балқытылатын). Қолмен доғалы пісіру үшін электрод (1.31 сурет) пісіру сымынан жасалған 450 мм-ге дейін ұзындықтағы 1 сырық, оның бетіне қабат 2 қапталған түрінде ұсынылады. Электродтың сол жақты шеті электрикалық контакті қамтамасыз ету мақсатында электр ұстағышта қысу үшін 20-30 мм ұзындық көлемінде қаптау қабатынан босатылған. Пісіру үдерісінің басында электродпен бұйымға жанап өту арқылы иіннің пайда болуына мүмкіндік жасау үшін екінші шеттің бүйіржағы қаптау қабатынан тазартылған.

МЕСТ 9466 — 75 сәйкес  $D/d$  қатынасы бойынша электродтар жіңішке қаптаулы ( $D/d < 1,2$ ) — М, орташа қаптаулы  $1,2 < D/d < 1,45$  — С, қалың қаптаулы ( $1,45 < D/d < 1,8$ ) — Д және аса қалың қаптаулы ( $D/d > 1,8$ ) — Г түрлері бойынша ерекшеленеді.

Электрод қаптауы оны ионизациялауды күшейту, қоршаған ортаның жағымсыз әсерінен және пісіру ваннасын металлургиялық өңдеуден қорғау үшін қапталған заттектердің қоспасы болып



1.31 суреті. Қолмен доғалы пісіруге арналған қаптаулы электродтың сұлбасы:

1 — электродтық сымнан жасалған сырық; 2 — қаптау қабаты;  $d$  — электродтық сымның диаметрі;  $D$  — қапталған электродтың диаметрі

табылады. Электрод қаптауына иондаушы, газ және қож құраушы, легирлеуші, қышқылдататын, байланыстыратын және қорамалық компоненттерді енгізеді.

Иондаушы немесе тұрақтандыратын компоненттер доғаның тұрақты жануын қамтамасыз етеді. Олар ионизациялаудың төмен қорына ие, бордың құрамына кіретін калий және кальций сияқтылар, далалық шпат және гранит, сонымен қатар, натрий.

Газ құраушы компоненттерді доғаның және пісіру ваннасының аумағын газды қорғаныс құру үшін қолданады. Олардың қатарына органикалық заттар сияқты (крахмал, тамақтық ұн, декстрин және т.б.) сонымен қатар, органикалық емес (әдетте карбонаттар: мәрмәр  $\text{CaCO}_3$ , магнезит  $\text{MgCO}_3$  және басқа) жатады. Газды қорғаныс органикалық заттектерді  $200\text{ }^\circ\text{C}$ -дан жоғары және карбонаттарды  $900\text{ }^\circ\text{C}$  температура аймағында диссоциациялау нәтижесінде пайда болады. Диссоциациялау процесі электродтың бүйіржағында жүреді. Электродтық қаптаудың қарапайым құрамында электрод сырығы металының әр грамына  $\text{CO}_2$  көмірқышқыл газы,  $\text{CO}$  иіс газы,  $\text{H}_2$  сутегі мен  $\text{O}_2$  оттегінен тұратын қорғаушы газының  $90\text{--}120\text{ см}^3$ . Сонымен бірге пісіру аумағынан жеткілікті мөлшерде ауа ығыстырылу және жік металына азоттың азғана мөлшерде түсуін ( $0,03\%$  көп емес) қамтамасыз етеді.

Қож құраушы компоненттерді сұйық қож алу үшін енгізеді. Қож құраушы компоненттер ретінде келесі кендер мен минералдар пайдаланылады: ильменит, рутил, далалық шпат, кремнезем, гранит, мәрмәр, балқымалы шпат. Қаптауда қолданылған ферроқорытпалар қаптауға енген қож құраушы тотықтарды қыздырғанда шығатын оттегін байланыстырады. Пісіру ваннасының электродтық тамшылары мен балқытылған металды қаптаған сұйық қож осылармен химикалық қатынасқа түсіп, қышқылдатады және тотықтарды жеңіл балқитын қосылыстарға байланыстырады. Осы кезде металл жігін қож құрамындағы элементтермен легирлеу жүреді.

Сұйық металда химикалық реакция процесінде бөлінетін газдарды сұйық қож оңай өткізіп, олардың жойылуына жол береді және пісіру жігінің бетін қалыптастырады.

Легирлеуші компоненттер жік металының механикалық сипаттамасын жақсарту үшін арналған, оған ыстық және тозу төзімділігін, коррозия төзімділігін және басқа да қасиеттерін береді.

Легирлеуші элементтер ретінде хром, марганец, титан, ванадий, молибден, никель, вольфрам және т.б. қызмет етеді. Легирлегіш

элементтерін қаптама құрамына ферроқорытпалар және таза металдар түрінде енгізеді.

Қышқылдағыш компоненттер оксид түрінде тұрған балқытылған металдың бөліктерін қалпына келтіру (қышқылдау) үшін пайдаланылады. Оларға жік металынан темірден артық (болатты пісіру барысында) оттегі мен басқа элементтерге туысты элементтердің оксидін жою қажетті элементтер жатады. Электродтық қаптама құрамына көптеген қышқылдағыштар ферроқорытпа түрінде енгізіледі.

Байланыстырылатын компоненттер қаптама құрамындағы ұнтақ құрағыштарды тығыздау барысында электрод сырығында берік бекілетін біртекті жабысқақ массаға байланыстыру және кептіру мен тесуден кейін берік қаптама болу үшін қолданылады. Көп жағдайда байланыстыратын компоненттер ретінде сұйық шыны ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ ) натрий су ерітіндісі немесе ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ ) калий су ерітіндісі қызмет етеді.

Қорамалық компоненттер – сылау массасына үздік иілімді қасиеттер беретін заттектер (бентонит, каолин, декстрин, слюда және т.б.).

Электродтық қаптамалардың түрлері МЕСТ 9466 — 75 бойынша бекітілген. Келесі электрод түрлері болады: А – қышқыл қапталумен; Б – негізгі қапталумен; Ц – целлюлозды қапталумен; Р – рутил қапталумен; П – басқа да қапталу түрлерімен.

Қаптаудың аралас түрі болғанда оған сәйкес екі белгі пайдаланылады. Егер қаптама құрамында темір ұнтағы 20 % *артық болса*, онда қаптау түрін белгілегенде «Ж» әрпін қосады.

Бір – бірімен пісірілетін жиектерде ылғалдың, май, қабыршақ немесе тоттың болуы, қаптауда ылғалдың болуы, сонымен қатар, доғаның ұзындығын көбейту жік металында кеуектердің пайда болуына әкеледі. Пісіру алдында электродтарды 1 сағат ағымында 350-400 °С температурада қыздыру қажет. Жоғары сапалы жіктерді орындау үшін бұйымды дайындауға қатысты қойылған талаптарды қатал орындау және пісіру процесінің технологиялық тәртібін сақтау қажет. Кейде фторлық – кальцийлық деп аталатын негізді қаптамамен электродтар көміртекті, төмен легирленген және легирленген болаттан жауапты конструкцияларды пісіру үшін арналған.

*Болатты пісіру үшін арналған электродтардың классификациясы және шартты белгілері. Қолмен доғалы пісіруге арналған электродтар стандартта келесі белгілер бойынша топталынады: пісіруге арналған металы бойынша; қаптаманың қалыңдығы мен типі бойынша; жік металының механикалық*

қасиеттері бойынша.

МЕМСТ 9466 — 75 сәйкес электродтың 116 типі шығарылады. Болатты пісіруге және балқытып қаптауға арналған электродтар өзінің арналуына сәйкес келесі класстарға бөлінген: уақыт аралығындағы созылуға қарсылық шегі  $\sigma_b < 600$  МПа ( $60 \text{ кгс/мм}^2$ ), ие көміртекті және төмен легирленген конструкциялық болатты пісіруге арналған — У (шартты белгісі); легирленген конструкциялық болатты пісіруге арналған  $\sigma_b > 600$  МПа — Л; жылутұрақты болатты пісіруге арналған — Т; ерекше қасиеттері бар жоғары легирленген болатты пісіруге арналған — В; ерекше қасиеттері бар жоғарғы қабаттарды балқытып қаптауға арналған — Н. Аталған стандарт электродтардың өлшемін, қаптаудың қалыңдығы мен типін, шартты белгілерін, жалпы техникалық талаптарын, қабылдау ережесі мен сынау әдістерін реттейді.

Пісірудің немесе балқытып қаптаудың кеңістікте мүмкінді бағыттары бойынша электродтар 4 түрге бөлінеді: барлық бағыттарда мүмкін — 1 индекс; тік бағытта жоғарыдан төменге қарайдан басқа бағыттары мүмкін — 2 индекс; тек төменгі, тік жазықтықтағы горизонтальды және төменнен жоғары тік пісіруге ғана болады — 3; төменгі және қайықшадағы төменгі бағыттарда пісіру — 4.

Пісіру немесе қатты қыздыру барысында қолданылатын токтың түрі мен қарама — қарсылығы, сонымен қатар, жиілігі 50 Гц ауыспалы токтың қуат көзінің бос жүрісіндегі кесімді кернеуі бойынша электродтар 1.5 кестесінде көрсетілген түрлерге бөлінеді.

Электродтардың шартты белгілері 1.32. суретінде көрсетілген орындар бойынша деректерді мазмұндауы қажет. Осындай толық шартты белгілер электрод салынған қораптар, бумалар және жәшіктердің этикеткалар немесе маркировка беттерінде көрсетілуі қажет.

Құжаттаманың барлық түрлерінде электродтың маркасы, диаметрі және тобы, сонымен қатар, стандарт (МЕСТ 9466 — 75) белгілері немесе нақты электрод маркасының техникалық жағдайы қамтылған қысқартылған шартты белгілері беріледі.

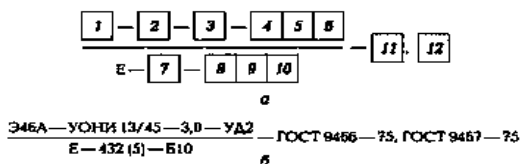
Мысалы, Э46А ( МЕСТ 9467 — 75) типті электродтар үшін, маркасы УОНИ-13/45, диаметрі 3 мм, көміртекті және төмен легирленген болатты У пісіру үшін, қалың қаптауымен Д, 2-ші топты, МЕСТ 9467 — 75 бойынша бекітілген қыздырылған металл және жік металы сипаттамаларын білдіретін 4,3,2 индекс топтары, негізгі қаптауымен Б, барлық кеңістік бағытта пісіру үшін 1, кері қарама — қарсылықтағы 0 тұрақты токта, түрі толық белгіге ие, ал техникалық құжатта қысқартылған белгілері беріледі - УОНИ-

13/45-3,0-2 МЕСТ 9466 — 75 электродтары.

**Кесте1.5. . Пісіру тоғының түрі мен қарама – қарсылығына байланысты  
электродтар түрлерінің белгілері**

| Тұрақты тоқтың ұсынылған қарама – қарсылығы | Ауыспалы тоқтың нәрлендіру көзінің бос жүріс кернеуі,В |             | Электрод белгісі | Тұрақты тоқтың ұсынылған қарама – қарсылығы | Ауыспалы тоқтың нәрлендіру көзінің бос жүріс кернеуі,В |             | Электрод белгісі |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|------------------|
|                                             | кесімді                                                | ауытқу шегі |                  |                                             | кесімді                                                | ауытқу шегі |                  |
| Кері                                        | 50                                                     | +5          | 0                | Кез келген                                  | 70                                                     | +10         | 4                |
|                                             |                                                        |             |                  | Тура                                        |                                                        |             | 5                |
|                                             |                                                        |             |                  | Кері                                        |                                                        |             | 6                |
| Кез келген                                  | 50                                                     | +5          | 1                | Кез келген                                  | 90                                                     | +5          | 7                |
| Тура                                        |                                                        |             | 2                | Тура                                        |                                                        |             | 8                |
| Кері                                        |                                                        |             | 3                | Кері                                        |                                                        |             | 9                |





### 1.32.сурет. MEMST 9466—75 (а) сәйкес көміртекті және төмен легирленген конструкциялық болатты пісіруге арналған қаптамалы электродтардың шартты белгілер құрылымы және Э64А (б) типіндегі электрод белгілеу үлгісі:

1 - электродтың типі; 2 - марка; 3 - диаметр, мм; 4 - электродтардың тағайындалуы; 5 - қаптама қалыңдығының белгіленуі; 6 - электродтар тобы; 7 - MEMST 9467-75, MEMST 10051-75 немесе MEMST 10052-75-терге сәйкес металл жігінің және балқытып қапталған металдың сипаттамаларын белгілейтін индекстер тобы; 8 - қаптама түрінің белгіленуі; 9 - пісіру немесе балқытып қаптаудағы кеңістікте мүмкінді бағыттарының белгіленуі; 10 - тұрақты токтың тегі мен полярлығы және жиілігі 50 Гц ауыспалы токты пісіру доғаның нәрлендіру көзінің бос жүрісінің кернеуі; 11 - MEMST 9467-75 стандарттың белгіленуі; 12 - электродтардың типтеріне стандарттардың белгіленуі.

Конструкциялық болаттарды пісіруге арналған электродтар Э әріппен белгіленеді. Әріптен кейінгі сандармен уақыт аралығындағы үзілуге қарсыласу шамасы көрсетіледі. Кейде сандардан кейін А әрпі қойылады. Ол балқытып қапталған металдың немесе жік металының

пластикалық қасиеттері жоғары екенін білдіреді. Осы типті электродтар тек механикалық қасиеттері мен балқытып қапталған металдағы күкірт пен фосфордың мөлшерімен анықталады ( $\delta_5$ ;  $\sigma_b$ ;  $a_n$ , бұралу бұрышы).

Негізгі химикалық элементтердің ортаңғы мөлшері пайыз түрінде химикалық элементтердің әріптік белгілерінен кейін көрсетілген: А — азот; Б — ниобий; В — вольфрам; Г — марганец; К — кобальт; М — молибден; Н — никель; Р — бор; С — кремний; Т — титан; Ф — ванадий; Х — хром.

*Ерекше сапалары бар сыртқы қабаттарды балқытуға арналған электродтарды белгілеу. МЕСТ 10051 — 75 балқыту жұмыстарына арналған 43 электрод типін реттейді.*

Балқытып қапталған металдың қаттылығын сипаттау үшін екі цифрлық индекстер қарастырылған: бірінші индекс HRC (Роквелл әдісі) бойынша қаттылықты анықтайды: 0 — 19 кем емес; 1 — 19-27; 2 — 28-33; 3 — 34-38; — 39-44; 5 — 45-50; 6 — 51-56; 7 — 57-60; 8 — 61-63; 9 — 63 жоғары. Екінші цифра белгіленген қаттылыққа жету жағдайлары (1 - балқытып қаптаудан кейін, 2 - термиялық өңдеуден кейін).

1.6 кестесінде түрлі болатты пісіруге арналған электродтар сипаттамасы берілген.

1.7. кестесінде шойынды пісіруге арналған электродтар

сипаттамасы ұсынылған.

**Кесте 1.6. Болатты пісіруге арналған жалпы пайдаланылатын электродтар сипаттамасы**

| Электрод түрі                                             | Электрод маркасы | Пісіру сымының маркасы | Тоқтың түрі мен қарама - қарсылығы | Пісіру бағыттары | Балқыту коэффициенті, г/А - ч | Қыздыру тәртібі |            |
|-----------------------------------------------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|------------|
|                                                           |                  |                        |                                    |                  |                               | Температура, °С | Уақыт, мин |
| Көміртекті және төмен легирленген конструкциялық болаттар |                  |                        |                                    |                  |                               |                 |            |
| Э42                                                       | АНО-6М           | Св-08, Св-08А          | Тұрақты және айнымалы              | Барлық бағыттар  | 8,5                           | 180...200       | 60         |
|                                                           | Төменгі          |                        |                                    | 16               | 180...200                     | 60              |            |
|                                                           | ВСЦ-2            |                        | Тұрақты                            | Барлық бағыттар  | 10,5                          | 120... 160      | 60...90    |
|                                                           | ВСЦ-4            |                        |                                    |                  | 10                            | 120... 160      | 60         |
| ЭП42А                                                     | СМ-11            | Св-08, Св-08А          | Тұрақты және айнымалы              | Сондай           | 9,5... 10,5                   | 320... 360      | 60...90    |
|                                                           | УП-1/45          |                        |                                    |                  | 10                            | 350... 370      | 60         |
|                                                           | УП-2/45          |                        |                                    |                  | 10                            | 300... 350      | 60         |
|                                                           | ОЗС-2            |                        | Тұрақты                            |                  | 8,5                           | 250... 300      | 60         |
| ЭП46                                                      | АНО-4            | Св-08, Св-08А          | Тұрақты және айнымалы              | »                | 7,5...8,3                     | 180...200       | 60...90    |
|                                                           | МР-3             |                        |                                    |                  | 8...8,5                       | 150... 180      | 60...90    |
|                                                           | ОЗС-4            |                        |                                    |                  | 8,5...9,2                     | 270... 300      | 20...30    |
|                                                           | АНО-12           |                        |                                    |                  | 8,7...9,5                     | 180...200       | 60         |

|      |                       |                  |                       |                                                            |           |            |           |
|------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|
| Э46  | АНО-14                | Св-08,<br>Св-08А | Сондай                | »                                                          | 8,5...9,5 | 120...200  | 60        |
|      | ВМ-9                  |                  |                       |                                                            | 8,5       | 180        | 60        |
| Э46А | УОНИ-13/45            | Св-08,<br>Св-08А | Тұрақты               | »                                                          | 7,5...9,5 | 350... 400 | 60... 120 |
| Э50А | УОНИ-13/55            | Св-08,<br>Св-08А | »                     | »                                                          | 8,5...9,5 | 350... 400 | 60... 120 |
|      | Тұрақты және айнымалы |                  | 9,5... 10             |                                                            | 400...420 | 60...90    |           |
|      |                       |                  |                       |                                                            | 360...400 | 60...90    |           |
|      |                       |                  |                       |                                                            | 350       | 60         |           |
|      |                       |                  | КД-11                 |                                                            | 9...9,5   | 200... 250 | 60...90   |
|      | ОЗС-18                |                  | Тұрақты               |                                                            |           | 250... 300 | 60...90   |
| Э55  | УОНИ-13/55У           | Св-08,<br>Св-08А | Тұрақты және айнымалы | Арматураны ванналық әдіспен көлденең және тік қиысқан жері | 9,5       | 350... 400 | 60... 120 |
| Э60  | ВСФ-65У               | Св-08,<br>Св-08А | Тұрақты               | Барлық бағыттар                                            | 9...9,5   | 300... 350 | 90... 120 |

|               |          |        |             |        |         |                 |
|---------------|----------|--------|-------------|--------|---------|-----------------|
| Электрод түрі | Электрод | Пісіру | Тоқтың түрі | Пісіру | Балқыту | Қыздыру тәртібі |
|---------------|----------|--------|-------------|--------|---------|-----------------|

|                              | маркасы          | сымының<br>маркасы | мен қарама -<br>қарсылығы   | бағыты              | коэффициен<br>ті, г/А - ч | Температу<br>ра, | Уақыт,<br>мин |
|------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------|------------------|---------------|
| Э60А                         | УОНИ-13/65       | Св-08,<br>Св-08А   | Тұрақты                     | Барлық<br>бағыттар  | 9                         | 350... 400       | 60... 120     |
| Э70                          | ЛКЗ-70           | Св-08,<br>Св-08А   | »                           | Төменгі             | 9,5                       | 320... 350       | 60...90       |
|                              | АНП-2            |                    |                             | Барлық<br>бағыттар  | 9                         | 420... 450       | 120           |
| Э85                          | УОНИ-13/85       | Св-08,<br>Св-08А   | »                           | Барлық<br>бағыттар  | 9,5                       | 350... 400       | 60... 120     |
| <i>Жылу тұрақты болаттар</i> |                  |                    |                             |                     |                           |                  |               |
| Э09М                         | УОНИ-<br>14/45М  | Св-08А             | Тұрақты                     | Барлық<br>бағыттар  | 9...10                    | 300... 350       | 60            |
| Э09МХ                        | УОНИ-<br>14/45МХ | Св-08А             | »                           | Барлық<br>бағыттар  | 10,5                      | 300... 350       | 60            |
|                              | ОЗС-11           |                    | Тұрақты<br>және<br>айнымалы |                     | 8...9                     |                  |               |
| Э09Х1М                       | ЦЛ-30-63         | Св-08ХМ            | Тұрақты                     | Төменгі<br>және тік | 10,4                      | 350              | 60            |

|                                                                        |             |               |         |                  |      |            |         |
|------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|---------|------------------|------|------------|---------|
| Э09Х1МФ                                                                | ЦЛ-20-63    | Св-08ХМФА     | »       | Барлық бағыттар  | 10,3 | 330... 350 | 60      |
| Э10Х3М1БФ                                                              | ЦЛ-26М-63   | Св-08ХМФА     | »       | Сондай           | 10,5 | 330... 350 | 60      |
| <i>Коррозияға берік аустениттік және тотталмайтын хромдық болаттар</i> |             |               |         |                  |      |            |         |
| Э07Х20Н9                                                               | О 3А-8      | Св-04Х19Н9    | Тұрақты | Барлық бағыттар  | 13   | 200... 250 | 60...90 |
| Э08Х20Н9Г2Б                                                            | ЦЛ-11       | Св-07Х19Н10Б  | »       | Сондай           | 11   | 200... 250 | 60...90 |
|                                                                        | ЦЛ-15-1     |               |         |                  | 12   | 350... 450 |         |
| Э08Х19Н10Г2МБ                                                          | ЭА-898/21   | Св-07Х19Н10Б  | »       | »                | 11,5 | 320... 350 | 60...90 |
| Э12Х13                                                                 | УОНИ-10Х13  | Св-06Х14      | »       | Төменгі және тік | 11   | 350... 400 | 60...90 |
| Э10Х17Т                                                                | УОНИ-10Х17Т | Св-10Х17Т     | »       | Барлық бағыттар  | 11   | 350... 400 | 60...90 |
| Э07Х19Н11М3Г2<br>Ф                                                     | ЭА-400/10У  | Св-04Х19Н11М3 | »       | Сондай           | 12   | 320...380  | 60...90 |
| <i>Ыстыққа берік болаттар мен қорытпалар</i>                           |             |               |         |                  |      |            |         |
| Э10Х25Н13Г2                                                            | ОЗЛ-6       | Св-07Х25Н13   | Тұрақты | Барлық бағыттар  | 11,5 | 200...250  | 60...90 |

| Электрод түрі                          | Электрод маркасы | Пісіру сымының маркасы | Токтың түрі мен қарама - қарсылығы | Пісіру қалпы      | Балқыту коэффициенті, г/А • сағ. | Қыздыру тәртібі |            |
|----------------------------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------|------------|
|                                        |                  |                        |                                    |                   |                                  | Температура, °С | Уақыт, мин |
| Э28Х24Н16Г6                            | О 3А-9 А         | Св-30Х25Н16Г7          | Тұрақты                            | Төменгі және тік  | 13,5                             | 300             | 60...90    |
| Э12Х24Н14С2                            | ОЗЛ-5            | Св-10Х20Н15            | »                                  | Барлық бағыттар   | 12,5                             | 300             | 60...90    |
|                                        | ЦТ-17            |                        |                                    |                   | 10,5                             | 350... 400      |            |
| Ыстыққа берік болаттар және қорытпалар |                  |                        |                                    |                   |                                  |                 |            |
| Э09Х16Н8Г3М3Ф                          | ЦТ-1             | Св-06Х19Н9Т            | Тұрақты                            | Барлық бағыттар   | 13                               | 350... 450      | 60...90    |
| Э07Х19Н11М3Г2<br>Ф                     | ЦТ-7             | Св-04Х19Н11М3          | »                                  | Төменгі           | 12                               | 350... 400      | 60...90    |
|                                        | КТИ-5-62         |                        |                                    | Барлық бағыттар   | 12                               | 300... 350      | 120... 180 |
| Э28Х24Н16Г6                            | О 3А-9           | Св-13Х25Н18            | »                                  | Барлық қалыптар   | 13,5                             | 300             | 60...90    |
| Екі қабатты болаттар                   |                  |                        |                                    |                   |                                  |                 |            |
| Э10Х25Н13Г2                            | ЗИО-8            | Св-07Х25Н13            | Тұрақты                            | Барлық қ бағыттар | 13,5                             | 300... 320      | 60...90    |
|                                        | ЦЛ-9             |                        | »                                  | Төменгі           | 11,5                             | 350-400         |            |
|                                        | ЦЛ-25            |                        | »                                  | Төменгі және тік  | 10,5                             |                 |            |

**Кесте 1.7. Шойынды пісіру және балқытуға арналған электродтар сипаттамасы**

| Электрод маркасы | Сырық материалы                          | Ток және қарама - қарсылығы           | Пісіру қалпы             | Балқыту коэффициенті, г/ А-сағ | Қыздыру тәртібі |            | Балқытылған металдың сипаттамасы |
|------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|
|                  |                                          |                                       |                          |                                | Температура, °С | Уақыт, мин |                                  |
| ОМЧ-1            | ПЧЗ маркасындағы шыбықтар                | Тұрақты, (+) электродта және айнымалы | Төменгі                  | 15,2                           | 150...200       | 180...240  | Сұр шойын                        |
| МНЧ-1            | НМЖМц 28-2,5-1,5, МНМц 40-1,5            | Тұрақты, (+) электродта               | Төменгі, тік және төбелі |                                | 150...200       | 90... 120  | Темірникелмысталған қоспа        |
| МНЧ-2            | НМЖМц 28-2,5-1,5                         | Сондай                                | Сондай                   | 11... 12                       | 150...200       | 90... 120  | Сондай                           |
| ОЗЧ-1            | Мыс сымы                                 | »                                     | »                        | —                              | 220             | 30         | »                                |
| ОЗЧ-2            |                                          |                                       | Төменгі және тік         | 13... 14                       | 220             | 60         |                                  |
| АНЧ-1            | Св-04Х19Н9 мыс қаптамасында М2 немесе М3 | Тұрақты, (+) электродта               | Төменгі және тік         | 13... 14                       | 300... 350      | 60         | Мысхром никельденген қоспа       |
| Электрод         | Сырық                                    | Ток және                              | Пісіру қалпы             | Балқыту                        | Қыздыру тәртібі |            | Балқытылған                      |



| маркасы | материалы     | қарама - қарсылығы      |         | коэффициенті, г/ А-сағ | Температура, °С | Уақыт, мин | металдың сипаттамасы                                    |
|---------|---------------|-------------------------|---------|------------------------|-----------------|------------|---------------------------------------------------------|
| ЦЧ-4    | Св-08, Св-08А | Тұрақты, (+) электродта | Төменгі |                        | 200... 220      | 90... 120  | Кескіш құралмен жақсы өңделеді                          |
| ЦЧ-3А   | Св-08Н50      | Сондай                  | »       |                        | 200... 220      | 90... 120  | Қанағаттандырылғық түрінде механикалық өңдеуге беріледі |

**Кестесі 1.8. Мысты қолмен доғалы пісіруге арналған электродтардың техникалық сипаттамалары мен арнаулары**

| Электрод маркасы | Сырық маркасы | Тоқ түрі | Қарама - қарсылығы | Кеңістіктегі орналасуы | Балқыту коэффициенті, г/ А-сағ | Қаптау салмағының коэффициенті | Арнаулы және қосымша ақпарат                                                                                                                                                   |
|------------------|---------------|----------|--------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| АНЦ-1            | БрХ0,7        | =        | Кері               | Төменгі                | 20...24                        | —                              | М1...М3 мыстан көпқабатты жікпен кристаллизаторлар құйма қалыптары мен басқа қалың қабырғалы конструкцияларды пісіру үшін. 15 мм дейін қалыңдықта пісіру қыздырусыз; 15 мм көп |
| АНЦ-2            | М1            |          | Кері               | Төменгі                | 20...24                        |                                |                                                                                                                                                                                |

|               |        |  |      |                       |      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------|--------|--|------|-----------------------|------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |        |  |      |                       |      |  | көбірек —до 250... 350 °С дейін қыздыру                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| АНЦ/<br>ОЗМ-2 | МІ     |  | Кері | Төменгі және құламалы | 17,5 |  | Бұйымдарды 0,01 % дейін оттегімен қамтылған техникалық көзден таза мыстан пісіру және балқыту. Мыстың қалыңдығы 10 мм дейін — пісіру қыздырусыз, 10 мм артық — 150...350 °С қыздыру (бұйымның қалыңдығы және салмағына байланысты). Пісіру алдында электродтарды қыздыру міндетті түрде:350... 370 °С; 2 сағ. Жік металының электр өткізгіштігі техникалық көзден таза мыстың электр өткізгіштігінің 60 % кем емес |
| АНЦ/<br>ОЗМ-3 | МІ, МТ |  | Кері | Төменгі және құламалы | 16,5 |  | Бұйымдарды 0,01 % дейін оттегімен қамтылған техникалық көзден таза мыстан пісіру және балқыту, сонымен қатар, мысты болатпен пісіру үшін. Мыстың қалыңдығы 10 мм дейін пісіру қыздырусыз, 10 мм артық —150... 350 °С дейін қыздыру (бұйымның қалыңдығы және салмағына байланысты).                                                                                                                                 |

| Электрод маркасы | Сырық маркасы | Тоқ түрі | Қарама - қарсылығы | Кеңістіктегі қалпы    | Балқыту коэффициенті, г/ А-ч | Қаптау салмағының коэффициенті, г/см <sup>3</sup> | Арнаулы және қосымша ақпарат                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------|---------------|----------|--------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |               |          |                    |                       |                              |                                                   | Пісіру алдында электродтарды қыздыру міндетті түрде: 350... 370 °С; 2 сағ. Жік металының электр өткізгіштігі техникалық көзден таза мыстың электр өткізгіштігінің 60 % кем емес                                                                                         |
| АНЦ/ОЗМ-4        | М1, мт        | =        | Кері               | Төменгі және құламалы | 14,5                         | —                                                 | Сондай. Мыс негізінде төмен легирленген қоспаларды пісіру және қыздыру мүмкіндігі бар. Жік металының электр өткізгіштігі техникалық көзден таза мыстың электр өткізгіштігінің 50 % кем емес. Пісіру алдында электродтарды қыздыру міндетті түрде: 350... 370 °С; 2 сағ. |
| ЗТ               | М1...М3       | =        | Кері               | Төменгі               | 16,5                         | —                                                 | Қышқылданған мыстан (М1р ... М3р) конструкцияларды пісіру үшін. Электродтар қаптауы көпқабатты жіктерді пісіруде шлактану мүмкіндігін төмендететін кішкентай қалыңдықта болады                                                                                          |
|                  | БрКМЦ3-1      | =        | Кері               | Төменгі және құламалы | 16,5                         | —                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                     |             |   |      |                       |              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|-------------|---|------|-----------------------|--------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Комсомолец          | M1          | = | Кері | Төменгі және құламалы | 13,5... 14,5 | 25 | M1... M3 мыстан және Мц5 қоладан жайма конструкциялар және құбыр желісін пісіру үшін. Жік металының электр өткізгіштігі техникалық көзден таза мыстың электр өткізгіштігінің 20 % кем емес. 5...8 мм қалыңдықта -. 200...300 °C; 10...15 мм қалыңдықта -. 500...600 °C; 20 мм астам - 700... 750 °C температурада қыздырумен пісіру жүреді. Пісіру алдында электродтарды қыздыру міндетті түрде:160... 200 °C; 1 сағ |
| Комсомолец-100      | M1...M3, мт |   | Кері | Төменгі және құламалы | 13,5... 14,5 | 25 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Комсомолец МН и № 2 | M2, M3      |   | Кері | Төменгі және құламалы | 13,5... 14,5 | 25 | Мысты аустениттік хромникелді болатпен пісіру үшін                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Комсомолец МС       | M2, M3      | = | Кері | Төменгі және құламалы | 13,5... 14,5 | 25 | Мысты көміртекті және төмен легирленген болатпен пісіру үшін                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| КОМ-1 и № 1         | M2, M3      | = | Кері | Төменгі және құламалы | —            | —  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| МЛ № 5              | M1...M3     | = | Кері | Төменгі               | —            | —  | Мысты Л63, Л062-1, ЛС59-1 маркалы жезбен пісіру үшін                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Электро<br>д<br>маркасы | Сырық<br>маркасы | Тоқ<br>түрі | Қарама -<br>қарсылығы | Кеңістіктегі<br>қалпы    | Балкыту<br>коэффициенті<br>, г/ А-ч | Қаптау<br>салмағының<br>коэффициент | Арнауы және қосымша ақпарат                                                                                                                                     |
|-------------------------|------------------|-------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ММЗ-1                   | М1...М3          | =           | Кері                  | Төменгі және<br>құламалы | —                                   | 25                                  | 0,01 % дейін оттегімен қамтылған<br>қышқылданған мыстан<br>(М1р...М3р) конструкциялар<br>пісіру үшін. 4 мм астам<br>қалыңдықта - 350...400 °С дейін<br>қыздыру. |
| ММЗ-2                   | М1...М3          | =, ~        | Кері                  | Төменгі және<br>құламалы | 12                                  | 25                                  |                                                                                                                                                                 |
| ЭМ-1                    | М1               | =           | Кері                  | Төменгі және<br>құламалы | —                                   | 25                                  |                                                                                                                                                                 |
| № 6                     | М1...М3          | =           | Кері                  | Төменгі және<br>құламалы |                                     |                                     | Мыстан 20 мм қалыңдықтағы<br>конструкцияларды пісіру үшін.                                                                                                      |

*Мысты қолмен доғалы пісіруге арналған электродтар.* Мысты пісіруге арналған электродтар созылған сым немесе дөңгелек созылған және престелген шыбықтардан дайындалады. Мыстан және мыс негізіндегі қорытпалардан жасалған пісіру сымы мен шыбықтар МЕМСТ16130 — 90 регламенттеледі.

Аталған стандарт мыс сымының үш маркасын (М1, М1р и МСр1) және шыбықтың екі маркасын (М1р, М2р) қарастырады.

Мысты пісіру үшін маркасы БрКМц 3-1 и БрХ 0,7 (МЕМСТ 16130 — 90) қоладан жасалған сымды пайдаланумен электродтар дайындалады және қолданылады. Сортамент бойынша пісіру сымының диаметрі 0,8 мм -ден 8 мм- ге дейін дайындалады, бұл ретте түрлі маркалар үшін стандартпен қарастырылған диаметр диапазоны әртүрлі.

Мысты қолмен имектеп пісіруге арналған электродтардың техникалық сипаттамасы және арнауы 1.8. кестесінде көрсетілген.

*Алюминийлі қорытпаларды қолмен доғалы пісіруге арналған электродтар.* Техникалық таза алюминийді, силумин және АМц қорытпаларын пісіруге арналған электродтарды дайындау үшін құрамы негізгі металға ең жақын сым маркасы таңдалады. Электродтық сырық пісіру сымының 15 маркасының сортаменті, химиялық құрамын (4 марка алюминийді пісіруге және 11 марка – алюминий қорытпаларын пісіруге арналған) регламенттейтін МЕСТ 7871—75 бойынша созылған және престелген сымнан дайындалады.

Алюминийді доғалы пісіруге арналған электродтардың технологиялық сипаттамалары мен арнауы 1.9. кестесінде берілген.

Пісіру сымы. Болатты пісіруде негізінде сымның 75 маркасын дайындауды қарастыратын МЕМСТ 2246 — 70 бойынша суықтай созылған пісіру сымы пайдаланылады. Легирлеу деңгейіне байланысты пісіру сымы МЕМСТ 2246 — 70 бойынша төменкөміртекті, легирленген және жоғарылегирленген болып бөлінеді. Төменкөміртекті сым 6 маркалы дайындалады. Жоғарылегирленген сым 39 маркалы дайындалады.

Арнауына байланысты болаттан жасалған пісіру сымы пісіруге (балқыту) және электрод дайындауға арналған сым (шартты белгісі Э) болып бөлінеді. Арнауы бойынша бөлінуі электрод дайындауға арналған сым диаметрі бойынша қатаң шектік ауытқулармен шартталған.

Тұтынушы талабы бойынша сым электршлакты (Ш) немесе вакуум – доғалы (ВД) қайта балқыту жолымен, немесе вакуум – индукциялық (ВИ) пешінде балқытылған болаттан дайындалуы қажет. МЕСТ 2246 — 60 бойынша ұсынылатын сымдардың химиялық құрамы 1.10. кестесінде берілген.

Алюминий және алюминий қорытпаларынан дайындалатын пісіру сымы. Алюминий және алюминий қорытпаларын пісіруде негізінде созылған және алюминийден жасалған престелген пісіру сымын пайдаланады.

**1.9 Кесте. Алюминий және алюминий қоспаларын қолмен электрдоғалы пәсәруге арналған электродтардың технологиялық сипаттамасы және қызметі**

| Электрод маркасы | Сырық маркасы | Тоқ түрі | Қарама - қарсылығы | Кеңістіктегі бағыты     | Балқыту коэффициенті, $\frac{b}{A \cdot 100}$ | Қызметі және қосымша мәлімет                                                                                                                                                             |
|------------------|---------------|----------|--------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОЗА-1            | СвА5, АД1     | =        | Кері               | Төменгі                 | 6,2...6,5                                     | Техникалық тазалығы АД, АД0, АД1 және басқа алюминийден конструкциялар пісіру үшін.                                                                                                      |
| ОЗАНА-1          | СвА5          | =        | Кері               | Төменгі және вертикалды | 8,0                                           | Қалыңдығы 6...8 ысытуы 200°С дейін. Қалыңдығы 10 ысытуы 350°С дейін. Қысқа доғалы электродтың көлденең ауытқусыз пісіру.                                                                 |
| АФ-4аКр          | СвА5, АД1     | =        | Кері               | Төменгі                 | 7,5...7,8                                     | Пісіру процессінде шлакты болатты щеткамен алып тастау, ал пісіруден кейін мұқият ыстық сумен шаю және түкті щеткамен тазалау. Пісіру алдында электродтарды дайындау 150...200°С, 1 сағ. |

|                               |                                |   |      |                                        |       |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|--------------------------------|---|------|----------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЭА-1<br>(ЭАл-1)<br>(№18)      | СвА5, АД1,<br>СвА97            | = | Кері | Төменгі және<br>шектеулі<br>вертикалды | -     | Тазалығы жоғары алюминий<br>үшін де барлығы жоғарыда<br>жазылғандай. Жік<br>тығыздығы мен тотқа<br>қарсылығы жағынан жоғары                                                                                                       |
| МВТУ (№ 7Л)                   | СвАМц                          | = | Кері | Төменгі                                | —     | АМц и АМцС қорытпаларынан<br>конструкцияларды пісіру үшін                                                                                                                                                                         |
| 48-АЭ-1                       | СвАМг5,<br>СвАМг6,<br>СвАМг6 1 |   | Кері | Төменгі                                |       | (АМг1... АМг6) алюминий – магнийлі<br>қорытпалардан конструкциялар пісіру<br>және А1—Мд (АЛ13, АЛ22, АЛ29<br>және басқа) негізінде қорытпаларынан<br>құймадағы дефектерді бітеу үшін<br>Пісіруді қыздырусыз жүргізу<br>ұсынылады. |
| ВАМИ (№ 19)                   | СвА5                           | = | Кері | Төменгі                                | 6..7  | Техникалық алюминий, АМц, АМцС<br>қорытпалары және АМг1... АМг61<br>алюминий қорытпаларынан<br>конструкцияларды пісіріп пісіру                                                                                                    |
|                               | СвАМц                          | = | Кері | Төменгі                                | 6...7 |                                                                                                                                                                                                                                   |
|                               | СвАМг3,<br>СвАМг6 1            | = | Кері | Төменгі                                | 6...7 |                                                                                                                                                                                                                                   |
| А1, А1Ф<br>(18А), А2, №<br>21 | СвАМц                          | = | Кері | Төменгі                                |       | АМц, АМцС қорытпалары және<br>алюминий – кремнийлі (АЛ2, АЛ4,<br>АЛ9, АЛ9-1, АК7 және басқа)<br>қорытпаларынан құймадағы дефектерді<br>бітеу үшін                                                                                 |
|                               | СвАК5                          |   | Кері | Төменгі                                |       |                                                                                                                                                                                                                                   |



|                            |                 |   |      |         |  |                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------|-----------------|---|------|---------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МАТИ-1 (№ 20), С1 (№ 15 А) | СВАК5, АЛ4, АЛ5 | = | Кері | Төменгі |  | Құйма бөлшектерді пісіру және балқыту, сонымен қатар, алюминий – кремнийлі (АЛ2, АЛ4, АЛ9, АЛ9-1, АК7 және басқа) қорытпаларынан құймадағы дефектерді бітеу үшін. МАТИ-2 маркалы электродтар техникалық алюминийден бұйымдарды |
|----------------------------|-----------------|---|------|---------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Электрод маркасы | сырық маркасы   | Тоқ түрі | Қарама - қарсылығы | Кеңістіктегі бағыты | Балқыту коэффициенті, г/ А-сағ | Қаптау салмағының коэффициенті,                                                              |
|------------------|-----------------|----------|--------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| МАТИ-2 (№ 25)    | СВАК5, АЛ4, АЛ5 | =        | Кері               | Төменгі             | —                              |                                                                                              |
|                  | СВА5            | =        | Кері               | Төменгі             | —                              |                                                                                              |
| ОЗА-2            | СВАК5           | =        | Кері               | Төменгі             | 6,2...6,5                      |                                                                                              |
| ВИАМ-2           | СВАМц, СВАМг3 — | =        | Кері               | Төменгі             | —                              | АМц, АМцС қорытпаларынан және АМг1... АМг61 алюминий қоспаларынан конструкциялар пісіру үшін |
| ВИАМ-3           |                 | =        | Кері               | Төменгі             | —                              |                                                                                              |
| ВИАМ-11 (№ 11 А) |                 | =        | Кері               | Төменгі             | —                              |                                                                                              |

|                        |          |   |      |         |       |                                                                                                                                                         |
|------------------------|----------|---|------|---------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ВИАМ-12 (№ 12 А)       | СВАМГб 1 | = | Кері | Төменгі | —     |                                                                                                                                                         |
| № 1Л(1),<br>№ 2Л, № 16 | СВАК5    |   | Кері | Төменгі | 6...7 | Легирленбеген алюминийден конструкциялар пісіру және құймадағы ақауларды бітеу. № 16 маркалы электродтар таза алюминийді пісіруде уақ кеуектер құрайды. |

|             |       |   |      |         |   |                                                                                     |
|-------------|-------|---|------|---------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| № ЮЛ, № 13Л | СВАК5 | = | Кері | Төменгі | — | Алюминий – кремнийлі қорытпалардан АВ, АД31және басқа) конструкцияларды пісіру үшін |
|-------------|-------|---|------|---------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|

|         |       |   |      |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------|-------|---|------|---------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОЗАНА-2 | СВАК5 | = | Кері | Төменгі және<br>тік | 8 | <p>АЛ-4, АЛ-9, АЛ-11 типті алюминий – кремнийлі қорытпаларынан құймадағы ақауларды бітеу және бөлшектерді қыздырып балқыту.</p> <p>Қалыңдығы 10 мм артық металды пісіруді 200 °С қыздыру арқылы жүргізу керек. Электродты пісіру алдында қыздыру - 150 °С, 0,5 сағ</p> |
|---------|-------|---|------|---------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**1.10. кесте. . Болатты пісіруге арналған сымның химиялық құрамы, салмағы**  
**%**

| Сым маркасы          | C           | Si          | Mn           | Cr    | Ni           | Mo          | Ti           | S          | P     | Басқа элементтер |
|----------------------|-------------|-------------|--------------|-------|--------------|-------------|--------------|------------|-------|------------------|
|                      |             |             |              |       |              |             |              | Артық емес |       |                  |
| Төмен көміртекті сым |             |             |              |       |              |             |              |            |       |                  |
| СВ-08                | <0,10       | <0,03       | 0,35...0,60  | <0,15 | <0,30        | —           | —            | 0,040      | 0,040 | <0,01А1          |
| СВ-08А               | <0,10       | <0,03       | 0,35...0,60  | <0,12 | <0,25        | —           | —            | 0,030      | 0,030 | <0,01А1          |
| СВ-08АА              | <0,10       | <0,03       | 0,35...0,60  | <0,10 | <0,25        | —           | —            | 0,020      | 0,020 | <0,01А1          |
| СВ-08ГА              | <0,10       | <0,06       | 0,80...1,10  | <0,10 | <0,25        | —           | —            | 0,025      | 0,030 | —                |
| СВ-ЮГА               | <0,12       | <0,06       | 1,10...1,40  | <0,20 | <0,30        | —           | —            | 0,025      | 0,030 | —                |
| СВ-10Г2              | <0,12       | <0,06       | 1,50... 1,90 | <0,20 | <0,30        | —           | —            | 0,030      | 0,030 | —                |
| Легирленген сым      |             |             |              |       |              |             |              |            |       |                  |
| СВ-08ГС              | <0,10       | 0,60...0,85 | 1,40... 1,70 | <0,20 | <0,25        | —           | —            | 0,025      | 0,030 | —                |
| СВ-12ГС              | <0,14       | 0,60...0,90 | 0,80...1,10  | <0,20 | <0,30        | —           | —            | 0,025      | 0,030 | —                |
| СВ-08Г2С             | 0,05...0,11 | 0,70...0,85 | 1,80...2,10  | <0,20 | <0,25        | —           | —            | 0,025      | 0,030 | —                |
| СВ-ЮГН               | <0,12       | 0,15...0,35 | 0,90... 1,20 | <0,20 | 0,90... 1,20 | —           | —            | 0,025      | 0,030 | —                |
| СВ-08ГСМТ            | 0,06...0,11 | 0,40...0,70 | 1,00... 1,30 | <0,30 | <0,30        | 0,20...0,40 | 0,05... 0,12 | 0,025      | 0,030 | —                |
| СВ-15ГСТЮЦА          | 0,12...0,18 | 0,45...0,85 | 0,60... 1,00 | <0,30 | <0,40        | —           | 0,05... 0,20 | 0,025      | 0,025 | 0,20... 0.50А1;  |

|             |       |       |       |        |       |        |       |        |              |       |       |                 |       |       |                                         |
|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------------------------------|
|             |       |       |       |        |       |        |       |        |              |       |       |                 |       |       | 0,05...<br>0,15Zr;<br>»0,06Ce           |
| CB-20ГСТЮА  | 0,17. | .0,23 | 0,60. | .0,80  | 0,90. | . 1,20 | <0    | ,30    | <0,40        |       |       | 0,10...<br>0,20 | 0,025 | 0,025 | 0,20...<br>0,50Al;<br>0,30...<br>0,50Ce |
| CB-18ХГС    | 0,15. | .0,22 | 0,90. | . 1,20 | 0,80. | . 1,10 | 0,80. | .1.10  | <0,30        |       |       | —               | 0,025 | 0,030 | —                                       |
| CB-ЮНМА     | 0,07. | .0,12 | 0,12. | .0,35  | 0,40. | .0,70  | <0    | ,20    | 1,00... 1,50 | 0,40. | .0,55 | —               | 0,025 | 0,020 | —                                       |
| CB-08МХ     | 0,06. | .0,10 | 0,12. | .0,30  | 0,35. | .0,60  | 0,45. | .0,65  | <0,30        | 0,40. | .0,60 | —               | 0,025 | 0,030 | —                                       |
| CB-08ХМ     | 0,08. | .0,10 | 0,12. | .0,30  | 0,35. | .0,60  | 0,90. | .1,20  | <0,30        | 0,50. | .0,70 | —               | 0,025 | 0,030 | —                                       |
| CB-18ХМА    | 0,15. | .0,22 | 0,12. | .0,35  | 0,40. | .0,70  | 0,80. | .1,10  | <0,30        | 0,15. | .0,30 | —               | 0,025 | 0,025 | —                                       |
| CB-18ХНМ    | <0    | ДО    | 0,12. | .0,35  | 0,50. | .0,80  | 0,70. | .0,90  | 0,80...      | 0,25. | .0,45 |                 | 0,025 | 0,030 |                                         |
|             |       |       |       |        |       |        |       | 1,20   |              |       |       |                 |       |       |                                         |
| CB-08ХМФА   | 0,08. | .0,10 | 0,12. | .0,30  | 0,35. | .0,60  | 0,90. | . 1,20 | <0,30        | 0,50. | .0,70 |                 | 0,025 | 0,025 | 0,15...<br>0,30 V                       |
| CB-ЮХМФТ    | 0,07. | .0,12 | <0    | 35     | 0,40. | .0,70  | 1,40. | . 1,80 | <0,30        | 0,40. | .0,60 | 0,05...<br>0,12 | 0,030 | 0,030 | 0,20...<br>0,25V                        |
| CB-08ХГ2С   | 0,05. | .0,11 | 0,70  | ..,96  | 1,70. | .2,10  | 0,70. | .1,00  | <0,25        |       |       | —               | 0,025 | 0,030 | —                                       |
| CB-08ХГСМА  | 0,06. | .0,10 | 0,45. | .0,70  | 1.15. | . 1,45 | 0,85. | .1.15  | <0,30        | 0,40. | .0,60 | —               | 0,025 | 0,025 | —                                       |
| CB-10ХГ2СМА | 0,07. | .0,12 | 0,60. | .0,90  | 1,70. | .2.10  | 0,80. | .1.10  | <0,30        | 0,40. | .0,60 | —               | 0,025 | 0,025 | —                                       |
| CB-08ХГСМФА | 0,06. | .0,10 | 0,45. | .0,70  | 1.20. | . 1,80 | 0,95. | .1,25  | <0,30        | 0,50. | .0,70 | —               | 0,025 | 0,025 | 0,20...0,25V                            |

| Сым маркасы  | C           | Si          | Mn           | Cr           | Ni           | Mo          | Ti          | S        | P     | Басқа элементтер                |
|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|----------|-------|---------------------------------|
|              |             |             |              |              |              |             |             | Көп емес |       |                                 |
| СВ-04Х2МА    | <0,06       | 0,12...0,35 | 0,40...0,70  | 1,80...2,20  | <0,25        | 0,50...0,70 | —           | 0,020    | 0,025 | —                               |
| СВ-13Х2МФТ   | 0,10...0,15 | <0,35       | 0,40...0,70  | 1,70...2,20  | <0,30        | 0,40...0,60 | 0,05...0,12 | 0,030    | 0,030 | 0,20...0,25V                    |
| СВ-08Х3Г2СМ  | <0,10       | 0,45...0,75 | 2,00...2,50  | 2,00...3,00  | <0,30        | 0,30...0,50 | —           | 0,030    | 0,030 | —                               |
| СВ-08ХМНФБА  | 0,06...0,10 | 0,12...0,30 | 0,35...0,60  | 1.10...1.40  | 0,65...0,90  | 0,80...1,00 |             | 0,020    | 0,025 | 0,20...0,35 V;<br>0,16...0,23Nb |
| СВ-08ХН2М    | <0,10       | 0,12...0,30 | 0,55...0,85  | 0,70... 1,00 | 1,40... 1,80 | 0,20...0,40 | —           | 0,025    | 0,030 | —                               |
| СВ-10ХН2ГМТ  | 0,07...0,12 | 0,12...0,30 | 0,80... 1,10 | 0,30...0,60  | 1,80...2,20  | 0,40...0,60 | 0,05...0,12 | 0,025    | 0,030 | —                               |
| СВ-08ХН2ГМТА | 0,09...0,11 | 0,12...0,30 | 0,80... 1,10 | 0,25...0,45  | 2,10...2,80  | 0,25...0,45 | 0,05...0,12 | 0,020    | 0,030 | —                               |
| СВ-08ХН2МЮ   | 0,09...0,11 | 0,25...0,55 | 1,00... 1,40 | 0,70...1,10  | 2,00...2,50  | 0,40...0,75 | —           | 0,020    | 0,030 | 0,06...0Д8А1                    |
| СВ-08ХН2Г2СМ | 0,09...0,11 | 0,40...0,70 | 1,50... 1,90 | 0,70... 1,00 | 2,00...2,50  | 0,45...0,65 | —           | 0,020    | 0,030 | 0,06...0Д8А1                    |
| СВ-08Н3      | <0,08       | <0,30       | 0,40...0,70  | <0,30        | 3,00...3,50  | —           | —           | 0,025    | 0,030 | —                               |
| СВ-10Х5М     | <0,12       | 0,12...0,35 | 0,40...0,70  | 4,00...5,50  | <0,30        | 0,40...0,60 | —           | 0,025    | 0,030 | —                               |

| Жоғары легирленген сым |             |              |              |                |               |              |                 |       |       |                                       |
|------------------------|-------------|--------------|--------------|----------------|---------------|--------------|-----------------|-------|-------|---------------------------------------|
| СВ-12ХЦНМФ             | 0,08...0,15 | 0,25...0,55  | 0,55...0,65  | 10,50... 12,00 | 0,60...0,90   | 0,60...0,90  | —               | 0,025 | 0,030 | 0,25...0,50V                          |
| СВ-ЮХЦНВМФ             | 0,08...0,13 | 0,30...0,60  | 0,35...0,65  | 10,50... 12,00 | 0,80... 1,10  | 1,00... 1,30 |                 | 0,025 | 0,030 | 0,25...<br>0,50V;<br>1,00...<br>1,50W |
| СВ-13Х13               | 0,09...0,14 | 0,30...0,70  | 0,30...0,70  | 12,00... 14,00 | <0,60         | —            | —               | 0,025 | 0,030 | —                                     |
| СВ-20Х13               | 0,16...0,24 | <0,60        | <0,60        | 12,00... 14,00 | —             | —            | —               | 0,025 | 0,030 | —                                     |
| СВ-08Х14               | <0,18       | 0,30...0,70  | 0,30...0,70  | 13,00... 15,00 | <0,60         | —            | —               | 0,025 | 0,030 | —                                     |
| СВ-08Х14ГНТ            | <0,10       | 0,25...0,65  | 0,90... 1,30 | 12,50... 14,50 | 0,40...0,90   | —            | 0,60...<br>1,00 | 0,025 | 0,030 | —                                     |
| СВ-10Х17Т              | <0,12       | <0,80        | <0,70        | 16,00... 18,00 | <0,60         | —            | 0,20...<br>0,50 | 0,025 | 0,025 | —                                     |
| СВ-13Х25Т              | <0,15       | <1,00        | <0,80        | 23,00... 27,00 | <0,60         | —            | 0,20...<br>0,50 | 0,025 | 0,025 | —                                     |
| СВ-01Х19Н9             | <0,03       | 0,50... 1,00 | 1,00...2,00  | 18,00... 20,00 | 8,00... 10,00 | —            | —               | 0,015 | 0,025 | —                                     |
| СВ-04Х19Н9             | <0,06       | 0,50... 1,00 | 1,00...2,00  | 18,00... 20,00 | 8,00... 10,00 | —            | —               | 0,018 | 0,025 | —                                     |
| СВ-08Х 16Н8М2          | 0,06...0,10 | <0,60        | 1,50...2,00  | 15,00... 17,00 | 7,00...9,00   | 1,50...2,00  | —               | 0,018 | 0,025 | —                                     |
| СВ-08Х 18Н8Г2Б         | 0,05...0,10 | 0,30...0,70  | 1,80...2,30  | 17,50... 19,50 | 8,00...9,00   | —            | —               | 0,018 | 0,025 | 1,20... 1,50<br>Nb                    |
| СВ-07Х18Н9ТЮ           | <0,09       | <0,80        | <2,00        | 17,00... 19,00 | 8,00... 10,00 | —            | 1,00...<br>1,40 | 0,015 | 0,020 | 0,60... 0,75<br>Al                    |

| Сым маркасы    | C           | Si           | Mn          | Cr            | Ni            | Mo          | Ti          | S        | P     | Басқа элементтер     |
|----------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|----------|-------|----------------------|
|                |             |              |             |               |               |             |             | Көп емес |       |                      |
| СВ-06Х19Н9Т    | <0,08       | 0,45... 1,00 | 1,00...2,00 | 18,00...20,00 | 8,00...10,00  | —           | 0,50...1,00 | 0,015    | 0,030 | —                    |
| СВ-04Х19Н9С2   | <0,06       | 2,00...2,75  | 1,00...2,00 | 18,00...20,00 | 8,00...10,00  | —           | —           | 0,018    | 0,025 | —                    |
| СВ-08Х19Н9ФС2  | <0,10       | 1,30... 1,80 | 1,00...2,00 | 18,00...20,00 | 8,00...10,00  | —           | —           | 0,025    | 0,030 | 1,80...,2,40 V       |
| СВ-05Х19Н9Ф2С  | <0,07       | 1,30... 1,80 | 1,00...2,00 | 18,00...20,00 | 8,00...10,00  | —           | —           | 0,025    | 0,030 | 2,20...,2,70 V       |
| СВ-07Х19Н10Б   | 0,06...0,09 | <0,70        | 1,50...2,00 | 18,50...20,50 | 9,00...10,50  | —           | —           | 0,018    | 0,025 | 1,20... 1,50 Nb      |
| СВ-08Х18Н10Г2Б | 0,05...0,10 | 0,20...0,45  | 1,80...2,20 | 18,50...20,50 | 9,50...10,50  | —           | —           | 0,020    | 0,030 | 0,30... 1,30 Nb      |
| СВ-06Х19Н10М3  | <0,08       | 0,30...0,80  | 1,00...2,00 | 18,00...20,00 | 9,00...11,00  | 2,00...3,00 | 0,50...0,60 | 0,018    | 0,020 | —                    |
| СВ-08Х19Н10М3  | <0,10       | <0,60        | 1,00...2,00 | 18,00...20,00 | 9,00...11,00  | 2,00...3,00 | —           | 0,018    | 0,025 | 0,80... 1,30 Nb      |
| СВ-08Х19Н11М3  | <0,06       | <0,60        | 1,00...2,00 | 18,00...20,00 | 10,00...12,00 | 2,00...3,00 | —           | 0,018    | 0,025 | —                    |
| СВ-08Х20Н9ФБС  | <0,07       | 0,90... 1,50 | 1,00...2,00 | 18,00...20,00 | 8,00...10,00  |             |             | 0,020    | 0,030 | 1,00... Nb 0,20... V |



|                  |             |             |        |             |                |                |                |             |             |       |       |                                   |
|------------------|-------------|-------------|--------|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------|-------|-----------------------------------|
| СВ-08Х20Н11М3ТБ  | <0,08       | 0,50.       | . 1,00 | <0,80       | 19,00...21,00  | 10,00.         | .12,00         | 2,50...3,00 | 0,60...1,10 | 0,018 | 0,030 | 0,80...0,90 Nb                    |
| СВ-10Х20Н15      | <0,12       | <0,80       |        | 1,00...2,00 | 19,00...22,00  | 14,00.         | . 16,00        | —           | —           | 0,018 | 0,025 | —                                 |
| СВ-07Х28Н12Г2Т   | <0,09       | 0,30.       | .1,00  | 1,50...2,50 | 24,00... 26,50 | 11,00.         | .13,00         | —           | 0,60...1,00 | 0,020 | 0,030 | —                                 |
| СВ-Х25Н12ТЮ      | <0,08       | 0,60.       | .1,00  | <0,80       | 24,00... 26,50 | 11,50.         | .13,50         | —           | 0,60...1,00 | 0,020 | 0,030 | 0,40...0,80 А1                    |
| СВ-07Х25Н13      | <0,09       | 0,80.       | .1,00  | 1,00...2,00 | 23,00... 26,00 | 12,00.         | . 14,00        | —           | —           | 0,018 | 0,025 | —                                 |
| СВ-08Х25Н13ВТЮ   | <0,10       | 0,80.       | .1,00  | <0,35       | 24,00... 26,00 | 12,00.         | . 14,00        |             | 0,50...0,80 | 0,020 | 0,030 | 0,70...1,10 Nb;<br>0,40...0,90 А1 |
| СВ-18Х25Н18      | <0,15       | <0,50       |        | 1,00...2,00 | 24,00... 26,50 | 17,00...20,00  |                | —           | —           | 0,015 | 0,025 | —                                 |
| СВ-06Х20Н19Г7Т   | <0,10       | 0,50.       | .1,00  | 5,00...8,00 | 18,50...22,00  | 8,00..         | 10,00          | —           | 0,50...0,90 | 0,018 | 0,035 | —                                 |
| СВ-08Х21Н10Г6    | <0,10       | 0,20...0,70 |        | 5,00...7,00 | 20,00...22,00  | 9,00..         | 11,00          | —           | —           | 0,018 | 0,035 | —                                 |
| СВ-30Х25Н16Г7    | 0,25...0,33 | <0,30       |        | 6,00...8,00 | 24,50... 27,00 | 15,00.         | . 17,00        | —           | —           | 0,018 | 0,030 | —                                 |
| СВ-10Х16Н25АМ6   | 0,08...0,12 | <0,60       |        | 1,00...2,00 | 15,00.         | . 17,00        | 24,00... 27,00 | 5,50...7,00 | —           | 0,018 | 0,025 | 0,10...0,20N                      |
| СВ-08Х16Н25М6АФ  | <0,08       | <0,40       |        | 1,00...2,00 | 15,00.         | . 17,00        | 24,00... 27,00 | 5,50...7,00 |             | 0,018 | 0,018 | 0,70...1,40 V;<br>0,10...0,20N;   |
| СВ-01Х23Н28М3ДЗТ | <0,03       | <0,55       |        | <0,55       | 22,00...25,00  | 26,00... 29,00 |                | 2,50...3,00 | 0,50...0,90 | 0,018 | 0,030 | 2,50...3.50 Сн;                   |

| Сым маркасы      | C           | Si    | Mn           | Cr             | Ni             | Mo           | Ti           | S        | P     | Баска<br>элементтер   |
|------------------|-------------|-------|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------|-------|-----------------------|
|                  |             |       |              |                |                |              |              | Көп емес |       |                       |
| Св-30X15H35B3B3T | 0,27...0,33 | <0,60 | 0,50... 1,00 | 14,00... 16,00 | 34,00... 36,00 |              | 0,20... 0,70 | 0,015    | 0,025 | .3.50 W;<br>.3.50 Nb; |
| Св-08H50         | <0,10       | <0,50 | <0,50        | <0,30          | 48,00...53,00  | —            | —            | 0,020    | 0,030 | —                     |
| Св-06X15H60M15   | <0,08       | <0,50 | 1,00...2,00  | 14,00... 16,00 | Нер.           | 14,0... 16,0 | —            | 0,015    | 0,015 | <4,0 Fe               |

Ескерту: 1. Сым маркасының шартты белгілері Св индекстен (пісіру) және одан кейін тұратын цифрлар мен әріптерден тұрады. Индекс Св – дан кейін тұратын цифрлар пайыздың жүздеген үлесіндегі көміртектің ортаңғы мөлшерін көрсетеді. Сым металындағы химиялық элементтер келесі әріптермен белгіленеді: А — тек жоғарылегирленген сымдағы азот; Б — ниобий; В — вольфрам; Г — марганец; Д — мыс; М — молибден; Н — никель; С — кремний; Т — титан; Ф — ванадий; Х — хром; Ц — цирконий; Ю — алюминий. 2. Химиялық элементтердің әріптік белгілерінен кейінгі цифрлар элементтің орта көлемдегі мөлшерін білдіреді, %. Шағын көлемдегі элементтердің әріптік белгілерінен кейін цифрлар қойылмайды. А әрпі төменкөміртекті және легирленген сым маркалары белгілерінің соңында күкірт пен фосфор мөлшері бойынша металдың көтеріңкі тазалығын білдіреді. Св-08АА маркалы сымда қосарланған А әрпі күкірт пен фосфор мөлшері Св-08А маркалы сымға қарағанда төмен екенін көрсетеді!

14 маркалы сымды дайындауды қарастыратын МЕМСТ 7871 —75 бойынша алюминий қоспалары. Алюминий қорытпаларын пісіруге арналған сымдардың негізгі маркаларының химиялық құрамы 1.11. кестесінде берілген.

Мыс және оның негізінде қорытпалардан жасалған пісіру сымы. Мыс және оның қорытпаларын пісіруде, дәнекерлеу, балқытуда МЕМСТ 16130 — 72 бойынша мыс негізіндегі мыс және қорытпалардан жасалған пісіру сымы мен шыбықтар пайдаланылады. Мыс және оның негізінде қорытпалардан жасалған сым мен шыбықтардың химиялық құрамы 1.12. кестесінде берілген

**Балқыту арқылы пісіруге арналған флюстер.** Балқыту арқылы пісіруге арналған флюстерге жалпы талап қатары ұсынылады:

- доғаның жануы мен пісіру процесінің тұрақты түрде жүруін қамтамасыз ету;
- пісіру жік металының берілген химиялық құрамын және олардың қасиеттерін алу;
- қождың жақсы қалыптасуын қамтамасыз ету;
- жікті жарықсыз және қож қосындыларының көлемі және ұсақ кеуектілік аз мөлшерде (ұйғарынды) болуын қамтамасыз ету;
- қож қабатының жік бетінен тез айырылуын қамтамасыз ету.

Флюстердің кейбір құрамдары 1.13. кестесінде берілген. Легирленген болатты пісіру барысында флюспен реакцияға түсу есебінен металдың қышқылдануын кеміту үшін  $\text{SiO}_2$  и  $\text{MnO}$  Концентрациясы шектелген флюстер қолданылады. Бұндай флюстердің кейбір үлгілері 1.14. кестесінде берілген.

Газды пісіруге арналған флюстерді (1.5. кестесі) алюминий мен легирленген шыбықшаны пісіру процесінде енгізеді немесе алдын ала пісірілетін бұйымның жиегіне су немесе спиртке езген паста ретінде жағылады.

Сондай ақ электрқожды пісіруге арналған флюстерге де спецификалық талаптар қойылады, соның ішінде олардың электрөтімділігі сапасына қатысты (бұл пісіру процесінің қалыпты болуын және ваннада қажетті жылу бөлінуін қамтамасыз етеді) және жабысқақтық (майысқақтығы төмен қысқа шлактар шлак қабығын кристаллизациялау барысында қалыптастырушы құралдарды бұйымнан қысып алуда сұйық шлак ағып кететін жарықтар құрайды).

Кейбір жағдайда электрқожды процестер үшін айтарлықтай төмен температурада электрөтімділігі жеткілікті флюстерді қолдану орынды. Әдетте қомақты  $\text{TiO}_2$  ие флюстер.1.16. кестесінде электрқожды пісіруге арналған осындай маркасы АН-25 арнайы флюстің және кейбір басқа флюстердің құрамы берілген.

**1.11. Кесте. Алюминий және оның қорытпаларын пісіруге арналған  
сымдардың химиялық құрамы (МЕМСТ 7871—75], масс. %**

| Марка       | Al     | Легирлеуіш элементтер |             |                   |                |             |                 |              | Басқа<br>элементтер,<br>артық емес |
|-------------|--------|-----------------------|-------------|-------------------|----------------|-------------|-----------------|--------------|------------------------------------|
|             |        | Мд                    | Мп          | Fe                | Si             | Ti          | Be              | Zr           |                                    |
| СВА97       | >99,97 | —                     | —           | —                 | —              | —           | —               | —            | 0,03                               |
| СВА85Т      | Қал.   | —                     | —           | —                 | —              | 0,20...0,50 | —               | —            | 0,08                               |
| СВА5        | >99,5  | —                     | —           | 0,20...0,35       | 0,10...0,25    | —           | —               | —            | 0,05                               |
| СВАМЦ       | Қал.   | —                     | 1,0... 1,5  | 0,30...0,50       | 0,20...0,40    | —           | —               | —            | 1,35                               |
| СВАМГ3      | Қал.   | 3,2...3,8             | 0,3... 0,6  | —                 | 0,5...0,8      | —           | 0,002... 0,005  | —            | 0,85                               |
| СВАМГ4      | Қал.   | 4,0...4,8             | 0,5... 0,8  | —                 | Cr 0,05...0,25 | 0,05...0,15 | 0,002... 0,005  | —            | 1,15                               |
| СВАМГ5      | Қал.   | 4,8...5,8             | 0,5... 0,8  | —                 | —              | 0,10...0,20 | 0,002... 0,005  | —            | 1,4                                |
| СВ1557      | Қал.   | 4,5...5,5             | 0,2...0,6   | Cr<br>0,07...0,15 | —              | —           | 0,002...0,005   | 0,2...0,36   | 0,6                                |
| СВАМГ6      | Қал.   | 5,8...6,3             | 0,5...0,8   | —                 | —              | 0,10...0,20 | 0,002...0,005   | —            | 1,2                                |
| СВАМГ63     | Қал.   | 5,8...6,8             | 0,5...0,8   | —                 | —              | —           | 0,002...0,005   | 0,15...0,35  | 1,15                               |
| СВАМГ6<br>1 | Қал.   | 5,5...6,5             | 0,8... 1,1  | —                 | —              | —           | 0,0001...0,0003 | 0,002...0,12 | 1,15                               |
| СВАК5       | Қал.   | —                     | —           | —                 | 4,5...6,0      | 0,10...0,20 | —               | —            | 1,0                                |
| СВАКЮ       | Қал.   | —                     | —           | —                 | 7,0... 10,0    | —           | —               | —            | U                                  |
| СВ1201      | Қал.   | Cr<br>0,6...0,8       | 0,20...0,40 | V<br>0,05...0,15  | —              | 0,10...0,20 | 0,0001...0,0008 | 0,1...0,25   | 0,3                                |

### 1.12. Кесте. Мыс және оның қорытпаларын пісіруге арналған сымдардың химиялық құрамы

| Марка             | Си          | Легирлеуіш элементтер |            |            |            |            |            |             |                  |            |
|-------------------|-------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------------|------------|
|                   |             | Мп                    | Si         | Fe         | Ni         | Sn         | Ag         | Ti          | Cr               | Zr         |
| МСрІ              | 98,5...99   | —                     | —          | —          | —          | —          | 0,8... 1,2 | —           | —                | —          |
| МНЖКТ5- 1-0,2-0,2 | Қал.        | 0,3...0,8             | 0,15...0,3 | 1,0... 1,4 | 0,15...0,5 | —          | —          | 0,1...0,3   | —                | —          |
| Бр. Х0,7          | Қал.        | —                     | —          | —          | —          | —          | —          | —           | 0,4... 1,0       | —          |
| Бр. НХТ           | Қал.        | —                     | —          | —          | 0,5...0,8  | —          | —          | 0,05...0,15 | 0,15...0,35      | —          |
| Бр. НЦр           | Қал.        | —                     | —          | —          | 0,3...0,5  | —          | —          | —           | —                | 0,4...0,8  |
| Бр. НЦрТ          | Қал.        | —                     | —          | —          | 0,5...0,8  | —          | —          | 0,1...0,2   | —                | 1,4... 1,6 |
| ЛК62-0,5          | 60,5...63,5 | —                     | 0,3...0,7  | —          | —          | —          | —          | —           | —                | Oct. Zn    |
| ЛКБ062-0,2-0,5    | 60,5...63,5 | —                     | 0,1...0,3  | —          | —          | 0,3...0,7  | —          | —           | 0,01...0,03<br>в | Oct. Zn    |
| ЛОК59-1-0,3       | 58...60     | —                     | 0,2...0,4  | —          | —          | 0,7... 1,1 | —          | —           | —                | Oct. Zn    |

**1.13.кесте. Азкөміртекті және кейбір конструкциялық аз легирленген  
болатты пісіруде қолданылатын кейбір флюстер**

| Флюс<br>маркасы | Флюстің химиялық құрамы, % салм. |             |                  |                 |              |                                |                               |                                |                  |      |                                |      |      |
|-----------------|----------------------------------|-------------|------------------|-----------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|------|--------------------------------|------|------|
|                 | SiO <sub>2</sub>                 | MnO         | CaF <sub>2</sub> | CaO             | MgO          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | түю <sub>2</sub> | FeO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | S    | P    |
|                 | Артық емес                       |             |                  |                 |              |                                |                               |                                |                  |      |                                |      |      |
| ОСЦ-45          | 38,0...44,0                      | 38,0...47,0 | 6,0...9,0        | <6,5            | <2,5         | <5,0                           | —                             | —                              | —                | —    | 2,0                            | 0,15 | 0,15 |
| АН-348А         | 41,0...44,0                      | 34,0...38,0 | 4,0...5,5        | <6,5            | 5,5...7,5    | <4,5                           | —                             | 0,1...0,3                      | —                | —    | 2,0                            | 0,15 | 0,12 |
| АН-348АМ        | 41,0...44,0                      | 34,0...38,0 | 3,5...4,5        | <6,5            | 5,5...7,5    | <4,5                           | —                             | 0,1...0,3                      | —                | —    | 2,0                            | 0,15 | 0,12 |
| ОСЦ-45М         | 38,0...44,0                      | 38,0...47,0 | 6,0...9,0        | <6,5            | <2,5         | <5,0                           | —                             | —                              | —                | —    | 2,0                            | 0,15 | 0,10 |
| ФЦ-9            | 37,0...42,0                      | 36,0...41,0 | 2,0...3,0        | <5,0            | <2,0         | 9,0... 13,0                    | —                             | —                              | —                | 1,5  | —                              | 0,15 | 0,10 |
| ЛПИ-609         | 33,0...40,0                      | 35,0...40,0 | <2,5             | 4,5...<br>6,0   | <2,0         | 9,0... 12,0                    | 0,4...<br>0,8                 | —                              | 1,5...6,0        | <1,5 | —                              | 0,15 | 0,15 |
| АН-51           | 31,0...33,0                      | 5,0... 6,5  | 7,0...8,5        | 12,0...<br>15,0 | 14,0... 17,0 | 21,0...23,0                    | —                             | —                              | 1,5...2,5        | 1,5  | —                              | 0,15 | 0,05 |

### 1.14 Кесте. Легирленген болаттарды пісіруге арналған флюстері

| Флюс<br>маркасы | Флюстің химиялық құрамы, % салм |           |                  |          |          |                                |                                         |          |      |      |
|-----------------|---------------------------------|-----------|------------------|----------|----------|--------------------------------|-----------------------------------------|----------|------|------|
|                 | SiO <sub>2</sub>                | MnO       | CaF <sub>2</sub> | CaO      | MgO      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O +<br>Na <sub>2</sub> O | FeO      | S    | P    |
|                 |                                 |           |                  |          |          |                                |                                         | Көп емес |      |      |
| АН-10           | 20...23                         | 29...33   | 18...24          | 3...7    | <1,2     | 19...21                        | 0,4...0,6                               | 1,2      | 0,15 | 0,20 |
| АН-15           | 24...29                         | 1,8...2,2 | 20...22          | 14... 18 | 9... 10  | 22...25                        | —                                       | 0,8      | 0,03 | 0,03 |
| 480Ф-10         | 9...12                          | <0,5      | 35...46          | <8,0     | 11... 14 | 28...34                        | —                                       | 1,5      | 0,05 | 0,05 |



**1.15. кесте. Жеңіл металдар мен қорытпаларды газды пісіру үшін флюстер құрамы, %**

| Компонент       | Флюс маркасы                   |         |      |      |     |     |     |                              |     |     |
|-----------------|--------------------------------|---------|------|------|-----|-----|-----|------------------------------|-----|-----|
|                 | Алюминий және қорытпалары үшін |         |      |      |     |     |     | Магний және қорытпалары үшін |     |     |
|                 | АФ-1А                          | АН-А201 | ВАМИ | КМ-1 | № 1 | № 2 | № 3 | № 1                          | № 2 | № 3 |
| Хлорлы натрий   | 28                             | —       | 30   | 20   | 33  | 19  | 41  | —                            | 40  | —   |
| Хлорлы калий    | 50                             | —       | 50   | 45   | 45  | 29  | 51  | —                            | —   | —   |
| Хлорлы литий    | 14                             | 15      | —    | —    | 15  | —   | —   | —                            | 40  | —   |
| Хлорлы барий    | —                              | 70      | —    | 20   | —   | 48  | —   | 15                           | —   | —   |
| Фторлы натрий   | 8                              | —       | —    | 15   | —   | —   | 8   | —                            | —   | —   |
| Фторлы кальций  | —                              | —       | —    | —    | —   | 4   | —   | 7                            | 20  | 15  |
| Фторлы литий    | —                              | 15      | —    | —    | —   | —   | —   | 31                           | —   | 19  |
| Фторлы калий    | —                              | —       | —    | 7    | —   | —   | —   | —                            | —   | —   |
| Фторлы алюминий | —                              | —       | —    | —    | —   | —   | —   | 33                           | —   | —   |
| Фторлы магний   | —                              | —       | —    | —    | —   | —   | —   | —                            | —   | 25  |
| Фторлы барий    | —                              | —       | —    | —    | —   | —   | —   | —                            | —   | 33  |
| Криолит         | —                              | —       | 20   | —    | —   | —   | —   | 14                           | —   | 5   |
| Магний оксиді   | —                              | —       | —    | —    | —   | —   | —   | —                            | —   | 3   |

**1.16 кесте. Электрқожды пісіруге арналған кейбір флюстер**

| Флюс маркасы | Флюстің химиялық құрамы, % масс. |                                |        |     |                  |                  |     |     |     |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------|--------|-----|------------------|------------------|-----|-----|-----|
|              | SiO <sub>2</sub>                 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO    | MgO | CaF <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | FeO | S   | P   |
|              | Көп емес                         |                                |        |     |                  |                  |     |     |     |
| АН-25        | 6...9                            | —                              | 12. 15 | 2.4 | 33...40          | 33...40          | —   | 0,1 | 0,1 |
| АН-30        | —                                | 35                             | —      | —   | 65               | —                | —   | —   | —   |
| 480Ф-6       | —                                | —                              | 20     | —   | 80               | —                | —   | —   | —   |

**Инертті қорғаушы газ.** Металл және қорытпалар қатарының сапалары жоғары температурадағы оттегі, жиірек азот пен сутегінің әсерінен біраз нашарлайды. Бұндай әсерді жоюдың кең таралған тәсілдерінің бірі инертті газ атмосферасында пісіру болып табылады. Бұл жағдайда реакциялық пісіру кеңістігін қорғау мүмкіндігін ауаны ығыстыратын қорғаушы инертті газдың ағынымен жүзеге асыруға болады немесе берілген құрам атмосферасы құрылған арнайы камерада пісіру процесін жүргізу. Ең әмбебап қорғаушы газ ретінде аргон және гелий болып табылады.

Гелий табиғи газдан оларды сұйылту және алдын ала оларды қосындылардан (тотық, көміртек қос тотығы, метан және басқа көмірсутегі) тазарту арқылы өндіріледі. Азот қосындыларынан тазарту терең суыту арқылы жүзеге асады. Пісіруде қолданылатын жоғарғы таза және техникалық гелийде аз мөлшерде азот, сутегі, оттегі, көмірсутегі, неон және ылғал қалады.

Ауада аргонның көлемі біраз қомақты (0,9325% о. немесе 1,2862% к.), сондықтан оның өнеркәсіп өндірісі ауадан алуға негізделген. Бұл ретте оны ауаның негізгі құраушыларынан бөліп алу бөлу колонналарында ректификация әдістерімен жүреді. Сонымен алынған «шикі» аргон құрамында біраз қосындылар саны болады, соның ішінде оттегі. Өрі қарай тазалау катализаторлар қатысуымен оттегіне сутегін жалынсыз қосу арқылы жүзеге асады. Таза аргонда қосындылар ретінде азот, оттегі және ылғалдың азғана мөлшері қалады.

Аргон — түссіз, улы емес газ, ауадан бір жарым еседей ауыр. Элементтердің көп қатарымен аргон химиялық байланысты жасамайды. Металда аргон сұйық түрінде де, қатты түрінде де ерітілмейді. Түрлі – түсті қоспаларды пісіру үшін түрлі тазалықтағы аргон қажет болатындықтан, ол үш маркада шығарылады. (1.17. кестесі)

А маркалы аргон белсенді және сирек металл және олардың қорытпаларын (Ti, Zr, Nb) пісіру үшін пайдалану ұсынылады; Б маркалы – магний, алюминий негізінде пісіру үшін; В маркалы – тотталмайтын, қызуға берік және қабыршақтануға берік болаттар үшін.

Көміртекті легирленген болатты балқымалы электродпен пісіру үшін құрамында 1-5% O<sub>2</sub> бар аргон қажет. Бұндай аргон В маркалы аргон құрамына жақын құраммен шығарылады.

1.17. кесте. Газ құраушы аргон компоненттерінің жалпы үлесі, % (МЕМСТ 10157-79)

| Марка | Аргон, кем емес | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | Ылғалдық |
|-------|-----------------|----------------|----------------|----------|
|       |                 | Артық емес     |                |          |
| А     | 99,99           | 0,003          | 0,01           | 0,03     |
| Б     | 99,96           | 0,005          | 0,04           | 0,03     |
| В     | 99,90           | 0,005          | 0,10           | 0,03     |

1.18. кесте. Гелий құраушыларының масалық үлесі (ТУ-51-689-75)

| Сұрып        | Кем емес | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | Көмір сутегі | Ne <sub>2</sub> |
|--------------|----------|----------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|
|              |          | Артық емес     |                |                |              |                 |
| Жоғарғы таза | 99,985   | 0,0025         | 0,005          | 0,002          | 0,003        | 0,002           |
| А            | 99,950   | 0,008          | 0,02           | 0,005          | 0,007        | —               |

Өнеркәсіпте аргонмен салыстырғанда гелий аз көлемде қолданылады. Гелий көптеген элементтермен химиялық қосындыларға бірікпейді. Гелий түссіз, иіссіз және дәмсіз газ, улы емес, қатты денелер арқылы жақсы диффузияланады, ауа мен аргоннан біраз жеңіл. Гелийді негізінде оларды сұйылту арқылы табиғи газдардан алады. Пісіру үшін жоғары таза және А сұрыпты гелий қолданылады (1.18. кестесі).

**Химиялық белсенді қорғаушы газдар.** Кейбір жағдайда доғалы пісіруде келешек ұтымды болып, бастысы балқымалы электродпен, химиялық белсенді қорғаушы газдарды пайдалану болып табылады. Соның ішінде, кең таралған белсенді қорғаушы газ – көмірқышқылды газ CO<sub>2</sub>. Фтор – кальций типті қаптамаған электродтармен пісіру барысында бөлінген газды фаза CO<sub>2</sub> (карбонаттар ыдырауынан) және металл буынан тұрады. Бұл газды фаза ауаның негізгі массаларын ысырады, металды азоттанудан қорғайды, алайда кейбір қышқылдануына әкеледі (ең алдымен CO<sub>2</sub> диссоциациялау есебімен), бұл ретте ашытқышты тиімді енгізу оған жол бермейді. Бұл идея балқымалы жалаң электродпен доғалы механикаланған пісіру барысында қорғаушы ретінде көмірқышқыл газды пайдалану арқылы жүзеге асты. Бұл жерде доғаға кіретін жалаң электродтық сымды қапсырған жанарғы шүмегінен (мунштук) пісірудің реакциялық аумағынан ауаны жеткілікті деңгейде ысыратын CO<sub>2</sub> ағыны ағады. Ағынның бұл қорғаушы сапалары, бұрын айтылғандай, газдың физикалық сапаларына тәуелді, соның ішінде оның тығыздығы мен ауа тығыздығының ара қатысы.

Көмірқышқыл газдың тығыздығы жеткілікті жоғары, шамамен 1,5 есе ауа тығыздығынан артық, бұл көмірқышқыл газының азғантай шығынын ескере отырып, доғаның реакциялық кеңістігін ауадан қорғауды қамтамасыз етеді. Қорғау деңгейін балқытылған металда азот үстелуінің өзгеруінен анықталады, жік металындағы соңғы көлемі мен сымдағы бастапқы көлемін салыстыру.

Көмір қышқылы нормадағы қысым бойынша я газ күйінде,  $-78,9^{\circ}\text{C}$  температурасында қатты түрінде (құрғақ мұз) болады. Сұйық қалпында оны жоғары қысым нәтижесінде алуға болады. Пайдаланушы тұтынушылар үшін оның сұйық түрі ыңғайлы. Сұйық көмір қышқылы түссіз. Оның салыстырмалы салмағы қысым мөлшері байланысты өзгереді.

1 л сұйық көмір қышқылының  $0^{\circ}\text{C}$  температурасында және 760 мм қысым өлшемінде булану барысында 506,8 л газ алынады. Нормалық қысымда баллонның 67,5 % көлемін алатын 40 л су сиымдылығы бар стандарт баллонға 25 кг сұйық көмір қышқылы құйылады және буланғанда  $12,5\text{ м}^3$  газ береді.

Сонымен қатар, инертті қорғаушы газдарды пайдалануда кейде көмірқышқылды газға қосындылар қосу пайдалы болып табылады. Сонымен, қорғаушы көмірқышқылды газға оттегі пайдалы қосынды болады.

Электродтық сымдардың сәйкес құрамында  $\text{CO}_2$  мен 10 тіпті 20 % оттегі қосындылары Жапония және кейбір басқа да елдерде кең қолданылады. Және бұл жерде аталған қосындылар атмосфераның жоғары дымқылдығы жағдайында пісіру тұрақты сапаларды қамтамасыз етеді. Бұл қосындылар негізінде инертті газбен қосындылар алынатын амалдарымен алынады.

Доғалы пісіруде белсенді қорғаушы газдардың ішінен қазіргі уақытта кең таралған көмірқышқылды газ және оттегі қосындыларымен оның қоспалары.

Пісіру материалдарын жеткізу, сақтау және дайындау ережелері. Мысталған қаптауымен сым тікбұрышты қима орамында жеткізіледі. 1,6...3,0 мм диаметрлі сымдар үшін талап етілетін орам өлшемі тапсырыс жасалғанда келісіледі. Орамдағы сым (шарғы, кассета) шатыспаған қатарларға оралған және таратылып немесе босатылып кетуге жол бермеу үшін тығыз байланған бір кесіндіден тұру керек.

Сым қаптауы таза және тегіс болуы, жарықсыз, қабыршақсыз, майысусыз, жапырылусыз, тотсыз, майланбаған және басқа да ластануы болмауы керек. Сым қаптауында сызық іздер болуы мүмкін (соның ішінде тартылу), сызаттар, жергілікті бұдыршақтар және кейбір майысқан жерлер. Көрсетілген кемшіліктер тереңдігі сым диаметрі бойынша шекті ауытқудан аспау қажет.

Тұтынушының келісімімен Св-18ХГС и Св-18ХМА маркалы сымды коррозиядан қорғау үшін жанармайда жақсы ерітілген нейтралды

маймен тегіс қабатпен майлау рұқсат беріледі.

Жоғары легирленген сым өңделген және ағартылған қалпында немесе инертті атмосферада термиялық өңдеуден кейін ашық, ашық – бұлыңғыр немесе сұр қаптауымен, ешқандай майдың ізісіз жеткізілуі керек.

Алюминий қоспаларын пісіруге арналған сымды өңдеуден кейін оның беті жылтыр бұдырлық параметрі  $Ra < 2,5$  мкм МЕМСТ 2789 — 73 бойынша болуы керек. Оралған сымның сыртқы қатары 100 мм диаметрлі шарғының сыртқы шеттерінен 5-7 мм қашықтықта және 200; 300 және 430 мм диаметрлі шарғының сыртқы шеттерінен 10-12 мм қашықтықта болуы керек.

Шарғыдағы сым бір кесіндіден тұруы керек. Бір пісірілген сымдардың түйіс жіктерінің пісірілуіне жол беріледі, бұл ретте пісіру жеріндегі сым стандарт талабын қанағаттандыру қажет. Орамдағы сымның беті таза болуы керек; жарықсыз, қабыршақсыз, майысусыз, жапырылусыз, қылаусыз және тік майысусыз болуы керек.

Сым оралған шарғылар химиялық өңдеуден кейін индикатор және қоршаған ауаның дымқылдығын 30 мин ағымында кемінде 20 % -ға герметизациялайтын сорғытылған селикагель ұнтағының бақылау пакетімен полиэтилен қаптарына салынады. Герметизацияланған полиэтилен қаптары шарғылармен картон, пластмасса және ағаш жәшіктерге қапталады.

Электрод қаптамаларында ауадан ылғалдықты алатын кальций, органикалық компоненттер және басқа гигроскопиялық қосындылары бар. Ылғалданған электродтармен пісіргенде доғаның жану тұрақтылығы нашарлайды, жік тесік пен жарық жасайтын диффузиялық сутегімен толықтайды. Қаптамада дымқылдықтың болуына қоршаған ортаның ылғалдығы мен температурасы, сонымен қатар, электродтардың ауада болу ұзақтығы әсер етеді. Сондықтан, оларды герметикалық қаптамада сақтау керек.

Ресейлік стандарт бойынша электродтарды жеткізуге рұқсат берілген:

- герметикалық пластмасса қораптарында (пеналдарда);
- орама қағазға қапталған электродтар будасы салынған герметикалық металдан жасалған қораптарда;
- полиэтилен жұқа қабықпен герметикалық жабылған, картоннан жасалған қораптарда;
- ылғалға төзімді қағазға оралған және картон қораптарына салынған будаларда;

Электрод салмағы будада 3; 5 и 8 кг аспауы керек, сәйкес диаметрі 2,5; 3...4 және жоғары 4,0 мм

Электродпен әр қорап немесе буда келесі шартты белгілер көрсетілген заттаңбамен қамтылуы қажет:

қолдану саласы;

- электрод диаметрі және пісіру мен балқытып қаптаудың кеңістіктегі қалпына байланысты пісіру тоғының тәртібі;
- пісіру мен балқытып қаптауды орындаудың ерекше шарттары;
- электродтардың шартты белгілерінде көрсетілмеген жік металының, балқытып қапталған металдың және пісіру жалғасының механикалық және арнайы сапалары;
- пайдалану алдында қаптамадағы ылғалдықтың ұйғарынды деңгейі;
- электродтарды қайталап қыздыру тәртібі.

Атап өткен деректер (екі бастапқы позициялардан тыс) электродтың нақты маркасына сай стандартқа және техникалық шарттарға сәйкес келуі керек. Электродтармен будалар және қораптар қалыңдығы 4 мм картоннан, ағашталшықты плиталардан немесе ағаштан жасалған жәшіктерге салынуы керек. Көрсетілген материалдардан жәшіктерде орналасу орындарының Брутто салмағы сәйкес 32, 50 и 80 кг. аспауы қажет. Бұдан басқа, оларды жәшіктелген металдан жасалған жабық типті тұғырықтарға және ірі габаритті ағаш жәшіктерге орналастыруға болады. Бұл жағдайда брутто салмағы 1100 кг аспауы керек, қаптама биіктігі – 600 мм. Өндіруші мен тұтынушының келісімі бойынша электродтармен будалар және қораптарды, оларды толық салу және қабат аралық сөрелерді қондыру шартымен, әрі әр қабаттың биіктігі 600 мм аспауы керек, әмбебап ортатонналық контейнерлерге орналастыруға жол беріледі.

Әр жәшікке (тұғырық) «Абайла, сыңғыш!» және «Ылғалдықтан сақта» манипуляциялық белгілері бар транспорттық белгі орналастырады, ал бір бүйіржағына электродтармен буда және қораптарға арналған аналогиялық заттаңба жапсырылады.

Электродтың әр партиясы МЕСТ 9466—75 талаптарына және стандартқа немесе аталған маркалы электродтың техникалық шарттарына сәйкес екенін куәландыратын сертификатпен қамтылады. Сертификат мазмұнында келесі қамтылады:

- өндірушінің атауы немесе тауарлық белгісі;
- электродтың шартты белгілері;
- партия нөмірі және дайындау мерзімі;
- килограммдағы партияның нетто салмағы;
- стандарт және техникалық шартты белгілері көрсетілген электрод білігі сымының маркасы;
- балқытып қапталған металдың нақты химиялық құрамы;
- нақты маркалы электродтың қабылдау – тапсыру сипаттамасы болатын жік металының, балқытып қапталған металдың немесе пісіру жалғасының механикалық және арнайы қасиеттері (сипаттама) көрсеткіштерінің нақты мағынасы.

Доғалы пісіру үшін барлық қорғаушы газдар әр маркаға және баллон ішіндегі газдың химиялық құрамына өндіруші сертификаты берілген болат баллондарда сақталады және тасымалданады.

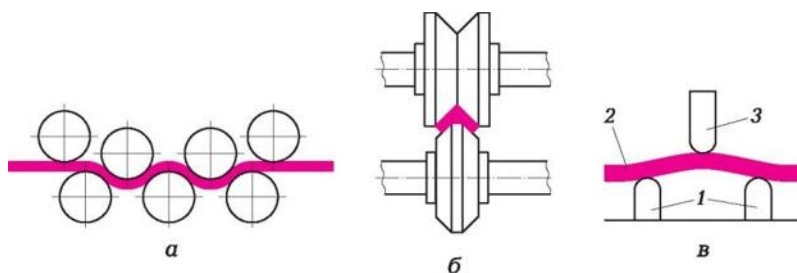
## **1.10. МЕТАЛЛДЫ ПІСІРУГЕ ДАЙЫНДАУ ЕРЕЖЕСІ**

Пісіру конструкцияларын дайындау технологиясы бірнеше жүйелі орындалатын операцияларды құрайды.

Негізгі операциялар дайындау (18-24%), жинау (10-32 %), пісіру (14-27 %) және өңдеу (5-13 %) операциялары болып саналады. Өңдеу операцияларына бақылау операциялары, термиялық және механикалық өңдеу, бояу және орау (қаптау ) жатады.

Пісіру конструкцияларын дайындау кезінде әр түрлі технологиялық әдістермен алынған өзара байланысты дайындамалар мен түйіндерді (тораптарды), атап айтқанда, құйманы, шыңдалғыны, қалыптауды, престелген дайындамаларды, иленген (табақ және профильді) бөлшектерді біріктіруге тура келеді.

Түзеу. Металлургиялық зауыттар дұрыс емес металлды жеткізгенде, сондай-ақ тасымалдау кезінде деформациялар пайда болғанда табактық илеуге түзетуді (ақаулықтарды жоюды) талап етеді.



1.33. Сурет Табақты және профильді элементтерді түзеу сызбасы :  
*a* — табақты түзеу біліктерінде ; *б* — бұрышты түзеу біліктерінде; *в* — прессте ; 1 — тіректер; 2 — профиль; 3 — итергіш

Түзеу жергілікті пластикалық деформацияларды жасаумен және суық күйде жүргізіледі. Табақтардың толқындылығын және қалыңдығы 0,5мм-ден 50 мм болатын қиығын жою үшін көпбілікті машиналар (біліктері бесеуден асатын) кеңінен қолданылады. Түзету шахматтық тәртіпте орналасқан біліктердің үстіңгі және астыңғы қатарлары арасына табақтарды жіберу кезінде көпеселік июмен жүргізіледі. Қалыңдығы 0,5 мм кем болатын табақтар пресстердегі немесе арнаулы созығыш машиналардағы қосымша аспаптар арқылы созу арқылы түзетіледі.

Табақ немесе кеңтілкемді болаттың орактәрізділігі шектеулі дәрежеде түзетуге беріледі. Оны шұңқыр (ойыс) жиектерге шығаратын төсемелерді қолдану арқылы көпбілікті табақтүзегіш біліктермен орындайды.

Ұсақ және орта сұрыпты, сондай-ақ, профильді илеу (прокат) табақ түзеу принципі бойынша жұмыс істейтін роликті машиналармен жұмыс істейді. (1.33 б), Қостанбалар мен швеллерлер үшін бұндай тәсіл тек кедергінің аз кезіндегі жазықтығына түзеу үшін пайдаланылады. Басқа жазықтыққа түзету жұдырықшалы типтегі түзету-ию пресстеріне июмен орындалады. (1.33 сурет) 3 Итергіштің тұрақты жүрісі кезінде 2 профилдің берілетін деформациясы 1 тіректер арасындағы қашықтықты өзгерту арқылы орындалады. Пресстерде 50 мм қалыңдықпен қалыңтабақты прокат түзетеді.

Суық деформациялау металлдың созылмалдығын азайтумен орындалады. Сондықтан әбден деформацияланған талшықтардың салыстырмалы қалдық ұзаруын шектеу қажет.

Суық жағдайда түзетілетін қисаюлардың шекті мәндері анықталады.



Біліктерде түзетулерге түйіспе жіктермен пісірілген екі немесе бірнеше табақтардан дайындалған пісіру дайындамалары тартылады. Пісіріле қосылған зонаның пластикалық деформациясын шектеу үшін пісіру жігінің дөңестілігі минимальды болуға тиіс. Бірқатар жағдайларда дөңестілікті жою кеңес етіледі.

Белгілеу Жеке белгі көп еңбекті қажет етеді. Белгі жою өнімді болады. Алайда арнаулы белгілеу шаблондарын дайындау әрдайым экономикалық жөн бола бермейді. Оптикалық әдіс белгіленетін беткі жаққа жобаланатын сызба бойынша шаблонсыз белгі қоюға мүмкіндік береді. Пневмокернері бар белгілеу-таңбалау машинасы  $\pm 1$  мм. Ақаулығы кезінде 8-10 м/мин дейінгі жылдамдықпен белгі белгілеуді жүргізеді. Осы машиналарда бағдарламалық басқару қолданылады. Илеуді (прокаты) өлшеп, кесуге арналған құралдарды, сондай-ақ, басқарудың бағдарламалық жүйесі бар жылумен кесуге арналған машиналарды пайдалану белгіні белгілемей жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

**Жиектерді кесу және өңдеу.** Қалыңдығы 40 мм болатын табақтардан тіксызықты жиектері бар бөлшектерді кесу гильотинді қайшылармен орындалады. Кесілетін парақ тірекке дейін жоғарғы және төмен пышақтар арасында қотталады және қысқышпен қысылады. Жоғарғы пышақ табақты қыса отырып, уатады (түйрейді) Өлшемнің ауытқуы әдетте белгілеу бойынша кесу кезінде  $\pm(2,0-3,0)$  мм және тірек бойынша кесу кезінде  $\pm(1,5-2,5)$  мм құрайды. Дәнекерлей отырып, жиекті қиғаштаумен тікелей кесуді арнаулы қайшыларды пайдалана отырып, жасауға болады. Гидроцилиндрді қосу кезінде теңселетін пышақ ұсатғыш алдымен пышақтың көмегі арқылы тікелей кесе отырып, осьті айнала өтеді. Пышақ ұстағыш тірегі детальдің шығынды жеріне жеткен кезде реттелетін тіректен қысқышты әкете отырып, басқа осьтің айналасынан бірге айналады. Пышақ қиғаш кеседі.

*Дискілік қайшылар* қалыңдығы  $S = 20,25$  мм болатын ирексызықты жиектермен табақтық бөлшектерді кесуге мүмкіндік береді. параллелді жиектерімен берілген ені бар табақтық дайындаманы алу үшін дискілік пышақтарды бір-бірінен берілген қашықтықта екі-екеуден орналастырған жөн болады.

Қайшымен кесу кезінде металл айтарлықтай пластикалық деформацияға ұшырайды. Егер кескіштің жиегі бұдан кейін пісіру зонасына түсіп, толығымен қайта балқытылатын болса, онда қосымша өңдеу қажет болмайды. Егер осы жиек бос қалатын болса және конструкция ауыспалы жүктемелер кезінде жұмыс істейтін болса, онда созылып деформацияланған металдың қабатын кейінгі механикалық өңдеу кезінде алып тастаған жөн болады.

Фасонды илемді (прокаты) бойлай кесу үшін фасондық пышақтары бар пресс-қайшылар немесе дискілік аралар пайдаланылады. Кейбір жағдайларда тегіс дискімен кесуде үйкеуді немесе контактілік-доғалық балқытуды пайдаланады.

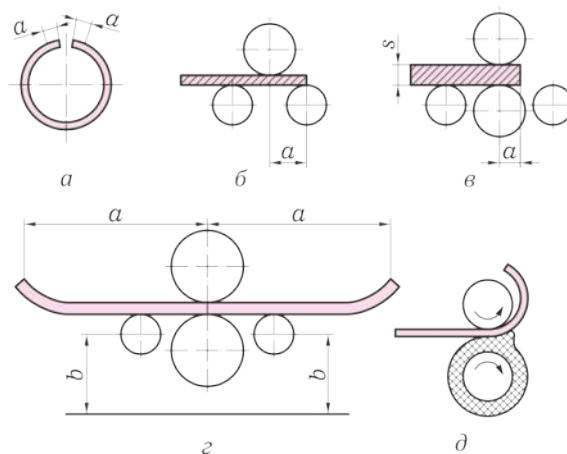
Қайшымен қиюмен салыстырғанда бөлгіш термиялық кесудің

өнімділігі аз, бірақ жан-жақты. Ол тіксіздікті және қисықсыздықты кескіннің әр түрлі қалыңдықтағы болат дайындамасын кесу үшін қолданылады. Газжалынды оттекті кесумен қатар дерліктей кез-келген металлдар мен қорытпаларды өңдеуге мүмкіндік беретін плазмалық-доғалық кесулер жиі қолданылады. Плазманы құрайтын газ ретінде қысылған ауаны пайдалану экономикалық басымдылықты ғана емес, техникалық басымдылықты береді. Әсіресе, төмен және жоғары қалыңдықтағы (60 мм дейінгі) болатты кесудің жоғары сапасы кесудің үлкен жылдамдығымен үйлесетін болады. Ауа-плазмалық кесудің кемшілігі пісіру кезінде кеуектерді құрауы мүмкін. Жиектердің беткі қабатының азотпен толуы қанығуы болып табылады. Сондықтан, жиектерді көп жағдайда болат қылшақтармен тазартады немесе қосымша механикалық өңдеуге тартады. Ауа-плазмалық кесумен дайындалған жиектер бойынша пісіру кезінде жіктердегі кеуектерді болдырмау жиектерді тазартусыз-ақ та орындала алады, алайда бұл жағдайда техникалық ұсыныстардың нақты сақталуы талап етіледі. Оттеппен кескенге кейін дәнекермен жиектерді тазарту әдетте қажет болмайды.

Табақтарды қолмен және жартылай автоматпен кесу әдетте белгі бойынша орындалады, автоматты ауқымды сызба бойынша копир құрылғылары арқылы немесе бағдарламалық басқаруы бар машиналармен орындалады.

Термиялық кесуді жиектердің қиғаштығын жасау кезінде қолданады. Егер осы операция бөле кесумен үйлесетін болса, онда жиекті мұқалта отырып, біржақты қиғаштауды бір уақытта екі кескішті пайдаланумен жасайды, ал егер екіжақты қиғаштық керек болатын болса, үш кескішті пайдаланумен жасау қажет болады.

**Ию (майыстыру)** Цилиндрлік және коникалық пішіндегі детальдарды алу үшін қалыңдығы 60 мм болатын табақ элементтердің суықтай июін ұзындығы 13 м дейін болатын біліктері бар табақигіш біліктерде жасайды. Салқын жағдайда біліктеу кезінде ию радиусының табақ қалыңдығына қатысы пластикалық деформациялаумен жасалынатын жіберуге келетін мәндермен шектеледі. Біліктерді ию кезінде өлшемі а болатын табақтың үш жағындағы участогі (1.34 сурет) дерліктей жазық болып қала береді. Үш білікті біліктерді пайдалану кезінде осы бөлікшенің ені біліктерінің осьтері арасындағы қашықтықпен анықталады (1.34 сурет) Төртбілікті біліктерде біліктелмеген төмендегідей өлшемдермен (1-2) s ені бар учаскесі болып қалады.



1.34. сурет Ернеушелер біліктерінің сұлбалары:

$a$  — біліктелмеген жиектермен ернеуше;  $б, в$  — үш-төрт білікті біліктерде табақты орнату;  $г$  — төртбілікті біліктерде табақты майыстыру;  $д$  — екібілікті біліктерде табақты майыстыру

$S$  - табақтың қалыңдығы (1.34 сурет). Табақ ұшы бөлікшесінің ең дұрыс кескіні пісірілген ернеушесі бар калибрлеумен (өлшеумен) немесе жиектерді алдын-ала пресспен майыстырумен, немесе берілген радиус бойынша иілген (майыстырылған) қалың төсем табақтары бар табақмайыстыру біліктерімен пайдаланыла алады. Жиектерді майыстырғаннан кейін табақты майыстыру біліктеріне орнатады, білік осының және табақ жиектерінің параллельдігі салыстырылып, парақтың орташа бөлігімен майыстыру басталады. (1.34 сурет) төменгі біліктің созылғыш полиуретанды қаптамасымен екібілікті майыстыру біліктерін пайдалану (1.34 сурет  $д$ ) қалыңдығы 6 мм болатын табақтардан ернеушелерді біліктеу кезінде жиектерді қосымша майыстыру қажеттігін жояды. Тығыз қаптамасы қатты жоғарғы біліктің айналасындағы табақтық дайындаманы қысады және барлық ұзындығы бойынша бірқалыпты майысуын қамтамасыз етеді.

Профильді прокат (илем ) пен құбырларды суықтай майыстыру кезінде роликті майыстырғыш машиналар мен құбырмайыстырғыш станоктар пайдаланылады. Көлденең кима пішінінің бұзылуына байланысты қиындықтар пайда болатын болса, үздіксіз ауыстырылатын және майыстырылатын дайындамамен индукциялық қыздырғышы бар арнаулы майыстыру станогын пайдалану жөн болады. 950-1000°C температураға дейін қыздырылған деформацияланған аздаған ұзақтыққа, пластикалық деформацияланудың аздаған кедергісіне және қысу зонасында қатпаршақтардың пайда болуын болдыртпайтын жоғары беріктікке ие болады.

**Тазарту.** Прокатты (иленген темірді), бөлшектер мен пісіру түйіндерін тазарту үшін механикалық және химиялық әдістер

пайдаланылады. Кірді, тотты және қабыршақты кетіру бытыралы ағын және бытыра атқыш аппараттарымен орындалады, сондай-ақ, жұмыс орындары металл қылшақтар, инефрезалар, ажарлауыш шарық пен таспалар болатын тазарту станоктары пайдаланылады.

Бытыралы ағын және бытыра атып тазарту кезінде металлдың қалыңдығына қарай 0,7 -мм-ден 4 мм дейінгі өлшеммен шойын немесе болат бытыра пайдаланылады.

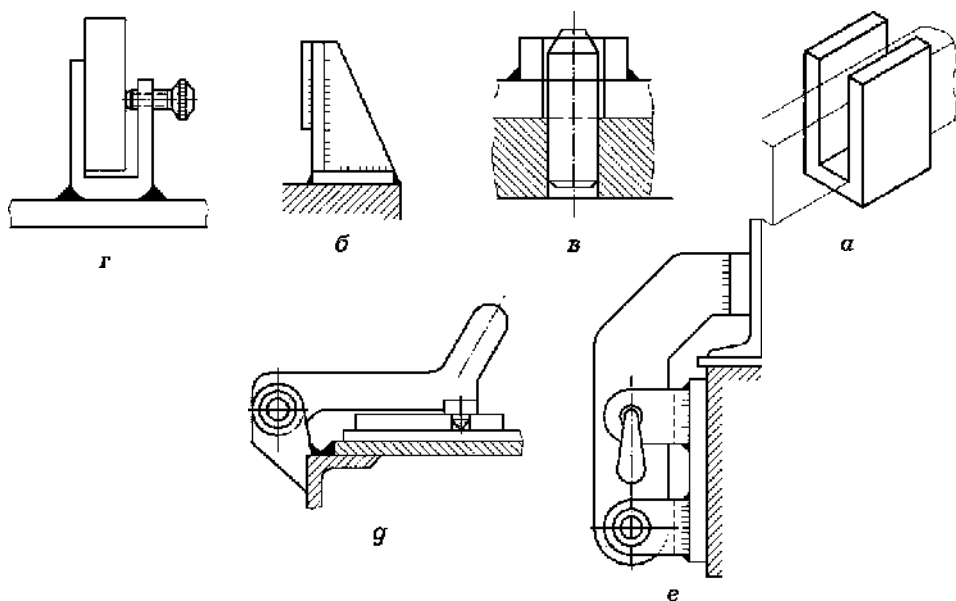
Бытыра ағын аппараттарында бытыра ауамен сығылған шүмек арқылы тазартылатын беткі жаққа тасталады. Бытыралы аппараттарында бытыра ротордың қалақшаларымен тасталынады (өнімділік жоғары және тазарту арзан болады), алайды қалақшалар тез тозады. Бытыра ағынды және бытыра лақтырумен тазарту жұмыстары камераларда орындалады. Шанданбайтын бытыра ағынды аппараттар камерасыз жұмыс істеуге мүмкіндік береді, бірақ олардың өнімділігі аз. Оларды майдасериялық өндірісте, сондай-қ, камераға сыймайтын ірігабаритті пісіру түйіндерін тазарту үшін пайдаланады.

Беткі жақты майсыздандыру және уландыру химиялы әдістермен жүргізіледі.

Ванналы және ағындық әдістер ерекшеленеді. Бірінші жағдайда бөлшектер әр түрлі ерітіндісі бар пайдаланады, ваннаға жүйелі түрде түсірілетін болса, екінші жағдайда бөлшектердің беткі жағына әр түрлі құрамдағы ерітінділердің жүйелі беруі тазартудың үздіксіз процессін орындауға мүмкіндік беретін ағынды әдіспен орындалады. Тазартудың химиялық тәсілі тиімді, алайда, пісіру конструкциялары өндірісінде олардың қолданылуы ағынды суды тазартуға арналған жабдықтардың жоғары құнымен шектеледі. Металлды тоттанудан сақтау үшін тазартудан басқа әдетте қорғаныс қаптамасын кетірмей тазарту үшін пісіруге мүмкіндік беретін беткі жақты пассивтеу немесе тегістеу өткізіледі.

**Жинау-пісіру операциялары.** Пісіру конструкцияларын дайындау кезінде жинау операциялары жиналатын бұйымдардың бөлшектерін өзара дұрыс орналастыру және бекітуді қамтамасыз ету мақсатына ие болады.

Жинауды плитада, сөреде, стендте немесе арнаулы құралда жасауға болады. Жеке өндіріс жағдайында түйіндегі бөлшектердің орналасуына көп жағдайда белгілер қойылады, оларды бекіту үшін бұрандама қысқыш, еңсіз жұқа тақтайша, сынасы бар қапсырмалар және баса қарапайым әмбебап аспаптар пайдаланылады.



1.35. сурет Жинау аспаптарының элементтері

*a* — қалта; *б* — тірек; *в* — сұққы; *г* — зажим; *д* — қайырмалы саусақ; *е* — қайырмалы тірек

Арнаулы жинау аспаптарын пайдалану еңбектің өнімділігін арттыруға және жинаудың сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Жинау аспаптарының негізі тіректері, бекіткіштері мен қысқыштары бар қатты қаңқа болып табылады. (135 сурет) Жинау кезінде бөлшектерді аспаптарға салады, тіректер немесе бекіткіштер бойынша қойып, қысқыштармен қысады. Бұрандамалық, иінтіректік немесе эксцентритикалық қысқыштар қарапайым, бірақ олар іске қолмен қосылады.

Пневматикалық, гидравликалық, пневмогидравликалық, магниті немесе вакуумды қысқыштарды пайдалану қосымша уақытта айтарлықтай қысқартады, әсіресе бұйымды бір уақытта бірнеше жерден қысу керек болғанда. Аз ауқымды қысылған ауамен іске қосылатын пневматикалық қысқыштар кең қолданысқа ие болды. (орташа 0,4 МПа) Алайда, бұндай қысым кезінде қысудың берілген шартын қамтамасыз ету үшін қажет болатын цилиндрлер өлшемдері осындай қысымдар кезінде айтарлықтай болуы мүмкін. Сондықтан, қысудың қосымша иінтіректік немесе сыналық жүйесі пайдалану жиі болып жатады. Кейде гидравликалық немесе пневмогидравликалық құрылғыларды пайдалану тиімді болып жатады.

Жиналған бөлшектерді жинау тұтқыштарда орындалады. Бұндай күйде жиналған түйін одан жинау аспаптарынан алу және пісіру орнына тасымалдау кезінде қажет болатын , сондай-ақ, пісіру

деформацияларын азайту үшін қажет болатын қаттылық пен беріктікке ие болуға тиіс. Қармаудың (тұтудың) өлшемдерін және орналасуын тағайындау кезінде пісірумен біріктіру жұмыстарын орындау сапасына және конструкцияның жұмыс қабілеттілігіне зиянды әсерді болдырмау қажеттігін де ескеру қажет. Сондықтан қармағыш (тұтқыш) көлденең қиманың шағын өлшеміне ие болып, негізгі жіктерді қою кезінде толығымен қайта пісірілуі мүмкін жерлерде орналастыруы тиіс.

Егер қармағыш (тұтқыш) жоба бойынша жіктер қарастырылмаған жерде орналастырылатын болса, онда пісіруден кейін бұндай қармағышты (тұтқышты) алып тастап, беткі жағын мұқият тазарту қажет. құрастыру-пісіру аспаптарын пайдалану кезінде пісіру жұмысын бұйымдарды аспаптардан алып тастамастан жинаудан кейін орындайды, сондықтан көп жағдайда тұтқыш (қармағыш) керек болмайды. Жинау және пісіру операцияларын орындау тізбегі әр түрлі болуы мүмкін.

- 1) пісіру жұмысын жинауды толық аяқтағаннан кейін орындайды;
- 2) жинау және пісіру жұмысын кезек бойынша орындайды
- 3) конструкцияларды жалпы жинау және пісіру, тораптар мен түйіндерді жинауға және пісіруге алып келеді.

Операциялардың тізбегі өндірістің сипатына, конструкциялардың типіне, олардың габариттеріне және өлшемдер мен формалардың қажет етілетін дәлдігіне қарай белгіленеді.

Қармағыштың (тұтқыштың) ұзындығы олардың арасындағы қашықтық 500-800 мм болған кезде 20-120 мм шегінде өзгереді. Қармау қимасы, шамамен, жіктің қимасының  $1/3$  тең, бірақ 25-30 мм<sup>2</sup>. аспайды. Қармау (тұту) әдетте жабылған электродтармен немесе көмірқышқыл газда жартылай автоматпен орындалады. Оларды, әдетте, біржолды жік немесе көпжолды жіктердің бірінші қабаты бойынша салу ұсыныс етіледі. пісіру кезінде қармағышты (тұтқышты) толық балқыту кеңес етіледі, себебі жылу берілісінің жоғары жылдамдығы есебінен жарықтар пайда болуы мүмкін. Сондықтан қармағышты (тұтқышты) пісіру алдында мұқият тазартып, қарайды. Қармағышта (тұтқышта) жарықтар пайда болған жағдайда оларды шауып немесе басқа тәсілмен алып тастайды.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Пісірудің түрлері қандай белгілер бойынша жіктеледі?
2. Электірлік доға деген не?
3. Пісіру үшін қолданылатын электрлік доғаның қандай түрлері бар.
4. Қандай пісіру жалғас түйіспелі деп аталады?
5. Қандай пісіріп жалғас таңбалы деп аталады?
6. Пісіру жігі дегеніміз не?
7. Пісіру жіктерінің қандай түрлері бар?
8. Кеңістікте орналасуы бойынша пісіру жіктері қалай бөлінеді?
9. Әсер етуші күш бағытына қатынасы бойынша пісіру жіктері қалай бөлінеді?
10. Пісірумен біріктірудің негізгі түрлері қандай әріптермен белгіленеді?
11. Пісіру ваннасы дегеніміз не?
12. Металлды кристалдау процессін қандай сатылар ерекшелендіреді?
13. Балкытып пісіру кезінде жік металлының қандай құрылымын алған жөн және оны қалай істеуге болады?
14. Жік маңындағы аймағы және термиялық ықпал аймағы дегеніміз не ?
15. Термиялық ықпал ету аймағының құрылымы пісірумен біріктіру қасиетіне қалай ықпал ете алады.
16. Пісіру кезінде қандай кернеулер мен деформациялар пайда болады?
17. Металдарды пісіру дегеніміз не?
18. Пісіру қандай түрлерге бөлінеді ?
19. Пісіруге қандай материалдарды жатқызады?
20. Құрастыру аспаптары қандай элементтерден құралады?

## 2 ТАРАУ

### ӨРТҮРЛІ КҮРДЕЛІКТЕГІ МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ҚОЛМЕН ЭЛЕКТРДОҒАЛЫ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

#### 2.1. ҚОЛМЕН ДОҒАЛЫ ПІСІРУ ПРОЦЕССІНІҢ МӘНІ

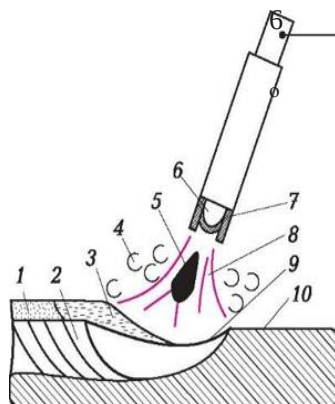
Электродтың металл қаптамасымен қолдап доғалық дәнекерлеу сұлбасы 2.1. суретте көрсетілген. Доғалардың қозуы пісірілетін металлға электродтың ұшы тиген кезде электрлік пісіру тізбегінің қысқа уақыттық тұйықталуы кезінде пайда болады. Электродты балқыту шамасы бойынша пісіру процессі кезінде қажетті пішіні және жіктің қимасын алу үшін қосылған жерді бойлай және түйіспені қолденең бір уақытта орналастыра отырып бұйымға жүргізеді.

Қапталған электродпен пісіру кезінде сырық және қаптама балқытылады. Балқытылған қаптама қож бен газды құрайды. Қож қабаты оттегінің және ауа азотының өзара әсерінен металды сақтайды. Газ балқыту аймағынан (доға зонасынан) ауаны ығыстырады және олармен байланыстан қосымша қорғанысты қамтамасыз етеді.

Қапталған электродтармен кара, түсті және әр түрлі қорытпалар пісіріліп және балқытып қапталады. Қапталған электродтармен доғалы пісіруінің қолданудың тиімділігі - қиын жерде және әр түрлі кеңістік күйлерде орналасқан жіктердің болмашы ұзақтығы кезінде 2 мм артық біріктірілетін элементтердің қалыңдығымен металлдардан жасалған конструкцияларды дайындау болады

2.1.Сурет Қаптамалы  
электродтармен қолдап доғалық пісіру  
сызбасы :

1 — қож қабығы ; 2 — пісіру жігі ; 3 —  
сұйық қож пленкасы; 4 — газдан қорғаныш;  
5 — электродты металлдың тамшысы; 6 —  
электрод; 7 —электрод қаптамасы; 8 —  
пісіру доғасы; 9 — пісіру ваннасы; 10 —  
пісірілетін бөлшектің негізгі металлы





Пісірудің осы тәсілінің негізгі жетістігі – жабдықтың жан-жақтылығы мен қарапайымдылығы болса, ал кемшілігі токтың аздаған рұқсат етілетін тығыздық мәнісімен шартталған жоғары емес өнімділігі мен жіктің электродтың металлдың есебінен пайда болатындығы болады. Тікелей әсердегі электрлік доғаны қолдап пісіру ең үлкен қолданысқа ие. Үздік нәтижелерге ұзындығы әдетте 90-350 А ток кезінде 0,5-1,1 электрод диаметрден және 18-30 В доға кернеуінен аспайтын қысқа доға пісіру кезінде қол жеткізіледі.

Доғаның үлкен ұзындығы кезінде электрод металының тотығуы мен шашырауы күшейтіліп, пісіру тереңдігі азаяды.

## 2.2. ҚОЛМЕН ДОҒАЛЫ ПІСІРУ КЕЗІНДЕ РЕЖИМДЕРДІ ТАҢДАУ

Пісіру режимі дегенде доғаның тұрақты жануы және тапсырылған өлшемдегі, пішіндегі және қасиеттегі доғаларды алу қамтамасыз етілетін бақыланатын параметрлердің жинағы түсіндіріледі.

Пісіру режимі дегеніміз бақыланатын параметрлердің жиынтығы. Осы жиынтық есебінен доғаның тұрақты жануы және жіктің тапсырылған өлшемдері, пішіндері және қасиеттері қамтамасыз етіледі.

Режимнің параметрлері негізгіге және қосымшаға бөлінеді. Негізгі параметрлерге электродтың диаметрі, пісіру тогының күші, оның тегі мен полярлығы, доғаның кернеуі жатса, қосымша параметрлерге – қаптамалардың құрамы мен қалыңдығы, кеңістіктегі жіктердің орналасуы, өтулер саны жатады.

Электродтардың диаметрін металлдың қалыңдығына, жіктің катетіне, кеңістіктегі жіктің күйіне қарай таңдайды. Төменгі күйде жікті пісіру кезінде  $S$  метал қалыңдығы мен  $d$  электродының диаметрі арасындағы болжамды қатынас

|                |       |       |        |         |                   |
|----------------|-------|-------|--------|---------|-------------------|
| мм .....       | 1...2 | 3...4 | 5...10 | 12...24 | 30...60           |
| $d$ , мм ..... | 2...3 | 3...4 | 4...5  | 5...6   | 6 және одан артық |

Тік, көлденең және төбелік жіктер пісірілетін металлдың қалыңдығына қарамастан шағын диаметрлі (4 мм дейін) электродтармен пісіріледі, себебі, бұл ретте пісіру ваннасынан сұйық металлдың аздап тамғаны және қождың аздап шыққаны абзал болады.

Әдетте, пісіру тогының күші электродтың таңдалған диаметріне байланысты болады. Төменгі күйде жіктерді пісіру кезінде токтың күшін эмпирикалық формуланы пайдалана отырып, есептейді.

## 2.1 Кесте. Табақ болатты түйіспе жалғастарын доғалы пісіру режимі (төменгі күйде)

| Табақтың қалыңдығы<br>мм | Электродтың диаметрі,<br>мм | Пісіру тогының күші,<br>А | Табақтың қалыңдығы<br>мм | Электродтың диаметрі,<br>мм | Пісіру тогының күші<br>А |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1...4                    | 1,5                         | 25...40                   | 6 . 1 2                  | 4                           | 160. .200                |
|                          | 2                           | 60...70                   |                          | 5                           | 220. .280                |
| 3                        | 3                           | 100...140                 | 13 және одан артық       | 5                           | 220. .280                |
| 4...5                    | 3                           | 100...140                 |                          | 6                           | 280. .340                |
|                          | 4                           | 160...200                 |                          | 7                           | 350. .400                |

$$I_A = Kd,$$

$K$  — электродтың диаметріне байланысты болатын коэффициент;

$d$  — электродтың диаметрі, мм.

$d$  есепке алумен  $K$  шамасы келесі шектерде өзгереді:

$d$ , мм ..... 1            2            3            4            5— 6

$K$ ..... 25... 30    30... 45    35...50    40...45    45...60

Тік жазықтықты пісіру кезінде ток күші төменгі күй үшін таңдалған мәнмен салыстырғанда 10-15%-ға азайса, төбелік күйде — 15-20% азаяды. Токтың тегі мен полярлығы пісірілетін металлдың түріне және оның қалыңдығына қарай анықталады. Кері полярлықты тұрақты токпен пісіру кезінде электрод көп жылу бөледі. Болат табақтың түйіс жалғастарын қолмен пісіру режимі 2.1 кестеде көрсетілген.

Қолмен доғалы пісіру кезінде доғаның кернеуі 20 В-тан 36 В дейін өзгереді және режимді есептеу кезінде регламенттелмейді.

Қолмен пісіруді жіктің барлық кеңістік күйлерінде өткізуге болады. Алайда төмен күйдегі пісіру жөн болады.

## 2.3. ПІСІРУ ТЕХНИКАСЫ ЖӘНЕ ЖІКТЕРДІ ОРЫНДАУ ТӘРТІБІ

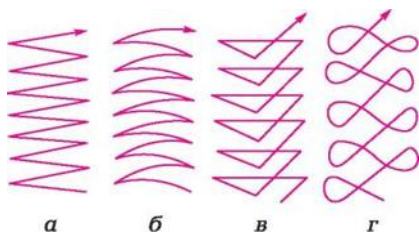
Қолмен доғалы пісіру технологиясы келесі операцияларды қарастырады:

- доғаның козуы ;
- пісіру процессі кезінде электродтың қозғалуы;
- пісіріп біріктірудің ерекшеліктеріне қарай жіктерді салу тәртібі;

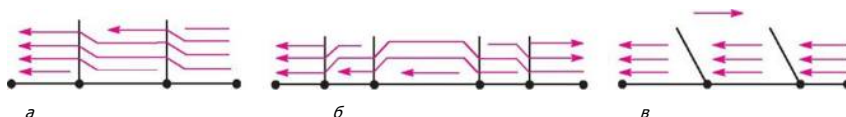
Пісіру процессі кезінде доғаның тұрақты ұзындығын ұстап тұру қажет. Доғаның ұзындығы пісіру жігінің сапасына және оның геометриялық пішініне айтарлықтай ықпал етеді. Ұзын доға балқытылатын металдың барынша қарқынды тотығуына және азотталуына әсер етіп, шашырауды арттыра түсіреді, негізді типті қапталған электродтармен пісіру кезінде металлда кеуектердің пайда болуына алып келеді.

Пісіру жігін құрау үшін **электродқа** үш бағытта күрделі қозғалыс беріледі. Бірінші қозғалыс – бұл доғаның белгілі ұзындығын қолдануды қамтамасыз ететін балқыту жылдамдығымен ось бағытына қарай электродтың ілгерілемелі қозғалысы. Электродтың *екінші қозғалысы* - жік осының бойына бағытталған және пісіру жылдамдығымен орындалады. Осы екі қозғалыстың нәтижесінде, *енімен* электродтың 1,5 диаметрінен артық болмайтын, тар жік пайда болады,. Осындай жіктермен жіңішке металл, сондай-ақ, көпқабатты (көпөтпелі) пісіру кезінде жік түбі пісіріледі. *Үшінші қозғалыс* – бұл белгілі ендегі білікті құрау, жиектердің жақсы пісірімін және пісіру ваннасының суыуын баяулату үшін қажет болатын электрод ұшының жік осыне кесе-көлденең тербелуі. Электродтың жік осыне кесе-көлденең тербелу қозғалысы жіктің формасына, өлшемдеріне және кеңістіктегі орналасуына қарай әр түрлі болуы мүмкін.

Доға үзілген кезде металлда металл емес қоспалардың жиналу орны және жарықтардың айрықша пайда болу орны болатын кратер пайда болады. Сондықтан доғаны қайта қосу кезінде , мысалы электродты ауыстыру кезінде кратердің қатып қалған металлын қайта балқытып, тек содан кейін ғана пісіру процессін бастау қажет. Бұл үшін доға табиғи түрде үзілгенге дейін электродты қозғалыссыз ұстап немесе жиі қысқа тұйықталуларға дейін доғаны тез қысқартып, содан кейін бірден үзу қажет.



2.2. Сурет - Доға бойымен қолдап пісіру кезінде электродтың жік осыне көлденең тербелу қозғалыстарының бағыты  
*а, б* — пісірудің қарапайым режимі;  
*в, г* — жиектерді қатты қыздырумен пісіру



### 2.3. сурет - жиектердің толтыру тәсілі :

*а, б* — біржақты және екіжақты каскадтарға ; *в* — блоктарға

Жиектері қиғаш емес аралықтарды пісіру кезінде жік түйіспенің бір немесе екі жағынан аздаған кеңейтуге ие болуға тиіс. Бір немесе екі қиғашталған жиектері бар түйіспе жалғастар бір немесе көпқабатты жіктермен пісіріледі. Бірқабатты жікпен пісіру кезінде доғаны жиектер қиғаштарының жиегіне қозғап, кейін оны төмен ауыстыра отырып, жіктің түбін пісіреді. Жиектердің қиғаштарында жақсырақ пісіру үшін электродтың қозғалысын баяулатады. Доға бір жиектен екінші жиекке ауысқан кезде электродтың қозғалу жылдамдығы жиектер арасындағы саңылауда күйіп қалуларды болдырмау үшін арта түседі.

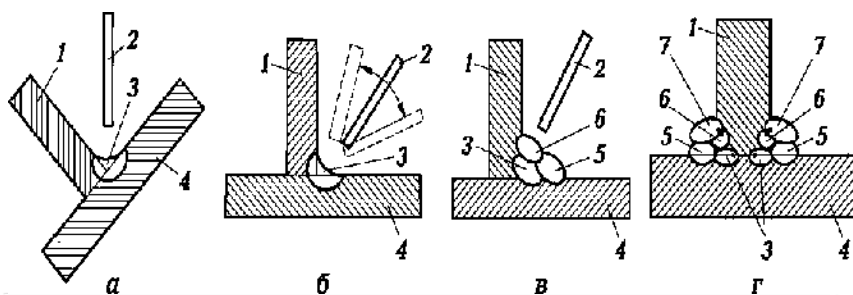
Көпқабатты жіктерді пісіру диаметрі 4 мм артық болмайтын электродпен жіктің түбін мұқият пісіру арқылы басталады, ал кейінгі жіктер үлкен диаметрлі электродтарды пайдалана отырып, кеңейтілген біліктермен бағытталады. Түйіспе жіктерді пісіру кезінде қабаттардың саны келесі арақатынас бойынша таңдалады

Табақтың қалыңдығы , мм 1...5 6 8 10 12 14 16... 18

Қабаттардың саны . ..... 1...2 2...3 3...4 4 4...5 5...6 5...6

Өте қалың (25 мм жоғары) жауапты конструкцияларды жалғастарын пісіруі кезінде көлемді кернулер пайда болып, жарықтардың пайда болу қаупі туындайды, Сол үшін аталған пісіру жіктерді блоктармен немесе каскадтармен толтырудың арнаулы әдістерін қолдану арқылы орындалады. (2.3 сурет)

Каскадпен пісіру кезінде жиектердің өңдеуіне ұзындығы 200-300 мм болатын бірінші қабатты, содан соң бірінші қабаты жабатын және екі есе ұзындыққа ие екінші қабатты жібереді. Үшінші қабатты ұзындығы 200-300 артық болатын екінші қабат жабады. Осылайша өңдеудің бірінші қабаты толтырылмағанға дейін қабаттар балқытыла береді. Содан соң осы бөлікшеден сол әдіспен қысқа жіктермен пісіру әр түрлі жақта жүргізіледі. Солайша, пісіру зонасы әрдайым ыстық жағдайда болып, жарықтардың пайда болуын алдын-алады. Блоктық әдіс кезінде көпқабатты жік әр учаскені толық толтырып, бөлек бөлікшелерде орындалатын кері сатылы пісіру пайдаланылады.



. 2.4.сурет Таңбалы арқалықтарды бұрыштық пісіру :

*а* — «қайықша» бірқабатты жікпен; *б* — электродтың ауытқуы мен бірқабаттық жікпен ; *в* — көпқабатты жікпен; *г* — екі көп қабатты жіктермен ; 1 — қабырға; 2 — электрод; 3 — түптік (бірінші) қабат; 4 — сөре ; 5, 6 — жіктің бірінші және екінші қабаты; 7 — төртінші қабат; нұсқасы бойынша пісіру кезінде электродтың кейінг ікүйі (*б*)

Бұрыштық жіктер бұрыштық, таңбалық және айқасқан жалғастарды пісіру кезінде қолданылады. Бұрыштық жіктер пісіруі «қайықшаға» немесе еңісті электродпен жүргізеді.

Бұрыштық жіктерді «қайықшаға» пісіру кезінде бағытталған металл қабырғамен және текшемен құрылатын науашаға орналасады. Бұл жіктің дұрыс қалыптасуын және оның түбі мен қабырғасына тіліксіз жақсы пісірімді қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, бір өтуі кезінде үлкен қималы жіктің балқыту мүмкіндігіне ие болады. Алайда, бөлшектерді «қайықша» күйіне келтіруге болады. (2.4 сурет) Көп жағдайларда таңбалық біріктіру, біріктірудің бір бөлшегі көлденең орналасқан күйде, екіншісі-тік орналасқан күйде пісіріледі. Осы күйде бұрыштық жіктерді пісіру еңісті электродпен өткізіледі. (2.4 сурет б) Бұл ретте жіктің түбінің немесе көлденең бөлшектің жиектері толық балқытылуы мүмкін. Шалапісірілім жағдайын болдыртпау үшін доғаны жіктің шегінен 3-4 мм шегініп көлденең текшеде қоздырады. Содан соң доғаны түбін жақсы пісіру үшін шамалы уақыт ұстап, жіктің басына ауыстырады және тік текшеге пісіре отырып, жоғары көтереді. Осы процесс электродтың орнын алға қарай ауыстырғаннан кейін және кері бағытта қайталанады. Пісіру кезінде электрод еңісінің бұрышын доғаның қай жерде жанып жатқандығына қарай өзгертеді. Пісіру процессін вертикалды станокта бастауға болмайды. Себебі, бұл жағдайда электродтан көлденең текшенің одан да салқын негізгі металлына ағу себебінен балқытылған металл нәтижесінде піспей қалуы мүмкін. Тік қабырғада тілікшелер пайда болуы мүмкін.

Көпқабатты пісіру кезінде жіктің түбін жақсы пісіру үшін бірінші қабатты тербелгіш қозғалыссыз диаметрі 3-4 мм болатын электродпен

жіңішке немесе жіптік жікпен орындайды. 8 мм асатын катеттермен жіктерді балқыту кезінде пісіруді екі қабат және одан көп көп қабат етіп жүргізеді.

Бұрыштық жіктерді пісіру кезінде қабаттардың саны пісірілетін металлдардың қалыңдығына байланысты болады.

Пісірілетін металлдың қалыңдығы

мм ..... 1...5 6 8 10 12 14 16 18 20 22

Қабаттардың саны 1 1 1 — 2 2 2 — 3 3 — 4 5 5 — 6 5 — 6 6 — 7

Тік элементтің жиектерінің біржақты немесе екіжақты қиғаштығы кезінде бұрыштық жіктер пісірілетін металлдың қалыңдығына қарай бір қабатқа немесе бірнеше қабатқа пісіріледі (2.4 г сурет)

Қалыңдығы 0,5... 3 мм болатын табактарды пісіру кезінде кейіннен пісіруі нашар болады және саңылаудың пайда болуымен электрлік доғаның металлы тесіп балкуы мүмкін. Жиектердің қызуын реттеу қиындығымен бірге осындай жіктерді күйдіргеннен басқа піспей қалу, күйым (металл құйманың кеуек болып қалған жері) пайда болады. Жұқатабақты металлды пісірудің қажетті сапасын қамтамасыз ету үшін жиектердің көмкермелерін, уақытша жылубөлгіш төсемдерді, қалған төсемдерді немесе арнаулы қаптамасымен электродтарды және арнаулы пісіру жабдықтарын пайдаланады.

Жиектерін көмкере отырып пісіру ең бастысы тұрақты токта орындалады. Бөлшектерді жартылай тік күйде орнатқан кезде жақсы нәтижелерге жетуге болады.

Электродтың диаметрі және жұқа қабырғалы болаттың түйіспелік қосындыларын пісіру кезіндегі токтың күші:

Металлдың қалыңдығы, мм 0,5 1 1,5 2 2,5

Электродтың диаметрі, мм 1 1,6...2 2 2,5 2,5...3

Пісіру тоғының күші, А.. 10...20 30...35 35...45 50...65 65...100

Уақытша жылубөлгіш төсемдер ретінде массивті жез және қола тақталар (кесектер) пайдаланылады.

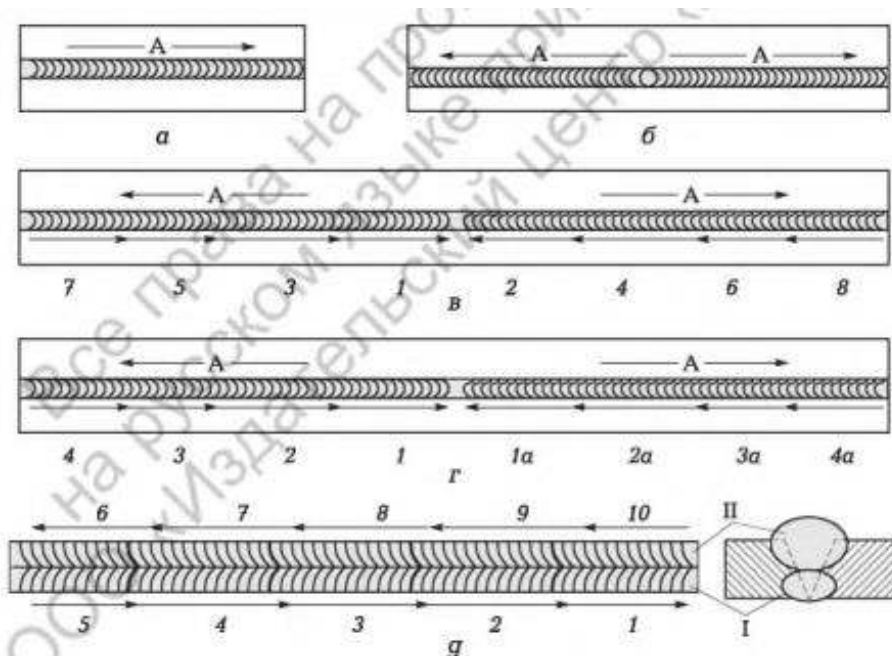
Қыспақтарды жинау пісірілінетін табактарды төсемдерге тығыз жанастыруды қамтамасыз ете отырып, саңылаусыз орындалады.

Жіктер ұзақтығы бойынша қысқа (300-350 мм), орташа (350-1000 мм) және ұзын (1000 мм жоғары) болып бөлінеді. Қысқа жіктер жіктің бір ұшынан басқа ұшына пісіріледі (өтпеге), орташа ұзындықтағы жіктер біріктірудің ортасынан аяғына дейін, ұзын жіктер жікті кері өсіру бағытында бірінен соң бірі орындалатын пісіру жіктері керісатылы тәсілмен орындалады (2.5. сурет), қысқа жұқа металлды және ұзын жұқа металлды пісіру кезінде – қалың металлды пісіру кезінде саты (учаске) ұзындығы 100-350 мм.

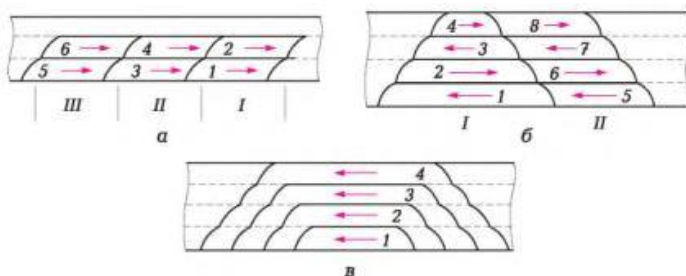
Керісатылы пісіруді ортадан аяғына қарай А жалпы бағытында жүргізеді. Пісіру бір немесе екі пісірушімен орындалуы мүмкін (2.5 сурет, *г, 1, 1а, 2, 2а бөлікшелері*). Көпқабатты жіктерді орындау кезінде керісатылы тәсіл пайдаланылады. Бұл ретте жоғарыда жатқан

қабаттардың аралық бөлікшелері төмен жатқан жіктердің кері пісіру бағытында пісіріледі. Аралық бөлікшелердегі жіктерінің ұштары 25-30 мм жылжытылған болуы тиіс.

Металлдың қалыңдығы артқан сайын (15-20 мм жоғары) пісіруді жалғастардың жігінде жарықтардың пайда болу және даму алу қаупі бар, көлемді пісірудің қиындықтары артуы мүмкін. Осындай құбылыстарды болдырмау үшін қалың қабырғалы болаттарды пісіру әр түрлі тәсілдермен жүргізіледі. (2.6. сурет) Қалыңдығы 15-20 болатын металл екі есе қабат тәсілімен пісіріледі. 1 бөлікшеде (2.6 сурет) ұзындығы 250-300 мм болатын металлды жіктің бірінші қабатына балқытады. Сосын, дереу олардан қожды тазартып (аршып), бірінші қабаттың ыстық металлы бойынша (150-200 °С температурадан кем емес) екінші қабатқа салады.



*a* — «өтуге» пісіру ; *б* — ортадан аяғына дейін пісіру; *в...д* — пісірудің кері сатылы тәсілімен тартылған жіктерді орындау; *1.10, 1а...4а* — пісіруді жүргізу тәртібіндегі мен бағытындағы электрод қозғалысының жүйелігі (нұсқаумен көрсетілген); *A* — пісірудің жалпы бағыты ; *I, II* — жіктің қабаты



## 2.6. сурет Қалың металл бөлшектерді пісіру

А-есе қабатпен, б-блоктармен, в-каскадпен, III пісіру жігінің бөлікшелері; 1-8-әр түрлі әдістермен пісіруді орындау жүйелігі

Қалыңдығы 20.25 мм және одан көп болатын металлды блоктармен немесе каскадпен (секциялармен) пісіріледі. Блоктармен пісіру кезінде (2.6.б сурет) көпқабатты жік бөлек бөлікшелер мен орындалады, ал олардың арасындағы аралықтары барлық жіктердің пісіруі аяқталғанға дейін толтырылады. Каскадпен пісіру кезінде (2.6. сурет) көпқабатты жіктің кейінгі бөлікшесі алдындағы учаскенің барлық немесе бір бөлігін жабады.

Жиіктерді U-тәріздес дайындау кезінде каскадтық пісіру секцияларының ұзындығы - 300-400 мм, X-тәріздес дайындау кезінде — 500-800 мм болады. Бұл ретте секцияның әр қабатын 150-200 мм ұзындықпен сатыға бөледі және керісатылық тәсілмен пісіруді орындайды. Металлдың қалыңдығы артқан кезде секцияның ұзындығы азаяды. Қалыңдығы 30 мм және одан артық болатын металлды біріктірудің қарама-қайшы жақтарында тұрған екі пісіруі бір уақытта пісіруге тиіс.

## 2.4. ӘР ТҮРЛІ КЕҢІСТІК КҮЙЛЕРІНДЕГІ ПІСІРУДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Жіктердің негізгі күйлері төменгі, тік, көлденең (тік жазықты) және төбелік болып бөлінеді. Кеңістіктегі күйге қарай жік білігін қалыптастыру шарттары, оның сыртқы түрі мен сапасы, сондай-ақ, пісіру өнімділігі өзгереді.

Төменгі күй пісіру үшін ең ыңғайлысы болады. Себебі, электродтың



металлдың бөлшектері өз салмағымен пісіру ваннасына оңай ауысады және одан сұйық металл ағып кетпейді. Бұдан басқа, жікті қалыптасу процессін бақылаған оңай. Пісіру процессінде электродты  $10-20^{\circ}$  бұрышына пісіру бағыты бойынша иеді.

Тік күйде пісіру кезінде балқытылған метал төмен қарай ағып кететін болады. Сондықтан тік жіктер өте қысқа доғамен орындалады. Тік жіктерді төменнен жоғары және жоғарыдан төмен орындайды. Бірінші жағдайда тік орналасқан пластиналардың ең төменгі нүктесінде қоздырылады және сұйық металл ваннасы пайда болғаннан кейін алдымен көлденең орнатылған электродты шамалы жоғары бұрады. Бұл ретте жіктің қатып қалған металлы металлдың кейінгі тамшылары ұсталынып қалатын таяқша тәріздес формаларды құрайды. Ваннадан сұйық металлдың ағуын болдыртпау үшін жоғары және екі жаққа кезек-кезек бұрумен жік осінен көлденең электродпен тербелу қозғалысын жасау қажет болады. Бұл сұйық металлдың тез қатаюын қамтамасыз етеді.

Жоғарыдан төмен пісіру тәсілі металлдың қалыңдығы аз болған кезде немесе көпқабатты пісіру процессінде жіктің бірінші қабатын салу кезінде қолданылады. Бұл жағдайда доға астына ағатын сұйық металл тесіп күйдіру мүмкіндіктерін азайтады. Пісіру басында доға электродтың көлденең орналасуы кезінде пластиналардың ең жоғарғы нүктесінде козады. Сұйық металл ваннасы пайда болғаннан кейін электродты доға негізгі және балқытылған металлға бағытталатындай етіп, есептеліп  $15-20^{\circ}$  иіледі. Жікті қалыптастыру шарттарын жақсарту үшін электродтың тербеліс амплитудасы шағын, ал доға балқытылған металлдың төменге қарай ағып кетуін ұстап тұруы үшін өте қысқа болуға тиіс.

Жиектердің Х-тәріздес дайындығымен қалың металлдың тік жіктердің жоғарғы жіктердің жоғарғы бөлігінен бастап пісіріледі. Екі пісіруші жұмыс істеп тұрған кезде біреуі пісірілетін секциядағы бірінші қабатты орындайды және бірден осыдан кейін біріктірудің артқы жағынан жіктің түбін шауып тастаса, екінші пісіруші секцияның өз жағындағы барлық қабатына салады. Осындай жүйелікпен кейінгі барлық секциялар пісіріледі. Пісіру алдындағы ыстық қабат бойынша үздіксіз жүргізіледі.

Сұйық металлдың ағып кетуін алдын-алу үшін көлденең күйдегі жіктерді орындау кезінде жиектерді қиғаштау әдетте бір жоғарғы бөлікте жасалады. Доға бұл жағдайда төменгі көлденең жиекте қоздырылады, содан соң бөлшектерді, содан соң металлдың ағып тұрған тамшысын жоғары көтере отырып, жоғарғы жиекті мұқалтуға көшіріледі. Электродпен тербеліс қозғалысы спиралдар бойынша орындалады. Көлденең пісіру жіктерімен түйіспелік біріктіруге қарағанда, айқас біріктірулерді орындаған оңай болады. Себебі, табақтың көлденең жиегі балқытылған металлдың төмен қарай ағып кетуін болдырмауға себепші болады. К-тәріздес жиектерді дайындау

кезінде (бір жиектің екі симметриялық қиғашы, әдетте жоғарғы) ұзындығы үлкен көлденең жіктерді екі пісіруші бір ауысым ағымында осындай учаскеде екіжақты жіктерді пісіре алатындай есеппен учаскелерге бөледі.

Төбедегі жіктерді орындау - өте ауыр операция, себебі, ауырлық күші металлдың электродтан пісіру ваннасына түсуге кедергі етеді, ал балқытылған металл ваннадан ағып кетуі мүмкін. Сондықтан, пісіру процессінде пісіру ваннасының көлемін үлкен етпеу керек. Бұған кіші диаметрлі (3-4 артық емес) электродтарды және аздаған пісіру токтарын қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Сапалы жікті алудың негізгі шарты электродтың сұйық металл ваннасымен кезеңдік тұйықталуы арқылы ең қысқа доғаны қолдау болып табылады. Тұйықталу кезінде метал тамшысы беткі тарту күші әсерімен пісіру ваннасына тартылады. Доға электродын жою кезінде доға сөнеді және жік металлы қатаяды. Электродқа бір уақытта жікке көлденең тербелу қозғалыстары қатынастырылады. Бөлшектердің бетіне электродтың еңісі пісіру бағытына қарай 70-80° құрауға тиіс.

## **2.5. ҚАПТАМАЛЫ ЭЛЕКТРОДТАРМЕН ҚОЛ ПІСІРУДІҢ ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ**

Электродтармен жабылған дәнекерлеуді жүргізу кезінде шашырау және булану 15% дейінгі шығынға және электрод өзекшесінің 15% дейінгі ұзындығы пайдаланылмаған күйік ретінде қалатын болса, онда газдың иісінің, шашыраудың және күйіктердің жалпы шығыны 30 % құрайды.

Электродтармен жабылған қолдап пісіруді жүргізу өнімділігін арттырудың біршама әдістері бар. Олардың ішіндегі ең тиімдісі – сағатына 18 г/А дейінгі қорытпа коэффициентін көтеруге алып келетін және қарапайым электродтармен пісірумен салыстырғанда процесстің өнімділігін айтарлықтай көтеруге мүмкіндік беретін темір ұнтақтың қаптамасы құрамына енгізу болады. Бұндай жағдайда жіктерді құрау үшін электродты өзекшенің металлы ғана емес, темір ұнтақ ретінде жабын құрамына енгізілетін металл кіреді. Мысалы электродтардың рутильді қаптамасына темір ұнтақтың құрамы 20 %-дан 50-60 %-ға дейін баратын болса, төменгі күйдегі пісіру өнімділігі шамамен 1.5-2 есеге өседі. Осындай қаптамалы электродтарға АН-1, ОЗС-3 пен пайдалануы пісіру жұмыстарының өнімділігін айтарлықтай көтеретін

басқада құрамдар жатады.

Жұмыстың өнімділігін көтерудің басқа тәсілі – терең балқытумен пісіру. Осы тәсіл кезінде пісіру қаптамалы электродтың құнғағарын пісіретін металлдың жиектеріне тіреу кезінде жүргізіледі. Қаптамасы қалың электродтар пайдаланылады. Қаптама массасы электрод диаметрінің 1,5-1,6. сырық диаметріне қатынасы кезінде сырық массасынан 60-80% құрайды. Электродты желіге 70-80° бұрышына ию нәтижесінде доғаның қысымы пісіру ваннасынан білікке қарай сұйық металлды шығарады. Осының нәтижесінде балқыту тереңдігі өсіп, жік металындағы электродты металлдың үлесі азаяды және өнімділіктің артуы қамтылады.

Осылайша, қалыңдығы 8-10 мм болатын болат табақтардың жиектерін бөлместен қыспақтың біржақты пісіруін және 16-18 мм. дейінгі қалыңдықпен табақтарды екіжақты пісіруін орындауға болады.

Пісіру кезінде кезек-кезек жанатын екі электродтар мен негізгі металл және электродтар арасындағы бір металл арасында үш пісіру доғасы әрекет етеді. Осындай кезде бөлінетін жылу шамасы мен соған сәйкес өнімділік бірфазалық доғалы пісірумен салыстырғанда 2-3 есеге өседі.

*Еңісті электродпен пісіру* сондай-ақ, жұмыс өнімділігін көтеруге мүмкіндік береді. Осындай тәсіл кезінде штангіден және пісірілмелі доғаны қуаттау көзінен токты жүргізетін құрсаудан құралатын пісірілетін металлдан электрлік оқшауланған аспап пайдаланылады. Құрсау штангінің үстінде еркін сырғуы мүмкін. Балқымалы қапталған электродты пісірілмелі жиектерді еңісті бойлай орнатып, штангі бойынша ауырлық күші әсерімен сырғи алатын электродты балқыту кезінде құрсауда бекітіледі, бұл ретте доға жікті жасай отырып, штангы бағытына қарай орын ауыстырады.

Әдетте доғаны қосымша көмір электроды арқылы пісірілетін металлға электрод өзекшесін тұйықтау арқылы жағады. Содан кейін доғаның жануы және электродтың балкуы пісірушінің көмегіңсіз өтеді. Пісірудің осы тәсілі кезінде серіппелі аспап немесе аралас құрылғы пайдаланылады. Штангі базасын немесе серіппелі аспапты қатайту үшін бұрандама қысқышты немесе тұрақты магнитті қолданады.

Электродтар келесі өлшемдерге ие болады: диаметрі 4-8 мм кезінде ұзындығы 450-1000 мм болады, диаметрі 6-10 мм кезінде ұзындығы 700- 1200 мм болады. Штангілік аспапты пайдалану кезіндегі электродтың еңісті бұрышы 25-30°, серіппелі аспапты пайдалану кезіндегі еңісті бұрышы — 5-10°.

Пісіру тоғын электродтың 1 мм-не 40-45 А есебінен таңдайды . Ұзын өлшемді жіктер пісірілетін жіктердің бойымен бірнеше аспаптар орнатылған кезде жасалады. Бір пісіруші бір уақытта 3-4 постқа қызмет ете алады, бұл ретте өнімділік қолдап пісіруге қарағанда 2,5-3 есеге артады.

*Жатқан электродпен пісіру* - өнімділікті көтерудің тағы бір тәсілі ,

Қаптамалы балқымалы электрод пісірілетін жиектердің бойына қойылады. Доғаны бұрыштық электродпен немесе басқа тәсілмен жағады. Доғаның тұрақты жануы өздігінен реттеу құбылысы есебінен қамтамасыз етіледі.

Электродтар қаптама жағылған металл сырықтан, процессті тұрақтау қызметін атқаратын дөңгелек немесе бойлық ойығы бар басқа пішінді сыртқы қабықшадан құралады. Электродтың 4 және 8 мм диаметрі кезінде жабынның қалыңдығы тиісінше 1,5 және 3 мм құрайды, электродтардың ұзындығы 700-900 мм құрайды.

Ток әр 500-800 мм арқылы орнатылатын контактілер арқылы жүргізіледі. Оларды орнату орнында электродтар қаптаманың беткі қабатын тазартады. Электродтар сырығының ұзын жіктерін алу үшін оларды металл ендірмелермен біріктіреді.

Көпқабатты пісіруді жиектердің өңдеуіне немесе «қайықша» күйіндегі бұрышқа үш және одан артық электродтарды сала отырып орындайды. Электроды бар ток бірнеше көзден беріледі. Процесстің тұрақтығы үшін электродтарды қаптаманы жанып кетуден сақтайтын қағаз қабатын салумен мыс табағы қабатымен қапталған болат ендірмені жабады. Стандартты қаптамасы бар біреулік электродтармен пісіру кезінде сондай-ақ, аталған ендірмелерді пайдаланған жөн болады.

Жатқан электродтармен пісіру кезінде пісіруші өнімділік көтеріп, бір уақытта бірнеше постқа қызмет көрсете алады

## 2.6. ДОҒАЛЫ ПІСІРУ ҮШІН НӘРЛЕНДІРУ КӨЗДЕРІ

Доғалы пісіруге арналған нәрлендіру көзі доғаның жануын және сөнуін, оның тұрақты жануын, физикалық параметрлері мен технологиялық қасиеттерін басқаруды қамтамасыз ететін пісіру жабдықтарының негізгі құралы болады. Доғалы пісіруге арналған нәрлендіру көзін таңдау, жобалау және өндіріске қойылатын талаптар бірқатар факторларға байланысты болады. Атап айтқанда, доғаның өзінің физикалық сипаттамасына, (электрлік тізбектегі жүктеме ретінде шығатын), пісірілетін материалдың нақты тәсілінің ерекшеліктеріне, пісіру жалғастардың сапасына қойылатын талаптарға және пісіруді орындау шарттарына байланысты болады. Кез-келген нәрлендіру

көзінің қызметінің бірінші және анықтаушы шарты доғаның электрлік сипаттамасы болады. Пісіру трансформаторлары пісіруге қажет болатын желілік (380 В) және төмендетілген (140 В кем) кернеуді құрайды. Көптеген өндіріс саласында қаптамалы электродтармен қолмен доғалы пісіруге арналған бірпосттық трансформаторларды ғана шығарады. Конструкциялар мен техникалық сипаттамаларға қойылатын талаптар 35-77 МЕМСТ және 7012-77 МЕМСТ көрсетілген.

**Трансформаторлар:** Трансформаторлар арнайы ауыспалы токпен пісіруге арналған жақсы тұрақтандыратын қасиеттері бар электродтарды пайдалану кезінде доғаның оңай жануын және тұрақты жануын қамтамасыз етуге тиіс болады. Егер электродтар жақсы қасиеттерге ие болмаса (негізінен қаптамасы дұрыс болмаса) онда трансформатордың әсіресе 100 А кем болатын ток күші кезінде пісіру жұмыстарының сапасы қанағаттанғысыз болады. Ауыспалы токтың доғасының жануының төментұрақтылығы қарапайым пісіру трансформаторларының кемшілігі болады. Оның екінші кемшілігі желі кернеуінің ауытқуымен шартталған режимнің төмен тұрақтылығы болады.

Трансформаторлардың негізгі жетістігі - оларды дайындаудың төмен құны түзеткіштен 2-4 есе арзан, осындай қуаттағы агрегаттардан 6-10 есе арзан болады. Олар пайдалы әрекет етудің салыстырмалы жоғары коэффициенті (0,7-0,9) ие және электроэнергияның төмен меншікті шығысын (1 кг балқытылған электродтық металлға 2-4 кВт-с). қамтамасыз етеді. Трансформаторлар пайдалануға оңай және арзан, тез жөнделеді.

Пісіру түзеткіштері. Бұл пісірудің әр түрлі тәсілдері кезінде тұрақты ток доғасының қуаттау көздерінің негізгі көзі. Түзеткіштің күшті бөлігінің ең маңызды элементтері төмендеткіш трансформаторлар мен жартылай өткізгіш элементтер базасында жүргізілген түзеткіш блогы болып табылады. Конструктивті ерекшеліктер бойынша түзеткіштерді параметрлерді басқару сызбасына сәйкес екі топқа бөлуге болады.

- 1) Трансформаторлармен басқарылатын түзеткіштер; секциялаған орамдарымен, көбейтілген магнитті таратумен, қанықтыру дросселімен
- 2) Түзету блогымен басқарылатын түзеткіштер. Трансформатордың екінші тізбегіндегі тиристорлық басқарумен, трансформатордың бірінші тізбегіндегі тиристорлық басқарумен, трансформатордың екінші тізбегіндегі транзисторлық басқарумен;

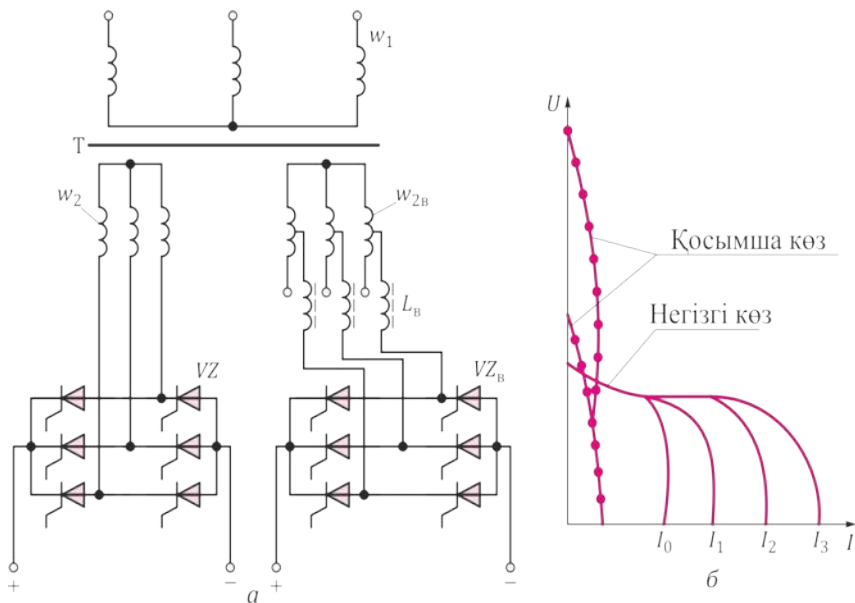
Қолмен доғалы пісіру үшін қатты магнитті тараумен басқарылатын түзеткіштер қолданылады. Бұл ВД-201, ВД-251, ВД-306 УЗ, ВД-307 және ВД-403 сериялық түзеткіштер болады. Соңғы кездері тиристорлық және транзисторлық басқарумен пісіру түзеткіштері кең қолданысқа ие болып жүр. Осы түзеткіштің қуаты сызбасы тиристорлардан немесе транзисторлардан басқарылатын түзету блогымен үйлесетін басқарылмайтын пісіру трансформаторларын білдіреді. ВВАХ қуаттау

көзін құру түзету блогының жұмысын фазалық басқару арқылы орындалады.

ВД-306 УЗ пісіру түзеткіші металлдарды доғалы пісіру, балқыту және кесу кезінде үшфазалық ауыспалы токтың желісінен тұрақты токпен пісіру доғасын қуаттауға арналған. Ол жылжымалы бастапқы өңдеумен, вентиляторы бар түзеткіш кремний блогымен, іске қосу және қорғаныс аппаратымен үшфазалық пісіру трансформаторынан құралады. Түзеткіштің барлық құрамдас бөліктері арбада монтаждalған және металл табағынан жасалған қаптамамен қорғалған. Түзеткіштің пісіру токтары басқарудың екі диапазонына ие. Әр диапазонның ішінде пісіру тоғын бірқалыпты реттеу пісіру трансформаторының орамалары арасында қашықтықтың өзгерістерімен жүргізіледі. Түзеткіштің сыртқы сипаттамасы құламалы болады.

ВДГ -601 пісіру түзеткіші көмірқышқыл газы ортасында бірпостты пісіруге арналған. Түзеткішке қуатты трансформатор, алты тиристорлардағы түзеткіш блок, пісіру тізбегіндегі дроссель, тиристорларды басқару блогы, пісіруді жартылай автоматы басқару блогы, газды қыздырғыш, іске қосу-реттеу және қорғаныс аппараты, бірқалыпты магнитті тараумен үшфазалы, өзекшелі типті қуатты трансформатор кіреді. Бірінші және екінші орау магнитөткізгіштің өзекшелерінде шоғырландыра орналастырылған. Пісіру кернеуін бірқалыпты реттеу басқару блогында орналасқан резисторлармен (жергілікті басқару) немесе жартылай автомат басқару пультімен (дистанциялық басқару) орындалады. Түзеткіш қатты сыртқы вольтамперлік сипаттамаға ие болуы мүмкін.

ВСВУ және ВСП типтердегі пісіру түзеткіштері тиристорлық түзеткіштерге жатады. Тиристорлық түзеткіштің блогын ток күшінің реттегіші ретінде пайдалануға болады. Тиристорлық блокқа берілетін басқару импульстерінің есебінен түзеткіштің вольтамперлік сипаттамасы қалыптасады және оны үздіксіз немесе импульсты доға пісіру режимі күйіне келтіреді.



2.7 сурет, үш фазалық ауыспалы токты түзеу  
 - - қосу сұлбасы, б - сыртқы тізбектің үшфазалық тогы, Т- трансформатор,  $I_0$  h  $I_2$   $I_3$  \_фазалардағы токтар

Осы типтегі көздердің приципиальды электрлік сұлбасы 2,7 суретте көрсетілген. Үш фазалық қуатты трансформатор  $w_1$  бір бастапқы орауға және  $w_2$ -  $w_{2B}$  деп аталатын екі екінші орауға ие.  $w_2$  орауы ток реттігішінің рөлін атқарады және бос құламалы вольтамперлік сипатқа ие VZ тиристорлық түзеткішке қосылған.  $w_{2B}$  екінші ораудан кернеу  $L_B$  дросселиарқылы құламалы вольтамперлік сипатқа ие доғаны қуаттаудың қосымша көзін құрайтын VZ, диодты түзеткіш блогына келтіріледі. Қосымша қуаттау көзі доғаны жағуға, аз токпен пісіруге арналған. Пісіру кезінде доға бір уақытта негізгі көздің бос жүрісінің кернеуін азайтуға және жұмыс токтары бойынша құламалы сыртқы сипатты құрауға мүмкіндік беретін екі көздерден қуат алады. (2.7, б сурет) Қуаттау көздерін вольфрамдық электродты пісіру үшін пайдаланады.

**Пісіру коллекторлық генераторлары мен түрлендіргіштер.** Пісіруге арналған тұрақты токтың көздері түзеткіштермен бірге механикалық энергияны электрлікке түрлендіретін пісіру генераторлары қызметін атқарады.

Тұрақты токтың пісіру генераторы магнитті полюсі бар статордан және ораматары мен коллекторлары бар зәкірден құралады. Генератор жұмыс істеген кезде статор полюстарымен жасалатын магнитті өрісте айналады. Зәкірдің орамасы генератордың полюстерінің магнитті қуатты желісінен өтеді және олардың орамдарында коллектордың көмегі арқылы тұрақтыға айналатын ауыспалы ток пайда болады. Коллекторға тұрақты ток шығу қысқыштарына жеткізілетін бұрыштық қылшақтар қысылады. Қысқыштарға электрод пен бұйымға баратын пісіру сымдары қосылады. Барлық генераторлар тәуелсіз көзден (тәуелсіз қоздырумен) немесе генератордың өзінен (өз-өзін қоздырумен) қуат алатын қоздырудың магниттейтін орамаларына ие. Ол магниттеу тогын өзгерте отырып, бос жүрістің кернеуін бірқалыпты реттейді, соған сәйкес генератордың жұмыс режимін реттейді.

Генераторларда орамдардың аздаған санымен қоздырудың жүйелі орауы бар. Жүйелі түрде доғаға қосылатын осы ораудан доға тогының күшіне тең ток өтеді. Жүйелі доға секцияланған. Не барлық оны орамдарын немесе екі диапазонда сатылық пісіру режимін реттей отырып, орамдардың бір бөлігін қосады.

Пісіру генераторлары әр түрлі электрлік сұлбалар бойынша жұмыстарды орындайды. Олар құламалы сыртқы сипатқа (ПСО-300, ПСО-500 түрлендіргіштерінде ГСО генераторлары және басқалары), қатты немесе еңісті құлама сипатымен (ПСГ-500 түрлендіргіштеріндегі ГСГ типі), және әмбебап (ПСУ-300 және ПСУ -500 түрлендіргіштер) болуы мүмкін.

Ең үлкен қолданысқа сыртқы сипаттамасы құламалы пісіру генераторлары ие болды. Олар келесі сұлбалар бойынша жұмыс істейді: тәуелсіз қозумен және өз-өзімен қозумен және магнитсіздендіру бірізді орамаларымен.

Бірінші жағдайда генераторда тәуелсіз қозу орамасы болады. Ол тұрақты токтың нәрлендіру көзінен қуат алады, сондай-ақ зәкірдің орамы пісіру тізбегіне жүйелі қосылған магнитсіздендіру орамадан тұрады. Тәуелсіз қоздыру тізбегіндегі токтың күші реостатпен реттеледі. Орамамен жасалатын магниттік ағын орамамен жасалатын магниттік ағының өз бағытына қарама-қайшы. Нәтижеде пайда болатын ағын ағындардың айырмашылығын көрсетеді. Бұл ретте генераторлардың қысқыштарындағы кернеу төмендейді де генератордың құлама сыртқы сипаттамасын жасайды. Осы жүйенің генераторларындағы пісіру тоғы секцияланған жүйелі орауды реттейді. Осы жүйе бойынша ГСО-300 және ГСО-500 генераторлары жұмыс істейді.

Екінші сұлба бойынша жұмыс істейтін магниттелетін орама генератордың өзінің зәкір орамысының бөлігінен тұрақты токты қуат алады. Осы мақсатта коллекторда қылшақтардың арасында қосымша қылшақ орналасқан. Қылшақтар арасындағы кернеу тұрақты болғандықтан, оларға тұрақты ағынды жасайтын қоздырудың

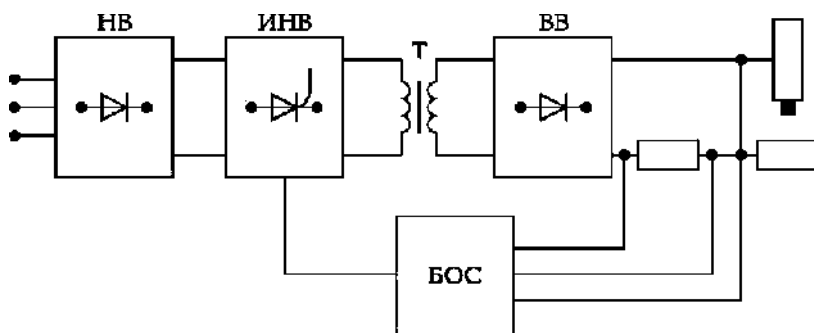


магниттелетін орамын зәкірге параллельді қосуға мүмкіндік береді. Құламалы сыртқы сипаттама жүйелі магнитсіздендіретін орама күшімен жасалады. Осы сұлба бойынша ГСО-330 –М, ГСО-330 –5 және басқа пісіру генераторлары жұмыс істейді.

Электрлік қозғалтқыш генератордың зәкірін айналдырады. Пісіру генераторынан және жетекті үшфазалық, асинхронды электрқозғалтқыштан құралатын қондырғы пісіру түрлендіргіші (ПСГ-500) деп аталады. Пісіру генераторы мен ішкі жану қозғалтқышынан жасалатын қондырғы пісіру агрегаты деп аталады. Агрегаттарды негізінен электрлік желі жоқ монтаждық дала жұмыстарында пайдаланады. Мысалы, АДД - 4001 С дизельді пісіру агрегаты қолмен доғалы пісірудің бір бекетін қуатты токпен нәрлендіру үшін 50 л.с. (37 кВт-А) қуатымен Д144-81 қозғалтқышының жетегі ретінде қызмет атқарады. Агрегаттың номинальды тоғы 400 А (ПН 60 %) , реттеу шектері 60-450 А, бос жүрістің кернеуі 100 В, номинальды кернеу 36 В.

**Жиілікті түрлендіргішпен нәрлендіру көздері.** Пісіру жабдықтары жетілдірудің болашақты бағыттарының бірі жоғарылатылған жиілік звеносы және инверторлық қуаттаудың энергияжинау көздерін құру. Осы көздерде салмақ (масса) пен габариттер бұрын шығарылған көздерге қарағанда 9 есе аз болады. Олардың қуат коэффициенті 0,95-0,98, ПЭК жоғары және жоғары динамикалық қасиеттерге ие.

2.8 суретте доғалы пісіруге арналған нәрлендірудің инверторлық көзінің блок-сұлбасы көрсетілген. Қуат беретін желінің ауыспалы кернеуі жиілігі төмен НВ түзеткішке түседі және түзетілгеннен кейін ИНВ инверторы арқылы жоғары жиілікті ауыспалы кернеуге 1-20 кГц түрленеді. Күштік трансформаторы Т инвертор мен жоғарыжиілікті басқарылмайтын шығу түзеткіш ВВ арасында қосылған. Трансформация жоғары жиілікте орындалады, нәтижеде күштік трансформатордың өлшемдерін азайтуға мүмкіндік беретін. Сыртқы сиптамаларды құру және пісіру режимін реттеу кері байланыстар блогының (КББ) басқару жүйесімен орындалады.



2.8.Сурет Қуаттаудың инверторлық көзінің блок-сұлбасы :  
 ТТ (НВ)— төменжиілікті түзеткіш; ИНВ — инвертор; Т —  
 трансформатор; ЖТ (ВВ) — жоғарыжиілікті түзеткіш ; КББ (БОС) —  
 кері байланыстар блогы; А, В, С — фазалар

Инверторлық көздер - доғаның оңай жануы мен майысқақтығын (эластичность), металлдың майда тамшылы және ағынды ауысуын, балқытылған металдың минимальды шашырауын, 36 В дейін бос жүрісті кернеуді төмендетуді, 30-40%, электрэнергияны үнемдеуді, ток пен кернеулер параметрлерін дистанциялық басқаруды қамтамасыз етеді.

Шектеулі өндірістік алаңға пісіру бекеттерінің едәуір санын орналастыру қажет болған жағдайда қуаттылығы жоғары нәрлендіру көздерін қолданған жөн болады. Осы көздер көздің шығу қысқыштарына қосылған жалпы шинасымы арқылы біруақытта бірнеше бекеттердің жұмысын қамтамасыз етеді. Бұндай бекеттар доғаны көпбекетті нәрлендіру көздері деп аталады. Оларға қойылатын негізгі талаптар - орнатылған режимдердегі және басқа бекеттердің әсер етулеріне қарамастан ауыспалы режимдердегі әр қосылған бекеттің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету болады. Осы бекеттердің тәуелсіздігі әр бекет үшін бос жүрісті кернеудің өзгеріссіздігімен қамтамасыз етіледі. Көпбекетті нәрлендіру қаптамалы электродтармен қолмен доғалы пісіру, флюспен автоматы пісіру және көмірқышқыл газы ортасында механикаландырылған пісіру үшін пайдаланылады.

**Көпбекетті нәрлендіру көздері.** Көпбекетті нәрлендіру кезінде әр пісіру бекеті бөлек балластық кедергі арқылы шинасымына қосылады. Көпбекетті нәрлендіру көзі жалпы шинасымы арқылы бірнеше пісіру бекеттеріне қызмет етеді. Әр пісіру бекеті пісіру тоғының күшін реттетейтін және пісіру үшін құламалы вольтамперлік сипаттаманы алатын балластық кедергі арқылы шинасымға қосылған. Қолмен доғалы

пісіру мен флюспен жасалатын пісіру үшін нәрлендіру көзінің шығу кернеуі әдетте өзгермейді. Көмірқышқыл газымен пісіру үшін көпбекетті нәрлендіру көздердің айырмашылығы бос жүрістің әр түрлі кернеуіне бірнеше шығу шинасымдарының болатындығымен ерекшеленеді. Бұндай жағдайда әр пісіру бекеті кернеуіне сәйкесетін тиісті шинасымына қосылады.

Осы түзеткіштер негізінен шағын өндірістік алаңда пісіру бекеттерінің айтарлықтай саны жиналған кезде кеме құрылысында және ірі машина жасау өнеркәсібінде қолданылады. Көзден нәрлендірілетін бекеттердің санын есептеу кезінде бекеттердің жұмыстарының біруақыттылық  $k$  коэффициенті енгізіледі. Әдетте флюспен қолмен және механикалық пісіру үшін  $k = 0,5-0,7$ , а қорғаушы газы ортасында  $k = 0,7-0,9$  қабылданады.

**Қолмен доғалы пісіруге арналған көпбекетті түзеткіштер.** Олар жалпы цехтік магистралдық шинасымдарының қуаттаудың көпбекетті жүйелерін құруға арналған. Түзеткіштердің бөлек бекеттердің тәуелсіз жұмыстарын қамтамасыз ету үшін қатаң сыртқы вольтамперлік сипаттамаға ие. Жүктемелердің қалыптыдан 50%-дан 100%-ға дейін өзгеруі кезінде көпбекетті түзеткіштің шығуындағы кернеу 4 В дейін өзгереді. ВДМ түзеткіштері қарапайым конструкцияларымен ерекшеленеді. Олар үшфазалық трансформатордан, түзеткіш блоктан, вентилятордан, іске қосу –қорғау аппаратынан құралады. Түзеу сұлбасы – алтыфазалық сақиналы, 320 және 400 А басқарылмайтын шұралар қолданылған.

Әр бекет құламалы сыртқы сипаттаманы және пісіру тоғын реттеуді қамтамасыз ететін балластық реостат арқылы жүйелі түрде нәрлендіру көзіне (магистралдар) қосылады.

Осыған ұқсас көпбекетті жүйелер бірқатар басымдылықтарға ие болады. Бірбекетті түзеткіштермен салыстырғанда күту, жөндеу және қызмет ету құны аз, қажет болған жағдайда үлкен токтармен пісіру мүмкіндігіне ие, эквивалентті санына қарағанда жұмыс алаңының ауданы аз болуы. Алайда, осындай көпбекетті жүйенің айтарлықтай кемшілігі ол бекеттің ПӘК төмендетін балласт реостатындағы қуаттың үлкен шығыны болады.

**Көмірқышқыл газда механикаландырылған пісіруге арналған көпбекетті түзеткіш.** ВМГ-5000 көпбекетті пісіру түзеткіші негізінен көмірқышқыл газы ортасында пісіру кезінде пісіру бекеттерді нәрлендірудің орталықтандырылған жүйесіне арналған. Түзеткіш қатаң сыртқы сипаттамаға ие, ол В200 басқарылмайтын шұрасын пайдалана отырып теңестіргіш реакторы бар түзетудің үшіфазалық қос сұлбасы бойынша жиналған. Трансформатордың бастапқы орауы жұлдызға қосылған және секцияланған. Бұл екінші қайтара ораудың шығу кернеуінің бес мәнісін алуға мүмкіндік береді. Түзеткішті суыту су

арқылы орындалады. ВМГ-5000 түзеткішінен қуат алатын бекеттердегі кернеуді реттеу РБГ-302 типіндегі балласты реостаттардың көмегі арқылы автономды түрде жүргізіледі. Көп жағдайларда сыртқы статикалық сипаттаманың еңісі 0,07-0,12 В/А шегінде болуға тиіс. 200 А токтарына дейін тік күйінде пісіру кезінде пісіру бекетті қосымша бірізбен балласты реостаттармен қосылатын индуктивтілігі 300 мкГн дроссельдермен жабдықталады.

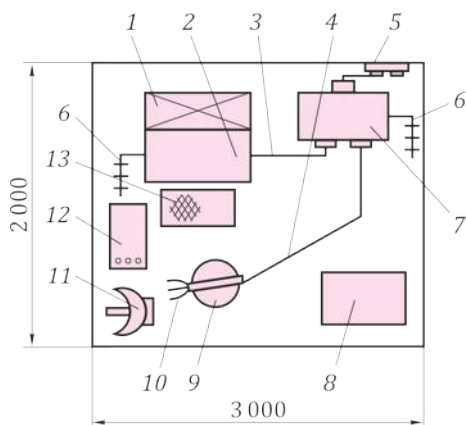
Цех шинасымында бір өзгертілмеген кернеу қалатын болса балластық реостаттарды қолдану-реттеу диапазоны шектеліп, пісіру бекеттер ток бойынша жағын режимдерінде жұмыс істеуге мәжбүр болады. Қуаттау жүйесінің реттеу диапазонын кеңейту үшін цехте төмен және жоғары кернеуге арналған бөлгіш шинасымдар болуға тиіс. Осындай жағдайда әр шинасымға өздерінің шығу кернеулерімен түзеткіштер жұмыс істейтін болады. Қарастырылған қуаттау жүйесі электроэнергияның жоғары шығынына пісіру бекеттің ПЭК жоғары емес болуына келтіреді.

Көпбекетті түзеткіштерде үлкен мән шамадан тыс жүктемелерден қорғаныс құрылғыларына беріледі. Қапталған электродтармен пісіру үшін РБ-306 және РБ-500 балластық реостаттармен жабдықталған ВКСМ-1000, ВДМ-1601, ВДМ-6302, ВДМ-6303С, ВДМ-1202С түзеткіштері қолданылады. Көмірқышқыл газы ортасында пісіру үшін РБГ- 502 реостаттарымен жабдықталған ВМГ-5000 түзеткіштерін, сондай-ақ, тұрақты токтың көпбекетті генераторы (ГСО-500) мен трансформаторларды пайдаланады .

## **2.7. ҚОЛМЕН ДОҒАЛЫ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ПІСІРУ БЕКЕТІНІҢ ЖАБДЫҒЫ**

Орындалатын жұмыстардың сипаттамасына және пісірілетін конструкторлардың габариттеріне қарай пісіру бекеті арнаулы пісіру кабиналарына немесе тікелей бұйымдарға орнатылады.

Өлшемдері 2000 x 2000 немесе 2000 x 3000 мм болатын пісіру кабиналарын шағын бұйымдарды пісіру кезінде пайдаланады (2.9 сурет) Кабиналардың қабырғалары жанбайтын материалдардан дайындалады және ультракүлгін сәулені сіңіретін отқа төзімді бояумен боялады. Қабырғалар 1800-2000 мм биіктігіне ие болады, желдету жақсы болу үшін олар еден үстінен 200-300 мм көтерілген. Кабинадағы есік ойығы отқа төзімді құраммен сіңдірілген



1 — желдету; 2 — үстел; 3 — кері жетек; 4 — тік жетек; 5 — доғаны нәрлендіру көзін іске қосу; 6 — жерге тұйықтау; 7 — доғаны нәрлендіру көзі; 8 — қалдықтарға арналған жәшік; 9 — орындық; 10 — ұстағыш; 11 — қалқанша, 12 — электродтар, 13 — кілемше

брезент пен жабады. Еденді отқа төзімді материал — кірпіштен немесе бетоннан салады. Кабиалар табиғи немесе жасанды жарықпен (80- 100лк), жарықталатын, желдетілетін (ауа алмасу  $40 \text{ м}^3/\text{с}$ ) болып, пісіру зонасынан газ бен буды сіңіретін сорғыштарға ие болуға тиіс

Кабинаның ішіне отырып жұмыс істеуге арналған 500-600 мм немесе пісіру тоғының көзінен токөткізгіш сымдарды бекітуге арналған және үстелді жерге тұйықтау үстелінің сымына арналған болат бұрандамалармен тұрып жұмыс істеуге арналған (шамамен ауданы  $1 \text{ м}^2$ ) 900 мм биіктігімен металл пісіру үстелі орнатылады. Үстелдің бүйірлі жағында электродтарды немесе қосымша сымдарды сақтауға арналған ұя болады.

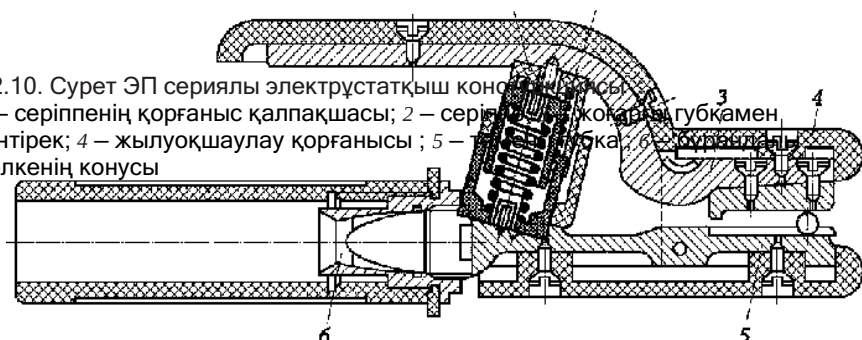
Доғаны нәрлендіру көздері бірбекетті немесе көпбекетті бола алады. Жұмыс орнында әдетте бірбекетті көздер орналастырады. Көпбекетті көздерден пісіру бекеттерін нәрлендіру кезінде пісіру тоғы токөткізгіш сымдар немесе шиналар арқылы кабиналар бойынша жеткізіледі. Кабинада кескішті немесе пісіру тоғын қосуға арналған магниті іске қосқышты орнатады.

Пісіру жұмыстарын орындау үшін пісірушіге құралдар мен жабдықтарды белгілі жинағы қажет болады.

Электрұстағыш (14651-78 МЕСТ) сенімді оқшаулаумен, жұмыс кезінде қызып кетпейтін және электродтың тез және сенімді бекітуін қамтамасыз ететін (2.10 сурет) және жеңіл (0,5 кг аспайтын) болуға тиіс. Электродтарды бекіту тәсіліне қарай пассатижді (ЭПжәне ЭД) бұрандамалы, эксцентрлік (ЭУ және ЭДС) және электрұстағыштардың басқа түрлері (2.2. кесте) деп ажыратады.

Қалқаншалар мен шлемдерді МЕСТ 12.4.035-78 сәйкес келесі токөткізбейтін материалдардан дайындайды: фибрлар мен пластмассалардан (2.3 кесте). Қалқаншаның салмағы 0,48 кг, шлем 0,6 кг аспайды. Олар тегіс, күңгірт түске ие, ішкі жағының түсі қара.

2.10. Сурет ЭП сериялы электрүстатқыш конустық электродпен қолмен электрдоғалы пісіруге арналған электрқысқыштардың техникалық сипаттамасы



2.2 Кесте. Балкытымалы электродпен қолмен электрдоғалы пісіруге арналған электрқысқыштардың техникалық сипаттамасы

| Көрсеткіштер                                                       | Электрқысқыштың таңбасы |       |          |          |          |        |        |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|----------|----------|----------|--------|--------|
|                                                                    | ЭП-2                    | ЭП-3  | ЭД-125-1 | ЭД-300-1 | ЭД-500-1 | ОО-315 | ЭУ-500 |
| А пісіру тоғының жіберуге болатын                                  | 250                     | 500   | 125      | 300      | 500      | 315    | 500    |
| электродтың металл сырығының диаметрі, мм                          | 5 төмен                 | 6...8 | 1,6.3    | 2.6      | 4. 10    | 3.6    | 5.8    |
| Ұстағышқа жалғанған пісіру кабелі қимасының ауданы мм <sup>2</sup> | 50                      | 70    | 25       | 50       | 70       | 50     | 70     |
| Габариттік өлшемдер, мм:                                           |                         |       |          |          |          |        |        |
| ұзындығы                                                           | 250                     | 325   | 250      | 266      | 293      | 192    | 192    |
| Ені                                                                | 40                      | 37    | 32       | 36       | 40       | 42     | 42     |
| биіктігі                                                           | 80                      | 95    | 74       | 84       | 92       | 80     | 80     |
| Салмағы, кг                                                        | 0,43                    | 0,80  | 0,32     | 0,48     | 0,67     | 0,40   | 0,42   |

### 2.3. Кесте Электрпісірушінің қорғаныс қалқаншалары мен шлемдері

| Модификациялау | Атауы                                                                                                      | Модель      | Жарық фильтрінің өлшемі, мм |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1              | Мөлдір корпуспен басқа арналған қалқанша                                                                   | НН-Э-30У1   | 52 x 102                    |
| 2              | Мөлдір корпуспен басқа арналған қалқанша                                                                   | ННО-Э-302У1 | 90 x 102                    |
| 3              | Мөлдір корпуспен қолға арналған қалқанша                                                                   | РН-Э-301У1  | 52 x 102                    |
| 4              | Басқа арналған қалқанша                                                                                    | ЩЭК-Э-301У1 | 52 x 102                    |
| 5              | Ашылатын жарықфилтрімен және жылжымалы жақтаумен монтаждалатын қорғаныс каскасымен басқа арналған қалқанша | НН-Э-302У1  | 52 x 102                    |
| 6              | Мөлдір корпуспен қолға арналған қалқанша                                                                   | РНО-Э-302У1 | 90 x 102                    |

Қалқанша қарау терезесі бар корпустан және дөңгелеу көлденең қимасы бар және ұзындығы 120 мм кем болмайтын саптан құралады

Шлем пісіруші басына киетін және корпустың екі қатайтатын күйін қамтамасыз ететін (түсірілген (жұмыс) және артқа қайырылған) қорғаныс аспабын білдіреді.

Зиянды сәулеленуден көздерді қорғау үшін қалқаншалар мен шлемдер Э типті жарықфилтрімен бірге салынатын қара-жасыл түсті С типті жарықфилтірімен жабдықталған Олар 13-900 А күшімен пісіру тоғының арналған 13 класстарға бөлінеді. Қазіргі күні пісірушінің көзін қорғау үшін «Хамелеон» типті сұйық кристаллды жарықфилтрлері қолданылады

Доғаның сәулеленуінен көздерді қорғауға арналған жарықфилтрлері және пісіру тоғының күші , А

|           |         |
|-----------|---------|
| С-3 ..... | 15.30   |
| С-4 ..... | 30.60   |
| С-5 ..... | 50.150  |
| С-6 ..... | 150.275 |
| С-7 ..... | 275.350 |
| С-8 ..... | 350.600 |

Металлдың шашырауынан қорғайтын жарықфилтрі қорғанысы зақымданған кезде жаңасымен ауыстырылатын жабынды органикалық шынылармен қамтамасыз етіледі.

КРПТ маркасының пісіру сымдары токты қуатты желіден пісіру аппаратына апаруға мүмкіндік береді. Пісіру аппаратынан жұмыс орындарына пісіру тоғы ұзындығы 40 м асатын резеңке оқшаулағышы бар ПРГ, АПР немесе ПРГД маркасының майысқақ сымы бойынша келеді. Элеткрұстағышқа ұзындығы 3 м кем болмайтын ПРГД маркасының майысқақ сым өткізгішін қосады. Оларды қызу температурасы 70°C аспауға тиіс.

## 2.8. ҚОРҒАУШЫ ГАЗДАРДА ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚ

Пісірудің автоматты және механикалық тәсілдері кезінде П доғаны нәрлендіру көздеріне басқа екі негізгі технологиялық қозғалыстарды, атап айтқанда, пісіру зонасына электродтарды беруді және пісірілетін жиектердің бойына доғаларды ауыстыруды механикаландыруға мүмкіндік беретін арнаулы жабдықтар болуға тиіс. Егер пісіру кезінде осы екі қозғалыс механикаландырылған жолмен орындалатын болса, онда бұндай процессті автоматты пісіру ретінде қарастырады. Егер қозғалыстарды бірі, атап айтқанда, пісіру зонасына электродты беру механикалық әдіспен орындалып, екінші қозғалыс пісірілетін жиектердің бойына доғаларды ауыстыру – қолмен жасалатын болса, онда бұндай процессті механикаландырылған (жартылай автоматты) пісіру ретінде қарастырады. Пісіру режимінің берілген параметрлерінің тұрақтығын қолдай отырып, электрод пен доғаның негізгі технологиялық ауыстыруларын автоматты орындауды (доғаның, пісіру тоғының, пісіру жылдамдығының кернеуін) қамтамасыз ететін пісіру аппараттары пісіру автоматтары деп аталады.

**Пісіру автоматтары:** Автоматтардың негізгі бөлігі – пісіру бастиегі балқымалы электродты немесе қосымша металлды доға зонасына беруге электромеханикалық құрылғыны білдіреді. Жылжымайтын етіп бекітілген пісіру бастиегі бұйымға қатысты аспалы автоматты бастиек деп аталады. Онда бастиектің өзін ауыстыру механизмі болмайды. Доғаға қатысты пісіру объектісі қосымша құрылғы немесе пісіру аспабы арқылы ауыстырылады. Егер пісіру аппаратының конструкциясында бастиекті ауыстыруға арналған механизм болатын болса, ол онда өздігінен жүретін деп аталады. Ол арнайы бағыттаушы бойынша орын ауыстырады. Бұндай аппараттар аспа типіндегі автомат деп аталады. Егер автомат конструкциясы үстінде бекітілген бастиегі бар арба болып, ол тікелей пісірілген өнім бойынша орын ауыстыратын болса, онда бұндай автомат пісіру тракторы деп аталады.

Пісіру автоматы пісіру бастиегінен, арбадан, басқару пультінен, аппараттық шкафтан, пісіру сымы бар кассетадан құралады. Пісіру бастиегінің негізі элементтеріне сымды беру, роликті беру механизмі, токөткізгіш мүштік пен бастиектің орнын ауыстыруға арналған құрылғысы жатады.

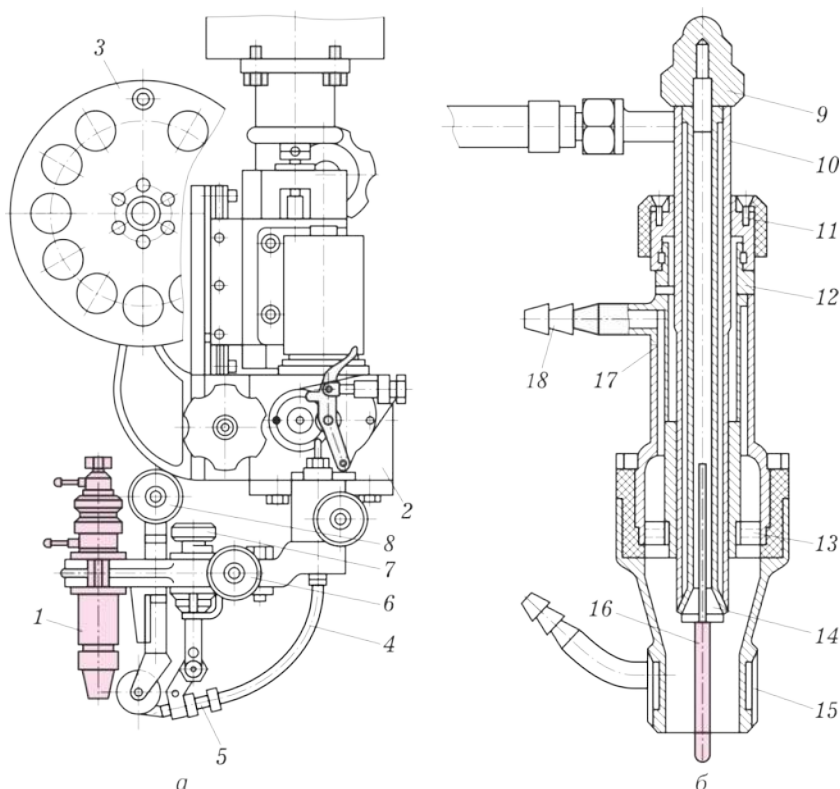


Беру механизмі электрқозғалтқыштан және редуктордан құралады. Ауыспалы токтың электрқозғалтқыштарын пайдалану кезінде реттелетін редукторлар қолданылады. Тұрақты токтың электрқозғалтқыштары реттелмейтін редукторлармен үйлесе жұмыс істей алады. Беру роликтері редуктордың шығу біліктерінде орналасқан. Олардың арнауы – шығарып алмай, пісіру сымдарын тұрақты беру болады. Әдетте ол құламалы роликтердің екі жұбын пайдалану арқылы орындалады. Редуктордың корпусына электрлік контактіні қамтамасыз етуге және сымды пісіру ваннасына бағыттауға арналған токжүргізетін мүштікті бекітеді. Үлкен диаметрлі (3-5 мм) электродты сыммен пісіру үшін роликті сырғымалы контактісі ар мүштіктер кең тараған. Аз диаметрлі (0,8-2,5, мм) сымды пайдалану кезінде құрылық мүштіктерді пайдаланады. Сырғымалы контакт мүштіктің ауыспалы ұштықтары есебінен сүйеледі. Сондай-ақ, қалыптық (екі серіппелік қалыптан құралады) және етік типіндегі мүштіктер қолданылды.

Пісіру бастиегі аспасының конструкциясы - орнату және орын ауыстыру мүмкіндігін қамтамасыз етуге тиіс. Тік – электродтың қажетті ұшына немесе пісірілетін түйіспеге қатысты оның еңісінің бұрышын қамтамасыз етуге арналған; көлденең – басында түйіспенің ортасы бойынша электродтың бүйірін орнатуғы және пісіру кезінде оны түзетуге арналған.

Арба пісірілетін түйіспенің бойындағы бастиектің орнын ауыстыруға арналған. Көптеген автоматтарда арба базалық элемент болады. Оның корпусына пісіру бастиегі, сымдарға арналған кассеталар және автоматпен басқару модулі орнатылады. Арба пісіру жылдамдығы кең ауқымда жүрістің бірқалпын қамтамасыз етуге тиіс. Тұрақты токтың электржетектері бар автоматтарда арбаның жылжу жылдамдығы қозғалтқыш білігінің айналымдар санының өзгеруін реттейді. Ауыспалы токтың жетектерінде редуктордағы ауыспалы тегершіктері бар арбалардың жылдамдығы күйге келтіріледі.

Балқымалы электродпен автоматты пісіру берілген жылдамдықпен берілген траектория бойынша пісіру жанарғысын немесе бұйымдарын жылжуына негізделген. Болмашы шығыс салдарында вольфрамдық электродтың беруі (1 м жікке грамның жүзінші үлесі тәртібінде) әдетте механикаландырылмайды.



2.11. сурет Балқымалы электродпен автоматты пісіруге арналған бастиек (а) және жанарғы (б):

1 — жанарғы; 2 — сымды беру механизмі; 3 — орау; 4 — бағыттаушы шланг; 5 — ұштық; 6...8 — корректорлар; 9, 11 — сермер; 10 — құрсау; 12, 17 — корпус; 13 — ішпек; 14 — цанга; 15 — түтік; 16 — электрод; 18 — жалғастық

Қосымша сымдарды берумен автоматы пісіруді - жанарғыдан 1 басқа сымды беру механизмімен, 3 ораммен, ұштықтары бар 4 бағыттаушы шлангімен, және 6...8 корректорлар жүйесімен жабдықталған бастиек (2.11.а сурет) орындайды. Корректорлар жанарғыға 1 қатысты үштіктің 5 күйін анықтайды. Пісірілетін жиектерге сымдарды сенімді қыстыру (жанастыру) үшін көп жағдайларда роликті пайдаланады. Кейде технологиялық ұсыныстар бойынша (мысалы, пісірудің немесе балқытып қаптаудың өнімділігін арттыру үшін) қосымша сымды ЖЖТ арқылы немесе электрлік ток сымының бөлікшесі арқылы жіберіп алдын-ала қыздырады.

2,1, 6 суретінде вольфрамды электродпен механикаландырылған пісіру жанарғының сұлбасы көрсетілген. Электрод 16 серпер 9 арқылы төкөткізетін цангіге 14 қысылған. Шүмекке 15 қатысты электродтың күйін өзгерту үшін корпуста 12 айналатын құрсаудың 10 суытатын ағынды суымен айналу кезінде сермер 11 қызмет етеді. Цанга 14 белгілі диаметрдегі электродтарға арналған ауыспалы бөлшек болып табылады. Газ құрсау мен корпус 17 арасындағы саңылау бойынша штуцер 18 арқылы келеді.

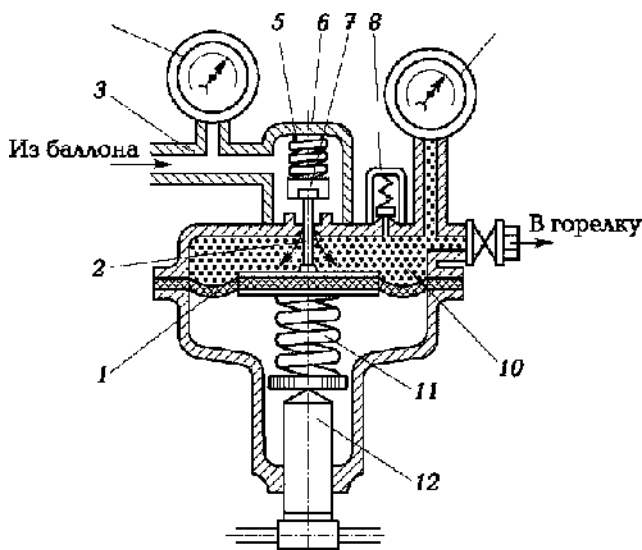
Шүмектің конструкциясы мен балқымайтын электродпен пісіру кезінде газдың ағу сипаттамасына қойылатын талаптар балқымалы электродпен пісіру кезіндегідей болады. Алайда шашыраудың болмауы газдың ламинарлық ағымын алу үшін керамикалық шүмек пен газ өткізетін тор ішпектерді 13 (газ линзаларын) кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

АДСВ (АДСВ-5, АДСВ- 6 және басқалар) типті вольфрамдық электродпен пісіруге арналған автоматтар шамасы нәрлендіру көзінің типіне байланысты болатын тұрақты, лүпілдейтін және ауыспалы ток кезінде бұйымдардың бойлық жіктерінің аргонда пісіруге арналған. Пісіру жылдамдығы 5-80 м/с шегінде реттеледі.

Жанарғы диаметрі 1-5 мм болатын вольфрамдық электродтармен бекітуге есептелген. Автоматтар АСГВ-4 сәйкестендірілген бастиктен, доғаның кернеуін реттегішпен, және түйіс желісін байқауға арналған құрылғысымен жинақталған. Өз кезегінде, осы құрылғы түйіс күйінің анықтайтын индукциялық қадағасымен жабдықталған.

АДГ-502 және АДГ 602 тракторлы типті автоматтар бұрыштық жіктер мен айқасқан жалғастарды, жиектерін өңдеумен және өңдеусіз түйіс жалғастарды көмірқышқыл газы ортасында тұрақты токпен балқымалы электродпен пісіруге арналған. Автомат екі бөліктен құралады: пісіру тракторынан және доғаны қуаттау көзі-түзеткіштерден.

Автоматтар жүйесі қорғаушы газын үрлеу, кратерді пісіру үшін доғаны созу және пісіру аяқталғаннан кейін қорғаушы газымен жікті үрлеу үшін уақыттың қажетті ұсталымдарын орнатуға мүмкіндік береді. Барлық автоматтарды басқаруы пісіру тракторында орналастырылатын пультпен жүргізіледі. Басқару пультінде режимді бақылауға арналған аспап, доға кернеуі мен электродты симмен пісіру және беру жылдамдығын реттегіш, сондай-ақ, басқару түймелері орнатылған. Пісіру түзеткішінде бекітілген қосымша басқару пультінде қорғаушы газын беруді басқару элементтері орналастырылған. Пісіру зонасындағы токжолы көмірқышқыл газы келетін сумен суытылатын шүмекпен қорғалған.



2.12 Сурет . редуктордың сұлбасы :

1 — мембрана; 2 — сұққыштары бар беріліс дискісі; 3 — газды жіберуге арналған штуцер; 4 — жоғары қысымды манометр ; 5 — қосымша серіппе; 6 — жоғары қысымды камера ; 7 — редукциялайтын клапан; 8 — сақтандырғыш клапан. 9 — төмен (жұмыс) қысымды манометр; 10 — төмен қысымды камера; 11 — басты қысқыш серіппе; 12 — реттегіш бұрандама

### **Қорғаушы газдарында пісіруге арналған газ аппаратурасы.**

Қорғаушы газдарында пісіруге арналған газ аппаратурасы пісіру кезінде газдың берілуін дайындауға және газдың берілуін бақылауға қызмет етеді. Ол газ редукторынан, газ қыздырғышынан және кептіргішінен, шығыс өлшегіштен, газдарды араластырғыштардан, электромагнитті газ клапандарынан т.с.с.. құралады.

**Редукторлар** (2,12 сурет) баллоннан немесе бөлгіш құбырдан жанарғыға түсетін газдың қысымын төмендетуге және тұрақты берілген жұмыс қысымын автоматты қолдауға арналған.

Аргонда дәнекерлеу кезінде АР-10, АР-40 немесе АР-150 редукторлары қолданылады. Көмірқышқыл газында немесе оның қоспаларында пісіру кезінде бір уақытта шығыс өлшегіштері болып табылатын (У-30 және ДЗД-1-59М) кері әсер ету редукторлары пайдаланылады. Сондай-ақ, қарапайым оттегі редукторларын мысалы, РК-53, РКД-8-61 пайдаланылуы мүмкін .

**Қыздырғыштар;** баллоннан келетін көмірқышқыл газының үлкен шығысы кезінде редуктордың қатып қалуын болдырмауға арналған . Қыздырғыш ілме сомынмен баллонға бекітіледі. Қуаттау 20В

кернеудегі тұрақты токпен немесе 36 В кернеулі ауыспалы токпен орындалады.

Жоғары қысымды **кептіргіштерді** төмендететін редуктордың алдында орналастырады. Төмен қысымды кептіргіштер орталықтандырылған газ ажырату кезінде қолданылады. Ылғал сіңіргіш ретінде силикагелді немесе алюмогликолді, кейде тотияйын (мыстың күкірт қышқылды түзуі) мен хлорды кальцийді пайдаланады. Ылғалға қаныққан силикагель мен тотияйын 2 сағат ағымында 120-300<sup>0</sup> С температура кезінде теседі. Кептіргіш көмірқышқыл газының 30-33 м2 кептіруге және бір қуаттауға есептелген

**Шығыс өлшегіштер** қорғаушы газының өлшеуге арналған . Олар қалтқылы (ротаметр) және дроссельді типті бола алады. Ротаметр жеңіл қалтқылы болатын шыны құбырдан құрылады. Газдағы шығыс пен тығыздық қаншалықты көп болса, қалтқы соншалықты жоғары болады. Ротаметр ауаның шығысы бойынша теңестірілген шкаламен жабдықталған. Қорғанас газының шығысын қайта есептеу үшін кестелер қолданылады.

Дроссельді типті шығысөлшегіштің әрекеті газ шығысына байланысты болатын және манометрлермен өлшенетін дросселдейтін диафрагма алдындағы учаскелерде қысымның ауырмасын өлшеу принципіне негізделген. . Осы принцип манометрдің жұмыс камерасындағы қысымды емес, газды шығысын көрсететін У-30 редукторына пайдаланылады.

**Араластырғыштар**  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$  және  $\text{CO}_2 + \text{Ar} + \text{O}_2$  (2.4 кесте) газ қоспаларын алуға арналған. Баллондардан алынатын  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$  газдар қоспасын алу және УКП-1-71 посттық араластырғышы мен газ қоспасының берілген құрамы мен шығысын автоматты қолдау ДКП-1-65 редукторы бар қысым реттегішінен және газдарды араластыру түйіннен құралады. УКР-1-72 рампалық араластырғышы баллондар рампасынан оттегінің іріктеу кезінде  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$  қоспасын, сұйытылған қатты суытылған көміртек диоксидін құрайтын изотермикалық ыдыстан – көмірқышқыл газын алуға мүмкіндік береді. Араластырғыш 10-50 пісіру посттарын газбен қуаттауды қамтамасыз етеді

2.4.Кесте Газдарды араластырғыштар  
Қоспаның құрамы

| Марка    | Араласатын газдар                  | Қоспаның құрамы, % | Қысым, МПа                    |
|----------|------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| УКП-1-71 | Көмірқышқыл газ<br>Оттегі          | 70<br>30           | 0,2. 1,0<br>1,2. 1,5          |
| АКУП-1   | Аргон<br>Көмірқышқыл газ<br>Оттегі | 70<br>25<br>5      | 1,0...4,0<br>6,0<br>3,5...6,0 |
| УКР-1-72 | Көмірқышқыл газ                    | 70                 | 4,0...8,0                     |

|  |        |    |            |
|--|--------|----|------------|
|  | Оттегі | 30 | 4,0...15,0 |
|--|--------|----|------------|

Газ клапаны қорғаныш газын үнемдеу үшін пайдаланады. Оны мүмкіндігі бойынша пісіру жанарғысына жақын орнатады. Ол доғаны жаққанға дейін қосылады және доға үзілгеннен және жік кратерінде металл толық қатайғаннан кейін қосылады. Ең тараған газ клапанының түрі электромагнитті газ клапаны болады.

Шығыс едәуір болған кезде пісіру цехіне қорғаныс газын беру үшін **қайта өткізу рампасы** қызмет атқарады. Ол кезек-кезек қосылатын баллондардан қорғаныс газы пісіру постына берілетін газ аппаратурасы мен құбыры бар коллектордан құралады. Көмірқышқыл газы мен оның қоспасын беруге арналған құбырлар қара түске боялады.

## 2.9. ПЛАЗМАЛЫҚ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚ

Қарапайым доға пісіру кезінде доға электрод пен бұйым арасында еркін жанады. Алайда, қандай да бір тәсілдермен доғаға табиғи көлемді алуға мүмкіндік бермей, мәжбүрлі түрде қысатын болсаңыз, онда доғаның температурасы (плазмалық ағын) айтарлықтай көтеріледі.

Плазматрондарда доғаны қысу тар шүмектен өту арқылы доғаның көлденең өлшемдерін шектейтін газ ағыны арқылы орындалады. (2.13 сурет) Плазматронның ішіне берілетін газ доғаны қабырғадан ығыстырып шүмектегі тар саңылау арқылы өтеді. Плазматронның тұраққы жұмысы үшін шүмектің қабырғалары сумен салқындатылады. Бұл ретте олар салқын болып қала береді. Газдың қабырғалық салқындатылған қабаты электрлік және жылулық қатынаста плазманы шүмектен оқшаулайды. Сондықтан жанарғының ішіндегі электрод пен мен бұйымның немесе шүмектің) арасындағы доғалық разряд тұрақтанып, шүмектегі саңылаудың орталық бөлігі арқылы өтеді. Қысылған доғалы пісіру тәсілін сондай-ақ, плазмалық-доғалық пісіру немесе плазмалық ағынмен пісіру деп атайды.

Жоғаны қысу үшін сондай-ақ, кейде осі доға діңгегінің осыне сәйкес келетін бойлық магнитті өріс қолданылады. Шүмек жанында қысылған доғаның діңгегі 15.20 дейін айтарлықтай азаюда өзінің көлденең өлшемін сақтайды.

Практикада плазмалық жанарғыны қосудың екі негізгі тәсілі қолданылады. (2,13 сурет) Біреуінде доғалық разряд оның осі бойынша жанарғының ішінде орналасқан сырықтық катод пен қыздырылатын бұйымның (тікелей әрекет ететін плазмалық ағын) арасында болады. Осындай плазматрондар жоғары ПӘК (пайдалы әрекет ету коэффициентіне) ие болады, себебі, металлды қыздыруға жұмсалатын қуат анод бойынша қуаттан және анодқа плазма ағынымен берілетін қуат арқылы құралады.

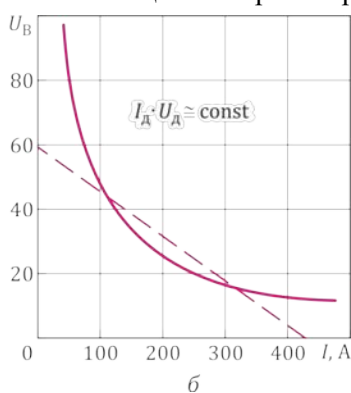
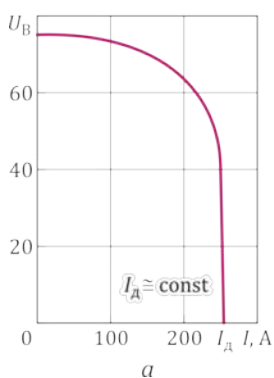


сипаттамасы болады.

Тік сипаттамасы бар нәрлендіру көздері плазмалық-доғалық процесстерге қолдануға байланысты салыстырмалы түрде жақында пайда болды.

Плазмалық ағынның ағу жылдамдығының артуымен ағынның ламинарлылығы бұзылады. Бұдан басқа шүмек бөлікшесінің ар жағында доғаның діңгегін қысу дәрежесі азаяды. Осыған байланысты соңғы жылдары екінші фокустайтын және газдың қорғаныс ағыны бар жанарғысы кеңінен таралуда. Газ доғаның діңгегін шая және қарқынды салқындата отырып, бұрыштан жанарғының осіне беріледі және осының арқасында шүмектен алып тастау кезінде доға діңгегінің диаметрі азаяды. Бұл ретте плазмалық доғаның жоғары концентрациясына салыстырмалы түрде ағудың аздаған жылдамдығы кезінде қол жеткізіледі. Инеплазмалық немесе микроплазмалық деп аталатын осындай жанрғылар аз токтар (0,5-30А) бойынша өткір ұшты плазмалық доғаны алуға мүмкіндік береді.

Плазмалық қызудың ерекшеліктері қуаттаудың көзіне негізгі талаптарды шығарады. Доғалы пісіру үшін ток күшінің тұрақтылығының маңызды талаптары және доғаны қуаттауға арналған ток көзінің сипаттамасы 2.14,а суретте көрсетілген формаға ие болуға тиіс. Плазмалық қыздыру үшін жүргізілетін қуаттың тұрақты болғаны абзал. Нәрлендіру көзінің сипаттамасы 2.14,б суретте көрсетілген пішінге ие болуға тиіс. Оған жақын нұсқа штрихтік сызықпен көрсетілген және балласты реостат арқылы тұрақты кернеу көзінен доғаның қуатталуы кезінде алынатын тіксызықты сипаттама бола алады. Плазмалық алауды жасайтын доғаны тұрақты және әр түрлі жиіліктегі ауыспалы токпен қуаттауға болады. Плазмалық ағын бірнеше реттелетін



параметрлерге ие, пісіру тоғы мен кернеу, ағын еңісінің бұрышы, газдың ағуының шығысы мен жылдамдығы, газдың құрамы, ағынның геометриялық формасы т.с.с..

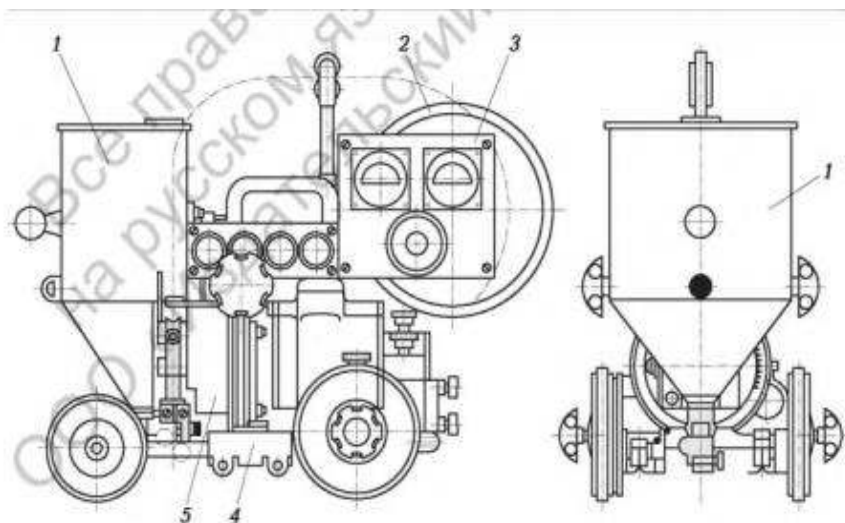


2.14. Сурет доғаны қуаттау көзінің сипаттамасы (а) және плазманы қуаттауға арналған көздің сипаттамасы (б)

## 2.10. ФЛЮСПЕН ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚ

АДФ-1002 (ТС-17) автоматы тік немесе еңісті электродпен түйіспе және бұрыштық жіктерді флюс арқылы ауыспалы токпен пісіруге арналған (2.15 сурет). Пісіру автоматы екі негізгі тораптан тұрады. Пісіру тракторына және ішінен құрылған басқару блогы бар ТДФЖ-1002УЗ нәрлендіру көзінен құралады. Автомат пісіру кезінде электродты сымды берудің тұрақты жылдамдығы бар жүйелерге жатады және доғаны өздігінен реттеу принципі бойынша жұмыс істейді.

Сымды беру және пісіру трактордың жүрісті арбасы механизмінің редукторларын қозғалысқа ауыспалы токты жалпы электрқозғалтқышымен келтіріледі. Бір электрқозғалтқыштың болуы осы типтегі автоматтардың сипаттамалық ерекшелігі болады. Электродты сымды беру және пісіру жылдамдығы пісіру доғасының кернеуіне байланысты болмайды және



## 2.15 Сурет. Автомат АДФ -1002 (ТС 17)

1 – флюске арналған бункер; 2 – кассета; 3 – пульт; 4 – арба; 5 – пісіру ұшы

ауыстырмалы тісті доңғалақтар арқылы сатылы түрде реттеледі.

Трактордың корпусына мүштік пен кронштейн бекітілген. Кронштейнде басқару пульті, дәлдеу және түзеу құрылғылары, сымдарға арналған кассетасы, флюске арналған бункер орнатылған

Автоматтың электрсұлбасы қосымша операциялар кезінде электродты сымдардың көтеруін және түсіруін (пісіру алдында сымдарды қысқарту, пісіруден кейін қождан сымдарды көтеру, сымдарды бастиекке орау), пісіру тоғын қосуды, доғаны жағуды, пісіру зонасына электродтық сымдарды беруді, пісірілетін бұйым және кратерді пісіру бойынша автоматты жылжытуды қамтамасыз етеді.

АДФ-1002 типіндегі автоматтардың жетістігі конструкциялардың қарапайымдылығы, ықшамдылығы, аздаған салмағы мен габариттері, жоғары сенімділігі болып табылады. Автоматтың шағын өлшемдері диаметрі 1 мм артық болатын ыдыстарда ішкі жіктерді пісіру үшін қолдануға мүмкіндік береді.

АДС-1000-2 автоматы электродты беру жылдамдығын өзгертумен доғаны автоматты реттеу принципі бойынша жұмыс істейді. Электродты сымдарды беру және арбаларды ауыстыру механизмдері тұрақты токтың бөлек электрқозғалтқыштарымен жабдықталған. Беру және пісіру жылдамдығын бірқалыпты реттеу қозғалтқыштардың айналу жиілігін реттеумен жүргізіледі. Сымдарды беруге арналған бөлек қозғалтқыштың болуы кернеу бойынша доғаны автоматы реттеуге мүмкіндік береді. АДС-1000-2 автоматы конструктивті түрде сымды беруге арналған механизмі, сымға арналған кассетасы, флюске арналған бункері мен басқару пульті бар пісіру бастиегі бекітілген төрт доңгелекті арбаны білдіреді. Арбаның қозғалысы рельстік жол арқылы немесе тікелей бұйым бойынша орындалады. Пісіру тракторының жоғарғы жағы бұрылысты болып келеді. Бұл өз кезегінде рельс жолынан әр түрлі қашықтықта орналасқан жіктерді пісіру автоматының күйін келтіруге мүмкіндік береді.

А-1416 автоматы флюспен бірдоғалы пісіруге арналған. Ол келесі негізгі түйіндерден құралады: пісіру бастиегінен, түзеу құрылғымен сымдарды берудің механизмінен, токөткізуші мүштік пен инжекторлық типтегі флюсті беруге және соруға арналған құрылғыдан, тік штангадан, аспалы пісіру бастиегінің орнын ауыстыруға арналған көтергіш механизмнен, жұмыс және марштық жылдамдықпен пісірілетін бұйымның бойына орналастыру үшін автоматтың тораптары бекітілген велосипедті типтегі өздігінен жүретін арба, Электродты сымдарды пісіру және беру жылдамдығы ауыстырылатын тегершіктерді іріктеумен реттеледі.

А1412 өздігінен жүретін автомат ауыспалы токпен флюс арқылы екідоғалы пісіруге арналған және ТДФЖ-2002 типті екі тран. Ол

конструктивті түрде А-1416 бірыңғайландырылған және сол негізгі құралдарды құрайды. Арба асинхрондық электрқозғалтқыштан марштық жылдамдықпен, ал тұрақты тоқтың электрқозғалтқышынан жұмыс жылдамдықпен жылжиды. Оны жұмыс жылдамдығы тиристорлық реттегіш арқылы он есе диапозонда электрқозғалтқышты айналдыру жиілігін өзгертумен реттеледі.

Автомат аударудан екі пісіру кронштейндері мен ролик негізіндегі арнаулы тірек арқылы ұсталынады. Пісірудің кеңістік күйіне және электродтың қажет етілетін ұшуына қарау мүштіктің күйін реттеуге редуктор мен электрқозғалтқышы бар пісіру бастиегін көтеру механизмі қызмет етеді.

## 2.5. Кесте Флюс арқылы пісіруге арналған автоматтардың техникалық сипаттамасы

| Типі, маркасы | Тағайындалуы                                                | пв, % | Пісіру тогының номиналды күші, А | Электродты сымның диаметрі, мм | Сымды беру жылдамдығы, м/ч | Нәрлендіру көзі |
|---------------|-------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------|
| АДФ-1202У2    | флюспен пісіру                                              | 100   | 1,0                              | 3Д..5.0                        | 60...360                   | ТДФЖ-1002       |
| АДФ-1202У3    | флюспен пісіру                                              | 100   | 1,25                             | 2,0...6,0                      | 60...360                   | ВДУ-1201        |
| А-1406УХЛ4    | У-653, У-654<br>балқыту<br>станоктарының<br>жинағы (аспалы) | 100   | 1,0                              | 2,0...5,0                      | 17...553                   | ВДУ-1202        |
| А-1412УХЛ4    | Ауыспалы ток<br>кезінде флюспен<br>пісіру                   | 100   | 2x16                             | 2x(2...5)                      | 17...553                   | ТДФЖ-2002       |
| А-1416        | Тұрақты ток<br>кезінде флюспен<br>пісіру                    | 100   | 1,0                              | 2,0...5,0                      | 49...509                   | ВДУ-1202        |
| АДФ-2001УХА4  | Флюс арқылы<br>арматуралық<br>болаттың<br>өзекшелерінің     | 60    | 2,0                              | 8...40 (сырық)                 | 54 (сырық)                 | ТДФЖ-2002       |

ГДФ – 1001 УЗ бастиегі мұнайгаз құбырлары үшін көміртектегі және төмен легирленген болаттан жасалған және ПАУ -1001 далалық автоматты қондырғы жабдықтарына кіретін құбырлар (диаметрі 529-1420 мм) түйіспелерін флюс қабаты астындағы балқымалы электродпен доғалық автоматты пісіруге арналған . Бастиек сымдарды көтеру және беру механизмдерінен, дұрыс-қысқыш құрылғыдан, түйіспе желісін бақылау жүйесінен, бойлық және көлденең жылжытулар суппорттарынан, бункері бар флюс аппаратынан, роликтерге, жанарғылар мен тежегішті құрылғысы бар орамадан, басқару пультінен, тіректі роликтерден, жанарғылар мен жарық нұсқағыштан құралады. Бастиектің электржабдығы жартылай автомат және реттеу режимдерінде жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Флюс арқылы пісіруге арналған автоматтардың техникалық сипаттамасы 2.5.және 2.6 кестеде көрсетілген.

**2.6. Кесте Аспалы типтегі өздігінен жүретін автоматтардың техникалық сипаттамасы**

| Параметр                                       | Автоматтар          |                     |                   |
|------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|                                                | А-1406              | А-1410              | А-1411П           |
| Пісіру тогының номинальды күші, А              | 1 000               | 2 000               | 1 000             |
| электродты сымдардың диаметрі, мм              | 2....5              | 2...5               | 2....4            |
| Пісірудің электродты сымдарын беру жылдамдығы, | 13...133            | 53...532            | 53...530          |
| Пісіру жылдамдығы                              | 12...120            | 24...240            | 12...120          |
| Габаритті өлшемдер, мм                         | 1 010 X 890 X 1 725 | 1 070 x 845 x 1 820 | 890 x 960 x 1 650 |
| Салмағы, кг                                    | 215                 | 325                 | 350               |

## 2.11. ЭЛЕКТРҚОЖДЫ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚ

Электрқожды аппараттар доға пісіру автоматтарына қарағанда қожды және металл ванналарын ұстап қалуға, жікті мәжбүрлі құруға, металл ваннаның деңгейін автоматы реттеуге арналған құрылғылармен және аппараты тік орналастыру механизмдерімен жабдықталады. Ваннаны ұстау тәсіліне және аппаратты жылжыту сипатына қараулар рельстік, рельссіз және аспалы типті болуы мүмкін, (2.16 сурет)

Рельс типті аппараттар тік орнатылған рельсті бойлай немесе жікке параллельді нығайтылған пісірілетін бұйымға бағыттала орналастырылады. Рельстер мен арнаулы бағыттағыштар жүрісті механизмнің тісті дөңгелегі қозғалатын тісті рейкалармен жабдықталады. Рельс жолы қатты (тіксызықты жіктерді пісіру үшін) немесе майысқақ (қисықсызықты жіктерді пісіру үшін) бола алады. Пісіру жіктерінің максималды ұзындығы салыстырмалы түрде үлкен болмайды. Ол рельстің тісімен және тісті рейкалармен анықталады. Осындай типтегі аппараттарға келесі аталғандар жатады: А-372Р, А-433Р, Д-535 т.с.с..

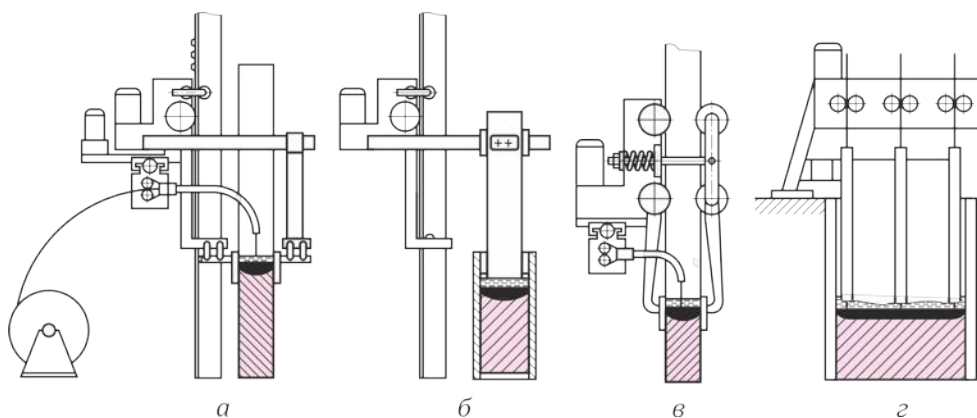
Пісіру процессінде аппаратты жылжыту жылдамдығы мыс сырғымаға қатысты металл ваннасының деңгейіне қарай автоматты түрде реттеледі. Осы мақсатта олардың біріне пісіру жылдамдығын автоматты реттеуге арналған құрылғыға электрлік байланысты ванна деңгейін бақылау үшін кеуек бұрғы монтаждalған. Автоматты жұмыс істеу кезінде жүйе берілген шамаға қатысты  $\pm 2$  мм шегіндегі дәлдікпен металл ваннаның деңгейін қолдауды қамтамасыз етеді.

Рельссіз типтегі аппаратты салыстырмалы үлкен емес (100 м дейін) қалыңдықтағы бөлшектерді пісіру үшін қолданады. Осы топта екі түрлі пісіру аппараты бөлінеді. Бірі механикалық қысқышпен болса, екіншісі электромагнитті қысқышпен болады.

Механикалық қысқышы бар аппараттарға А-306М, А-612 және 340М жатады. Олар тікелей бұйым бойынша орын ауыстырады және пісіру кезінде беткі жақты көшіріп алады. Аппараттың қозғалысы пісірілетін түйіспенің екі жағы бойынша орналасқан және жиналған бөлшектердегі саңылау арқылы өткізілген тартылысы бір-біріне байланысты және серіппелермен тартылған екі арба арқылы жүрісті механизмдер және жиектер арасындағы үйкеліс күші есебінен орындалады.

Магнитті қысқышы бар аппараттар бірнеше электромагниттер арқылы тік жазық бойынша ұсталынады және орын ауыстырды. Осы аппараттардың негізгі кемшілігі аз тартылыс күші, кедергілерге сезімталдығы және жұмыс кезіндегі жеткіліксіз қауіпсіздігі болады. Пісіру бір немесе екі электродтармен орындала

алады. Электродты сым берудің бөлек механизмі арқылы майысқақ шлангі бойынша беріледі.



2.16 сурет Электрқожды пісіру аппараты

*а, б* — рельстік (сымды және пластинкалы электродтармен пісіруге арналған); *в* — рельссіз ; *г* — аспалы (қорытпалы мүштікпен пісіруге арналған)

Рельссіз типтегі аппараттар бұйымдағы рельсті қажетті дәлдікпен бекіу қиындаған кезде жіктің үлкен ұзындығы кезінде қолданылады.

Аспалы типтегі аппараттар жүрісті механизмді құрамайды, бұл оларды пайдалану кезінде қарапайым және портативті етеді. Олардың құрамына электродты беру механизмі мен пісіру тоғын мүштікке жеткізуге арналған құрылғы кіреді. Аспалы типтегі пісіру аппараттарын үш негізгі топқа бөлуге болады. Қатпарлы және өзекшелі электродтармен пісіруге арналған аппараттарға сымды электродтардың орнына өлшемі 20x250 мм болаты пластинканы немесе диаметрі 30 мм және одан жоғары өзекшелерді, сондай-ақ, квадратты қималы өзекшелерді пайдаланады. Осындай аппараттардың бір кемшілігі пісіру жігінің максималды биіктігі электродтың болуы мүмкін шекті ұзындығына байланысты болады.





## 2.7.Кесте Электрқожды пісіруге арналған аппараттардың техникалық сипаттамасы

| Таңбасы                                           | Металлдың<br>ең үлкен<br>қалыңдығы,<br>мм | ПВ кезіндегі<br>I,А, 100 % | Электрод                  |                         | Беру<br>жылдамдығы,<br>м/сағ | Пісіру<br>жылдамдығы,<br>м/сағ | Аппараттың<br>габариттік<br>өлшемдері, мм | Масса,<br>кг |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|--------------|
|                                                   |                                           |                            | Сымның<br>диаметрі,<br>мм | Қатпардың<br>ені,<br>мм |                              |                                |                                           |              |
| Рельсті типті аппараттар                          |                                           |                            |                           |                         |                              |                                |                                           |              |
| A-820K                                            | 70                                        | 700                        | 2,5... 3                  | 85...200                | 58...580                     | 4... 15                        | 350x250x650                               | 20           |
| A-4333                                            | 150                                       | 1 000                      | 3                         | 85...200                | 68...353                     | 2,6...<br>17,5                 | 392x440x800                               | 75           |
| A-535                                             | 450...800                                 | 3x1 000                    | 3                         | 85...200                | 100...500                    | 0,4...0,9                      | 1600x820x1070                             | 380          |
| Рельссіз типті аппараттар                         |                                           |                            |                           |                         |                              |                                |                                           |              |
| A-612                                             | 20... 100                                 | 1 000                      | 3                         | —                       | 125...500                    | 0,4...4                        | 530x370x870                               | 70           |
| A-501                                             | 90 кем                                    | 750                        | 2,5                       | —                       | 100...300                    | 1... 9                         | 220x280x420                               | 25           |
| A-1150M                                           | 8...30                                    | 500                        | 2,5...3,5                 | —                       | 100...300                    | 3... 10                        | 470x220x875                               | 31,6         |
| Қорытпалы мүштікті пісіруге арналған аппарат      |                                           |                            |                           |                         |                              |                                |                                           |              |
| A-645                                             | 200... 450                                | 2000...6000                | 3                         | —                       | 60... 120                    | —                              | 380x440x500                               | 35           |
| A-1304                                            | 50...400                                  | 3000...4000                | 3...6                     | —                       | 14...306                     | —                              | 500x400x600                               | 46           |
| Пластинкалы электродпен пісіруге арналған аппарат |                                           |                            |                           |                         |                              |                                |                                           |              |
| A-550У                                            | 200 кем                                   | 3 000... 10 000            | —                         | 20x2 000<br>кем         | 0,8...10<br>(2,5...30)       |                                | 120 x 575 x до 3<br>800                   | 440 төмен    |

Қорытпалы мүштікпен пісіруге арналған аппараттарда пісіру тогы ішкі бөлігінде қоспалы сымдарды қосымша беретін мүштік арқылы қож ваннасына пісіру тогы жеткізіледі.

Пісіру кезінде балқытылған металды құрайтын мүштік те, сым да балқиды. Осындай аппараттар күрделі профиль бұйымдарын пісіру және күрделі жөндеу жұмыстарын жасау кезінде қолданады. Осы топқа А645 және А741 аппараттары кіреді.

Сым электродтармен сақиналы жіктерді орындауға арналған аппараттарда сымдардың беру механизмі қозғалыссыз орнатылған. Ал пісірілетін бұйым қарапайым роликті стендтер арқылы айналады. Осындай аппараттарға А-356 және А-401 жатады

Қатпарлы немесе таспалы электродтармен пісіруге арналған аппараттарда қатпарларды (пластиналарды) беру механизмдері бір немесе бірнеше электродтарға арналған қысқыш аспаптарды және рейкалық (жақтаулық), бұрандалық немесе өзге жеткізу арқылы жылжитын суппорты құрайды. Суппортқа қысқыш аспаптар бекітілген. Электрқождық пісіруге арналған аппараттар электродты балқыту жылдамдығын өздігінен реттеу процессімен шартталған доғаның кернеуіне байланысты болмайтын берілістің тұрақты жылдамдығына ие. Қуат беру көздері қатты вольтамперлік сипаттамасы мен бос жүрістің төмендетілген кернеуі бар пісіру трансформаторлары болады.

Бірқалыпты магнитті тараумен бірфазалық (ТШС- 1000-1, ТШС- 3000-1) және үшфазалық (ТШС-600-3, ТШС-1000-3, ТШС- 3000-3) трансформаторларды қолдану бойынша ұсыныс берілді. Олардың ерекшеліктері сатылы типтегі екінші қайтара кернеуді реттеудің ауқымды диапазоны болады.

Электрқожды пісіруге арналған аппараттардың кейбір типтерінің техникалық сипаттамасы 2.7. кестеде көрсетілген.

## 2.12 ПІСІРУ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖІКТЕМЕСІ

Пісіру конструкцияларының әр алуандығы олардың бірыңғай жіктемесін қиындатады. Пісіру конструкцияларын келесідегідей жіктеуге болады

- Дайындамаларды алу тәсілі бойынша (табақтық, құйып пісіру, соғып пісірілетін, қалыптап пісірілетін)
- Мақсатты тағайындалуы (вагондық, кемелік, авиациялық және басқалары)

- Олардың жұмыстарының сипаттамалық ерекшеліктері бойынша (арқалықтар, жақтаулар, фермалар, сыйымдылықтар, қысыммен жұмыс істейтін ыдыстар, құбырлар мен құбыржолдар, корпусық конструкциялар т.с.с)

Пісіру конструкцияларын жобалау және дайындау аспектілерін қарау кезінде соңғыларын жұмыстарының ерекшелік сипаттарына қарай сыныптаған жөн.

Бұл жағдайда келесі үш пісіру конструкцияларын бөлуге болады.

**Арқалықтар** – Негізінен көлденең иіліске жұмыс істейтін конструктивтік элементтер, өзара қатты біріктірілген арқалықтар рамалық конструкцияны құрайды.

**Колонналар** – Қысуға немесе бойлық июмен қысуға басым жұмыс істейтін элементтер;

**Торлы конструкциялар** – созу немесе қысуды сезінетін түйіндерге біріктірілген өзекшелер жүйесі, торлық конструкцияларға фермалар, діңгектер, арматуралық торлар мен қаңқалар жатады.

**Артық қысым көретін конструкциялар** – Біріктірулердің (жалғасулардың) саңылаусыздығы талаптары қойылатын конструкциялар, конструкциялардың осы типіне әр түрлі сыйымдылықтар, ыдыстар мен құбырлар жатады.

**Корпусық көліктік конструкциялар** – динамикалық жүктемелерге тартылатын конструкциялар, сондықтан оларға минималды салмақ кезінде жоғары қаттылықтың талаптары қойылады, (осы типтегі негізгі конструкциялар кемелердің, вагондардың, автомобиль шанақтарының корпусы)

**Машиналар мен аппараттардың бөлшектері** ауыспалы, көп қайталанатын жүктемелер кезінде жұмыс істейді. Сондықтан оларға тән сипаттамасы дайындамалардың немесе дайын бөлшектердің (тұғыр, біліктер, дөңгелектер) механикалық өңдеу арқылы қамтамасыз етілетін нақты өлшемдерді алу болады.

Оңтайлысы бұйымның қызметтік тағайындалуына сай келетін, берілген ресурс шегінде сенімді жұмысты қамтамасыз ететін, материалдардың, еңбек пен уақыттың минимальды шығындары кезінде бұйымдарды дайындауға мүмкіндік беретін конструктивті пішіндер болады. Осы белгілер конструкциялардың технологиялығы түсінігін анықтайды. Бұдан басқа, конструкцияларды жобалаудың және дайындаудың барлық сатысында сақталуға тиіс техникалық эстетиканың талаптарына конструкцияның сай болғаны абзал.

Конструкциялардың технологиялылығы – пісірудің әртүрлі түрімен және әр түрлі режимдер кезінде пісіру бұйымдарын дайындаудың ыңғайлылығы мен қарапайымдылығын қамтамасыз ететін конструктивті дайындауларды таңдау.

**Конструкциялардың технологиялылығы** - металлды, пісірілетін элементтер пішіндерін және жалғастар (жалғаулар) типтерін, пісіру түрлерін (тәсілдерін) және пісіру деформациялары мен кернеулерін азайту бойынша ісшараларды таңдаумен қамтамасыз етіледі.

Нақты конструкциялардың технологиялығын сандық және сапалық түрде бақылайды. Сапалық бағалау орындаушының тәжірибесі негізінде жинақталған технологиялықты білдіреді. Ол сандық бағалаудың алдында болады және конструкцияның технологиялығы талаптарын қанағаттандыру дәрежесін сипаттайтын сандық көрсеткіштермен айқындалады. Сандық бағалаудың, көрсеткіштер номенклатурасының және олардың анықтамаларының әдістемесінің қажеттігі салалық стандарттармен және кәсіпорын стандарттарымен анықталады.

Технологиялықты бағалау үшін арнаулы критерийлер пайдаланылады.

**Конструкцияларды дайындаудың еңбек сыйымдылығы.** Еңбек сыйымдылығы бойынша технологиялық деңгейі  $K_T$  келесі қатынас бойынша анықталады

$$K_T = T_n / T_b, \quad (2.1)$$

$T_n$  — жобалық нұсқа бойынша еңбек сыйымдылығы норма-с;  $T_b$  — жобалық нұсқа бойынша еңбек сыйымдылығы норма-с;.

**Материалдарды пайдалану тиімділігі.** Материалдарды пайдалану тиімділігін бағалауды келесі көрсеткіштер бойынша орындауға болады:

- конструкциялардың меншікті материал сыйымдылығы

$$K_{y.m} = M_u / N, \quad (2.2)$$

$M_u$  — конструкцияның салмағы, т;  $N$  — жұмысқа қабілеттілік көрсеткіші (шығару бағдарламасы, қуат т.с.с.)

- Материалдарды пайдалану коэффициенті

$$K_{и.м} = M_{и} / M_з, \quad (2.3)$$

$M_з$  — бөлшектер мен дайындамалар материалының салмағы, т;

- Материалдарды қолдану коэффициенті

$$K_{п.м} = M_m / M_{и}, \quad (2.4)$$

$M_m$  — пісіру конструкциясындағы осы материалдың салмағы, т;

- ап.м қатысты немесе Ку.н.м. меншікті балқытылып қапталған металдың шығыны

$$\text{ап.м} = M_{\text{н.м}}/M_{\text{и}}, \quad (2.5)$$

$$\text{Ку.н.м.} = M_{\text{нм}}/N, \quad (2.6)$$

$M_{\text{нм}}$  — пісіру конструкциясының жобалық және базалық нұсқаларындағы балқытылған металлдың салмағы, т.

**Пісіру өндірісінің техникалық деңгейі.** Пісіру өндірісінің техникалық деңгейі прогрессивті механикаландырылған технологиялық процесстерді пайдаланумен анықталады. .

Өндірістің техникалық деңгейін келесі көрсеткіштер бойынша бағалауға болады:

- Пісірулеу жұмыстарын механикаландыру деңгейі %:

$$U_c = T_m P \cdot 100 / (T_m + T_p), \quad (2.7)$$

$T_m$  — пісірудің механикаландырылған тәсілімен орындалатын еңбек сыйымдылығы, норма-с;  $P$  — пісірудің осы тәсілі кезіндегі еңбек өнімділігі,  $T_p$  — қол тәсілімен пісірумен орындалатын жұмыстардың еңбек сыйымдылығы, нора-с.

Пісірудің әр түрлі тәсілі еңбек өнімділігі  $P$  коэффициентінің келесі мәндерімен сипатталады: қолмен доғалы - 1; механикаландырылған доғалы — 1,5; автоматы доғалы — 2; электрқождық — 4; контактілік— 6;

- Пісіру конструкцияларын дайындау кезіндегі жұмыстарды кешенді механикаландыру деңгейі

$$U_{\text{к.м}} = \Sigma U_{\text{д1}} / 100, \quad (2.8)$$

$U$  —жұмыс түрі бойынша механикаландыру деңгейі, %;  $d_1$ — жалпы көлемдегі жұмыс түрлерінің үлесі, %.

$U$  шамасын қол еңбегі үлесін есепке алумен анықтайды, %.

Қол еңбегі үлесінің негізгі технологиялық операциялары келесі мәндермен сипатталады. , %: қолмен доғалы пісірілуі және кесу үшін — 100; механикаландырылған доғалы пісіру — 62; автоматы доғалы пісіру және кесу — 8-12; контактілік пісіру - 44.

Пісіру дайындамаларына арналған материалдарын таңдау кезінде тек оның эксплуатациялық қасиетін емес, оның пісірілулігін және жақсы пісірулікті қамтамасыз ете алатын технологиялық

ісшараларды қолдану мүмкіндігін ескеру қажет.

Әдетте пісіру жалғастарының беріктігін дайындаманың материалы негізінің беріктігіне тең етіп дайындауға тырысады. Бұндай жағдайда пісірілуі жақсы материалдарды таңдау қажет: төмен легирленген болаттар мен қорытпаларды, сондай-ақ түсті металлдардың қорытпаларын таңдау қажет.

Пісірілуі төмен материалдарды қолдану қажет болған жағдайда пісіру жалғастар металлдарының қасиетінің қолайсыз өзгерістерін минимумға жеткізу үшін технологиялық ісшаралардың кешенін қарастыру қажет. Металға минимальды термиялық әсерді қамтамасыз ететін пісірудің түрлері мен режимдерін қолданып, жалғастардың қасиетіне пісіру істерін төмендететін операцияларды (алдын-ала қыздыру, жасанды суыту, пісіруден кейін термоөңдеу т.с.с.) қарастыру қажет.

Пісіру жалғастар зонасының беріктігі кейінгі илеумен немесе осы зонаны шыңдаумен жоғарылауы мүмкін. Технологиялық ісшараларды таңдау пісірілетін дайындамалардың габаритті өлшемдері мен конструктивтік дайындауларына байланысты болады.

Әр түрлі кеңістік күйде орындалатын қисықсыздықты пісіру жіктері болған кезде күрделі ірі габариті конструкцияларды дайындау процессінде пісірудің жан-жақты түрін пайдаланумен жақсы пісірілетін материалдарды ғана пайдалану қажет. Мысалы, қаптамалы электродтарды немесе пісіру режимдерінің параметрлерін түрлендірудің ауқымды диапазонымен қорғаушы газдарында механикаландырылған қолмен доғалы пісіру, бұл жағдайда өнімді алдын-ала қыздыру және пісіруден кейінгі термоөңдеу қажет болмайды.

Қарапайым кіші габариті конструкциялар мен тораптарды (түйіндерді) дайындау кезінде пісірудің үздік түрлерін пайдаланумен (пісірілу тұрғысынан) пісірілуі төмен металл пайдаланылуы мүмкін. Мысалы, электрондық-сәулелі немесе вакуумдағы диффузиялық. Бұл ретте бұйымдарды алдын-ала қыздыруды және пісіруден кейінгі термиялық немесе механикалық өңдеуді қоса есептегенде барлық қажетті технологиялық ісшараларды орындау оңай болады.

Пісіру жалғастарының типі пісірілетін элементтердің өзара орналасуымен және жиектерді пісіруге дайындау (бөлу) пішінімен анықталады.

Жиектерді, беріктігін негізгі материалға тең қамтамасыз ету үшін, толық пісіру мақсатында барлық қима бойынша өңдейді. Өңдеу элементтерінің (бұрыш, мұқалту, саңылау) пішіні мен

өлшемдерін жіктің түбін (шала пісірімсіз және күйдірмесіз) және сапалы жасау жағдайларына және балқытылған материалдың минимальды өлшеміне қарай тағайындайды. Жиектерді өңдеу типі таңдау материалдың қалыңдығына, жылуфизикалық қасиеті мен пісіру түріне байланысты болады.

Жобалаудың ең прогрессивті тәсілі ол өндіріс конструкцияларын және технологияларын біруақытта әзірлеу. Бұл жағдайда бұйымды дайындаудың негізгі құжаты нормативтік құжаттарға сәйкес орындалатын бірыңғай конструкторлық-технологиялы құжаттама болады. Бұл ретте әзірленетін немесе қолданылатын технологиялық процесстер мемлекеттік және салалық стандарттармен анықталатын сертификаттау және стандарттау принциптеріне сәйкесуі тиіс.

Оңтайлысы бұйымның қызметтік тағайындамасына жауап беретін, берілген ресурс шегінде сенімді жұмысты қамтамасыз ететін, материалдардың, еңбек пен уақыттың минимальды шығындары кезінде бұйымдарды дайындауға мүмкіндік беретін конструктивті пішіндер болады. Осы белгілер конструкциялардың технологиялығы түсінігін анықтайды.

Бұдан басқа, конструкциялардың техникалық эстетика талаптарына сәйкес болған жөн. Осы талаптар конструкцияларды жобалаудың және дайындаудың барлық сатысында сақталуы тиіс. Пісіру бұйымдарды жобалау кезінде дайындайтын технологиялылығына талаптарды ескеру қажет.

Пісіру конструкциялары илемнен (табактардан, құбырлардан, майыстырылған, иленген немесе қалыпталған профилдерден), сондай-ақ, құйылған, соғып, созылған және қалыпталған элементтерден дайындайды. Технологиялылық тұрғысынан пісірілетін элементтердің өлшемдері мен пішіндерін конструкциялау кезінде оларды пісірудің жоғары өнімді тәсілдерін қолдану, сондай-ақ, пісіруді төменгі күйде орындау мүмкіндігіне қарай таңдау қажет. Бұдан басқа, жіктің беткі және түпкі жағына еркін жолды қамтамасыз етіп, негізгі және балқытылған металлдардың пісіру жіктері мен массасын минимум ұзындығына жеткізу керек, сондай-ақ, қажет болған кезде алдын-ала қыздыру және пісіруден кейінгі термиялық немесе механикалық өңдеу жасауға мүмкіндік болуға тиіс.

Аталған ұсыныстарға қарапайым пішіндегі элементтер сәйкес келеді. Тіксызықты, цилиндрлік, коникалық ұзын тік және тұйық, тік, тұйық және таңбалы жалғастармен жартылай сфералық. Пісірілетін элементтерді дайындау арналған материалдардың сұрыптамасын таңдау кезінде илемдеу (прокатной), майысқан

немесе пісіру профильдер мен қабықшалар, жұқа табактар, қабырғалар жұқа қабырғалы құбырлар мен олардың үйлесімдері қажет болады. . Негізгі жинау-пісіру операцияларын орындау жүйелігі технологиялық тораптарға, торапшалар мен бөлек элементтерге конструкцияларды ұсақтау вариантымен анықталады.

Пісіру конструкцияларын жобалау кезінде пісіру кезіндегі бірқалыпты қыздырмау салдарынан болған пісіру жалғастардың бөлек аймақтарының жергілікті пластикалық деформациялары салдарында пайда болған пісіру кернеулері мен деформацияларын жою немесе азайту бойынша конструктивтік және технологиялық ісшараларды қарастыру қажет. Жоғары пісіру кернеулерінің туындауын алдын алу үшін пісіру жіктерінің жинауына және олардың бір-бірімен қиылысуына, сондай-ақ, пісірілетін элементтердің минимальды қызуын қамтамасыз ететін пісіру тәсілдерін қолдануға болмайды. Кернеуді алып тастау үшін пісіру жіктерінің жоғары жұмсарту немесе шыңдау қажет.

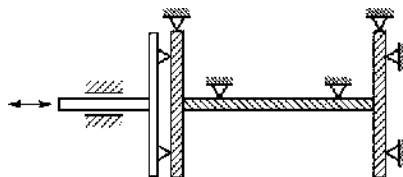
Кейде жіктеу түйіндерін конструкциялау және дайындау этаптарында пісіру деформацияларын толығымен жою мүмкін бола бермейді. Бұл жағдайда дайын пісіру бұйымдарын түзеу мүмкіндігі қаралуы қажет.

## 2.13. ТИПТІ КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖИНАУ ЖӘНЕ ПІСІРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Қабырғаларды текшелермен біріктіретін белдік жіктері бар қостаңбалы арқалықтар ең үлкен қолданысқа ие. Әдетте бұндай арқалықтарды үш табактық элементтерден жинайды. Жинау кезінде текшелер мен қабырғалардың симметриялылығын, өзара перпендикулярлығын, олардың бір-біріне жанасуын, және кейіннен тұтқышпен бекітілуін қамтамасыз ету қажет. Осы мақсат үшін базалардың тиісінше орналасуымен жинау кондукторлары арқалықтардың бар ұзындығы бойынша қысқыштар пайдаланылады.

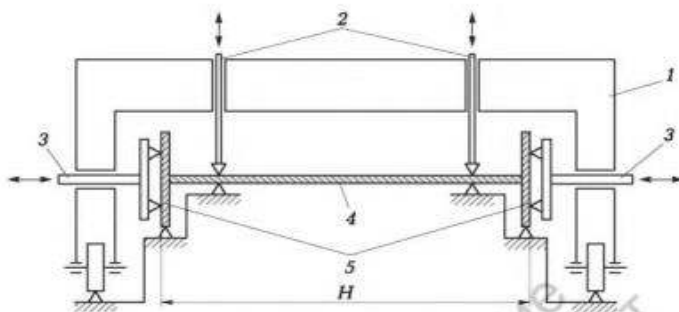
Өздігінен жүретін портал қондырғыларында (2.18 сурет) қысу мен тұту қимадан қимаға дейін жүйелі орындалады. Бұл үшін порталды 1 жинауды бастау орнына (әдетте арқалықтық ортасы) жеткізеді және тік 2 және көлденең пневмоқысқыштар қосылады.

2.17 Сурет. Қостаңбалы





арқалықтар жинауға арналған кондуктордың сұлбасы



2.18 Сурет. Қостаңбалы балкаларды жинауға арналған өздігінен жүретін портал сұлбасы

1 — портал; 2 — тік пневмоқысқыштар ; 3 — көлденең пневмоқысқыштар ; 4 — балка; 5 — белдік.

Олар сөреге арқалықтар қабырғаларын, белдікті 5 қабырғаға жанастырады. Жиналған қимаға тұтқышты қояды. Содан соң қысқыштарды сөндіріп, порталды тұтқышқа бір қадам арқалықтың бойына орналастырады және операция қайталанады. Тік қысқыштар 2 көлденең қысқыштардың күшінен қабырғаның тұрақтығын айрылудан қауіптенбей айтарлықтай биіктіктегі арқалықтарды Н жинауға мүмкіндік береді. Егер арқалық өте биік болса , мысалы көпірлік аралық құрылымдардың элементтері мен олардың қабырғаларын бірнеше бойлық табақтардан дайындайды. Осындай арқалықтарды жинау үшін көптеген тік қысқыштармен жиналатын порталы бар қондырғы пайдаланылуы мүмкін.

Зауыт шарттарында темірбетон арматураларын, өзекшелер түйіспелерін дайындау кезінде контактілік түйіспе машиналарында балқытып, пісіреді. Пісірілетін өзекшелердің бүйірлері арасында балқытылған металдың ваннасы барлық пісіру операциялары кезінде сұйық жағдайда сақтайтын болса монтаж жағдайында ванна мен электрқожды пісіруді кеңінен қолданады. Пісіру өзекшелердің орналасуының бір-біріне қараған кез-келген бұрышында жүргізіле алады. Сұйық металдың ағуын болдырмау және және жікті жасау үшін алынбалы-салынбалы инвентарлық формалар, ванналық пісіру кезінде болат қалған форма-төсемдер қолданылады. Көлденең жазықтықта орналасқан өзекшелердің бұрышы мен қиылысында түйіспелерді жинау кезінде бүйірлерді өңдеу жүргізілмейді, пісіру

біреулік қаптамалы электродпен жүргізіледі. Тік түйіспелерді әдетте кесе тәріздес болат формаларды, қолданумен бір электродты пісірумен орындайды, жоғарғы өзекшенің бүйірі қиғаш болады.

Кран астындағы аралықтар қаттылық қырларымен пісіру қостаңба түрінде орындалады. Олардың жұмыс шарттары конструктивтік дайындауға және пісіру жалғауларын орындау технологияларына белгілі талаптарды қояды. Пісіру қостаңбаның шамадан тыс жүктелуі кезінде қабырғаның кесілуі немесе белдік жіктің түбінің аяғына дейін пісірілмегені секілді концентраторлардың майысу сәті аса үлкен қауіпті білдірмейді. Себебі, параллелді бірқалыпты және жанама кернеумен орналасады.

Пісіру қостаңбалы профиль колонналарды дайындау кезінде пайдаланады. Бұндай жағдайда қостаңбаның қабырғаларының балкуы міндетті болмайды. Конструкцияларды дайындауға ерекше талаптар монтаж шарттарына қойылады. Колонна осінің башмақ тақтасының тіректі жазықтығына перпендикулярлығы, кранасты консольдарының тіректі тақталары және башмақтың тіректі тақталары жазықтығының параллелдігі, олардың арасындағы жобалық қашықтықты сақтау, фермалардың тіректі үстелдеріне қатысты монтаждық саңылаулардың дұрыс орналасуы т. с.с

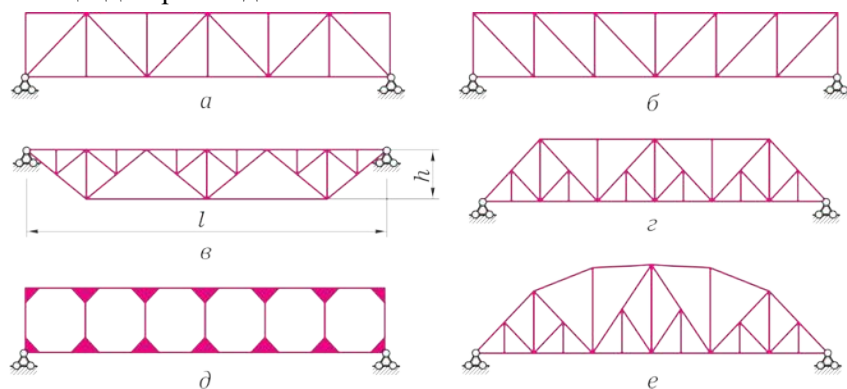
Егер жақтау (рама) бұрын дайындалған арқалық элементтерден орындалатын болса, онда рамаларды жинау мақсаты осы элементтерге жобалық өзара орналасуды беру, ал пісіру кезінде олардың арасындағы түйіндестіру болады.

Рамалық конструкцияларды сериялық өндіру кезінде біртептік өлшемдегі бұйымдардың санына қарай жинау және пісіру қалдығы не қайта ыңғайлануы немесе мамандандырылуы мүмкін. Көпірлік крандардың сериялық өндірісі болмашы бұйым саны кезінде типтік өлшемдердің үлкен номенклатурасын қарастырады.

Қаңқаны пісірілгеннен кейін жақтау әдетте ағын желісінің әр түрлі жұмыс орындарында орындалатын жинау және пісіру операцияларының бірқатарынан өтеді. Осындай ірігабаритті бұйымдарды тасымалдау үшін арбалық конвейерлер пайдаланылады.

Торлық конструкциялар: фермалар, діңгектер, арқалықтар илемдеу элементтерінен дайындалады, майысқан немесе пісіру профильдері аз дәрежеде пайдаланады. Торлы конструкцияларға сондай-ақ темірбетон арматуралар, торлар, жазық және кеңістік қаңқалар жатады.

Торлы конструкциялар торлар созууды немесе қысуды сезінетіндей етіп, тораптарға (түйіндерге) біріктірілген өзекшелер жүйесін білдіреді. Оларға фермалар, діңгектер, арматуралық торлар мен қаңқалар жатады.



2.19. Сурет. Фермалар торларының сұлбалары :

*a* — үшбұрышты; *б* — қиғаш; *в* — қысқартылған төменгі белдігімен; *г* — қысқартылған жоғарғы белдігімен; *д* — қиғаш емес ; *е* — белдікпен, сынған сызықпен пайда болған белдікпен ; *h*— ферманың биіктігі; *l*— ферманың аралығы

Фермалар аралықтар секілді көлденең майысуға жұмыс істейді. Арқалықтардың конструктивті формалары оңай, алайда, аралықтар көп болғанда фермаларды пайдалану өте үнемді болады. Фермалар торларын орындаудың сипаттық сызбалары 2,19 суретте көрсетілген

Фермалардың тағайындамасы бойынша шатырлық және көпірлік болып бөлінеді. Шатырлық фермалар статикалық жүктеу кезінде жұмыс істейді. Өзекшелер ретінде илемдеу және өте сирек майысқан-тұйық пісіру профилдері мен құбырлары болады.

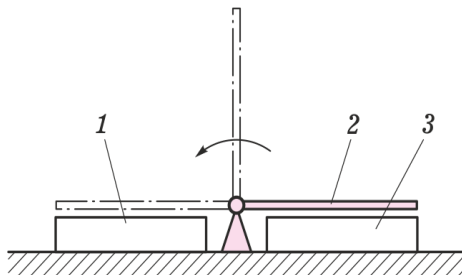
Тораптардағы өзекшелерді не тікелей , не доғалық пісіру тәсілімен қосымша элементтер арқылы біріктіреді. Нүктелік контактілік пісіруді қолданудың болашағы бар.

Бір типтік өлшемдегі шығарылатын фермалар көп болған кезде кондукторлар мен жиектеуіштерді пайдаланған экономды жөн болады. Кондуктор Т тәріздес ойықтармен тақталар базасында монтаждалады. Тақта бөлек секциялардан құралады және тірек. Көлденең және тік қысқыштар, қатайтқыштар секілді әмбебап жинау аспаптары элементтерімен жабдықталған. Детальдарды

(бөлшектерді) тіректер  
бойынша орнатады және тұту  
алдында эксцентрикті  
қысқыштар, бұрандама  
қысқыш, ашалар секілді

2.20. Сурет Фермаларды  
жинауға жіне пісіруге  
арналған құрылғы  
сұлбасы

1-кондуктор,  
2-бұрылысты жақтау,  
3-қабырға



аспаптармен немесе тасымалды пневмогидравликалық  
бұрандама қысқыштар арқылы қыстырылады.

Фермалар кондукторда жиектеусіз жиналады. Жинау кезінде  
оларды бұру үшін жинау кондукторын толықтыратын құрылғы  
пайдаланылады (2.20 сурет)

Жақтаудың арқасында 2 жиналған ферманы тік күйге қойып,  
содан кейін стендке 2 береді. Бұл ретте осы күйлердің әрқайсысын  
тиісті жіктер орындалады. Осы уақытта кондукторда 1 келесі  
ферманың жинағы орындалады.

Оларды жинауға және пісіруге дайындау арнайы термиялық  
кескіш машиналарында ұштарын өрнектеп кесуді талап етеді.  
Кейде шығын диаметрлі құбырлардың ұштарын жалпайтады, бұл  
оларды доға пісіру түйіндерінде оңай біріктіруге себеп болады.

Өлшемдері үлкен болған кезде торлы конструкцияны бөлшектеп  
зауытта дайындайды және монтаждау орнына бөлек секциялармен  
апарады. Секциялардың өлшемдерін тасымалдау тәсіліне қарай  
тағайындайды, теміржол бойынша тасымалдау кезінде жылжымалы  
құрамның габаритіне байланысты болады. Секциялар әдетте  
кеңістік конструкцияларды білдіреді, ал оларды сериялық өндіру  
кезінде жинау үшін арнаулы кондукторларды пайдаланады.

Қазіргі кезде құрылыста негізгі элементтер зауыттарда  
индустриалдық әдістермен дайындалатын жиналмалы темірбетон  
конструкциялары болады. Монолитті темірбетон құрылыстары  
сирек салынады. Арматуралық элементтерді пісіру әдістері,  
техникасы мен технологиялары айтарлықтай дәрежеде өндіріс  
орнымен (зауыт, полигон, монтаждау алаңы) анықталады.

Контактілік пісіру өте өнімді, бірақ оны пайдалану әдетте құрастырылмалы темірбетон зауыттарымен және полигондармен шектеледі. Монолитті темірбетон құрылыстары үшін қаңқаларды дайындау және құрастырмалы темірбетонның монтаждық жалғастарын орындау кезінде электрдоғалық, ванналық және электрқождық пісіруде пайдаланады. Құрастырылмалы темірбетон элементтер бір элементтің екінші элементке шектестіру орындарында орналастырылған төсегіш бөлшектерге ие. Тұрғын ғимараттарын монтаждау кезінде осы төсеуіш бөлшектерді бір-бірімен қолмен доғалы пісірумен немесе пластина, бұрыштық, швеллер немесе арматуралық шыбықша секілді қосымша байланыстырушы элементтердің көмегімен пісіреді

## 2.14. ПІСІРУ ӨНДІРІСІН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРУ

Пісіру құрылымдарын жүргізу үшін операцияларды орындаудың келесідей әдістері тән:

- қол әдісі;
- кооперацияланған-қол әдісі;
- механикаландырылған-қол әдісі;
- механикаландырылған;
- автоматтандырылған.

*Қол әдісі* кезінде жабдықтар, аспаптар мен құрал-саймандар қолданылмай, адамдардың энергиясы пайдаланылады, мысалы бөлшектерді қолмен тасу, аспапсыз көзбен бақылау және басқалары.

*Кооперацияланған-қол әдісі* кезінде адамдардың энергиясының көмегімен жұмыс істейтін жабдық, аспаптар немесе құрал-саймандар қолданылады: қолмен белгілеу, қолмен түзету, бөлшектерді қол арбамен тасымалдау, қол аспапта бөлшектерді жинау және басқалары.

*Механикаландырылған-қол әдісі* кезінде адамдардың энергиясы мен машиналар қатар қолданылады: пневматикалық балғамен шабу, электрлік немесе пневматикалық тегістегіш машинамен тазарту, қолмен доғалы пісіру және басқалары. Осы үш әдістің барлығы (қол, кооперацияланған-қол және механикаландырылған-қол әдістері) механикаландыру деңгейін бағалау кезінде қол еңбегі санатына жатады.

Өндірістік процесті *механикаландыру* ретінде қол еңбегін

машиналардың жұмысымен ауыстыруды түсінеді. Өндірістік процестің операцияларын механикаландырылған түрімен орындау кезінде тікелей өңдеу, жинау немесе пісіру машинамен орындалады, ал адам қосалқы қол тәсілдерін орындайды және машинаны басқарады. Механикаландырудың жоғары сатысы *автоматтандыру* болып табылады, бұл әдіс кезінде машиналар басқару функциясын да жүзеге асырады, ал қызмет көрсетуші қызметкер оларды тек дұрыстайды және аспаптар мен басқару жүйелерінің жұмысын қадағалайды. Өндірістік процестерді механикаландыру мен автоматтандыруға арналған машиналар механикаландырылған, машина-жартылай автоматтар және машина-автоматтар болып бөлінеді.

Механикаландырылған машина — онда барлық тікелей өңдеу процесі механикаландырылған түрде болады. Өңделетін бұйымдарды орнату, бекіту және алуды, машинаның механизмдерін басқаруды және өңдеу сапасын бақылауды жұмысшылар орындайды. Қосалқы тәсілдер механикаландыру құралдарын қолданып немесе қолданбай жүргізіледі (мысалы, бұйымды пісіруге кранды-бұрылатын құрылғыны қолданып немесе қолмен орнатуға болады). Машинаны мамандандыруды көтерумен бірге қосалқы тәсілдерді механикаландыру көлемі жоғарылайды.

Механикаландырылған машиналарды әдетте жай ғана машиналар деп атайды. Кесумен өңдеуге арналған механикаландырылған машиналарды станоктар деп, қысыммен өңдеуге арналғандарды - пресс машиналар, пісіруге арналғандарды — кондырғылар, станоктар және машиналар деп атайды.

Машина-жартылай автомат — онда бір жұмыс циклы шегінде тікелей өңдеу процесі, қосалқы қозғалыстар (өңделетін бұйымды орнату мен алудан басқа) және атқарушы механизмдерді басқару автоматтандырылған машина. Жұмыс циклын қайталау еңбек затын орнату және жабдықты қосу үшін адамның араласуын қажет етеді. Адам сондай-ақ жартылай автоматты дұрыстайды, құрал-сайманды, кассеталар мен электродтарды бақылайды және дұрыстайды, ауыстырады, қалдықтарды алып тастайды.

Машина-автомат — барлық қосалқы қозғалыстар мен механизмдерді басқаруды қоса алғанда технологиялық операциялардың бүкіл циклын автоматтандыруды қамтамасыз ететін машина. Басқару жүйесі циклдарды адамның қатысуынсыз қайталауды қамтамасыз етеді. Адам тиесітін құрылғылар мен қоректендіргіштерді еңбек заттарымен және қажетті материалдармен толтырады, автоматты дұрыстайды, оны

бақылайды және реттейді, құрал-саймандарды, кассеталар мен электродтарды ауыстырады, қалдықтарды автоматтан тыс жерге алып тастайды. Автоматтардың жекелеген түрлерінде өңдеуді бақылау, автоматты дұрыстау, сондай-ақ құрал-сайманды ауыстыру мен қалдықтарды алып тастау автоматты түрде орындалады.

Машина-жартылай автоматтар мен машина-автоматтардың келтірілген анықтамаларының пісіру техникасында қолданылатын жартылай автомат пен автомат ұғынымдарына сәйкес келмейтіні шығады. Алайда бұл ұғымдардың отандық және шетелдік пісіру өндірісіне еніп кеткені соншалық, оларды өзгерту мүмкін емес. Сондықтан доғалы пісіруге арналған пісіру жартылай автоматы және автомат ұғымын машина-жартылай автоматтар мен машина-автоматтардың жалпы машинажасау ұғымынан ажырату қажет.

Механикаландыру немесе автоматтандыру ішінара, яғни өндіріс процесінің бір бөлігін (жеке операцияларды) және операцияаралық көлікті қоса алғанда, бөлшек, торап немесе бұйым дайындау бойынша бірқатар жүйелі операцияларды қамтитын кешенді болуы мүмкін. Кешенді механикаландыру мен автоматтандыруға механикаландырылған, кешенді-механикаландырылған, автоматтандырылған, автоматты және кешенді-автоматты желілерді қолданған кезде қол жеткізіледі.

Механикаландырылған үздіксіз желі— бөлшектер дайындау, тораптық немесе жалпы жинау және пісіру процесі операцияларының басым бөлігі механикаландырылған әдістермен орындалатын технологиялық, қосалқы және көтергіш-көлік жабдықтарының кешені (кем дегенде, технологиялық реттілікпен орналасқан технологиялық жабдықтың екі бірлігінен тұрады). Мұнан басқа, бұйымды бір жұмыс орнынан екіншісіне ауыстыру процестері механикаландырылған.

Кешенді-механикаландырылған үздіксіз желі — бөлшектер дайындау, тораптық немесе жалпы жинау және пісіру процесінің барлық технологиялық операциялары механикаландырылған әдістермен орындалатын механикаландырылған желі; мұнан басқа, бұйымды бір жұмыс орнынан екіншісіне ауыстыру процестері механикаландырылған.

Автоматты желі - бөлшектер дайындау, тораптық немесе жалпы жинау және пісіру өндірістік процесінің бір бөлігі белгілі ырғақпен адамның тікелей қатысуынсыз орындалатын технологиялық, қосалқы және көтергіш-көлік жабдықтарының кешені (кем дегенде, технологиялық реттілікпен орналасқан технологиялық жабдықтың екі бірлігінен тұрады). Бұл ретте жалпы басқару жүйесі және дайындамаларды немесе бұйымдарды жабдықтың бір түрінен

екіншісіне ауыстыруға арналған автоматты көлік құрылғысы болады, ал адам тек дұрыстау мен қадағалауды жүзеге асырады.

Жинау кезінде бөлшектерді орнату адамның қатысуымен орындалатын машина-жартылай автоматтармен, машина-автоматтармен және автоматты көлік құрылғыларымен жарактандырылған желілерді әдетте автоматтандырылған желілер деп атайды.

Кешенді автоматты желі — бөлшектерді дайындау, тораптық немесе жалпы жинау және пісіру процесінің барлық операциялары белгіленген технологиялық жүйелілікпен және белгілі бір ырғақпен адамның тікелей қатысуынсыз орындалатын автоматты желі.

Механикаландыру және жабдық түрі өндірістің сипатымен және дәнекерленетін бұйымдардың конструкциясымен анықталады. Жаппай және ірі сериялы өндірісте жоғары өнімділік пен төмен өзіндік құнды қамтамасыз ететін қымбат тұратын арнайы автоматтар мен автоматты желілерді қолданады. Өнімді жаппай шығарған кезде осы жабдықты жобалауға, дайындауға және ретке келтіруге арналған шығындар қысқа мерзімдерде өтеледі. Жеке-дара және ұсақ сериялы өндірісте арнайы жабдық көптеген жағдайларда құнының жоғарылығынан, жеткіліксіз жүктелуінен және жабдық пен өндірістік алаңның тұрып қалуынан пайдасыз болып шығады.

Бұл жағдайларда әмбебап механикаландырылған машиналарды қолданады. Соңғы уақытта кешенді механикаландыру мен автоматтандыру көп номенклатуралы кешенді-механикаландырылған желілер, бағдарламалық басқаруы бар машиналар және өнеркәсіптік роботтар сияқты мұндай әмбебап жабдықты енгізу негізінде ұсақ сериялы өндірісте де кеңінен қолданыс табады.

Механикаландыру және автоматтандыру бастапқы және қайталама болуы мүмкін. Бастапқы деп қол процестерін алмастыратын механикаландыру мен автоматтандыруды; қайталама деп — неғұрлым жетілдірілген және ұтымды техникалық шешімдерді жүзеге асырумен байланысты қолданыстағы механикаландырылған немесе автоматтандырылған процесті алмастыратын механикаландыру мен автоматтандыруды айтады. Қайталама механикаландыру мен автоматтандыруды механикаландыру және автоматтандыру құралдарының дамуына қарай бірнеше рет жүргізеді.

Ғылыми-техникалық ілгерілеудің заманауи кезеңінің ерекшелігі автоматтандыру болып табылады. Автоматтандырудың шапшаң ілгерілеуі немесе басқаша айтқанда, халықаралық масштабта



ғылымның шапшаң ілгерілеуі және онымен байланысты жаңа немесе жетілдірілген технологиялардың, процестер мен жабдықтардың дамуы қазіргі өндірістен дәстүрлі техниканы екпіндей ығыстырып шығаруда екенін баса айту қажет. Барлық өнеркәсіптік дамыған елдерде пісіру техникасы саласында автоматтандыру кезеңіне ерекше назар аударылған.

Пісіру процесін екі көрсеткішпен: технологиялық жүйелілікпен және технологиялық жабдықпен сипаттайды. Автоматтандырылған пісіру процесінің құрылымы мен оның көрсеткіштеріне кіретін жекелеген элементтер бірі-біріне өзара әсер етеді. Уақыт сияқты элемент технологиялық жүйелілікпен шартталған өндірістік шығындар мен жұмыс күшіне қажеттілікті айқындайды.

Пісіру өндірісін механикаландыру бойынша іс-шараларды әзірлеген кезде бірінші кезекте доғалы пісіру бастиегін немесе энергия көзі бар өзге торапты дәнекерленетін жерге немесе түйіс торап бойымен, басқарылатын механизмге орнын ауыстыру функцияларын беруге тырысады. Осы арқылы пісіру жалғастарының сапасын және процестің тиімділігін арттыруға қол жеткізіледі. Алайда пісірудің жартылай автоматты тәсілдерінің көп жағдайында дайындауға және процесті, атап айтқанда балқыту процесін қолдауға жұмсалатын қосымша уақыттың негізгі, яғни пісірудің таза уақытына қатынасы салыстырмалы жоғары. Пісіру ұзақ уақыт үзіліссіз жүргізілетін, мысалы спираль немесе айналмалы жіктермен пісіру процестері ерекшелік болып табылады. Осылайша, өнімділікті арттыру резервтері пісіру немесе балқыту процесінде емес, қосымша уақытты азайтуда жасалған. Осыдан пісіру техникасында автоматтандыру мақсатында әзірлеулерде пісіру процесінің өзіне немесе оның әр түріне емес, пісірілетін құрылым және оның жалғастарын алудың бүкіл процесіне назар аударылуы тиістігі шығады. Әрине, жекелеген пісіру процестерінің оларды автоматтандыру және роботтандырудың қарапайымдылығын немесе күрделілігін айқындайтын ерекшеліктерінің, технологиялық белгілері мен параметрлерінің маңызы бар.

Механикаландырылған немесе ішінара автоматтандырылған пісіру машиналары мен қондырғыларының көпшілігінің қолмен басқаруы бар. Автоматты пісіру құрылғылары кадамдары бағдарламалық жадыда сақталатын және одан алынатын қатаң немесе шапшаң өзгертін бағдарламалар бойынша жұмыс жасайды. Бағдарламалар негізгі және қосалқы операциялардың мезгілдік реттілігі болып келеді. Бағдарламалық басқаруы бар пісіру автоматтары егер бөгетсіз және бірінші кезекте өндірісті тиісінше

технологиялық дайындауды талап ететін пісірілетін бөлшектерді берудің үздіксіздігіне байланысты болатын жүктеменің рұқсат етілген дәрежесімен жұмыс жасаса технологиялық циклды үлкен дәлдікпен беру және қолдау қабілетіне ие болады.

Соңғы жылдары пісіру жұмыстары үшін болат құрылыс құрылымдарын дайындайтын зауыттарда, кеме жасауда, автомобиль жасауда, ауыл шаруашылық және энергетикалық машина жасауда, химиялық аппарат жасауда ішінара қолмен басқарылатын немесе қатаң белгіленген бағдарламалар бойынша біршама ұзақ өндірістік кезең (көбіне бір жыл) ішінде жұмыс жасайтын алуан түрлі жартылай автоматты машиналар мен қондырғылар әзірленді. Көп жағдайларда бұл балқымалы электродпен белсенді немесе инертті қорғаушы газында пісіруге немесе (түйіскен пісіру үшін, көбіне инертті газда немесе қосындымен вольфрам электродпен пісіруге арналған және сиректеу электрқожды пісіру және көмірқышқыл газда тік күйінде жікті мәжбүрлі қалыптастырумен пісіруге арналған машиналар.

Мұндай жабдықта жұмыс жасайтын пісірушінің немесе оператордың міндеті болып жатқан процестерді және олардың ауысуын үнемі сырттай бақылаудан, ал жиі осы процестерді және олардың ырғағын қолмен басқарудан тұрады. Пісіру тәсілдерінің үлкен айырмашылығына және олардың әртүрлілігіне қарамастан мұндай жабдық орнын ауыстыру механизмдері мен басқару блоктарының функционалдық ерекшеліктерінде белгілі бір ұқсастыққа ие.

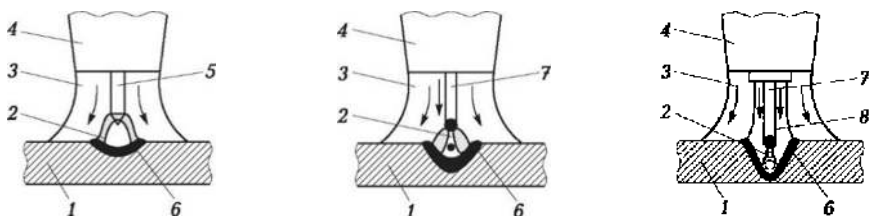
Технологиялық ерекшелігі мамандандырылған жабдықты қолдануды талап ететін, ал қолданылу саласы бұйымның нақты пішіндерімен және өлшемдерімен немесе пісірілетін материалдардың түрлерімен және оларды қиыстырумен шектелген пісірудің ерекше түрлерімен іс басқаша.

Пісірудің дәстүрлі тәсілдеріне арналған жабдық саласында оны жүйелеу, сондай-ақ механикалық және электр тораптарды олардың өзара ауыстырымдылығы мен көп топтамада дайындау мүмкіндігін қамтамасыз ету мақсатында типтендіру және стандарттау беталысы байқалады. Бұл беталыс түрлі жүйелердің сәйкестендірілген желілерінің жиынтығын әзірлеуден көрініс табады.

Автоматтандырылған пісірудің жаңа технологияларына арналған пісіру құрылғылары алуан түрлі пісіру міндеттерін шешуге шапшаң және көп шығынсыз лайыктануы тиіс, бұл ретте түрлі мақсаттағы машиналардың оларды дайындау тиімділігін қамтамасыз ететін тораптары мен бөлшектерінің болуы мүмкін үлкен бірдейлігіне ұмтылу қажет. Тасымалданбалы аппараттардың

түрлі нұсқаларын құрумен қатар пісіру роботтарының көмегімен икемді автоматтандыру алдындағы кезеңде.

## 2.15. ҚОРҒАУШЫ ГАЗЫНДА ДОҒАЛЫ ПІСІРУДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ



2.21-сурет. Қорғаушы газында пісіру процестерінің сұлбалары: а — балқымайтын электродпен; б — балқымалы электродпен; в — газдың екі ағынында балқитын электродпен; 1 — бөлшек; 2 — доға; 3 — қорғаушы газы; 4 — шүмек; 5 — балқымайтын электрод; 6 — пісіру ваннасы; 7 — электрод сым; 8 — газдың ішкі ағыны

Доғалы пісіру кезінде сапалы жалғастар алу үшін доға аймағын және балқытылған металды ауаның зиянды әсерінен қорғау қажет. Қорғаушы газында пісіру кезінде доға аймағы мен балқытылған металды қорғау үшін жанарғының көмегімен ағынмен берілетін газды пайдаланады.

Қорғаушы газы ретінде пісіру кезінде металмен әрекеттеспейтін инертті газдарды (аргон, гелий және олардың қоспалары) және металмен әрекеттесетін белсенді газдарды (көміркышкыл газы, сутек және басқалары) және олардың қоспаларын пайдаланады.

Қорғаушы газында пісіруді балқымайтын электродпен (2.21, а-сурет) орындауға болады, бұл ретте доға балқымайтын электрод пен бұйымның арасында жанады. Электрод пісіру процесінде балқымайды және жікке түспейді. Пісірілетін жиектің бойымен жылжитын доға оларды балқытады. Доғаны алып тастауға қарай балқытылған металл бөлшектің жиегін қосатын жік түзе отырып, қатайды.

Балқымалы электродпен пісірген кезде (2.21, б-сурет) доға доғаға үздіксіз берілетін электрод сым мен бұйымның арасында жанады. Доға сым мен бұйымның жиегін балқытады, жалпы пісіру ваннасы пайда болады. Доғаны жылжытуға қарай пісіру ваннасы бұйымның жиегін қосатын жік түзе отырып, қатайды.

Қол аргонды доғалы пісіру процесінің негізгі параметрлері: балқымайтын электродпен пісірген кезде — доғаның тоғы, пісіру жылдамдығы мен қорғаушы газының шығыны; балқымалы электродпен пісірген кезде — доғаның тоғы, қорғаушы газының

шығыны, пісіру жылдамдығы мен электрод сымды беру жылдамдығы болып табылады.

Қорғаушы газында доғалы пісірудің артықшылықтарына мыналар жатады: термиялық әсердің ең төмен аймағын және пісіру торабының болмашы деформациясын қамтамасыз ететін доға энергиясының жоғары шоғырлануы, процестің жоғары өнімділігі; балқытылған металды тиімді қорғау, әсіресе қорғаушы ортасы ретінде инертті газдарды пайдаланған кезде; қосындыларды немесе майлауды қолдану қажеттілігінің болмауы; түрлі кеңістік жағдайында пісіру мүмкіндігі.

## **2.16. ИНЕРТТІ ГАЗДАРДА БАЛҚЫМАЙТЫН ЭЛЕКТРОДПЕН ПІСІРУ**

Вольфрам электродпен доғалы пісірумен түрлі кеңістік жағдайларында жалғастардың әр түрлерін пісіруге болады. Бұл әдісті қалыңдығы 5-6 мм дейінгі металды жалғау үшін қолданған жөн. Алайда оны қалыңдығы үлкен металды пісіру үшін де пайдалануға болады. Пісіруді жік жиекті балқыту есебінен қалыптасатын қоспа металсыз және пісіру сымы түрінде доға аймағына берілетін қоспа металмен орындайды. Әдеттегідей пісіруді доғаның кернеуі 22-34 В кезінде жүргізеді, бұл ретте доғаның ұзындығы 1,5-3 мм болуы тиіс. Электрод шетінің шүмектен шығуы 3-5 мм, ал бұрыштық жіктерді және өңдеумен жіктерді пісірген кезде — 5-7 мм аспауы тиіс.

Қалыңдығы 10 мм дейінгі металды қолмен пісіруді сол жақ тәсілмен орындайды. Қорғаушы газының ағыны пісіру ваннасының бүкіл аймағын және қосынды сымның қыздырылған бөлігін сенімді қамтуы тиіс. Пісірілетін металдың қалыңдығы азайған кезде жанарғы мен бұйымның арасындағы бұрыш азаяды. Қалыңдығы 10 мм жоғары материалды пісіру үшін пісірудің оң жақ тәсілін қолдану қажет, ал жанарғы мен бұйымның арасындағы бұрыш 90°-ке жуық болуы тиіс. Бұйымға салыстырмалы жанарғының мұндай күйі бұрыштық қосылыстарды пісіру кезінде де ұсынылады. Сымды доғаның бағанына емес, жанынан енгізеді және жұқа қабатты металды пісірген кезде онымен қайтарымды ілгерілемелі қозғалысты орындайды. Көп қабатты жіктерді пісірген кезде жеке білікшелерді өңдеудің бүкіл еніне орындамау ұсынылады.

Балқымайтын вольфрам электродпен пісірген кезде балқыған металды кесік доға аралығына ауыстыру болмайды. Бұл доғаның жану жағдайын және оның тым жоғары тұрақтылығын жеңілдетеді.

Қосынды металл қажеттілігіне қарай пісіру ваннасының басты бөлігіне беріледі. Пісіруші сымтемірді беретін пісіру жанарғысын

ауыстыруды қолмен бақылайды. Балқымалы электродпен пісіруден айырмашылығы қосынды металды балқыту жылдамдығы пісіру тоғының шамасымен қатаң тәуелділікпен байланысты емес. Ваннаға берілетін қосынды металдың мөлшерін қосынды металдың жік жасауға қатысуының талап етілетін үлесін қамтамасыз ету шартынан таңдайды. Процестің негізгі кемшілігі— төмен өнімділігі. Екінші кемшілігі — пісірушінің үлкен тәжірибесі мен жоғары біліктілігі қажет. Балқымайтын вольфрам электродпен пісіру процесінің кемшілігіне жабылған электродпен пісірумен салыстырғанда доғаның жарық және жылулық радиациясына қарсы қосымша қорғаныш шараларын қолдану қажеттілігі жатады.

Балқымайтын вольфрам электродпен пісіру тікелей қарама-қарсылықта жүргізіледі (электродтағы минус). Орнатылған доғада электрондар ағыны жанарғының теріс электродынан оң электродқа (бөлшекке), ал оң зарядталған иондар ағыны – электродқа қарай қозғалады. Кері қарама-қарсылықта пісірген кезде шамамен 70 % жылу анодта шоғырланған, осы жылудың едәуір бөлігі пісіру аймағына беріледі.

Тікелей қарама-қарсылық қатты балқуды және пісірудің жоғары жылдамдығын қамтамасыз ететін еңсіз, шоғырланған доға алуға мүмкіндік береді. Электрод доғаның жылу энергиясының аз бөлігін алады және айнымалы токпен пісіруге немесе кері қарама-қарсылықта пісіруге қарағанда төмен температурада болады, бұл өз кезегінде вольфрам электродтың диаметрін азайтуға және қорғаушы газының шығынын төмендетуге мүмкіндік береді.

Кері қарама-қарсылық кезінде электрондар ағыны да теріс электродтан оң электродқа, алайда бұл жағдайда бұйымнан электродқа қарай қозғалады. Демек, көп жылу вольфрам электрод жанындағы доғада шоғырланған. Электрод тікке қарағанда кері қарама-қарсылықта дәнекерлеген кезде едәуір көп жылу алады, тым қызуды болдырмау және электрод үшін ілінген диаметрдегі электродтарды пайдалануға және пісіру тоғын азайтуға тура келеді. Пісірілетін бөлшек кері қарама-қарсылықта пісірген кезде аз жылу алады және нәтижесінде балқу тереңдігі аз болады.

Бірқатар түсті металдар, мысалы алюминий және магний, бетінде оксид қабықшасын тез түзеді. Алюминийді пісірмес бұрын балқу температурасы негізгі металдың балқу температурасынан едәуір жоғары оксид қабықшаны алып тастау қажет. Оксид қабықшаны алып тастау механикалық түрде, мысалы қылшақпен, немесе химиялық — босатумен жүргізілуі мүмкін, алайда, қабықша алынған бойда металл пісіруді қиындата отырып, қайтадан тотыға бастайды.

Кері қарама-қарсылықта пісіру кезінде металдың бетінен оксид қабықшаны доғаның өзі алып тастай алады. Бұйымның негізгі металынан тік қарама-қарсылықта пісіру кезінде электродқа жылжыған оң зарядталған иондар енді электродтан бұйымға қарай жылжиды.

Бұйымның бетіне едәуір күшпен соғылып, осылайша бетті тазартуды жүргізе отырып, олар осал оксид қабықшаны уатады және бөлшектейді.

Кері қарама-қарсылықтағы доға маңызды технологиялық қасиеттерге ие болады: оның әсерінен пісірілетін металдың бетінде металл бетін тазарту, беткі оксидтерді алып тастау жүреді. Беткі оксидтерді алып тастау процесі *катодты тозаңдату* (катодты тазарту) деген атауға ие болды. Көрсетілген қасиетті алюминийді, магнийді, бериллий және бетінде берік оксид қабықшалары бар оның қорытпаларын айнымалы тоқпен пісіру кезінде пайдаланады. Қабықшаны алып тастау пісіру тоғының кері қарама-қарсылығымен дәнекерленетін бұйым катод болып табылатын жартылай кезеңде жүреді. Осылайша, ауыспалы тоқта вольфрам электродпен пісірген кезде тік және кері қарама-қарсылық доғасының артықшылығы іске асырылады және электродтың орнықтылығы және бұйымда беткі оксидтердің бұзылуы қамтамасыз етіледі.

Доғаның тұтануы мен жануы үшін негізгі талаптар доға аралығындағы газдың иондануы болып табылады. Иондалған газ электр тоғын жақсы өткізгіш болып табалады. Иондану деп бейтарап атомдардан және молекулалардан оң және теріс иондар пайда болатын процесс аталады.

Иондануды егер электродтарға жоғары кернеу қосса жүргізуге болады, сонда газдағы бос электрондар (аз мөлшердегі) электр өрісімен үдетілетін болады және үлкен энергия ала отырып бейтарап атомдар мен молекулаларды иондарға бөле алады.

Қорғаушы газында пісірген кезде доға бөлетін жылу газдың иондануы үшін жеткілікті. Алайда айнымалы синусоидалық тоқта дәнекерлеген кезде тоқ нөлдік мән арқылы өткенде доға бөлетін жылу жеткіліксіз болады және ол өшеді.

Айнымалы синусоидалық тоқта пісірген кезде бұл құбылысты жою үшін және электродтың қысқа тұйықталуынсыз доғаның бастапқы тұтануы үшін бөлшекке осциляторларды қолданады. Олар электрод пен бөлшектің арасында жалын разрядын тудыруға қабілетті жоғары кернеу және жоғары жиілік көздері болып келеді.

Электрод аралықтың ауада ұзындығы 1 мм ойығы үшін шамамен 1-3 кВ кернеу талап етіледі, аргонда ойық кернеуі төмендейді.

## 2.17. ҚОРҒАУШЫ ГАЗЫНДА БАЛҚЫМАЛЫ ЭЛЕКТРОДПЕН ПІСІРУ

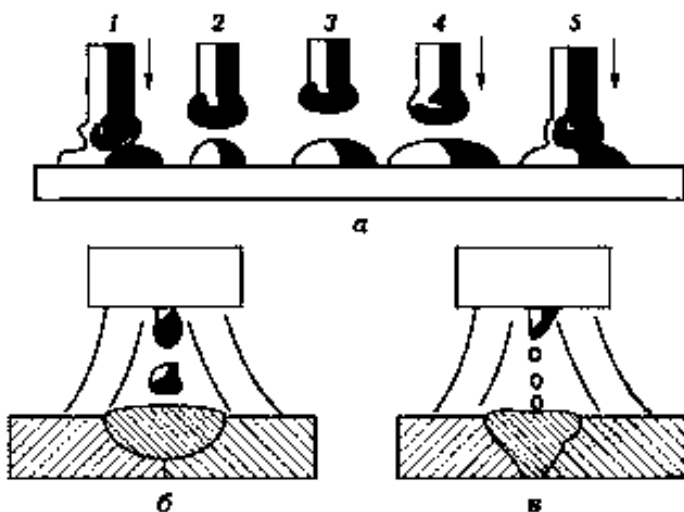
Балқымалы электродпен пісірген кезде жік негізгі металды балқыту және қосымша металл-электрод сым балқыту есебінен пайда болады. Жіктің пішіні мен мөлшері бұдан басқа (пісіру жылдамдығы, электрод пен бұйымның кеңістік жағдайы және басқалары) сондай-ақ электрод металды балқыту сипаттамасына және пісіру ваннасына тасымалдауға байланысты болды. Электрод металды тасымалдау сипаты негізінен электродтың материалымен, қорғаушы газының құрамымен, пісіру тоғының тығыздығымен және бірқатар басқа да факторлармен анықталады.

Пісірудің дәстүрлі тәсілі кезінде электродты балқытудың және электрод металды пісіру ваннасына тасымалдаудың үш негізгі нысанын бөлуге болады.

Мезгіл-мезгіл қысқа тұйықталуы бар пісіру процесі кернеуі 15-22 В қысқа доғада диаметрі 0,5-1,6 мм электрод сымтемірмен пісіруге тән. Кезекті қысқа тұйықталудан кейін (2.22, а-суреттегі 1 және 2) беттік керілу күшімен балқытылған металл электродтың шетжағында тамшыға тұтасады. Нәтижесінде доғаның ұзындығы мен кернеуі ең жоғары болады.

Процестің барлық сатысында электрод сымтемірді беру жылдамдығы тұрақты, ал оның балқу жылдамдығы өзгереді және 3 және 4 кезеңдерде беру жылдамдығынан кем. Сондықтан электродтың шетжағы тамшымен қысқа тұйықталуға дейін (5) пісіру ваннасына жақындайды (доғаның ұзындығы мен оның кернеуі азаяды). Қысқа тұйықталу кезінде пісіру тоғы күрт өседі және соның нәтижесі ретінде электромагниттік күштердің сығушы әсері ұлғаяды, олардың бірлескен әсері электрод пен бұйымның арасында сұйық металдың жалғастырғышын үзеді. Қысқа тұйықталу кезінде балқыған электрод металдың тамшысы пісіру ваннасына ауысады. Одан әрі процесс қайталанады.

Доғалық аралықтың мезгіл-мезгіл тұйықталуларының жиілігі секундына 90-450 шегінде өзгеруі мүмкін. Материалға, қорғаушы газына байланысты электрод сымның әрбір диаметрі үшін қысқа тұйықталумен пісіру процесі мүмкін болатын пісіру тоғының диапазоны болады. Процестің оңтайлы параметрлері кезінде пісіру түрлі кеңістік жағдайларда болуы мүмкін, ал электрод металдың шашыратуға жойылуы 7 %-дан аспайды.



2.22-сурет. Электрод металды балқыту мен тасымалдаудың негізгі нысандары:

*a* — қысқа тұйықталулармен; *б* — тамшылық; *в* — ағынды; 1...5 — металды тасымалдау фазалары

Пісіру тоғының тығыздығын және доғаның ұзындығын ұлғайту электрод металды балқыту және тасымалдау сипатының өзгеруіне, қысқа тұйықталулары бар қысқа доғалы пісіруден сирек қысқа тұйықталулары бар немесе оларсыз процеске ауысуға әкеледі. Пісіру ваннасына электрод металл жүйесіз, аспапсыз көзге айқын түрлі мөлшердегі жеке ірі тамшылармен (2.22, б-сурет) тасымалданады. Бұл ретте доғаның технологиялық қасиеттері нашарлайды, төбе жағдайында пісіру қиындайды, ал электрод металдың қалдыққа және шашыратуға жойылуы 15%-ға дейін өседі.

Доғаның технологиялық қасиеттерін жақсарту үшін оның лездік қуатын мезгіл-мезгіл өзгертуді-импульстік-доғалы пісіруді қолданады. Тоқ импульсінің әсерінен электродтың шетінде тамшының қалыптасуын қамтамасыз ететін электродтың шапшаң балкуы жүреді. Электродинамикалық күштерді күрт ұлғайту тамшының түп жағын тарылтады және оны кез келген кеңістік жағдайында пісіру ваннасының бағытына лақтырады.

Параметрлері бірдей немесе түрлі дара импульстарды немесе импульстар тобын пайдалануға болады. Соңғы жағдайда бірінші немесе бірінші импульстар электродтың балкуын шапшандатады, ал



кейінгілері электрод металдың тамшысын пісіру ваннасына лақтырады.

Шамасы бойынша тұрақты кері қарама-қарсылықтағы пісіру тоғының едәуір жоғары тығыздылықтарында (импульссіз немесе импульстермен) және доға инертті газдарда жанған кезде электрод металды өте ұсақ тамшылы тасымалдау байқалуы мүмкін. «Ағынды» атауы оны аспапсыз көзбен қадағалаған кезде балқыған металл пісіру ваннасына электродтың шетжағынан үздіксіз ағынмен ағатындай әсер туғызатынынан шыққан (2.22, в-сурет). Электрод металды тамшылынан ағындыға тасымалдау сипатының өзгеруі пісіру тоғын электродтың осы диаметрі үшін «шектік» мәндерге дейін ұлғайтқан кезде жүреді. Қорғаушы газының құрамын өзгерту де шектік токтың мәніне әсер етеді. Мысалы, аргонға 5 %-қа дейін оттегі қосу шектік токтың мәнін төмендетеді. Көмірқышқыл газда пісірген кезде арнайы шаралар қолданбай электрод металды ағынды тасымалдау мүмкін емес.

Ағынды тасымалдауға ауысқан кезде газдар мен металдың электродтан пісіру ваннасы жағына ағыны электромагниттік күштердің қысатын әсерінің арқасында күрт ұлғаяды. Нәтижесінде доға астында сұйық металдың қабатшасы азаяды, пісіру ваннасында жергілікті тереңдеу пайда болады. Жік оның осі бойымен балкудың көтеріңкі тереңдігі бар ерекше пішінге ие болады. Ағынды тасымалдау кезінде доға өте тұрақты, пісіру тоғы мен кернеудің тербелістері байқалмайды. Пісіру барлық кеңістік жағдайларында мүмкін.

Электрод металды тасымалдау сипатын басқару мақсатында оған электрод сымтемірді импульстік берумен әсер етуге әрекет жасалуда. Импульстік беру жұмыс тоқтары мәндерінің диапазонын, соның ішінде қысқа тұйықталумен дәнекерлеген кезде, кеңейтуге мүмкіндік береді. Қысқа тұйықталулардың жиілігі сымтемірді үздіксіз берумен салыстырғанда 3-5 есеге ұлғаюы мүмкін. Алайда бұл тәсілді өнеркәсіптік қолдану сымтемірді импульстік берудің сенімді механизмдерінің болмауынан қиындаған.

Балқымалы электродпен пісірген кезде сыртқы магниттік өрістер доғаны қисайтады. Сыртқы магниттік өрісті пайдаланудың әсері ұзын доғаны пісіру кезінде байқалады және электрод металды ағысты ауыстыру кезінде едәуір байқалады. Бұл жағдайда электродтың балқытылған шетжағы сыртқы магниттік өрістің жиілігімен синхронды түрде тербеледі. Көлденең тербелістер кезінде жіктің ені ұлғаяды және балку тереңдігі азаяды. Нәтижесінде пайда болған жіктің оның осі бойымен көтеріңкі балку тереңдігі болмайды.

Доғаның технологиялық сипаттамаларын жоғары жылдамдықпен

қорғаушы газын орталық беруді пайдалана отырып өзгертуге болады. Әдеттегі шығындар кезінде газдың таусылуының жоғары жылдамдықтарына азайған шығатын саңылауы бар пысылдауықты қолдану арқылы қол жеткізіледі. Доғаны газбен үрлеу оның бетін кішірейтуге, яғни қысуға ықпал етеді. Нәтижесінде доға жылуын бұйымға енгізу неғұрлым шоғырландырылған болады. Газ ағынының кинетикалық қысымымен балқытылған металл доға астынан ығыстырылады және доға бұйымда тереңдейді. Нәтижесінде балку тереңдігі 1,5 — 2 есе ұлғаяды. Алайда бұл ретте жіктерде ақаудың пайда болу мүмкіндігі артады.

Отандық және шетелдік практикада жарық саңылау бойымен пісіру тәсілі қолданылады. Бұл тәсіл кезінде қалыңдығы 200 мм дейін бұйымды жиектерін шаппай олардың арасында 6-12 мм саңылаумен жинайды. Пісіруді автоматтарда жүзеге асырады. Болатты балкитын электродпен дәнекерлеген кезде қорғаныш үшін 75-80 % аргон және 25-20 % көмірқышқыл газынан тұратын қоспаны пайдаланған дұрыс. Алюминий және оның қорытпаларын пісіру үшін аргон және гелий қоспасын қолданады. Бөлікті қимасы бойынша бірдей білікшелерді салу арқылы толтырады. Әдіс термиялық әсер аймағының азайтылған ұзындығымен және жіктердің біркелкі ұсақ кристалл құрылымымен сипатталады.

Қорғаушы газдарында балқымалы электродпен пісірген кезде негізгі параметрлерден жіктің пішіні мен мөлшеріне байланысты режимдер флюспен пісіру кезіндегідей. Пісіру үшін шағын диаметрлі (3 мм дейін) электрод сымтемірді пайдаланады. Сондықтан жіктер толық пісірудің еңсіз пішінінде болады. Электродтың көлденең тербелісін қолдана отырып, жіктің пішінін және пісіру металының кристалдану шартын өзгертеді. Көмірқышқыл газда пісіру үшін диаметрі 3-5 мм электрод сымтемірлерді қолдану тәжірибесі бар. Пісіру тоғы бұл жағдайда 2000 А жетеді, бұл пісіру өнімділігін айтарлықтай арттырады. Алайда мұндай жылдамдатылған режимдерде түйіс жіктерді нашар қалыптастыру және оларда кесіктердің пайда болуы байқалады.

Жанарғы шүмегінен бұйымға дейінгі арақашықтық әдетте 8-15 мм шегінде ұсталады. Тоқ өткізетін ұштық шүмек шегінің деңгейінде болуы немесе 3 мм дейін жіберілуі тиіс. Терең бөлумен бұрыштық және түйіс жіктерді дәнекерлеген кезде тоқ өткізетін ұштықтың шүмектен 5-10 мм шығып тұруына рұқсат етіледі. Жұқа қабатты металды пісірген кезде электрод тігінен пісіруді бағыттау жағына 20-30° қисаяды. Тік қабырғамен жалғастарда бұрыштық жіктерді пісірген кезде ұстағышты тік қабырғадан 30-45° бұрышқа қосымша қисайтады.

Жұқа қабатты металда тік жіктерді әдетте түсіре орындайды (балқытылған металды ағып кетуден жақсы ұстап тұру үшін электрод артқа бұрышталады). Көтере пісіруді жиектерді терең пісіруді қамтамасыз ету қажеттілігі кезінде қолданады. Көлденең жіктерді пісірген кезде электродты жиектің төменгі бөлігінде орналастырады және көлденең тербелістермен ауыстырады. Төбе жіктерін тік электродпен немесе көлденең тербелістермен артқа бұрыштап еңкеюмен орындайды.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Пісіру доғасы деп нені атайды?
2. Пісіру доғасында электр зарядтары немен ауыстырылады?
3. Доғаны жағу қандай түрде жүзеге асырылады?
4. Қандай доғалар қысқа, қалыпты және ұзын деп аталады?
5. Қапталған электродпен пісіру режимі деп нені ұғынады?
6. Механикаландырылған пісіруге арналған аппарат қолмен пісіруге арналған аппараттан немен ерекшеленеді?
7. Жартылай автоматтар қандай белгілері бойынша жіктеледі?
8. Балқымайтын электродпен қолмен доғалы пісіруге арналған жанарғы қандай негізгі элементтерден тұрады?
9. Қорғаушы газдарында қолмен доғалы пісіруге арналған бекет құрамына не кіреді?
10. Аргон негізінде пісіру кезінде қорғаушы газдарының қандай екі есе және үш есе қоспалары қолданылады?
11. Балқымалы электродпен пісірген кезде электрод металды тасымалдаудың қандай түрлері бар?
12. Көмірқышқыл газда пісіру режимінің негізгі параметрлерін атаңыз.
13. Пісіру тоғының шамасын неге байланысты таңдайды?
14. Доғаның кернеуін ұлғайту және төмендету кезінде жік қалыптастырумен бірге не пайда болады?
15. Пісіру үшін қандай вольфрам электродтар қолданылады?

## 3 ТАРАУ

### ТҮРЛІ КҮРДЕЛІЛІКТЕГІ МЕТАЛДАРДЫ КЕСУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

#### 3.1. ПРОЦЕСТІҢ МӘНІ ЖӘНЕ ТЕРМИЯЛЫҚ КЕСУДІ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

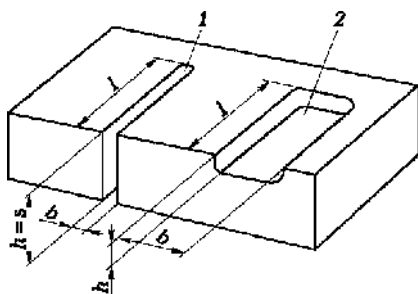
Берілген конфигурациядағы бөлшекті алу үшін металдарды өңдеудің түрлі тәсілдерін пайдаланады. Аз габаритті бөлшектерді қалыптаумен, кейде кесумен дайындау экономикалық мақсатқа сай. Ірі габаритті бөлшектерді барлық кезде көрсетілген тәсілдермен алу мүмкін болмайды. Оларды дайындау үшін қуатты қымбат тұратын жабдық қажет. Бұл жағдайда термиялық кесуді – дененің бетінен металды алуды немесе металл затты берілген сызық немесе көлем бойынша оны балқыту арқылы бөліктерге бөлуді пайдаланады.

**Бөлетін және беткі** кесу болып бөлінеді. Кесу нәтижесінде өңделетін металл денеде кеуек – кесік жасайды. Енсіз өтпе саңылау пішіні бар бөлетін кесіктің кеуегі 1 (3.1-сурет) бүйір беттермен шектелген және түп беті болмайды. Аяқталмаған кесіктің алдыңғы бөлігінде оның маңдай беті болады. Беткі кесу кезінде пайда болатын кеуектің (2-кесік) түп беті болады, сондай-ақ бүйір және маңдай беттері болуы мүмкін.

Беткі және бөлетін термиялық кесуді металды жергілікті балқытумен орындайды. Осы мақсат үшін кесінді жасау үшін қажетті металдың учаскесін балқығанға дейін тез қыздыратын жылу көздерін пайдаланады.

Көздің үлкен жылулық қуаты болуы, сондай-ақ кескен кезде металды қыздыру және балқыту берілген ендегі учаскеде (әдетте өте аз) жүруі үшін жылу энергиясының жоғары шоғырлануын да қамтамасыз етуі тиіс.

Кесу тиімділігін арттыру үшін көзден жылу кесілетін металдың қалыңдығымен біркелкі (сызықтық) таралуы тиіс. Кесу үшін жылу энергиясының көздері ретінде оттегіде металдың жануының химиялық реакциясының энергиясын немесе электрлі доғалы разрядты пайдаланады. Бірінші жағдайда оттегімен (автогенді, газды) немесе оттекті-флюстік кесуді, екіншісінде — электрлік кесудің тәсілдері туралы айтады.



3.1-сурет. Бөлетін 1 және беткі 2 кесулер:  
 $l$ ,  $b$ ,  $h$  және  $S$  — сәйкесінше металдың ұзындығы, ені, тереңдігі және қалыңдығы

Механикаландыру дәрежесі бойынша кесу процесін *қол және механикаландырылған* процестерге бөледі. Қолмен кесу өңделетін металдың көлемі көп емес және процесті механикаландыру құралдарын қолдану экономикалық жағынан ақталған болып табылмайтын кәсіпорындарда қолданылады.

Қазіргі уақытта өнеркәсіптің жетекші салаларында кесудің көмегімен кесу жұмыстарын механикаландыру деңгейі 70-80% құрайды. Фотокөшірмелеу немесе сандық бағдарламалық басқаруы бар заманауи машиналарда кесу процесін механикаландырудың жоғары деңгейі жалпақ болатты термиялық кесудің ағынды кешенді-механикаландырылған және икемді автоматтандырылған желілерін әзірлеу және өндіріске енгізу үшін алғышарт жасады.

Қазіргі уақытта оттекпен кесу дайындау өндірісінде негізгі технологиялық процестердің бірі болып табылады және металлургияда, металл өңдеу өнеркәсібінде және құрылыста қолданылады.

*Плазмалық-доғамен* кесуді қалыңдығы 80 мм дейінгі коррозияға төзімді болат, алюминий және магний қорытпалары үшін қолданған дұрыс. Түсті металдарды плазмалық-доғамен кесу кезінде азотсутекті қоспаны пайдаланады. Конструкциялық және жоғары шынықтырылған болат үшін плазма түзетін орта ретінде сығылған ауаны пайдаланады.

Газбен (оттекпен) кесу сұйық оксидті оттегі ағынымен кейін алып тастаумен белгілі көлемде металдың қарқынды тотығу процесі болып келеді.

Кесу процесін металдың үстіңгі жиегін қыздыратын жалынмен металдың болаттың химиялық құрамына байланысты 1050-1200 °C құрайтын оттекте тұтану температурасына дейін қыздырудан бастайды.

Тұтану температурасына жеткен кезде металдың үстіңгі жиегінде оған кескіш шүмектен оттегі ағыны беріледі, бұл ретте болат оттегі ағынында оксидтер түзе отырып және үстіңгі жиекте балқу температурасына дейін болатты қыздыруды қамтамасыз ететін жылудың едәуір мөлшерін бөлумен жана бастайды.

Жиектің үстіңгі бөлігінде пайда болған сұйық оксидтердің қорытпасы кесіндінің бүйір жиегімен оттегі ағынымен ауысады және кейін бүкіл металл барлық тереңдігіне дейін кесілгенше тотығатын металдың төменгі қабаттарын қыздыруды жүзеге асырады. Осымен бір мезгілде кескіш белгілі бір жылдамдықпен кесінді бағытында ауыса бастайды. Кесіндінің маңдай бетінде бүкіл қалыңдығы бойымен ыстық металдың үздіксіз қабаты түзіледі.

Металдың тотығуы әрбір лездік уақытта жоғарыдан басталады және төменгі қабаттарға тізбекті беріледі.

Оттекпен кесу процесінің жүруі үшін келесі жағдайларды қамтамасыз ету қажет:

- оттегі ағыны мен сұйық металл арасындағы байланысты;
- тотықтырылмаған металды тұтану температурасына дейін қыздыруды;
- жану өнімдерінің кесінді бетінде балқыған металл қабатын жасау үшін жеткілікті жылудың белгілі мөлшерін бөлуді;
- сұйық металдың оттегі ағынымен ауысу мүмкіндігін жасау үшін сұйық қорытпаның жеткілікті тұтқырлығын. Келтірілген шарттар оттекпен кесумен өңделетін металға қойылатын талаптарды айқындайды. Ең алдымен оксидтердің *балқу температурасы* металдың балқу температурасынан төмен болуы тиіс. Кері жағдайда оттегі ағыны балқытылған металды тотықтыра алмайды.

Егер металдың *тұтану температурасы* балқу температурасынан жоғары болса, онда металл оны кейін тотықтырмай (балқу процесі) оттегі ағынымен балқи және үрлене бастайды. Бұл процесс айтарлық энергетикалық шығындарды талап етеді. Оксид түзілуінің төмен жылуы кезінде кесіндінің маңдай беті балқу температурасына дейін қыздырылмайды, кесу процесі үзіледі. Сол себептермен олардың жоғары жылу өткізгіштігі металдың оттегімен кесілу қабілетіне теріс әсер етеді.

Таза металлдардан оттектен кесумен темір және титан жақсы өңделеді. Әдеттегі оттекті тәсілмен никелді, мысты, алюминийді, магнийді, хром мен цинкті кесуге болмайды.

Техникада әдетте металлдардың қорытпаларын қолданады, олардың ішінен темір мен көміртектің қорытпалары – болат пен шойын кеңінен қолданылады. Болатта қоспалардың болуы болаттың қабатында кесіндісінен оттегі ағынымен үрленетін тығыз балқитын оксидтердің сұйық қорытпасының пайда болуынан оттегімен кесумен өңделеді.

## 3.2. ГАЗБЕН ПІСІРУГЕ ЖӘНЕ КЕСУГЕ АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

**Оттегі** жер бетіндегі көп таралған элемент болып табылады. Газ тектес оттегі түссіз, мөлдір, иісі мен дәмі жоқ, жанбайды, алайда жану процесін белсенді ұстап тұрады.

Оттегі жоғары химиялық белсенділікке ие және инертті газдар мен асыл металлдардан басқа барлық элементтермен химиялық қосылыс (оксидтер) түзуге қабілетті. Тотығу реакциясының жылдамдығы температураны көтерген және катализаторларды қолданған кезде ұлғаяды. Оттегіде органикалық заттардың тотығу реакциясы жылу энергиясының көп мөлшерін бөлумен жүреді. Реакция аймағында оттегінің қысымы мен температурасын көтеру оның жүруін едәуір жылдамдатады. Сығылған немесе қыздырылған оттегіде тотығу процесі белгілі жағдайларда реакция аймағында бөлінетін жылудың және температураны сәйкесінше көтерудің есебінен үдемелі жылдамдықпен жүруі мүмкін.

Жанатын газдар мен булар оттегімен тұтанған кезде жарылғыштықтың өте кең шектеріне ие жарылғыш қоспалар түзеді. Мұндай қоспаларда жарылыс толқынының таралуы өте үлкен жылдамдықпен (3 000 м/с және жоғары) жүреді.

Техникалық оттегі газбен пісіру, оттегімен кесу, беттік шынықтыру процестерін және газжалынмен өңдеудің басқа процестерін жүзеге асыру үшін негіз болып табылады.

Бүкіл әлемде оттегіні өнеркәсіптік алудың негізгі тәсілі— оны ауаны қатты салқындату және тазарту әдісімен атмосфералық ауадан алу. Атмосфералық ауа сұйытылу температуралары түрлі газдардың қоспасы болып келеді; ауаның негізгі бөліктері азот және оттегі болып табылады. Ауадан оттегі және азот алуға арналған қондырғыларда соңғысын қоспалардан тазарту, компрессорда мұздату циклының сәйкес қысымына дейін (0,6-20 МПа) сығу, жылуалмастырғыштарда сұйытылу температурасына

дейін салқындату және сұйық күйінде оттегі мен азотқа бөлу (төмен температуралы тазарту) жүргізіледі. Тазарту деп бағананың үстіңгі бөлігінде таза жеңіл қайнайтын компоненттен (азот) тұратын бу, ал бағананың төменінде – негізінен аз ұшпалы компоненттен (оттегі) тұратын сұйықтық жиналатын тазарту бағанының бөлу аппаратының тәрелкелерінде сұйықтықты көп қайтара буландыру және конденсациялау процесі аталады.

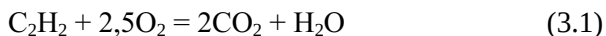
Оттегі және азоттың сұйытылу температураларының айырмасы шамамен 13 °C құрайды, бұл сұйық фазада оларды толық бөлу үшін жеткілікті. Ірі ауа бөлетін қондырғыларда ауадан оттегі мен азотты алумен қатар инертті газдар: аргон, криптон, ксенон, техникада кеңінен қолданылатын неонгелий қоспа да алады.

**Жанар газдар.** Газжалынмен өңдеу үшін ацетилен ( $C_2H_2$ ) өте кең таралды, жанған кезде оттегіде басқа жанар газдардың - ацетиленді алмастырғыштардың жануына қарағанда өте жоғары температуралы жалын пайда болады.

**Ацетилен.** Ацетилен қанықпаған қатардағы көмірсутек болып келеді. Оның химиялық формуласы  $C_2H_2$ , құрылымдық формуласы  $H - C \equiv C - H$ . Атмосфералық қысым және қалыпты температура кезінде ацетилен — түссіз газ. Техникалық ацетилен онда қоспалардың болуы салдарынан өткір ерекше иісті болады. Температура 20 °C және 0,1 МПа болғанда ацетиленнің тығыздығы  $\rho = 1,09 \text{ кг/м}^3$ .

Атмосфералық қысым кезінде ацетилен -82,4-83,6 °C температура кезінде төмендейді. Температура -85 °C және төмен болғанда ацетилен кристалл түзе отырып, қатты күйге ауысады. Сұйық және қатты ацетилен үйкелістен, механикалық немесе гидравликалық соққыдан және детонатордың әсерінен оңай жарылады.

Ацетиленнің толық жануы келесі реакция бойынша жүреді



яғни ацетиленнің 1 көлемінің толық жануы үшін оттегінің 2,5 көлемі талап етіледі. 0 °C және 0,1 МПа кезінде ацетиленнің жоғары жану жылулығы  $O_b = 58\,660 \text{ кДж/м}^3$ . Осындай жағдайларда төмен жану жылулығы  $O_b = 55\,890 \text{ кДж/м}^3$  тең етіп алынуы мүмкін. Ацетиленнің жану реакциясының жылулығы  $Q$  ацетиленнің ыдырау реакциясының жылулығынан және көміртек пен сутектің жануының бастапқы реакциясының жылулығының қосындысынан шығады.



Ацетиленнің ыдырауы келесі реакция бойынша жүреді



Ыдырау жылулығы  $Q_0 = 225,8$  кДж/моль немесе  $Q_0 = 8\,686$  кДж/кг. Оның температурасынан басқа пісіру жалынының маңызды параметрі сондай-ақ қоспаның жану жылулығына қалыпты жану жылдамдығын көбейту ұғынылатын жану қарқындылығы болып табылады.

Ацетиленнің және басқа да бірқатар жанармайлардың жану қарқындылығы туралы мәліметтер 3.1-кестеде келтірілген.

Ацетилен газжалынды өңдеу кезінде пайдаланылатын басқа газдармен салыстырғанда жанудың ең үлкен қарқындылығына ие.

Ацетиленді компрессорда 2,9 Мпа қысымға дейін сыққан кезде, егер сығу соңында температура  $275^\circ\text{C}$ -тан аспаса, ацетиленнің өздігінен тұтануы болмайды. Бұл ұзақ уақыт сақтау және тасымалдау мақсатында баллондарды ацетиленмен толтыруға мүмкіндік береді.

Атмосфералық қысым кезінде ацетиленнің ауамен қоспасы онда 2,2% ацетилен және одан артық; оттегімен қоспасы — 2,8 % ацетилен және одан артық болғанда жарылу қауіпті. Ацетиленнің ауамен және оттегімен қоспалары үшін жарылғыштықтың үстіңгі шегі болмайды, өйткені тұтатудың жеткілікті энергиясы кезінде таза ацетилен де жарылуға қабілетті.

Ацетилен алудың негізгі тәсілі кальций карбидін өңдеу болып табылады. Бұл тәсіл өте қолайсыз, қымбат тұрады және электр энергиясының көп мөлшерін жұмсауды талап етеді. Соңғы жылдары оттегімен қоспада табиғи газдан метан пиролизімен және доғалық разрядтың әсерімен сұйық жанатын заттарды (мұнай, керосин) ыдыратумен ацетилен алудың неғұрлым тиімді және жоғары өнімді әдістері әзірленіп, өнеркәсіпке шапшаң енгізілуде.

| Жанатын газ | Қоспа       |                                                         |               |                                                         |           |       |
|-------------|-------------|---------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------|-----------|-------|
|             | Толық жану  |                                                         | Қалыпты жалын |                                                         |           |       |
|             |             |                                                         | Жанармай, %   | Жану қарқындылығы, МДж·м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup> |           |       |
|             | Жанармай, % | Жану қарқындылығы, МДж·м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup> |               | бастапқы                                                | қайталама | жалпы |
| Ацетилен    | 28,1        | 116                                                     | 49            | 52                                                      | 92        | 175   |
| Сутек       | 66,7        | 75                                                      | 80            | 44                                                      | 42        | 86    |
| Метан       | 33,3        | 58                                                      | 40            | 47                                                      | 23        | 71    |

|        |      |    |    |    |     |    |
|--------|------|----|----|----|-----|----|
| Пропан | 16,7 | 55 | 20 | 51 | 113 | 62 |
|--------|------|----|----|----|-----|----|

Табиғи газдан ацетиленалу кальций карбидіне қарағанда 30-40%-ға арзан. Пісіру және кесу үшін пайдаланылатын пиролизді ацетиленді кеуекті массасы бар, ацетон сіңірілген баллондарға айдайды, қасиеттері бойынша ол кальций карбидінен алынатын ацетиленнен ерекшеленбейді.

Кальций карбиді  $\text{CaC}_2$  — сынған жерінде күрең сұр немесе қоңыр түсті кристалл құрылымдағы қатты зат. Химиялық таза  $\text{CaC}_2$  14°C кезінде 2,22 г/см<sup>3</sup> құрайды. Кальций оксидінен және көміртектен кальций карбидінің пайда болу реакциясы 2 000-2 300 °C температура кезінде төмендегі теңдеу бойынша жылу сіңірумен өтеді



Осы теңдеу бойынша 1 кг  $\text{CaC}_2$  пайда болуы үшін 0,875 кг кальций оксиді және 0,562 кг көміртек жұмсалады.

1 кг кальций карбидін алу үшін теориялық түрде 7,060 МДж жылу жұмсау қажет етіледі. Техникалық кальций карбиді 70-75% химиялық таза  $\text{CaC}_2$ , 17-24%  $\text{CaO}$  және түрлі қоспалар: магний, алюминий, темір оксидтерінен, күкірт, фосфор, ферросилиций, көміртек және басқаларының жалғастарынан тұрады.

Кальций карбиді бұл ретте газ тектес ацетилен және кальций оксидінің гидратын (сөндірілген әк) тұзумен ыдырай отырып, сумен қосылысқа өте белсенді түседі. Кальций карбидінің сумен ыдырауы төмендегі теңдеу бойынша жылу энергиясын бөлумен жүреді



1 кг химиялық таза кальций карбидін ыдырату үшін 0,562 кг су жұмсау қажет етіледі. Бұл ретте 0,406 кг ацетилен және 1,156 кг сөндірілген әк алынады. Ацетиленнің тығыздығы 20 °C температура және 0,1 МПа кезінде 1,09 кг/м<sup>3</sup> құрайды, демек, 1 кг  $\text{CaC}_2$  ыдыратқан кезде алынатын ацетиленнің мөлшері (ацетиленнің шығуы) 372 дм<sup>3</sup>/кг тең. Ацетиленді қанықтыратын булардың есебімен 20 °C температура және 0,1 Мпа кезінде ацетиленнің шығуы 380 дм<sup>3</sup>/кг құрайды.

Кальций карбиді атмосфералық ылғалды қарқынды сіңіретіндіктен және бұл ретте ацетилен бөлумен ыдырайтындықтан оны герметикалық жабық ыдыста сақтайды және тасымалдайды. Бұл үшін герметикалық жабылатын қақпағы бар болат

барабандарды пайдаланады. Кальций карбиді бар барабандарды құрғақ, қабат суларының басуынан қорғалған, жақсы желдетілетін қоймаларда сақтау қажет. Зауыт аумағындағы қоймалар өндірістік орынжайлар мен тұрғын жай ғимараттарынан кем дегенде 20 м қашықтықта орналасуы тиіс.

Қоймада су құбыры мен жылыту желісі болмауы тиіс. Қойма ғимараты отқа төзімділіктің бірінші немесе екінші дәрежесінде болуы тиіс. Кальций карбиді қоймасындағы өртті сөндіру үшін көмірқышқылды өртсөндіргіштерді, құмды қолдану керек; бұл мақсатта суды қолдануға тыйым салынады. Барабандарды ашқан кезде жалын шығармайтын құрал-сайманды (жез кескіш және балға немесе консерві пышағы түріндегі арнайы құрал) пайдалану қажет. Одан әрі сақтаған кезде карбид ашылған барабандардан резеңке аралық қабатпен жабдықталған герметикалық қақпағы бар контейнерлерге аударып салынуы тиіс.

Ацетиленді қысыммен сақтау және тасымалдау үшін арнайы кеуекті массамен толтырылған, ацетон сіңдірілген баллондарды пайдаланады. Ацетон ацетилен үшін жақсы еріткіш бола тұрып, баллонға айдалатын ацетиленнің мөлшерін елеулі ұлғайтуға мүмкіндік береді. Мұнан басқа, ацетон ацетиленнің жарылу қаупін төмендетеді. Ацетон массаның саңылауларында тұрып қалады және баллонның бүкіл көлемі бойымен таралады, бұл оның еріген және ерітіндіден бөлінген кезде ацетиленмен түйісу бетін ұлғайтады. Тұтынушыларға баллондарда жіберілетін ацетилен ерітілген ацетилен деп аталады. Толтырған кезде ацетиленнің ең жоғарғы қысымы 2,5 МПа, тұндырған және баллонды 20 °С температураға дейін салқындатқан кезде ол 1,9 МПа дейін төмендейді. Осы қысым кезінде 40 литрлік баллонға 5-5,8 кг ацетилен сыяды (20 °С температура және 0,1 МПа кезінде 4,6-5,3 м<sup>3</sup> газ).

Баллондағы ацетиленнің мөлшерін келесі тәсілмен анықтайды: толтырылған баллонды 0,1 кг дейінгі дәлдікпен өлшейді және 8 сағат бойына 15 °С-тан төмен емес температура кезінде ұстайды, содан кейін ацетиленді 0,8 м<sup>3</sup>/с артық емес жылдамдықпен екшелейді. Баллондағы қалдық қысым алғаннан кейін 0,05 Мпа кем болмауы тиіс. Газды алуды аяқтағаннан кейін баллонды қайтадан өлшейді. Толтырылған баллонның массасы мен одан газды алғаннан кейін баллонның массасы ацетилен баллонының сыйымдылығын (кг-мен) құрайды. Қайта есептеу үшін (м<sup>3</sup>-пен) кг-дағы баллонның сыйымдылығын 20 °С және 0,1 МПа кезінде 1,09 —ацетиленнің тығыздығына кг/м<sup>3</sup>—пен бөлу керек.

Ацетон (CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>) — қайнау температурасы 56 °С, қату температурасы -94,3 °С, тығыздығы 0,7911 кг/м<sup>3</sup> еріткіш. 0,1 МПа қысым және 20 °С температура кезінде 1 кг ацетонда 27,9 кг

ацетилен ериді немесе 1 дм<sup>3</sup> ацетонда 20 дм<sup>3</sup> ацетилен ериді. Ацетиленнің ацетонда ерігіштігі қысымға шамамен тура пропорционал ұлғаяды. Температураның төмендеуімен бірге ацетиленнің ацетонда ерігіштігі ұлғаяды.

Еріген ацетиленнің жұмысты орындау орнында тікелей тасымалданатын генераторларда кальций карбидінен алынатын ацетиленнің алдында бірқатар елеулі артықшылықтары бар. Тасымалданатын генераторлардың орнына ацетилен баллондарды пайдаланған кезде пісірушінің еңбек өнімділігі 20 %-ға ұлғаяды, ацетиленнің жойылуы 15-25 %-а төмендейді, пісіру бекетінің жеделдігі мен ептілігі, жұмысты орындау қолайлылығы, қауіпсіздік ұлғаяды, қысқы уақытта генераторларды пайдаланумен байланысты қиындықтар жойылады. Мұнан басқа, ерітілген ацетилен бөгде қоспалардың ең аз мөлшерінен тұратын жоғары сапалы жанғыш болып табылады, сондықтан ол аса жауапты пісіру жұмыстарын орындаған кезде қолданылуы мүмкін.

Кеуекті масса ретінде инфузор топырақ (кизельгур, диатомит, пемза, асбест, ағаш және белсендірілген көмір, кальций силикаты, көмірқышқыл магний және басқалары) сияқты жоғары кеуекті заттарды қолданады.

Газдар — ацетиленді алмастырғыштарды қыздырылатын жалынның өте жоғары температурасы талап етілмейтін газжалынмен өңдеу процестерінде пайдаланған дұрыс. Мұндай процестерге тез балқитын металдарды (алюминий, магний және олардың қорытпаларын, қорғасынды) пісіру, жоғары температурадағы және төмен температурадағы дәнекерлеу, беткі шынықтыру, жұқа болатты пісіру, оттеппен бөлетін және беткі кесу жатады. Газ-алмастырғыштар қыздыратын жалынның температурасы кесу алдында металды бастапқы қыздыру ұзақтығына ғана әсер ететін оттекті бөлетін кесу кезінде өте кеңінен қолданылады. Сондықтан кесу үшін оттегімен қоспада жанған кезде жалынының температурасы 2 000 °С-тан төмен емес, ал жану жылулығы 10 МДж/м<sup>3</sup> кем емес барлық газ-алмастырғыштар пайдаланылуы мүмкін.

Газ-алмастырғыштар ацетиленнен арзан, тапшы емес және оларды өндіру аудандарында пайдалану және басқа өнеркәсіптік мақсаттар үшін қолдану үшін қолжетімді. Ацетиленнің орнына жергілікті арзан жанатын газдарды пайдалану газжалынмен өңдеу құнын едәуір төмендетеді және жұмысты ұйымдастыруды ықшамдайды.

Жанармайдың жалынының тиімді қуаты – уақыт бірлігінде қыздырылатын металға енгізілетін жылудың мөлшері, кДж.

Осы жанар газ үшін жалынның тиімді қуаты ең көп дәрежеде екі

шамаға байланысты: қоспада оттегі мен жанатын газдың және жанатын газ шығынының ара қатынасы. Қоспада оттегі мен жанар газдың оңтайлы жұмыс ара қатынасы түрлі жанар газдар үшін келесідей алынады:

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| Ацетилен .....           | 0,8...1,4 |
| Сутек .....              | 0,3...0,4 |
| Табиғи газ (метан) ..... | 1,0...1,5 |
| Техникалық пропан .....  | 3,0...3,5 |
| Кокс газы .....          | 0,7...0,8 |
| Мұнай газы.....          | 1,5...1,6 |

Ацетиленді ауыстыру коэффициенті —  $Y_3$  газ алмастырғыш шығынының қыздырылатын металға тепе-тең жылумен әсер ету кезінде  $Y_a$  ацетилен шығынына қатынасы;  $\psi = Y_3 / Y_a$  тәуелділігімен белгіленеді.

Ауыстыру коэффициентінің мәндерін анықтау үшін 1.3 және 1.4-суреттерде келтірілген кестелерді пайдаланады, олар бойынша оттегімен қоспада жанған кездегі жағдай үшін газ-алмастырғыштың шығынын табады, қоспада газдардың жұмыс ара қатынасы кезінде оттегі: ацетилен — 1,15 ара қатынасы кезінде ацетиленоттегі жалыны үшін мұндайға тең жалынның тиімді қуатын береді.

Практикада қолданылатын ацетиленді басқа жанатын газдармен ауыстыру коэффициенттерінің мәндері 3.2-кестеде келтірілген.

**Сутек.** Техникалық сутек МЕМСТ 3022 — 80 бойынша жеткізіледі. Өнеркәсіптік алу тәсіліне байланысты келесідей маркадағы сутектер шығарылады:

- А — судан электролизбен алынатын;
- Б — темірбу тәсілімен және ферросилицийден сілті ерітіндісімен әрекеттесуінен алынатын;
- В — хлорлы тұздан электролизбен алынатын;
- Г — бу конверсиясымен көмірсутек газдардың алынатын.

3.2-кесте. Ацетиленді басқа жанар газдармен ауыстыру коэффициенттерінің мәндері

| Газ-алмастырғыш      | Сутек | Табиғи газ | Техник алық пропан | Кокс газы | Мұнай газы | Тақтатас газы |
|----------------------|-------|------------|--------------------|-----------|------------|---------------|
| Болатты бөлетін кесу | 5,2   | 1,6...1,8  | 0,6                | 3,2...4,0 | 1,2        | 4,0           |
| Болатты беткі кесу   | —     | 4,0        | 1,0...1,2          | 5,0       | 1,8...2,4  | 6,0...8,0     |

Таза сутектің мөлшері 95-99,8 % айн. шегінде өзгереді. 16,5 МПа дейінгі қысымда болат баллондарда босатылады.

Қалыпты жағдайларда сутек түссіз және иіссіз тығыздығы 0,084 кг/м<sup>3</sup> газ болып келеді. Ол қоршаған ортаға ауамен жарылу қауіпті қоспа түзе отырып, өте ұсақ саңылаулар арқылы енуге қабілетті.

Сутектің ауамен жарылғыштық шектері 4-75, оттеппен 4-94 % айн. Сондықтан сутекпен жұмыс кезінде аппаратураның және газ коммуникациясының саңылаусыздығына ерекше назар аудару қажет.

Сутекті-оттекті жалынның температурасы 2 000-2 100 °С. Оны болатты тотықтырғышсыз дәнекерлеу кезінде газ жалынында аса таза металдар алу, кейде қорғасынды пісіру кезінде, су астында оттекті бөлетін кесу үшін қолдануға болады. Сутектің төмен жану жылуы 10,6 МДж/м<sup>3</sup>.

**Табиғи газ.** Негізінен метаннан тұрады. Табиғи газдың құрамы газ кенорынның ерекшелігімен айқындалады және шамамен келесідей мәліметтермен сипатталады: 97,8% CH<sub>4</sub>; 0,9% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> және C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>; 1,3% N<sub>2</sub>және CO<sub>2</sub>. Табиғи газдың тығыздығы 0,7-0,9 кг/м<sup>3</sup> тең етіп алынуы мүмкін, жануының төмен жылулығы құрамына байланысты 31-33 МДж/м<sup>3</sup>. Оттегімен қоспада жанған кезде жалынының температурасы 2 100-2 200 °С-қа тең; жанарғының мүштігінде қоспаны қосымша қыздырған кезде жалынының температурасы 2 300 °С-қа дейін көтерілуі мүмкін.

Ауамен қоспада жарылғыштық шектері 4,8-16,7, оттегімен қоспада— 5,0-59,2% айн. Газжалынды өңдеу кезінде газ посттарға беріледі немесе қысымы 16,5 МПа дейінгі баллондарда немесе ~0,3 МПа төмен қысыммен құбыр бойымен беріледі.

Табиғи газды болатты бөлетін және беткі оттегімен кескен кезде, қалыңдығы 4.5 мм дейін болатты пісіргенде, тез балкитын металдар мен қорытпаларды пісірген кезде, пісіру және оттекті-ацетиленге қарағанда тым төмен температурадағы жалынды

пайдалануға рұқсат етілетін газжалынмен өңдеудің басқа процестерінде қолданады.

**Техникалық пропан және пропанбутан қоспасы.** Бұл газдар мұнайды өңдеу кезінде жанама өнімдер болып табылады.

Техникалық пропан негізінде пропаннан  $C_3H_8$  немесе пропан мен пропилен қоспасынан  $C_3H_6$  тұрады, олардың мөлшері жиынтығында 93% айн. кем болмауы тиіс. Мұнан басқа, онда 4 %-дан артық емес этан  $C_2H_6$  және этилен  $C_2H_4$  (жиынтығында) және 3 %-дан артық емес бутан  $C_4H_{10}$  және бутилен  $C_4H_8$  болады.

Пропанның тығыздығы  $1,88 \text{ кг/м}^3$ , бутанның  $2,52 \text{ кг/м}^3$ . Ауаға қатысты тығыздығы пропан үшін 1,57; бутан үшін 2,1.

Пропанның жануының төмен жылулығы  $87 \text{ МДж/м}^3$ , бутанның —  $116 \text{ МДж/м}^3$  тең. Ауамен қоспада жарылғыштық шектері: 2,0-9,5 % пропан; 1,5-8,5% бутан; оттегімен қоспасында: 2,4-57% пропан; 3,0-45 бутан.

Пропан және пропанбутан қоспасының оттегімен қоспада жанған кезде жалынының температурасы  $2\ 300\text{--}2\ 350\text{ }^\circ\text{C}$ -ке тең және қоспаны мүштікте қосымша қыздырған кезде  $2\ 700\text{ }^\circ\text{C}$ -қа жетуі мүмкін.

Қысымды 1,6 МПа дейін көтерген немесе температураны  $0\text{ }^\circ\text{C}$ -қа дейін төмендеткен кезде пропан, бутан және олардың қоспалары сұйық күйге өтеді және сондықтан оларды «сұйытылған газдар деп атайды».  $0\text{ }^\circ\text{C}$  температура және 0,1 МПа қысым кезінде олар газ тектес күйде болады. Бұл газдардың көрсетілген қасиеттері оларды сақтау және тасымалдау үшін өте ыңғайлы етеді. Сұйытылған газдарды сақтау және тасымалдау үшін газ жалынды өңдеу кезінде МЕСТ 15860 — 84 бойынша сыйымдылығы  $5\text{--}50 \text{ дм}^3$  дәнекерленген болат баллондарды пайдаланады. Теміржолмен тасымалдаған кезде сыйымдылығы 50 сұйытылған газ болатын цистерналарды пайдаланады.

Сұйық пропанның көлемдік кеңею коэффициенті суға қарағанда 16 есе, ал сұйық бутанның 11 есе көп. Сондықтан рұқсат етілген шектен артық (цистерналар үшін  $50\text{ }^\circ\text{C}$ , баллондар үшін  $45\text{ }^\circ\text{C}$ ) сұйытылған газы бар ыдысты қыздырған кезде соңғысының жарылу қаупін төндіретін ыдыста қысымның көтерілу қауіптілігі туындайды. Осыған байланысты баллондар мен цистерналарды сұйытылған газбен толтыру үшін нормалар белгіленген, олардың кезінде ыдыста сұйықтықтың астында сыртқы жылу көзінің қыздыруынан ол кеңейген кезде сұйықтықтың қосымша көлемін сыйғызуға қабілетті бу жастығы қалады.  $1 \text{ дм}^3$  ыдыс өлшеміне газ массасы пропан үшін 0,425 кг артық емес, бутан үшін 0,488 кг.

Сұйытылған газдар ацетиленді алмастырғыш ретінде кеңінен қолданылады, өйткені газоттекті жалынның айтарлықтай жоғары

температурасын береді, салыстырмалы арзан, тапшы емес, тасымалдауға және сақтауға ыңғайлы. Пропан, бутан және олардың қоспаларын қалыңдығы 4-6 мм дейінгі (кей жағдайларда 12 мм дейін) болатты пісірген кезде, шойынды, түсті металдар мен қорытпалар пісіру кезінде, болатты оттекті және оттекті-флюстік (бөлетін және беткі) кесуде, пластмассаны балқыту, беттік шыңдау, металдауда, тозандатуда, ию, түзету, қалыптау және басқа да ұқсас процестер кезінде пайдалануға болады.

Бөлетін кесу, түсті металдарды пісіру кезінде, жалынмен шынықтыруда және пісіруде 1 т кальций карбидін ауыстыру үшін (бұл шамамен 235 м<sup>3</sup> ацетиленге пара-пар) 0,3 т сұйытылған газ қажет етіледі.

### 3.3-кесте. Кокс және тақтатас газының сипаттамалары

| Сипаттамалары                                                  | Газ         |             |
|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                | кокс        | тақтатас    |
| 20 °С температура кезінде тығыздығы 0,1 МПа, кг/м <sup>3</sup> | 0,40-0,55   | 0,74-0,93   |
| Жануының төмен жылулығы, кДж/м <sup>3</sup>                    | 14700-17600 | 12600-14300 |

**Кокс және тақтатас газдары.** Кокс газын тас көмірді кокстеу процесінде алады. Кокс газының орташа құрамы келесідей: 50-59% Н<sub>2</sub>; 25-30% СН<sub>4</sub>; 1,8-3,0% С<sub>2</sub>Н<sub>4</sub> және басқа да қанықпаған көмірсутектердің; 5.7% СО; 6.13% N<sub>2</sub> және СО<sub>2</sub>; 0,5-0,8 % О<sub>2</sub>.

Тақтатас газын жанатын тақтатастарды газдандыру кезінде алады. Оның шамамен алғандағы құрамы келесідей: 25-40% Н<sub>2</sub>; 14-17% СН<sub>4</sub>; 10-20% СО; 10-20% СО<sub>2</sub>; 4.5% С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub> және басқа көмірсутектердің; 22-25% N<sub>2</sub>; 1 % О<sub>2</sub> дейін.

Бұл газдардың сипаттамалары 3.3-кестеде берілген.

Оттегімен қоспада бұл газдардың жалынының температурасы 2000°С. Кокс және тақтатас газдарын газжалынмен өңдеу посттарына құбыр бойымен береді. Оларды тез балкитын металдарды пісіру, дәнекерлеуде, бөлетін және беткі оттегімен және оттекті-флюсті кесу және жалынның ~ 2000 °С температурасы жеткілікті басқа да процестерде пайдаланады.

**Қалалық газ.** Газдың құрамын оны алудың пайдаланылатын көздері есебімен тиісті ұйымдар бекітеді. Қалалық газдың тығыздығы 0,84-1,05 кг/м<sup>3</sup> тең; жануының төмен жылулығы 18800-21000 кДж/м<sup>3</sup>; газоттекті жалынның температурасы 2 000 °С.

Қолданылу саласы кокс газына арналғандай.



**Пиролиз және мұнай газдары.** Бұл мұнайдың, мұнай өнімдері мен мазуттың 720-740°C температура кезінде реторттарда термиялық ыдырауының газ тектес өнімдерінің қоспасы. Газдың шығуы 1 кг мұнайға 0,35-0,4 м<sup>3</sup> құрайды. Құрамы мұнайдың құрамы мен оны өңдеу режиміне байланысты. Баллондарды толтырған кезде газ ішінара сұйытылған күйде болады. Газды алған кезде оның құрамы бірінші кезекте тым ұшпалы компоненттердің сулануы салдарынан өзгереді. Газдың құрамын теңестіру және құбырлар мен құбыршектерде ішінара конденсациялануды болдырмау үшін кейде жанарғының алдына онда газ артық қысыммен болатын сыйымдылығы 40 дм<sup>3</sup> аралық ресивер орнатуға тура келеді (0,3-0,4 МПа); ресиверден газ қысымды реттегіш арқылы жанарғыға немесе кескішке түседі. Осы газдардың сипаттамалары 3.4-кестеде берілген.

3.4-кесте. Пиролиз және мұнай газының сипаттамалары

| Сипаттамалары                                                 | Газ           |               |
|---------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
|                                                               | пиролиз       | мұнай         |
| 20°C температура кезінде тығыздығы 0,1 МПа, кг/м <sup>3</sup> | 0,65-0,85     | 0,63-1,43     |
| Жанудың төмен жылылығы, кДж/м <sup>3</sup>                    | 31 400-33 500 | 41 000-56 600 |
| Ацетиленді ауыстыру коэффициенті                              | 1,6           | 1,2           |

Бұл газдардың жалынының температурасы 2297 °C. Газ бекеттеріне мұнай газы қысымы 15-16,5 Мпа дейінгі баллондарда, пиролиз газы — мұнайды ыдыратуға арналған қондырғыда қысыммен құбыр бойымен беріледі. Бұл газдарды қолдану саласы пропанды және пропанбутанды қоспаларды пайдаланғандай. Тым төмен температурасынан пиролиздік және мұнай газдарының жалының қалыңдығы 3 мм артық емес болатты пісіру үшін пайдалануға болады.

**Газбен пісіруге арналған флюстер.** Оксидтерден металды қалпына келтіру үшін қолданылатын заттардың қалпына келтірілетін металға қарағанда оттегіге үлкен химиялық ұқсастығы болуы тиіс, ал осы қалпына келтіретін заттардың оксидтері қалпына келтірілетін металдың оксидіне қарағанда диссоциацияның аз серпінділігіне ие болуы тиіс. Диссоциацияның ең үлкен серпінділігіне мыс оксиді  $\text{Cu}_2\text{O}$ , ал ең төмен серпінділігіне — кальций оксиді  $\text{CaO}$  ие.

Бірқатар металдардың оксидтері пісіру жалынының орта аймағының газдарымен қалпына келтірілмейтінін есте ұстау керек.

Темір мен никельді дәнекерлеген кезде қалыпты ацетиленоттекті жалынның орта аймағының газдары осы металдардың оксидтерінің пайда болуының белгілі мөлшерде алдын алады, өйткені олар СО көміртек оксидімен және  $H_2$  сутекпен салыстырмалы жақсы қалпына келтіріледі. Алайда магний, алюминий, цинк және басқалары сияқты металдар жалын газдарымен қалпына келтірілмейді; оларды қалпына келтіру немесе олардың оксидтерін байланыстыру үшін әдетте флюстерді – пісіру ваннасына балқытылған металды қышқылсыздандыру және одан пайда болған оксидтер мен металл емес қосылыстарды шығару үшін енгізілетін заттарды қолданады.

Мұнан басқа флюстер ваннаның бетінде қож қабықшасын түзеді және сол арқылы металды одан әрі тотығудан және азоттанудан сақтайды. Жоғары легирленген болат, шойын сияқты металдарды, сондай-ақ түсті металдар мен қорытпаларды пісірген кезде флюстерді қолдану қажеттілігі соңғыларды жоғары температураға дейін қыздырған кезде олардың бетінде балқытқан кезде пісіру ваннасына ауысатын және негізгі және қосынды металдарды сенімді балқытуға кедергі келтіретін оксид қабықшасы пайда болатынымен байланысты туындайды. Төмен көміртектегі болатты пісірген кезде бұл қабықша ваннаны ауыстырғанда оңай алынады және жалын газдарымен қалпына келтіріледі.

Пісіру флюстеріне қойылатын негізгі талаптарды қарастырамыз. Флюс тез балқытын болуы және негізгі және қоспа металдардың балқу температурасына қарағанда өте төмен балқу температурасында болуы тиіс.

Флюс металл оксидтерінің еру процесі пісіру ваннасы қатайғанға дейін аяқталуы үшін жеткілікті жоғары реакциялық қабілетке ие болуы тиіс.

Флюс металға зиянды әсер етпеуі тиіс. Флюстің тығыздығы флюс түзетін қож пісіру ваннасының бетіне оңай қалқып шығуы үшін металдың тығыздығынан аз болуы тиіс.

Флюстің қасиеті жалынның жоғары температурасының әсерінен өзгермеуі тиіс. Балқытылған флюс металдың қыздырылған бетінің бойымен жақсы жайылуы тиіс.

Флюс түзетін қож металды тотығудан және оттегі мен ауа азотымен азоттанудан жақсы қорғауы және металл суыған кезде жіктен жақсы ажыратылуы тиіс.

Сұйық ваннадан оксидтер мен металл емес қосылыстарды алып тастау таза химиялық жолмен де, физикалық ерітіндімен де жүзеге асырылуы мүмкін. Екі жағдайда флюстің әрекет механизмі таралу заңына негізделген, соған сәйкес екі араласпайтын сұйық фазалар жанасқан кезде екі фазада да еритін құрамдас оларда осы

температура кезінде тұрақты қатынаста таралады.

Оксидтің пісіру ваннасында қандай сипатта пайда болатынына байланысты негізгі немесе қышқыл флюстерді қолдану керек. Бұл ретте реакция келесі схема бойынша жүреді:



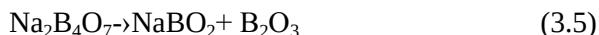
Егер металдарды пісіру кезінде пайда болатын оксидтер басым негізгі болып табылса (титан ерекшелік болып табылады), онда флюс қышқыл болуы тиіс және керісінше: егер пісіру ваннасында пайда болатын оксидтер қышқыл сипатта болса онда флюс негізгі болуы тиіс.

Қышқыл флюстерді негізінен түсті металдарды пісірген кезде, атап айтқанда мыс қорытпалары мен алюминий қорытпаларын пісірген кезде, ал негізгілерін, нақтырақ негізгілердің қышқылдылармен үйлесімін – кремнийдің жоғары пайызынан тұратын және пісіру ваннасында темір оксидімен қатар кремнийдің қышқылды оксидін түзетін шойынды пісірген кезде қолданады.

*Мыс пен оның қорытпаларын пісіруге арналған флюстер.* Мыс қорытпаларды пісіру кезінде қолданылатын қышқыл флюстер әдетте бордың қосылысы - борлы қышқыл натрий ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) және бор қышқылы ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) немесе олардың қоспалары болып келеді.

Борлы қышқыл натрийді қолданар алдында қатты қыздыру қажет, өйткені керісінше жағдайда ол қыздырған кезде ісінеді, кристалды су бөледі және пісіру аймағында су буларының мөлшерін ұлғайтады.

Борлы қышқыл натрийдің мыс оксидімен әрекеттесуі ен ықтимал реакциялардың бірі бойынша келесідей түрде берілуі мүмкін. Борлы қышқыл натрий қызған кезде метабор қышқылының тұзына ( $\text{NaBO}_2$ ) және мыс оксидімен әрекеттесетін бор ангидридына ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) ыдырайды:



метабор қышқылының натрий және мыс қос тұзын түзеді:



Борлы қышқыл натрийдің мырыш оксидімен әрекеттесу реакциясы осыған ұқсас жүреді:



Борлы қышқыл натрийдің таза химиялық әсерімен қатар  $\text{CuO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$  және  $\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$  борқышқылды тұздар түзе отырып, мыс және мырыш оксидтерінің бор ангидридімен тікелей байланысуы да мүмкін.

Флюс ретінде бор қышқылын қолдана отырып, ол 550-600 °C температураға дейін қызған кезде судан толықтай арылады және қышқыл қасиеттерге ие бор ангидридіне айналатынын есте ұстау керек:



Пісіру кезінде пайда болатын мыс және мырыш оксидімен қосылып, бор ангидриді флюс ретінде борлы қышқыл натрийді қолданған жағдайдағыдай борқышқылды тұздар түзеді.

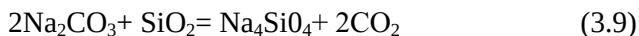
Газбен пісірудің, атап айтқанда мыс қорытпалардың едәуір тұрақты сапасына флюсті қатаң мөлшерленген, біркелкі беру кезінде қол жеткізіледі. Бұған газ флюстерін, яғни жанатын газбен пісіру жалынына қосылатын газ тектес флюстегіш заттарды қолданған кезде қол жеткізіледі.

Мұндай флюс метанолдың ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) метилборатпен  $\text{B}(\text{CH}_3\text{O})_3$  азеотропты қоспасының, яғни компоненттерінің булануының бірдей, белгіленген температурасы бар қоспаның буы болып келетін БМ-1газ флюсі болып табылады.

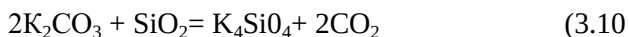
Қоспаның флюстік тобы болып келетін бор ангидриды  $\text{B}_2\text{O}_3$  таза түрінде жалынға түспейді. Ол флюс газының жануы нәтижесінде жалында пайда болады. Флюсті қатаң мөлшерленген беру кезінде жалында үздіксіз пайда болатын бор ангидриді мыс пен цинк оксидтерін борқышқылды тұздарға байланыстыра отырып, пісіру ваннасының металына белсенді және біркелкі әсер етеді. Борқышқылды тұздар ваннаның бетіне қалқып шығып, онда металды қоршаған ортаның әсерінен қорғайтын қож қабықшасын түзеді.

*Шойынды пісіруге арналған флюстер.* Пісіру ваннасында кремнийдің қиын балқитын қышқылды оксиді пайда болатын шойынды пісірген кезде оны еріту үшін флюстің құрамына негізгі қасиеттерге ие компоненттерді қосады. Мұндай компоненттер әдетте көмірқышқыл натрий  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  немесе көмірқышқыл калий  $\text{K}_2\text{CO}_3$  болып келеді.

Көмірқышқылды натрийдің кремний оксидімен әрекеттесуі келесі реакция бойынша жүреді



Көмірқышқылды калийдің  $\text{SiO}_2$  – мен әрекеттесу реакциясы да осыған ұқсас жүреді:



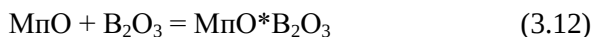
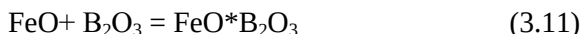
Екі жағдайда да қож түрінде байланысқан кремний оксиді пісіру ваннасының бетіне қалқып шығады.

Сонымен қатар  $\text{SiO}_2$  еріген кезде қос көмір қышқылды натрий  $\text{NaHCO}_3$  және азот қышқылды натрий  $\text{NaNO}_3$  қолдануға болады.

Сұр шойынды пісірудің көптеген жағдайларында флюстің құрамына жоғарыда келтірілген 25-50 % мөлшерінде енгізілетін композиттермен қатар ерекше байқалатын қышқылды қасиеттерге ие  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  борлы қышқыл натрий де енгізілетінін есте ұстау керек.

Бірқатар жағдайларда флюс қандай да бір қоспасыз борлы қышқыл натрий ғана болып келеді. Бұл шойында кремнийдің жоғары мөлшерінің болуымен қатар пісіру ваннасын ауа оттегінен қорғауды талап ететін көміртектің жоғары пайызынан да тұратынымен түсіндіріледі. Борлы қышқыл натрий жанарғының жалынымен балқытқан кезде металдың бойымен жақсы жайылады, ваннаны ауаның әсерінен айтарлықтай сенімді қорғайтын қож қабықшасын түзеді.

Сонымен бірге борлы қышқыл натрийдің ыдырауы нәтижесінде пайда болатын бор ангидридi темір және марганец оксидтерін пісіру ваннасының бетіне қож түрінде қалқып шығатын бор тұзына байланыстырады



Флюсті метанолдың метилборатпен газ азеотропты қоспасы түрінде пайдаланған кезде балқыған металдың бетінде пісіру ваннасын оған жалыннан газдар мен ауаның түсуінен сенімді қорғайтын борсиликаттардың тығыз, тұтқыр қабықшасы пайда болады.

*Алюминий және оның қорытпаларын пісіруге арналған флюстер.*  $\text{Al}_2\text{O}_3$  алюминийдің қиын балкитын оксидінің (балку температурасы 2030 °C) өзінің химиялық бейтарап сипаттамасынан флюстегіш заттардың әсеріне нашар берілетін өте берік химиялық қосылыс болып келетіндігімен байланысты алюминийді пісіруге арналған флюстер айтарлықтай үлкен белсенділікке ие болуы тиіс. Алюминий оксидіне өте қатты әсер ететін еріткіш литийдің сілтілі

металының галлоид қосылысы болып табылады. Осыған байланысты алюминийді пісіруге арналған флюстердің басым көпшілігінің құрамында хлорлы немесе фторлы литий болады. Литий тұзынан басқа алюминийді пісіруге арналған флюстер калий, натрий және кальцийдің бірқатар басқа фторлы немесе хлорлы тұздарынан тұрады.

Флюстің неғұрлым белсенді компоненттері литий тұзы және атап айтқанда хлорлы литий болып табылады. Хлорлы литийден тұратын алюминийге арналған флюстер өте үлкен гидроксидімен ерекшеленеді, осыған байланысты бұл флюстерді сақтау тікелей флюсті қолданар алдында ғана ашылатын герметикалық банкаларда жүзеге асылуы тиіс.

Мұнан басқа, құрамында хлорлы литий бар флюстер пісіруді аяқтағаннан кейін жік металының бетінде және жік маңындағы аймақта флюс қалдықтары болған кезде металдың бетінде барлық кезде болатын алюминий оксидімен әрекеттесуді жалғастыра отырып, металдың өзіндік коррозиясын тудыруы мүмкін. Осыған байланысты хлорлы литийлі флюсті қолданудың міндетті шарты пісіру қосылысының бетін флюс қалдығынан мұқият тазарту болып табылады, бұған флюсті сымтемір шөткемен механикалық алып тастаумен және жік пен жік маңындағы аймақты кейін су қосылысымен жуа және кептіре отырып,  $\text{HNO}_3$  азот қышқылының 2% ерітіндісімен жуу арқылы қол жеткізіледі.

Алюминий оксидінің химиялық ерітінділерінен тұратын флюстерден басқа бұл металды пісірген кезде оксидтерді физикалық ерітумен химиялық ерітуді үйлестіретін флюстер де қолданылады.

Физикалық еру процесі сұйық ваннада негізгі және қышқылды оксидтерден басқа балқытылған күйде оксидтерді ерітуге айтарлықтай қабілетті бірқатар тұздар болған кезде орын алады. Мұндай тұз атап айтқанда, криолит  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ , балқытылған күйде еритін  $\text{Al}_2\text{O}_3$  болып табылады. Алайда негізінен алюминий оксидінің еру процесі көбінесе литийдің, калий мен натрийдің хлорлы тұздарының есебінен химиялық жолмен жүреді.

### 3.3 ГАЗБЕН КЕСУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚ ЖӘНЕ АППАРАТУРА

**Ацетилен генераторлары.** МЕСТ 5190—78 сәйкес ацетилен генераторлары өндірілетін ацетиленнің қысымы, өнімділігі, кальций карбидінің сумен әрекеттесуін реттеу жүйесінде қолданылатын конструкция бойынша жіктеледі.

Төмен қысымды генераторды ацетиленнің 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>) дейінгі қысымына арнап дайындайды.

Орташа қысымды генераторларды ацетиленнің 0,01 бастап 0,07 МПа дейінгі (0,1-0,7 кгс/см<sup>2</sup>) қысымына арнап дайындайды. Генераторларды ацетиленнің 0,07 бастап 0,15 МПа дейінгі (0,7-1,5 кгс/см<sup>2</sup>) қысымына да арнап шығарады, олар орташа қысымды генераторларға жатады, алайда жоғары өнімділікке ие болады. Генераторларды 0,5; 0,75; 1,25; 2,5; 3,5; 10; 20; 40; 30; 160 және 320 м<sup>3</sup>/с арналған есептік өнімділік бойынша шығарады.

Конструкциясы бойынша генераторларды жылжымалы және стационарлық етіп дайындайды. Жылжымалы генераторлардың өнімділігі 3 м<sup>3</sup>/с дейін.

Кальций карбидінің сумен әрекеттесуін реттеу жүйесінде генераторларды әрекеттесетін заттарды сандық реттеумен және мерзімді реттеу деп аталатын кальцийдің сумен түйісуінің ұзақтығын реттеумен дайындайды.

Сандық реттелетін генераторларда кальций карбидін немесе суды мөлшерлеуді қолданады. Егер кальций карбиді мөлшерленсе, реакция аймағындағы су тұрақты мөлшерде болады, онда жүйе «суға карбид» деп аталады. Суды мөлшерлеген кезде және кальций карбидінің бүкіл мөлшерін бірізгілікте жүктегенде жүйе «карбидке су» деп аталады. Екі затты да мөлшерлейтін құрамдастырылған жүйе де қолданылады.

Мерзімді реттеу жүйесі бар генераторларда кальций карбидінің сумен түйісуі мерзімді, белгіленген үзілістермен жүреді. Қозғалмалы зат әдетте су болып табылады, мұндай генераторлар «ығыстырып шығару» жүйесі бойынша жұмыс жасайтынға жатады.

Газ түзілуін мейілінше бірқалыпты реттеу және атмосфераға газдың шығарындысын азайту мақсатында бір генераторда көрсетілген екі жүйені қиыстыруды пайдаланады.

Генераторларды кальций карбидінің сумен әрекеттесу тәсілі бойынша келесідей түрде қысқаша белгілейді: KB — «суға карбид»; BK — «су карбидке»; BK және BV — қиыстырылған «су карбидке» және «суды ығыстырып шығару».

МЕМСТ 519 — 78 сәйкес өнеркәсіп АСП-10 түріндегі жылжымалы ацетилен генераторлар шығарады — бұл орташа қысымды ацетилен генератор, жылжымалы, өнімділігі 1,25 м<sup>3</sup>/с және АСК-3, АСК-4, АСК-5, ГНД-20, ГНД-40 түріндегі стационарлық генераторлар.

Ацетилен генератордың әрбір түрінің өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар, сондықтан генераторлардың барлық түрлері бірдей қолданылмайды. Алайда дұрыс жұмыс жағдайындағы кез келген генераторды қолдануға болады.

Генератордың ең қолайлы түрі «су карбидке» және «ығыстырып шығару» аралас жүйесіндегі генератор болып табылады. Генератор белгілі бір мөлшердегі кесектермен кальций карбидінде жұмыс жасауға есептеледі.

Кальций карбидінің генераторда ыдырауы газ шығынына байланысты автоматты реттелуі тиіс.

Генератор кальций карбидін пайдалы қолданудың жоғары коэффициентіне ие болуы тиіс (осы сұрыптағы карбидке арналған паспортпен сәйкестікті қараңыз). Заманауи генераторлардың кальций карбидін 0,98 дейін пайдалы қолдану коэффициенті болады. Генератордағы артық қысым 0,15 МПа ( $1,5 \text{ кгс/см}^2$ ) аспауы тиіс.

Генератор саңылаусыз болуы және газ алуды күтпеген жерден тоқтатқан кезде ацетиленнің орынжайға шығарылуы болмас үшін жеткілікті сыйымдылықтағы газ жинағышы болуы тиіс. Генератор алынатын газды жақсылап тазартуды қамтамасыз етуі тиіс. 3.2-суретте берілген АСП-10 генераторының құрылымы мен жұмысын қарастырамыз. Корпус үш бөліктен тұрады: жоғарғы — газтүзгіш, орташа — ығыстырғыш және төменгі — жуғыш пен газжинағыш. Үстіңгі бөлік төменгі бөлікпен өзара құйылма түтікпен 4 жалғасқан. Газтүзгіште ацетилен бөлумен кальций карбидінің сумен ыдырауы жүреді. Ығыстырғышта 2 ауа жастығы мен генератордың жұмыс процесінде газтүзгіште 5 сумен байланысатын су болады.

Жуғышта 1 ацетиленді суыту және оны әктастың бөлшектерінен бөлу жүреді. Жуғыштың үстіңгі бөлігінде 1 ацетилен шоғырланады. Аппараттың бұл бөлігі газ жинағыш деп аталады. Су газ жинағышқа 5 мойыны арқылы құйылады. Құйғыш түтіктің 4 деңгейіне жеткен кезде су газ жинағыштан 5 жуғышқа 1 түседі. Жуғышты 1 толтыру-бақылау тығынының деңгейіне дейін жүреді.

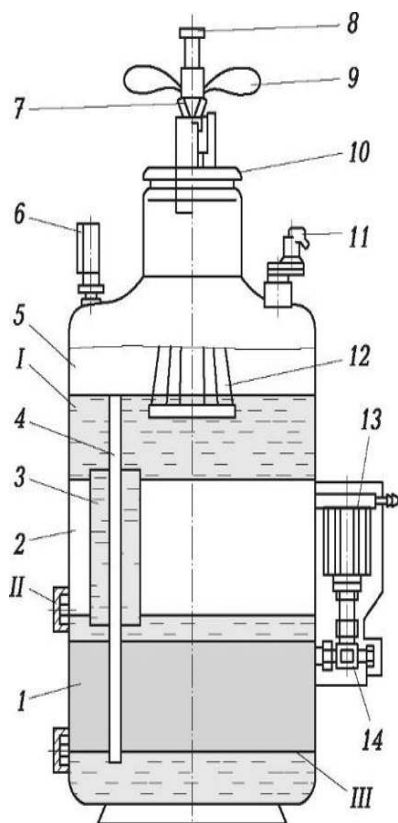
Карбидті себетке 12 тиейді, тұғырықты бекітеді, қапакты 10 орнатады және бұрандамен 7 жасалатын күш арқылы мембранамен қысады. Газтүзгіште пайда болған ацетилен түтік 4 бойымен жуғышқа 1 түседі, су қабаты арқылы өтеді, салқындатылады және жуылады. Жуғыштан 1 ацетилен шұра 14 арқылы құбыршек бойымен өтеді және сақтандырғыш ысырма 13 арқылы тұтынуға түседі.



Газтүзгіште кальций карбидінің ыдырау процесін реттеу бір мезгілде екі тәсілмен жүреді: кальций карбиді бар себеттің суға тігінен қозғалуымен және ығыстырғыштың жұмысы есебінен.

Газтүзгіште қысымның көтерілуіне қарай мембрананың серіппесімен байланысқан карбиді бар себет 12 жоғарыға ауысады, карбидті малу деңгейі төмендейді, ацетилен өндіру шектеледі және қысымды көтеру тоқтатылады.

3.2-сурет. АСП-10 жылжымалы ацетилен генераторының сұлбасы: 1 — жуғыш; 2 — ығыстырғыш; 3 — келте құбыр; 4 — құйғыш түтік; 5 — газтүзгіш; 6 — манометр; 7 — бұранда; 8 — соташық; 9 — тұтқа; 10 — қақпақ; 11 — сақтандырғыш қақпақ; 12 — кальций карбидіне арналған себет; 13 — сақтандырғыш құрғақ ысырма; 14 — шұра; I, II, III — сәйкесінше газтүзгіштегі, ығыстырғыштағы және жуғыштағы судың деңгейі



Газтүзгіште 5 қысымды төмендеткен кезде серіппенің күшімен мембрана мен карбиді бар себет 12 суға жіберіледі. Осылайша серіппелі мембрананың көмегімен аппаратта ацетиленнің қысымын автоматты реттеу жүзеге асырылады. Аппараттағы қысым газтүзгіштен суды келтекұбыр 3 арқылы ығыстырғышқа және кері ығыстырып шығарумен бір мезгілде реттеледі.

Ацетиленнің бөлінуіне қарай газтүзгіштегі 5 қысым артады, су ығыстырғышқа 2 құйылады. Газтүзгіштегі 5 судың деңгейі төмендейді және карбиді бар себет 12 судың деңгейінен жоғары болып шығады, кальций карбидінің сумен ыдырау реакциясы тоқтатылады. Газтүзгіште 5 қысымды төмендеткен кезде су ығыстырғыштан 2 жоғары көтеріледі және газтүзгіште 5 карбидті малу қайта жүреді. Сақтандырғыш қақпақ 11 ацетиленнің артық қысымын ығыстырып шығару үшін қолданылады. Қақпақтың корпусқа қосылған жерінде карбидтің, қабыршақтың және басқа да ластанудың бөлшектерін ұстауға арналған тор орнатылған.

Шұра 14 ацетиленді тұтынушыға беруді қосу және реттеу үшін қолданылады. Газтүзгіштегі 5 ацетиленнің қысымы манометрмен 6 бақыланады.

Газтүзгіштен лайды және жуғыштан лай суды ағызу сәйкесінше жалғастырғыштар арқылы жүзеге асырылады.

**Сақтандырғыш ысырмалар мен отбөгегіштер.** Сақтандырғыш сұйықтық (су) ысырмалары деп жанатын газдарға арналған ацетилен генераторлар мен құбырларды жалынның кері соққысынан қорғауға арналған құрылғыларды айтады.

Кері соққы деп жалынның жанарғы шүмегінің өзегінің немесе кескіштің ішіне енуін және жанар қоспа ағынына қарсы таралуын айтады. Жалынның кері соққысының мүмкіндігі негізінен қоспаның ағып шығу жылдамдығы мен қоспаның тұтануының қалыпты жылдамдығының арасындағы ара қатынаспен анықталады. Тұтанудың қалыпты жылдамдығы немесе жану жылдамдығы деп осы нүктеде жалын аймағының бетіне перпендикуляр бағытталған жалынның таралу жылдамдығын айтады. Сыртқы кері соққы жалынның өткір тарсылымен және өшуімен сипатталады. Кері соққылардың негізгі себептері ұштықтың қызып кетуі және жанар қоспаның ағып шығу жылдамдығы күрт төмендейтін және тұтанудың жылдамдығынан кем болатын мүштіктің бітеліп қалуы болып табылады.

3.3-сурет. Ашық түрдегі төмен қысымды су ысырмасы:

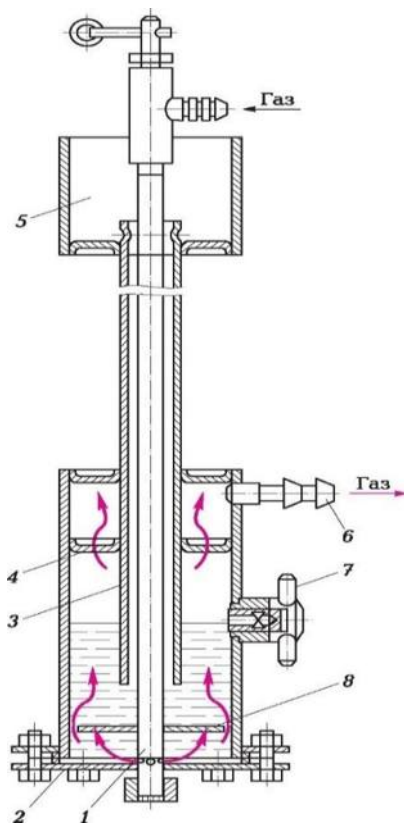
1 — газ өткізгіш түтік; 2 — алмалы-салмалы түп; 3 — сыртқы түтік; 4 — тамшы қаққыш; 5 — құйғыш; 6 — ниппель; 7 — бақылау бұрандасы; 8 — қақ жарғыш

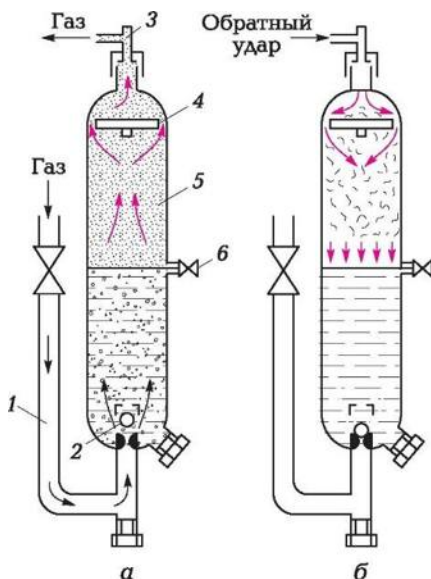
Ацетилен сұйықтық ысырмаларын келесідей белгілері бойынша жіктейді: өткізу қабілеті бойынша — 0,8; 1,25; 20; 3,2 м<sup>3</sup>/с; төмен қысымның (0,01 Мпа дейін) және орташа қысымның (0,01-0,15 МПа) шектескен қысымы бойынша.

3.3-суретте ашық түрдегі төмен қысымды су ысырмасының конструкциясы көрсетілген. Ацетилен ысырмаға түтік 1 бойымен түседі, өз қысымымен суды сыртқы түтікке 3 ығыстырып шығара отырып, ниппель 6 арқылы жанарыға шығады.

Қысым бақылау шұрасының 7 деңгейінде болатын ысырмадағы сұйықтық бағанының биіктігімен және 1 және 3 түтіктер арасындағы айналма еңістікте оның жоғары деңгейімен анықталады. Жалынның кері сокқысы кезінде су бүкіл түтікті 1 толтыра отырып, ысырма корпусынан түтікке 1 және ішінара құйғышқа 5 ығыстырып шығарылады; осылайша сақтандырғыш ысырма арқылы жалынның өтуін бөгейтін гидравликалық баған жасалады. Кері сокқы аяқталғаннан кейін су ысырма корпусына ағады және ол жұмысқа қайтадан дайын болады. Мұндай ысырма үшін ең жоғарғы қысым 1 және 3 түтіктердің биіктігімен анықталады және әдетте 0,01 Мпа-дан аспайды. Кейде судың алып кетуін болдырмау және жұмыста сенімділікті арттыру үшін ысырманың газ көлемін керамикалық сақиналармен толтырады.

Генераторлар мен орташа қысымды (0,15 Мпа дейін) пісіру бекеттері үшін жабық түрдегі гидравликалық ысырмаларды пайдаланады (3.4-сурет).





3.4-сурет. Жабық түрдегі орташа қысымды ысырманың жұмыс сұлбасы:

*a* — калыпты жұмыс; *б* — кері соққы; 1 — түтікше; 2 — қақпақ; 3 — корпус; 4 — диск; 5 — ниппель; 6 — шүмек

Ацетилен түтік 1 бойымен қақпақ 2 арқылы бақылау шүмегінің 6 деңгейіне дейін сумен толтырылған корпуска 3 өтеді және ниппель 5 арқылы жанарғыға түседі. Жалынның кері соққысы кезінде ысырмадағы қысым күрт ұлғаяды, су қақпақты 2 қысады және газ өткізгіш құбырды ажырата отырып, оны жабады. Сонымен бір

мезгілде жарылыс толқыны о ысырма корпусының қабырғасы мен дискі 4 шетінің арасындағы енсіз саңылау арқылы өткен кезде өшеді.

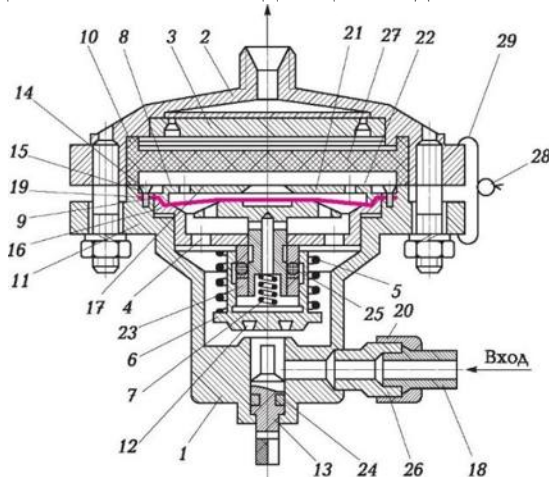
Қазіргі уақытта өнеркәсіп ЗСП-8 түріндегі сақтандырғыш сұйықтық ысырмаларын шығарады. Су сақтандырғыш ысырмалардың кемшілігі аязда жұмыс жасаған кезде судың катуы болып табылады. Қысқы уақытта ашық ауада жұмыс жасаған кезде ысырмаға аязға төзімді су ерітінділерін құяды:

- этиленгликоль — екі көлем, су — бір көлем;
- глицерин — екі көлем, су — бір көлем.

ЗСЗ-1 түріндегі құрғақ сақтандырғыш ысырмаларды қоршаған ортаның кез келген температурасы кезінде пайдалануға болады. ЗСЗ-1 ысырмасы (3.5-сурет) өзара 22 түйреуіштермен бекітілетін корпустан 1 және қақпақтан 2 тұрады. Қақпақ пен корпустың арасында: опырғыш 3, жалын өшіргіш элемент 27, мембрана 15 және қақпақ 6 орнатылған. Ысырманы соташықты 13 қосумен жұмыс жағдайына келтіреді. Газ ниппель 18 бойымен ысырмаға түседі, өз қысымымен мембрананы 15 соташықтан 4 сығады және шығатын ниппель арқылы жанарғыға немесе кескішке түседі.

Кері соққы кезінде жалынның соққы толқыны шойбалғада 3, ал жалын — жалынсөндіргіш элементте 27 сөнеді. Мембрана 15

жалынның қысымымен соташыққа 4 қысылады және жанар газдың



3.5-сурет. 3СЗ-1 құрғақ типті бекітпе:

1— корпус; 2— қақпақ; 3— шойбалға; 4— соташық; 5, 7— серіппелер; 6— қақпақша; 8, 22— бүрлі шеге; 9, 14, 23, 24— шығыршық; 10, 11— төсем; 12— тығыздағыш; 13— соташық; 15— мембрана; 16— бекіткіш тығыны; 17, 21— тығырық; 18— ниппель; 19— бұранда; 20, 26— сомын; 25— кішкене шар; 27— жалын өшіргіш элемент; 28— пломба; 29— сымтемір

бекітпе корпусына кіретін жолын бөгейді. Жанатын газдың қысымымен мембрана төменге ауысатын соташықты 4 қысады, соның нәтижесінде серіппенің 5 әсерінен қақпақ 6 газдың бекітпеге кіруі үшін кіретін саңылауды жабады. Бекітпенің өткізу қабілеті температура 20 °С және қысым 0,1 МПа болғанда - 5 м<sup>3</sup>/с, түсетін газдың жұмыс қысымы 0,15 МПа.

Жоғары қысымды ацетиленнің жарылу ыдырауын окшаулау үшін көбіне ЗВП-1 түріндегі отбөгеуіштерді қолданады. Отбөгеуіштің негізгі элементі —металлкерамика элементтен, тірек соташығынан және фтор қабатты қақпақ орнатылған тұтастырғыштан тұратын жалын өшіргіш. Жалын өшіргіш жинақта шеттері қом мен сомынның көмегімен қысылған резеңке мембранаға тіреледі.

Күрт өскен қысымның әсерінен ацетиленнің жарылыстық ыдырауы туындаған кезде жалын сөндіргіш мембрананы деформациялай отырып, ершік жағына ауысады. Бұл ретте тығын отбөгегіш арқылы газ ағынын бөгейді және жалын металлкерамикалық элементтің саңылауында окшауланады.

**Сығымдалған газға арналған баллондар.** 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>) дейінгі қысымдағы газдарға арналған шағын және орташа

сыйымдылықтағы болат баллондар МЕСТ 949 — 73 талаптарына сәйкес келеді.

Баллондар белгілі қысыммен газдардың әртүрлі сыйымдылықты болады. 12 дм<sup>3</sup> (литр) көлемге дейінгі баллондар аз сыйымдылықты баллондарға жатады. 20-дан 50 дм<sup>3</sup> (литр) көлемді баллондар орта сыйымдылықты баллондарға жатады.

-50 °С бастап +60 °С дейін температурада сығылған, сұйытылған және ерітілген газдарды сақтауға және тасымалдауға арналған баллондар жіксіз құбырлардан жасалады.

10, 15 және 20 МПа (100; 150 және 200 кгс/см<sup>2</sup>) жұмыс қысымына арналған баллондар көміртекті болаттан жасалады, ал 15 және 20 МПа (150 және 200 кгс/см<sup>2</sup>) жұмыс қысымына арналған баллондар қосындыланған болаттан жасалады.

Оттегі үшін қажетті баллондарды өндірістіктер 15 МПа (150 кгс/см<sup>2</sup>) есептелген қысымға, ал ацетилен үшін қажетті баллондар - 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>) есептелген қысымға шығарады.

40 дм<sup>3</sup> (литр) сыйымдылықты баллондар кеңінен таралған.

Тапсырушы талабы бойынша баллондардың сырты боялмайды. Бірақ таңбасы баллон мойынының сфералық бөлігінде айқын көрілуі қажет.

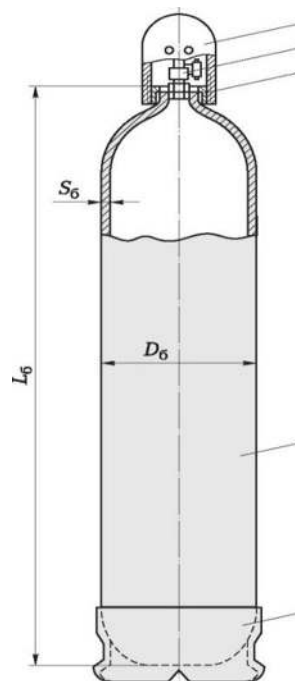
3.5 кестесінде баллондардың шартты боялу түстері келтірілген.

Баллон сферасының жоғарғы бөлігін боямайды және сол жерде төлқұжатты мәліметтері таңбаланады: орындаушы кәсіпорынның тауарлық белгісі; баллон нөмірі, жасалған күні (айы, жылы) және әр бес жылда өткізілетін келесі сынау жылы; бос баллон салмағы, кг; баллон сыйымдылығы, дм<sup>3</sup> (л); ОТК таңбасы.

Оттегі үшін арналған баллондар (3.6. сурет) 43,5 және 60 кг салмағы бар және корпус ұзындығы 1 390 мм. Баллондағы оттегі санын есептеу үшін баллон сыйымдылығын, дм<sup>3</sup>, газ қысымына, дм<sup>3</sup>, көбейту қажет. Мысалы, баллон сыйымдылығы 40 дм<sup>3</sup> болса, оттегімен толтырылған баллон қысымы 15 МПа (150 кгс/см<sup>2</sup>) болса, баллондағы оттегі саны:  $40 \times 15 = 6\,000$  дм<sup>3</sup>, немесе 6 м<sup>3</sup> болады.

3.5 кесте. Газды пісіру және кесу үшін сақтау және тасымалдау үшін баллондардың шартты бояу түстері

| Газ      | Бояу түсі     | Жазба мәтіні | Жазба түсі |
|----------|---------------|--------------|------------|
| Ацетилен | Ақ            | Ацетилен     | Қызыл      |
| Сутегі   | Күңгірт жасыл | Сутегі       | Қызыл      |
| Оттегі   | Көгілдір      | Оттегі       | Қара       |
| Пропан   | Қызыл         | Пропан       | Қара       |



|                    |       |           |    |
|--------------------|-------|-----------|----|
| Басқа жанар газдар | Қызыл | Газ атауы | Ақ |
|--------------------|-------|-----------|----|

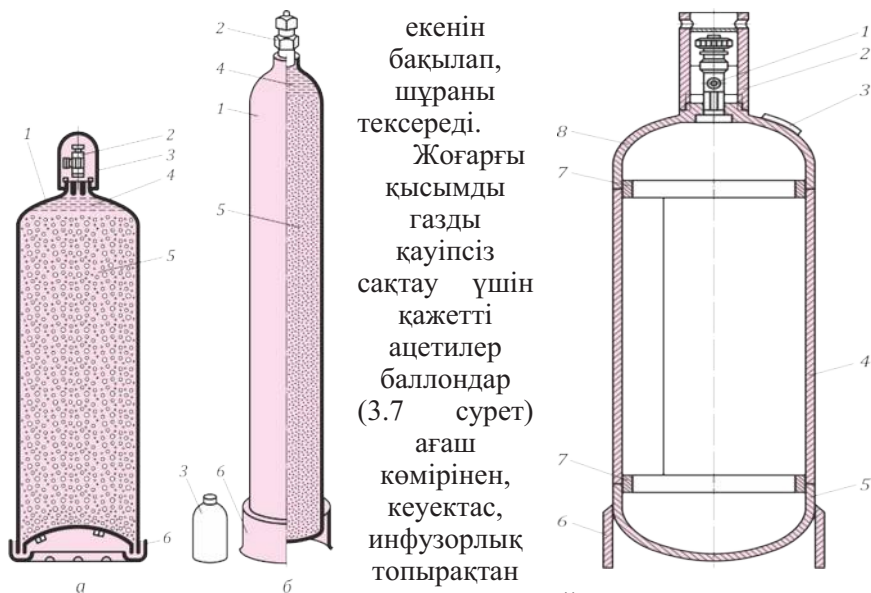
3.6 сурет. Оттегі баллоны.

1 — қорғаныш қаппак; 2 — ілмекті шұра; 3 — сақина; 4 — корпус; 5 — тіреуіш тоспа;  $L_6$  — баллон ұзындығы;  $D_6$  — баллон диаметрі;  $S_6$  — баллон қабырғасының қалыңдығы.

Тасымалдау барысында корпусты соққылардан қорғау үшін және газды тұрағына қондыру кезінде тік тұрақты күйін қамтамасыз ету үшін төменгі жағымен баллондар тоспаларға сүйенеді. Баллондардың үстінгі бөлігі де кездейсоқ соққылардан қалың қабырғалы қаппактармен қорғалған.

Пісіру тұрағына баллонды тік күйінде қондырады және құлаудан қорғау үшін шынжырмен немесе қамытпен бекітеді. Қысқамерзімді құрастыру жұмыстарын жасау кезінде баллонды жерге баллон шұрасы баллон тоспасынан жоғары етіп жатқызады, ол үшін баллонның жоғарғы үстінгі бөлігін ойындысы бар ағаш төсеміне тірейді.

Баллонды жұмысқа келесі тәртіпте дайындайды: қаппағын ашады; келтеқосқыш бітеуішін бұрайды, май орындарының жоқ



екенін  
бақылап,  
шұраны  
тексереді.

Жоғарғы  
қысымды  
газды  
қауіпсіз  
сақтау үшін  
қажетті  
ацетилер  
баллондар  
(3.7 сурет)

ағаш  
көмірінен,  
кеуектас,  
инфузорлық  
топырақтан

жасалған арнайы ұсақ қоспамен  
толтырады және ацетилен жақсы еритін ацетонмен сіңіріледі.  
Қоспа кеуектығында болып, ацетонда еріген ацетилен жарылу  
қауіпсіз болады, оны 2,5-3,0 МПа (25-30 кгс/см<sup>2</sup>) дейін қысыммен  
баллонда сақтауға болады.

Ацетилен үшін баллондағы шартты қысымы 20 °С кезінде 1,9  
МПа (19 кгс/см<sup>2</sup>) белгіленген.

Баллонның шұрасын ашу кезінде ацетилен ацетоннан газ  
түрінде бөлініп редуктор арқылы жанарғы құбыршегіне шығады.  
Ацетон қоспа кеуектерінде қалады және баллонды газбен  
толтыру кезінде ацетиленді ерітеді.



**Сур. 3.7.** Ацетилен баллондары:  
*a* — пісіру БАС-1-58; *b* — жіксіз; 1 — корпус; 2 — ілмекті шұра; 3 — қорғаушы қақпақ; 4 — газ жастығы; 5 — ацетоны бар ұсақ қоспа; 6 — тіреуіш тоспа

**Сур. 3.8.** Пропан және пропанобутан қоспалар үшін арналған баллондар:  
1 — шұра; 2 — қақапақ; 3 — баллон төлқұжатының кестесі; 4 — корпус; 5 түбі; 6 — тіреуіш тоспа; 7 — төмеуіш сақиналар; 8 — үстінгі сфера

Баллондардағы ацетилен генератордағы ацетиленмен салыстырғанда жұмыс барысында қауіпсіздікті қамтамасыз етеді, жоғары тазалыққа ие, ылғалдылығы аздау, жанарғы немесе кескіш алдында газдың жоғары қысымын қамтиды.

Ацетилен санын анықтау үшін толтырылған және бос баллонды өлшеу қажет. Бос баллондарды ацетон ұшып кетуінің басын алып, шұраларын нықтап жауып сақтау керек.

Пропан-бутан үшін баллондарды (3.8 сурет) қабырға қалыңдығы 3 мм және сыйымдылығы 40 және 55 дм<sup>3</sup> (л) табақ көміртекті болаттан пісіру арқылы жасайды, олар 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>) максималды жұмыс қысымға есептелген.

Баллондардағы ацетилен генератордағы ацетиленмен салыстырғанда жұмыс барысында қауіпсіздікті қамтамасыз етеді, жоғары тазалыққа ие, ылғалдылығы аздау, жанарғы немесе кескіш алдында газдың жоғары қысымын қамтиды.

Ацетилен санын анықтау үшін толтырылған және бос баллонды өлшеу қажет. Бос баллондарды ацетон ұшып кетуінің басын алып, шұраларын нықтап жауып сақтау керек.

Пропан-бутан үшін баллондарды (3.8 сурет) қабырға қалыңдығы 3 мм және сыйымдылығы 40 және 55 дм<sup>3</sup> (л) табақ көміртекті болаттан пісіру арқылы жасайды, олар 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>) максималды жұмыс қысымға есептелген.

Баллон шұралары. Оттегі баллондар үшін шұраларды (3.9 сурет) жезден жасайды. Оттегімен түйісетін шұра бөлшектері үшін болатты қолдануға болмайды, өйткені ол қысылған ылғал оттегі ортасында қатты тотықтандырады. Оттек шұрасында майдың кездейсоқ тамуынан немесе тығыздаманың жасанды төсеуішінің қажалуынан оталдыру кезінде болат бөлшектерінің жалындануы болуы мүмкін, өйткені болат қысылған оттегі ағынында жануы мүмкін.

Жез оттегіде жанбайды, оның оттек шұраларда қолданылуы қауіпсіз болады. Шұралардың сермер, бітеуіш және басқа бөлшектерін алюминий қорытпаларынан немесе пластмассадан жасайды.

Оттек шұраның төсеуіші 7 бар тығыздамалық нығыздатқышы бар, оған, серіппемен 2 қысылған белдеме арқылы сүмбі 5 тіреледі, ол қақпағы ашық кезінде – газ қысымымен тіреледі.

Сермеріктің 3 шыр айналуы сүмбі және қақпақтың төрт бұрышты артқы ілмегіне кигізілетін жалғастырғыш 8 арқылы қақпаққа беріледі.

3.9 сурет. Оттегі баллоны

шұрасы:

1 — сомын; 2 — серіппе; 3 — сермерік;

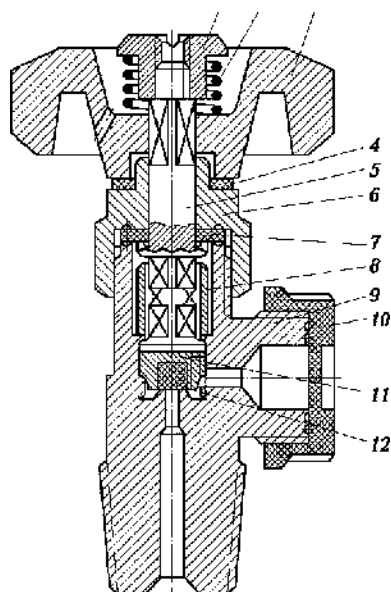
7 — фибрадан жасалған төсемдер;

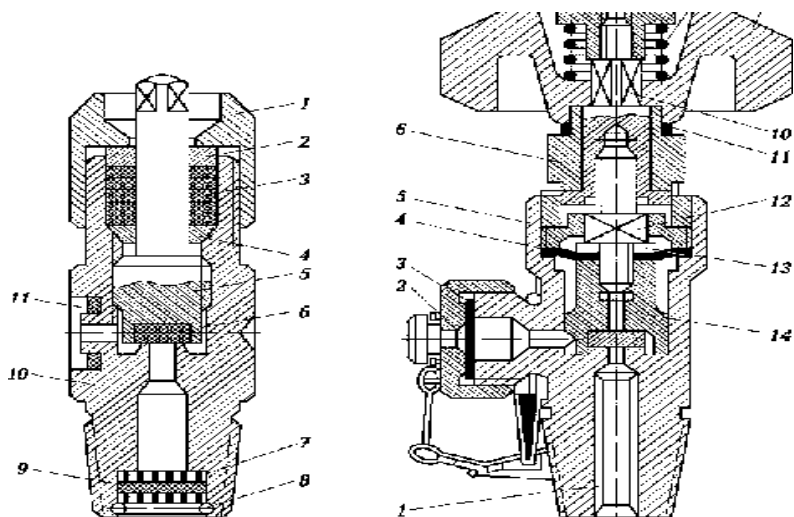
5 — сүмбі; 6 — салмалы сомын;

8 — жалғастырғыш; 9 — шұра

денесі; 10 — бітеуіш; 11 — қақпак

денесі; 12 — тығыздатқыш





3.10. С-т Ацетиленді баллонның шұрасы:  
 1 — шарбылық сомын; 2 — тығырық; 3 — шарбылық төсемдер; 4 — шарбылық шығыршық; 5 — сүмбі; 6 — тығыздағыш; 7 — тор; 8 сым шығыршық; 9 — киіз төсеме; 10 — денесі; 11 — келтекосқыш төсемі

3.11.С-т Пропан баллонның расы:  
 1 — денесі; 2 — бітеуіш; 3, 4, 11 — төсемдер; 5 — букса; 6 — ілме сомын; 7 — сомын; 8 — серіппе; 9 — сермерік; 10 — сүмбі; 12 — сояуыш; 13 — тығырық; 14 — қақпақ

Ацетилен шұраларды (3.10 сурет) болаттан жасайды, осы жағдайда оны қолдану қауіпсіз болады. Керісінше, ацетилен шұраларында мыс және мыстың үлесі 70% жоғары қоспаларда қолдануға болмайды, өйткені ацетилен мыспен бірге ацетилендік мыс жарылғыш қоспасын құрайды. Ацетилен шұрасына бәсеңдеткішті бұрамасы бар қамыт арқылы бекітеді.

Сүмбіні сүмбінің төрт бұрышты ұшына кигізілетін тұқыр кілтімен айналдырады. Сүмбінің 5 етек жағында эбониттен жасалған ендіrmесі бар, ол қақпағы болып қызмет етеді.

Тығыздаманы 3 нығыздау үшін бұлғары шығыршықтар жинағы қолданылады. Шұраның артқы ілмегіне киіз сүзгішін 7 қондырады.

Оттегі және ацетилен шұралардың әр түрлі құрылысы, баллондардың әртүрлі бояуы сияқты ацетиленмен байқаусыз оттек баллонын және керісінше толтыру мүмкіндігінің алдын алады. Қателесу өте қауіпті, өйткені басқа газбен толтыру кезінде баллондардың жарылуы мүмкін.

Пропан-бутан үшін арналған шұралардың (3.11 сурет) денесі 1, қақпағы 14 және сүмбісі 10 бар, олар өзара созылғыш резеңке бүкпесімен қосылған, ол шарбылық сомынның бітеулігін

қамтамасыз етеді.

**Қысылған газдар үшін арналған бәсеңдеткіштер.** Газ бәсеңдеткіші баллоннан немесе газ құбырынан келетін газ қысымын төмендету және шығу жеріндегі бұрандалы түтігіндегі қысымды және шығынын тұрақтандыру үшін арналған. Бәсеңдеткіштер тік әсерлі – бәсеңдеткіштің жұмыс камерасына кіретін газ арқылы газ қысымы қақпақты ашуға тырысады, және қысым қақпақты жабуға тырысатын кері әсерлі болады. Тік әсерлі бәсеңдеткіштің жұмыс қысымы баллондағы газ шығындалуы барысында төмендейді. Бұл бәсеңдеткіштің түсу сипаттамасы. Кері әсерлік бәсеңдеткіштің сипаттамасы өскелең болады (баллондағы газ қысымы азаюымен бәсеңдеткіштен шығу жеріндегі жұмыс қысымы жоғарылайды. Пайдалануда ыңғайлы және қауіпсіз болып кері әсерлі бәсеңдеткіштер табылады.

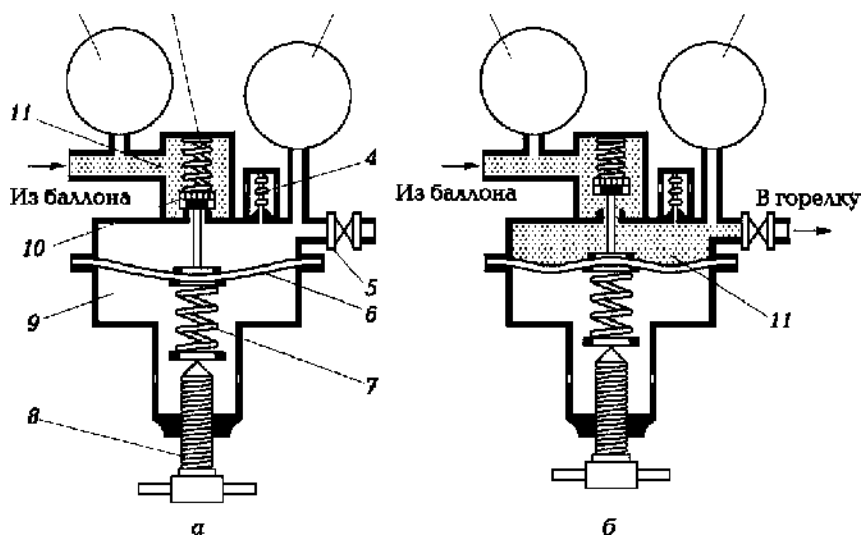
Газ түрі бойынша бәсеңдеткіштер оттек, ацетилен, пропанбутан және метан бәсеңдеткіштеріне бөлінеді. Сырттай олар бір бірінен олар бояуларымен айқындалады, түстері осы газ үшін арналған баллондардың түстері сияқты болуы қажет. Басқа айырмашылығы – баллонға бәсеңдеткіштерді бекіту үшін қосқыш құрылғыларының құрылысы. Ацетилер бәсеңдеткіштерінде – тірек бұрандасы бар қамыт, басқа бәсеңдеткіштерінде – баллон шұрасындағы бұрандаға сәйкес келетін бұранда салынған ілме сомыны.

Тұжыру сұлбалары бойынша бәсеңдеткіштер бірсатылы (біркамералы) және екісатылы (екікамералы) етіп жасайды, олардың ішіндегі газ екі кезеңмен төмендейді. Барлық бәсеңдеткіштердің әрекет ету қағидасы бірдей. Кері әсерлі бірсатылы баллон бәсеңдеткіші мысалында қарастырайық (3.12. сурет).

Баллоннан газ жоғары қысым камерасына 11 кіреді, кіре берісінде манометр 1 орнатылған. Газ қысымы қақпақтың 10 ашылуына кедергі жасайды, ол өзінің еріне серіппе 2 арқылы қысылған. Газды жанарғыға беру үшін реттеуші бұранда 8 арқылы серіппен 7 қысу керек, ол резеңке мембранаға 6 әсер етіп, сояуыш арқылы қақпаққа 10 әсер етеді. Қақпақтың 10 қалыпы 2 және 7 серіппелердің күш салу байланысына тәуелді. Егер 7 серіппенің 2 серіппеге қарағанда күш салуы артық болса 10 қақпағы ашылады, төмен қысымды камераға 9 барады. Қақпақ 10 неғұрлым көп ашық болса, камерадағы 9 жұмыс қысымы үстем болады. Бұл қысым төмен қысымды манометр 3 арқылы өлшенеді, ол камерадан 9 шығу жерінде орналастырылған, газ шұра 5 арқылы пісіру жанарғышына беріледі.

Сонымен, жұмыс қысымын реттеуі бұрама 8 арқылы жүргізіледі; оның бұрап қатайтылуы 7 серіппенің күш салуын

арттырады және қапактың 10 қимасы жерінде, камерадағы 9 қысым ұлғаяды және керісінше.



3.12 сурет. Кері әсерлі бірсатылы баллон бәсеңдеткішінің құрылғысы және жұмысы сұлбасы:

*а* — бәсеңдеткіш жабық; *б* — бәсеңдеткіш ашық; 1 — жоғары қысымды манометр; 2, 7 — серіппелер; 3 — төмен қысымды манометр; 4 — сақтандыратын қақпақ; 5 — шұра; 6 — резеңке мембрана; 8 — реттеуіш бұранда; 9 — төмен қысымды камера; 10 — қақпақ; 11 — жоғары қысымды камера

Белгіленген жұмыс қысымының тұрақтандырылуы келесідей жүргізіледі. Бұранданың 8 берілген қалыпында бәсеңдеткішке кіру және шығындалу теңдігі жұмыс қысымының тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Егер газдың шығыны баллоннан кіруінен жоғарыласа, камерадағы 9 қысым азаяды, 7 серіппе жазыла бастайды, қақпақ 10 одан бетер ашылады, камераға 9 газдың кіруі жоғарылайды, ішіндегі қысымы жұмыс қалпына дейін жоғарылайды, және керісінше. Егер қандай болса да себептермен реттелуі болмаса камерадағы 9 қысымы қауіпті шектерге дейін ұлғайса, қысыммен сақтандырғыш қақпағының 4 серіппесі қысылады, қақпағы ашылады да, газдың артығы атмосфераға шығарылады.

Бәсеңдеткішті баллонға бұрандасы 8 шегіне жеткенше бұралған күйінде қосу керек, алдын ала баллон шұрасын үрлеп, оны 1-2 с ашып және бәсеңдеткіштің шұра бұрандасында және сомынында кір немесе май іздері жоқ екеніне көз жеткізу керек.



Бәсеңдеткіштер біркамералы және екікамералы шығарылады. Екікамералы (екісатылы) бәсеңдеткіштерінде қысым екі сатыда төмендетіледі: бірінші сатысында қысым 15 МПа (150 кгс/см<sup>2</sup>) бастапқы мәнінен 4 МПа (40 кгс/см<sup>2</sup>) аралық мәніне дейін төмендетіледі, ал екіншісінде - 0,3-1,5 МПа (3-15 кг с/см<sup>2</sup>) соңғы жұмыс қысымына дейін төмендетіледі. Екісатылы бәсеңдеткіштер жанарғыдағы газдың тұрақты қысымын қамтамасыз етеді, олар «қатып қалуға» бейімділігі аздау болады, бірақ олар біркамералылардан қарағанда құрылысы бойынша күрделілеу болып келеді және маңызды қымбат болады.

Газ пісіру, кесу, дәнекерлеу, балқыма қаптау, қыздыру және газ жалынды өңдеудің басқа үрдістерін жасау қоректендіру газ бәсеңдеткіштеріне МЕМСТ 13861 — 89 талаптары таратылады. Бәсеңдеткіштердің қызмет ету мерзімі 4,5-7,5 жыл. Бәсеңдеткіштердің 17 түрі шығарылады, бірақ тек 10 түрі ғана кеңінен тараған.

Бәсеңдеткіштер маркалары әріптермен және сандармен белгіленеді. Әріптер келесі ақпаратты жеткізеді: Б – баллон, С – торлы, Р- рампалы, А – ацетилен, В – сутегі, К – оттегі, М – метан, П – пропан, О – серіппелі тапсырмасы бар бір сатылы, Д – серіппелі тапсырмасы бар екі сатылы, 3 – пневматикалық тапсырғышы бар бір сатылы.

Сандар бәсеңдеткіштердің ең көп өткізу қабілетін көрсетеді, м<sup>3</sup>/ч.

Бәсеңдеткіштің әр түріне бір немесе бірнеше маркасы сәйкес келеді. Бәсеңдеткіштер МЕМСТ 6268 — 78 бойынша әртүрлі ауа-райлық жағдайларда жұмыс жасау үшін жасалады.

Оттегі, сутегі және ацетилен баллон және тор бәсеңдеткіштерін - 25 +50 °С температурасында жұмыс жасау үшін қолданылады. Пропан және метан үшін баллон және тор бәсеңдеткіштерін -15 +45 °С температурасында жұмыс жасау қолданады.

Бәсеңдеткіштер сырттары баллон боялған түске боялады: оттек – көгілдір, ацетилен – ақ, пропан – қызыл. Ацетилен бәсеңдеткіштер әрекет ету қағидасы бойынша оттек бәсеңдеткіштеріне ұқсайды. Айырмашылығы – баллон шұрасына жалғасу тәсілінде. Бәсеңдеткішті баллон шұрасына жалғастыру алдында шұра жалғастығын үрлеу қажет; бәсеңдеткіш жалғастығындағы төсемесінің жөнділігіне және бәсеңдеткіштің ілме сомынының бұрандасын, лай еместігіне көзін жеткізу.

Бәсеңдеткішті шұраға жалғастырғаннан кейін бәсеңдеткіштің реттеуші бұрамасын толықтай босатады, әрі қарай жоғары қысым манометр көрсеткіштерін бақылап отырып баллон шұрасын ашады.

Реттеуші бұраманы сағат тілінің бағыты бойынша айналдырып жұмыс қысымын белгілейді. Қысым берілген шамаға дейін жеткенде газды жанарғыға кіргізуге болады.

**Жанар газдар және оттегі үшін құбыр желілері және құбыршектер.** Түтік құбырлар (құбыршектер) газды жанарғыға немесе кескішке жақындату үшін қолданылады. Металдарды газбен пісіру және кесу үшін қажетті резеңке Түтік құбырлар МЕМСТ 9356 — 75 техникалық шарттар бойынша немесе Рег. № ИСО 3821 — 77 халықаралық стандарт талаптары бойынша дайындалады. МЕСТ 9356 — 75 талаптары металдарды пісіру немесе кесу үшін саймандарға ацетилен, қалалық газ, пропан, бутан, сұйық жанармай немесе оттегі қысымымен беру үшін қолданылатын жіптік каркасы бар резеңке түтік құбырларға таратылады. Түтік құбырлар айналадағы ауа температурасы  $-35$  до  $+70$  °C тропикалық және бірқалыпты ауа райы бар аймақтарда және от  $-55$  до  $+70$  °C суық ауа райы аймақтарында жұмысқа қабілетті.

Арналуына байланысты резеңке түтік құбырлар келесі топтарға бөлінеді:

- $0,63$  МПа ( $6,3$  кгс/см<sup>2</sup>) қысыммен ацетилен, қалалық газ, пропан, бутанды беру үшін;
- $2$  МПа ( $20$  кгс/см<sup>2</sup>) және  $4$  МПа ( $40$  кгс/см<sup>2</sup>) қысымымен оттегіні беру үшін.

Түтік құбырдың арналуына байланысты оның сыртқы жағы белгілену жерінің қасында сәйкес түске боялуы қажет.

- қызыл түс — ацетилен, қалалық газ, пропан, бутан үшін I дәрежедегі түтік құбырлар;
- сары түс — сұйық жанармай үшін II дәрежедегі түтік құбырлар;
- көк түс — оттегі үшін III дәрежедегі түтік құбырлар.

Ацетиленді беру үшін құбыр желілері болат жіксіз құбырлардан салады, өзара пісіріледі. Ацетилен құбыр желісін ақ түске бояйды.

Орта қысымды  $0,01$ - $0,15$  МПа ( $0,1$ - $1,5$  кгс/см<sup>2</sup>) ацетилен желісінің ішкі диаметрі  $50$  мм астам болмауы қажет;  $0,15$  МПа ( $1,5$  кгс/см<sup>2</sup>) астам жоғары қысымды ацетилен желісі үшін —  $20$  мм аспау қажет. Газдың көп шығыны кезінде екі және бірнеше қатар құбыр желілерін салады.

$1,50$  МПа ( $15$  кгс/см<sup>2</sup>) қысымды оттегі үшін құбыр желілері болат газ жікті (қатайтылған), жіксіз немесе электрмен пісірілген құбырлардан жасайды.  $1,5$  бастап  $6,4$  Мпа дейін ( $15,64$  кгс/см<sup>2</sup>) қысымымен тек болат жіксіз құбырлар ғана қолданылады.  $640$  МПа



(64 кгс/см<sup>2</sup>) жоғары қысымы кезінде мыс немесе жез тұтас тартылған құбырлар қолданылады, өйткені жоғары қысым кезінде құбыр қабырғасына қабыршақ бөлшектерінің үйкелу кезіндегі ұшқыннан, кездейсоқ түсіп майдың өзінен өзі жануынан және жергілікті жылу шығарумен байланысты басқа құбылыстар кезінде болат құбырының оттегіде жануы мүмкін.

Оттегі құбырлары көгілдір түсіне боялады. Оттегі құбырын салғанда жерге газ қысымынан тәуелсіз болат жіксіз құбырларын қолданады.

**Пісіру жанарғысы.** Жанарғы дегеніміз – қажетті жылу қуаттымен, өлшеммен және нысанымен тұрақты жанып тұратын отты алу үшін арналған құрал. Жанарғы құрылысы жанар газдар және оттегінің араласуын қамтамасыз етеді. Басқа газжаңғыш жанарғылардың құрылыстарын келесідей жіктеуге болады:

- қоспа камерасына жанар газды беру тәсілі бойынша – инжекторлық және инжекторлық емес;
- от қуаты бойынша – микроқуатты (ацетиленнің 10-60 л/сағ), аз қуатты (ацетиленнің 25-400 л/сағ), орта қуатты (ацетиленнің 50-2 800 л/сағ) және жоғары қуатты (ацетиленнің 2 500-7 000 л/сағ);
- арналуы бойынша – жан-жақты (дәнекерлеу, кесу, пісіру және балқытып қаптау, жылыту) және арнайы (тек пісіру немесе тек жылыту, шынықтыру және т.б.);
- жұмыс уақытының саны бойынша – бір - және бірнеше отты;
- қолдану тәсілі бойынша – газотты өндеудің қол тәсілі және механизацияланған процестер үшін.

Пісіру үшін көбінде ацетилен мен оттегі қоспасына жұмыс жасайтын бір отты инжекторлық жанарғылар қолданылады. Инжекторлық жанарғыдағы оттегі бұранды түтік 2 арқылы (3.12. сурет) 0,1-0,4 МПа қысыммен өтеді және жоғары жылдамдықпен инжектордың 13 орталық каналынан шығады. Сонымен бірге оттегі ағыны ацетилен каналдарынан шығу жерінде сиректетілуі болады, ол арқылы ацетилен қоспа камерасына 16 инжекторланады (сорғыланады), ол жерден пайда болған жанар қоспа мүштікке бағытталады және шыға берісте жанып кетеді. Инжекторлық жанарғылар (мысалы, Г-4) келіп түсетін ацетилен қысымы кезінде 0,001 МПа және одан жоғары ойдағыдай жұмыс жасайды.

Жанарғы алдында жанар газдың қысымының жоғарылау инжектор жұмысын жеңілдетеді және отты реттеуін жақсартады, бірақ осы жағдайлармен жанарғыдағы жанар газдың шұрасын жабуға тура келеді.

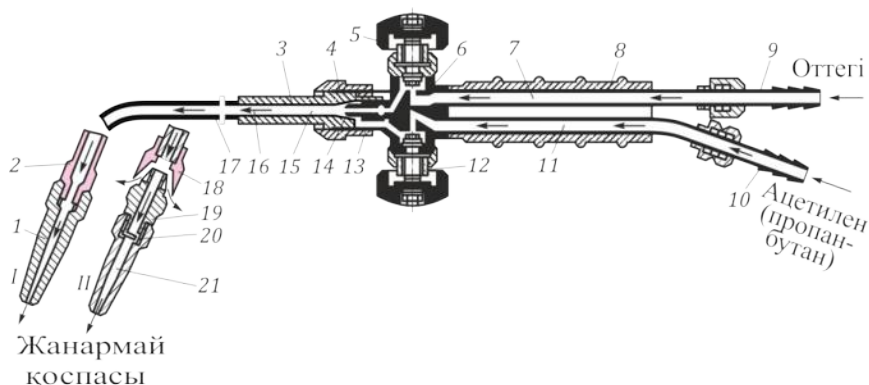


Рис. 3.13. Инжекторлы шілтер сұлбасы:

1 — ацетиленді-оттекті шілтер мүштігі; 2 — ниппель ұштығы; 3 — ацетиленді-оттекті шілтер шілтер үшін ауыспалы ұштақ; 4 — араластырғыш камера қабырғалары мен корпустың арасындағы саңылау; 5 — реттеуші оттекті шұра; 6 — корпус; 7 — оттекті құбырша; 8 — тұтқа; 9, 10, 19 — келтеқосқыштар; 11 — жанар газ құбыршасы; 12 — жанар газдың реттеуші шұрасы; 13 — инжектор; 14 — кіші кесік каналы; 15 — араластырғыш камера каналы; 16 — араластырғыш камера; 17 — жанармай қоспасы құбыршасы; 18 — жылытқыш; 20, 21 — штуцердің жанындағы жырықтары; I — ацетиленді-оттекті шілтер үшін ауыспалы ұштақ; II — дәл сондай, пропан-бутан-оттекті шілтер үшін

Сондықтан, инжекторлы шілтермен пайдалану барысында, олардың алдында ацетиленнің қысымын (баллоннан жұмыс жасау барысында) 0,02-0,05 МПа шамасында қолдау көрсетілу нұсқауланады. Инжекторлы шілтердің артықшылығы — жанар газдың қысымы төмен болса да тұрақты жұмыс жасау мүмкіндігі бар.

Өндірісте әр түрлі қыздырғыштар қолданылады, құрылымдық орындалуымен, қуаттылығы мен тағайындалуымен ерекшеленеді. Ең көп таралатын орташа қуатты пісіру әмбебап шілтерлер, қуаттылығы аз жөндеу шамақ жұмыстары үшін.

Шілтер газдың шығынына қарай және қалыңдығы әртүрлі металлдарды пісіру үшін өзара әр түрлі нөмірмен ажыратылатын ауысымды ұштықтар жиынтығымен жабдықталады.

Ұштықтың нөмірі пісіруге арналған металлдың қалыңдығы мен талап етілген ацетилен шығынымен сәйкес таңдалады,  $\text{дм}^3/\text{сағ}$ , 1 мм қалыңдығына.

3.6 кестесінде кеңінен таралған қуаттылығы кіші және орташа инжекторлы шілтерлердің техникалық сипаттамалары көрсетілген.

К е с т е 3.6. Инжекторлы шілтелердің техникалық сипаттамалары (МЕМСТ 1077-79Е]

| Параметрлер                             | Ұштық нөмірі |           |            |            |            |             |               |              |                |               |
|-----------------------------------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|---------------|--------------|----------------|---------------|
|                                         | 0            | 1         | 2          | 3          | 4          | 5           | 6             | 7            | 8              | 9             |
| Төмен көміртекті болаттың қалыңдығы, мм | 0,2...0,5    | 0,5... 1  | 1... 2     | 2...4      | 4...7      | 7... 11     | 11...17       | 17...30      | 30...50        | 50-ден жоғары |
| Шығын, дм <sup>3</sup> /сағ:            |              |           |            |            |            |             |               |              |                |               |
| ацетилен                                | 40...50      | 55...90   | 130... 180 | 250... 350 | 420... 600 | 700... 950  | 1 130... 1500 | 1800...2 500 | 2 500...4 500  | 4 500...7 000 |
| оттегі                                  | 45...55      | 70... 100 | 140... 200 | 270... 380 | 450... 650 | 750... 1000 | 1200... 1650  | 2 000...2800 | 3 000... 5 600 | 4700...9300   |
| Қысым, МПа, шілтерге кірерде:           |              |           |            |            |            |             |               |              |                |               |
| ацетилен                                | —            | —         | 0,01...0,1 | —          | —          | —           | —             | 0,01...0,1   | 0,01...0,1     | 0,01...0,1    |
| оттегі                                  | 0,15...0,3   | —         | 0,2...0,3  | —          | —          | —           | 0,2...0,35    | —            | 0,25...0,5     | 0,25...0,5    |

Жаңар газ бен оттегі бірдей  $0,05 \dots 0,10$  МПа қысым астында берілетін инжекторсыз шілтектердің жан-жақтылы қабілеттері кемдеу, бірақ бұл арқылы шілтердің жұмыс жасауы барысында қоспаның тұрақты құрамы сақталады. (мысалы, ГАР). Газ қысымын дәл реттеу үшін осы шілтелердің шұралары инелі сүмбілермен жабдықталған. Алайда, олар, шілтенің жұмыс кезінде қоспаның тұрақты құрамын қамтамасыз етеді де құрылымы қарапайым.

Әмбебап ацетиленді-оттекті шілтектердің техникалық сипаттамалары 3.7. кестесінде көрсетілген.

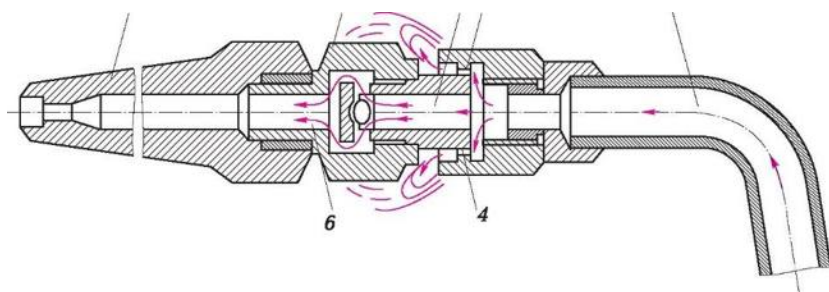
Пропанбутанды қоспа мен басқа да ацетиленді алмастырғыш газдар үшін орындалған шілтектерге қарағанда ацетиленді шілтекерден жанатын газ қоспасы мен оттегі мүштік каналынан шыққанға дейін жылытуды қамтамасыз етіп отыратын құрылғымен ерекшеленеді - (сур. 3.14) (мысалы, ГЗУ-3-02). Жылытқыш 3 жанармай қоспаның құбыршасы 5 мен мүштік 1 арасына бұралады, оның саңылаулары 4 (шүмектер) арқылы жанармай қоспаның бөлігі мүштікке жетпей сыртқа шығып кетеді. Шілтек жұмыс жасау барысындағы қоспаның,

**Кесте 3.7. Әмбебап ацетиленді-оттекті шілтектер (МЕМСТ 1077-79Е)**

| Шілтек түрі        | Шілтек моделі | Ұштықтар нөмірі        | Салмағы, кг, одан көп емес | Жалғанатын майысқақ құбырдың ішкі диаметрі, мм |
|--------------------|---------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|
| Г1 (шағын қуатты)  | ГС-1          | 000; 00; 0             | 0,4                        | 4                                              |
| Г2 (кіші қуатты)   | Г2-04         | 0; 1; 2; 3; 4          | 0,7                        | 6                                              |
| Г3 (орта қуатты)   | Г3-03         | 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 | 1,2                        | 9                                              |
| Г4 (жоғары қуатты) | ГС-4          | 8; 9                   | 2,5                        | 9                                              |

Ескерту: 1. Г1 типтегі шілтектер — инжекторсыз, басқа типтегілер — инжекторлы.

2. ГС-4 жанарғы жылытуға тағайындалған. Г2-04 жанарғы құрылымы бойынша алда шығарылған Г2-02, «Звездочка», «Малютка» жанарғылармен ұқсас. Г3-03 жанарғы алда шығарылған «Звезда», «Москва», ГС-3, ГС-3а жанарғылармен алмастырды.



Сур. 3.14. Пропан бутанмен пісіру жұмыстарына арналған жылытқышы бар ұштық:

1 — мүштік; 2 — жылытатын камера; 3 — жылытқыш; 4 — жылытқыштың шүмектері; 5 — жанармай қоспаның құбыршасы; 6 — жылытатын жалын.

жануын қамтамасыз еткен сол жалын 6 мүштікті 1 бүркеп алады 300-350 °С температураға дейін қыздырады. Нәтижесінде газдың жану жылдамдығы және пісірудің жалын температурасы көтеріледі. Бұл өз алдына жалынның тиімді қуаты мен металды өңдеу процестің өнімділігін арттырады. Әрбір жанарғы қажетті газ шығынына тапсырыс беруге және жалынның қуатын реттеуге мүмкіндік беретін ұштықтар жиынтығымен жасақталған.

Ацетиленді алмастыратын газдар үшін пісіру оттықтардың техникалық сипаттамалары 3.8. кестесінде ұсынылған.

**Қолмен оттегімен кесу үшін кескіштер.** Газды оттекті кескішінде жылыту мен кесу бөліктері құрылымды түрде жалғасқан. Газды оттекті кескіштің жылыту бөлігі құрылымы бойынша, құрастырылуы мен есептеу әдісі пісіруші шілтектерге ұқсас. Жанар газдың қысымына байланысты жылытылатын бөлік инжекторлы немесе инжекторсыз болады. Инжектор төмен қысымды ацетиленмен пайдалану үшін қажет. Орташа қысымды ацетилен немесе жанар газдар арқылы инжекторсыз жылытатын құрылғысы бар кескішпен пайдалануға болады. Өнеркәсіпте пайдаланылған жанар газдың қысымына қарамастан әдетте жылытатын инжекторлы құрылғысы бар кескіш пайдаланылады.

Кескіш оттегі мен жылыту жалыны үшін каналдардың салыстырмалы орналасулары бірізді немесе шоғырлас болуы мүмкін. Кескіш оттегі мен жылыту жалыны үшін бірізді орналасқан саңылаулар қазіргі уақытта көп пайдаланылмайды.

### 3.8. Кесте Ацетилен алмастырушы-газдарға арналған пісіру оттықтары

| Жанарғы<br>маркасы | Ұштук<br>номері | Шығыс, $\text{дм}^3/\text{сағ}$ |                   |                   | Қысым, МПа |            | Пісірілетін<br>металдың<br>қалыңдығы<br>мм |
|--------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|--------------------------------------------|
|                    |                 | пропан-бутан                    | Табиғи газ        | оттек             | Жанар газ  | оттек      |                                            |
| ГЗУ-4              | 1               | 25...60                         | 70... 170         | 105...260         | 0,03       | 0,1...0,4  | 0,5... 1,5                                 |
|                    | 2               | 60... 125                       | 170...360         | 260...540         | 0,03       | 0,15...0,4 | 1,5...2,5                                  |
|                    | 3               | 125...220                       | 360...580         | 540... 840        | 0,03       | 0,2...0,4  | 2,5...4                                    |
|                    | 4               | 200...335                       | 580...940         | 840... 1<br>400   | 0,03       | 0,2...0,4  | 4...7                                      |
| ГЗУ-3              | 5               | 400...650                       | 1 020... 1<br>650 | 1 350... 2<br>200 | 0,02       | 0,2...0,4  | —                                          |
|                    | 6               | 650... 1 050                    | 1 650...2<br>700  | 2200...3600       | 0,02       | 0,2...0,4  | —                                          |
|                    | 7               | 1 050... 1<br>700               | 2700...4500       | 3600...5800       | 0,02       | 0,2...0,4  | —                                          |

Ол тек бір бағытта ғана кесуге жарайды; алда жылыту жалыны, ал артта кескіш оттегінің ағысы жүреді. Кесу бағыты өзгерген жағдайда кескіш оттегі жеткіліксіз жылытылған металлға тиеді де кесу процесі тоқтап қалады. Жылыту жалынның қоспасы мен оттегінің кесу ағыны үшін шығу саңылаулардың шоғырланған түрде орналасуы ыңғайлылау.

Шығу саңылаулары шоғырлану түрінде орналасқан кескіштердің жалыны жалынды құбырша нысанын қабылдайды, ал оттегінің кесуші ағыны оның осі бойынша орналасады. Біздің өнеркәсібіміз шығаратын орта және кіші қуаттағы кескіштерде айнала саңылауы бар құрылғысы кеңінен таралған. Қуаттылығы жоғары кескіштер үшін айнала саңылауы бар құрылғылар қуаттылығы қажетті жалынды қамтамасыз ете алмайды да кері соққыға әкеледі. Сондықтан, жылытатын қоспаны орта және жоғары қуатты кескіштер үшін кескіш оттегі шоғырлану түріндегі бір немесе екі қатарда орналасқан шеңберлі кесікті саңылау арқылы беру нұсқауланады.

Шығу саңылаулары шоғырланып орналасқан кескіштер кез келген бағытта кесе береді: кесетін оттегі жақсы қыздырылған металлға тиеді. Бұл өте ыңғайлы, ал әшекейлі кесу үшін бұл өте маңызды. Сондықтан қазіргі уақытта көбінесе шоғырланған саңылаулары бар кескіштер пайдаланылады. Ал бірізді орналасқан саңылаулы кескіштер мүлдем пайдаланыстан шығуға таяп қалды. Жылытатын жалынның қуаттылығы кесуге арналған металдың қалыңдығына байланысты. Кесу процесіне арналған жылудың 85 % темірдің оттектегі жану реакциясының нәтижесінде пайда болады, ал 15% жылыту жалыны қамтамасыз етеді. Кескішті құрастыру барысында жылыту жалынның қажетті ұзындығын қамтамасыз ету маңызды, демек металлдың төменгі жағын қоса жылытып отыру үшін. Өте қалын болатты металлдарды кесу үшін жоғары қуатты кескіштердің жылыту жалындарының ұзындығы бір метрден артық болу қажет. Жалынның ұзындығы қолданылатын жанар газдан, атап айтқанда оның жану жылдамдылығына байланысты. Жай жанар газ ұзын жалынды қамтамасыз етеді; аса ұзын жалынды оттегі қамтамасыз етеді, сондықтан өте қалын металлды кесу барысында дәл сол оттегі пайдаланылады. Метан мен табиғи газ да жалынның ұзағырақ болуын қамтамасыз етеді. Жалын максималды температурамен реттеледі, сондықтан пісіру процесіндегі жалынға қарағанда құрамында артық оттегі пайда болады.

Кесуші оттегі үшін шүмек немесе кесу мүштіктің ішкі каналының құрылғысы да өте маңызды. Әдетте біздің өнеркәсіпте цилиндрлі немесе сатылы-цилиндірлі шүмектер пайдаланылады.



Бұндай шүмектермен жоғары қуатты қысымдағы оттегімен пайдалану қажет етілген, бұған қоса қажетті қысым кесілетін металлдың қалыңдығы қарай арта түседі.

Болатты металды кесу үшін жеткілікті металды жағы жылдамдықты қамтамасыз ететін ағысы күшті оттегі қажет. Барлық металдың қалыңдығы бойынша кесу енін тұрақты қамтамасыз ету үшін кесілетін металдың бүкіл қалыңдығын ала алатындай ағыс мүмкіндігінше кеңеюі шағын цилиндрлі болуы тиіс. Қожды қолайлы түрде үрлеу және металл бетіне қол жеткізу үшін ағыстағы оттектің жылдамдығы жоғары болу қажет: тәжірибе көрсеткендей, 500-700 м/с жуық, яғни жылдамдық жоғарыдыбысты болу қажет.

Цилиндрлік шүмектердің ПӘК өте төмен; оттегінің ағыны бойынша қажетті жылдамдықты қамтамасыз ету үшін кескішке келіп түсетін оттегінің жоғары қысымымен пайдалануға тура келеді, сондай-ақ ол қысым кесілетін метал қалыңдығының өсуіне қарай жоғарлай түседі. Қысық сызықты жасаушылары бар шүмектер едәуір оңтайлы нәтижелер береді. Шүмек жұмысының жақсаруы, біріншіден кескішке кіру сәтінде кесуші оттегінің жұмыс қысымының төмендеуінен көрінеді. Цилиндрлік шүмектермен пайдаланудың негізі көбісінде оның құрылымының жеңілдігі. Цилиндрлік шүмектердің кемшіліктері қалыңдығы жоғары металдарды кесу барысында анықталады.

Жоғары қысымды оттегіні беру үшін арнайы брондалған құбыршектер қажет; атмосфералық қысымнан жоғары қысымды оттегі шүмектен шығып, кеңейе түсіп ағысты пайда етеді, қысымды едәуір төмендету оттегіні суытады да дросселдеу әсері астында кесу жылдамдығын кемітеді. Сонымен 400-500 мм қалыңдық, цилиндрлік шүмектер үшін шекті болып есептеледі.

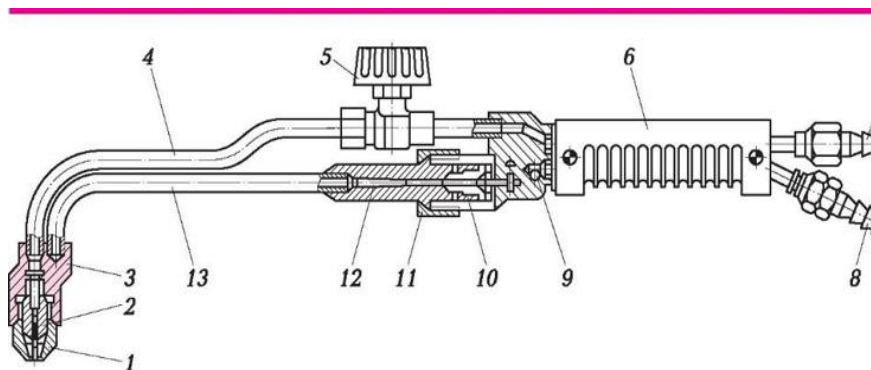
Қуатты оттегі кескіштерде кескіш оттегі және жылыту жалынына арналған оттегі жекелеген құбыршектермен өткізілген, сондықтан кескішке үш құбыршек жалғанған: екі оттегі үшін және біреуі ацетилен үшін.

Шағын және орта шілтерлер әдетте екі құбыршекті болып дайындалады. Оттегі бір ортақ құбыршекпен жеткізіледі де кескіштің өзінде екіге бөлінеді: кескіш шүмек пен жылыту жалыны үшін. Өнеркәсіппен әр түрлі мақсаттағы қолмен кесетін оттегілі бірнеше кескіштер түрі жасалады, сондай-ақ газбен кесуші машиналарына орнату үшін арнайы кескіштер жасалады.

Ацетилен ретінде оның алмастырғыш газдар мен керосин пайдаланылатын қолмен кесетін шілтерлер шығарылады. 3.15 суретінде P2A-02 әмбебап қол шілтердің сұлбасы көрсетілген.

Оттегі мен жанар газды өткізу үшін саңылаулары бар шілтердің корпусында 9 жылыту мен жанатын газдың шұралары орналасқан, оған оттегі 7 мен жанатын газды 8 өткізетін келтеқосқыштары бар екі құбырша дәнекерленген. Құбыршаларға тұтқыш кигізілген 6. Корпусқа салмалы сомынмен 11 камера 12 мен жылытушы оттегі мен жанатын газдың араласуы қамтамасыз етілетін инжектор 10 жалғасқан. Инжектормен пайдалану үдерісі төмен (0,98 кПа-ға дейін), орта және жоғары қысымды жанар газ желілеріне қосылуға мүмкіндік береді. Жылытушы оттегі инжектордан өте бара араластырғыш камерасында сұйылтуды қамтамасыз етеді, осының арқасында жанар газды сораптау процесі қамтамасыз етіледі. Әрі қарай қоспа құбырша арқылы 13 шілтердің бастиегіне 3 жолданады, ал одан ішкі мүштікте 2 орналасқан оймакілтекті каналдарға жетеді.

Оймакілтекті каналдардың қолданылуы шілтерлердің тұрақты жұмыс жасауына оңтайлы әсер етеді. Кесуші оттегі шұра 5 және құбырша 4 арқылы бастиекке жолданады да әрі қарай ішкі мүштікке 2 кетеді.



3.15. сур. P2A-02әмбебап қол шілтердің сұлбасы :

1 — сыртқы мүштік; 2 — ішкі мунштук; 3 — бастиек; 4 — кесуші оттегі үшін құбырша; 5 — шұра; 6 — тұтқыш; 7 — оттегіні келтіретін келтеқосқыш; 8 — жанар газды келтіретін келтеқосқыш; 9 — корпус; 10 — инжектор; 11 — салмалы сомын; 12 — араластырғыш камера; 13 — жанар қоспа үшін құбырша

**К Е С Т Е 3.9. Р2А-02 и РЗП-02 әмбебап шілтерлердің техникалық сипаттамалары**

| Көрсеткіштер                                                                           | Кесілетін болат қалыңдығы, мм |            |            |             |             |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                        | 3...8                         | 8... 15    | 15...30    | 30...50     | 50... 100   | 100...200   |
| Сыртқы мүштік номері                                                                   | 1А; 1П                        |            |            |             | 2А; 2П      |             |
| Ішкі мүштік номері                                                                     | 0А; 0П                        | 1А; 1П     | 2А; 2П     | 3А; 3П      | 4А; 4П      | 5А; 5П      |
| Оттегінің шілтерге кіру барысындағы қысым, кПа                                         | 196...245                     | 294... 343 | 294... 392 | 294... 392  | 294...392   | 490... 735  |
| Газдар шығысы , м <sup>3</sup> /сағ: оттек,<br>ацетилена<br>пропан-бутан<br>табиғи газ | 1,6... 1,9                    | 2,9...3,2  | 3,8..4,7   | 5,6...7,3   | 9,2... 11,5 | 15,0...21,0 |
|                                                                                        | 0,4                           | 0,5        | 0,5...0,6  | 0,6...0,75  | 0,65...0,8  | 1,0... 1,2  |
|                                                                                        | 0,3                           | 0,4        | 0,4...0,45 | 0,45...0,50 | 0,5...0,6   | 0,6...0,8   |
|                                                                                        | 0,6                           | 0,6        | 0,8...0,9  | 0,8...0,9   | 0,95... 1,2 | 1,3... 1,8  |
| Кесу жылдамдығы, м/сағ                                                                 | 29...36                       | 27...29    | 22...27    | 19...22     | 14... 18    | 7... 14     |
| Кесік ені, мм                                                                          | 2                             | 2,5        | 3,5        | 4,5         | 5,5         | 8           |

Ескертпе. Ацетиленнің шілтерге кіру барысындағы қысым 3-98 кПа; пропан-бутан мен табиғи газдың қысымы 20-147 кПа.

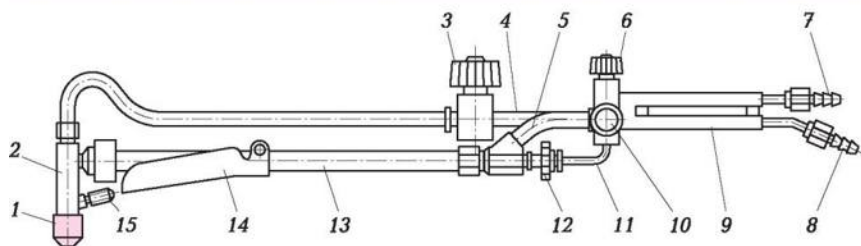
Ацетиленді алмастырғыш газбен жұмыс жасайтын РЗП-02 шілтердің құрылымы ұқсас, Р2А-02 шілтерінен ерекшеленетіні, ол инжектор мен шығу оймакілттегі көлемдерінің үлкендігі. Екі марканың да шілтерлері сүйеніш арбаша мен циркульмен қамтамасыз етілуі мүмкін.

Р2А-02 және РЗП-02 әмбебап шілтерлердің техникалық сипаттамалары 3.9. кестеде көрсетілген.

Құрылыс алаңдары мен далалық жағдайларды, төмен көміртекті және төмен легирленген болатты металдарды кесу үшін РК-02 (сур. 3.16) керосин шілтері пайдаланылады — сұйық жанармай шілтерлері (керосин). Шілтердің шұралар 6 мен жалын реттеуіштері 12 орналасқан тұтқышы, сыртқы бетінде таскендір толтырмасы бар араластырғыш камера, жылыту шүмегі 15 бар бастиек 2, сыртқы және ішкі мүштіктері бар.

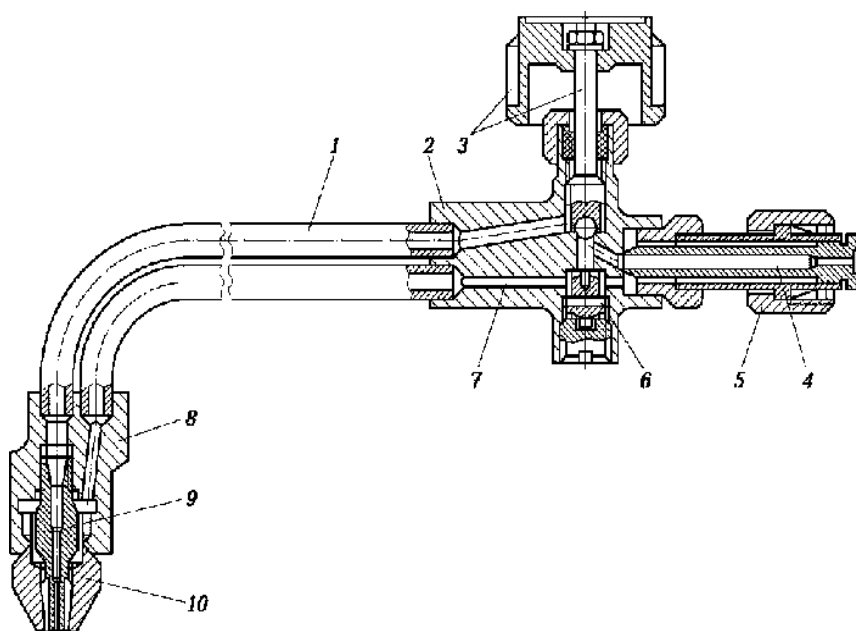
Керосин кескішке арнайы құбыршек арқылы 20-200 кПа қысым астында беріледі. Оттегі ниппельден, шұрадан, құбыршадан 11, инжектордан өтіп камераға жетеді де, онда, керосиншілтердің жұмыс барысында шүмек жалынымен жылынатын таскендір толтырмамен толтырылған булағыштан шығатын жанатын газ буларымен араласады. Жанармай газ буларының шығыны инжектор құбыршасымен нық байланысқан сермермен реттеледі.

Оттегі құбыршегіне әсер ететін кері соққының алдын алу мақсатында керосиншілтермен жұмыс жасау барысында жанармай бақтағы қысым үнемі оттегінің жұмыс қысымынан төмен болу қажет, оның арқасында керосиннің оттегілік түтікке ағып кету мүмкіндігі жойылады.



Сур. 3.16. РК-02 Керосиншілтердің құрылымы :

1 — ауыстырмалы мүштік; 2 — бастиек; 3, 10 — кесуші және берілетін оттегінің берілу шұралары; 4, 5 — оттегіні келтіру құбыршалары; 6, 12 — керосинді шұралар; 7, 8 — оттегі мен керосинді беру құбыршалардың ниппельдері; 9 — ұнғы; 11 — керосин келтіретін құбырша; 13 — буландырғышы бар құбырша; 14 — қалқанша; 15 — жылытатын шүмек



Сур. 3.17. PB1A салмалы шілтері сұлбасы:

1 — кесуші оттегіні беру құбыршасы; 2 — корпус; 3 — кесуші оттегінің шұрасы; 4 — жанатын газ үшін саңылау; 5 — салмалы сомын; 6 — инжектор; 7 — араластырғыш камера; 8 — бастиек; 9 — ішкі мүштік; 10 — сыртқымүштік

Монтаждау, жөндеу және басқа да жұмыс түрлерін орындау барысында айырғыш кесу (PB1A-02 және PB2A-02) процесін ұйымдастыру үшін, бұрандамаларды, тойтармалардағы құбырларды кесіп алу үшін (PA3), ойып кесу үшін (PAO) салмалы шілтермен пайдалану жиі кездеседі. PB1A типтегі шілтер (сур. 3.17) төмен көміртекті және төмен қоспалы қалыңдығы 3-70 мм болат металдарын кесуге тағайындалған. Ол ГО-3 пісіру жанарғысында салмалы сомын 5 арқылы бекітілген. Корпуста 2 шұра 3 арқылы шілтердің 8 бастиекке 1 жеткізіліп әрі қарай ішкі мүштіктің 9 кесуші каналына кететін кесуші оттегі мен жылытушы оттегіне бөлінеді, жылытушы оттегі инжектордан 6 өте келе камерада 7 саңылау 4 арқылы келген жанар газбен араласады. Жылытушы жалын ішкі 9 және сыртқы 10 мүштіктер арасындағы саңылаудан шығады.

Салмалы шілтерлердің техникалық сипаттамасы 3.10. кестесінде көрсетілген.

Шілтердің жалынын реттеу барысында редуктордағы оттегінің жұмыс қысымды кесу тәртібіне сәйкестіріп қою қажет, кейін  $\frac{1}{4}$

**К е с т е 3.10. Салмалы шілтерлердің техникалық сипаттамалары.**

| Көрсеткіштер                     | Кесілетін болат қлындығы, мм |        |         |        |          |           |
|----------------------------------|------------------------------|--------|---------|--------|----------|-----------|
|                                  | 3...8                        | 8...15 | 25...30 | 30..50 | 50...100 | 100...200 |
| Оттегі қысымы, кПа               | 245                          | 343    | 392     | 412    | 490      | 735       |
| Газ шығыны, м <sup>3</sup> /сағ: |                              |        |         |        |          |           |
| оттегінің                        | 1,9                          | 3,2    | 4,7     | 7,0    | 9,1      | 17,1      |
| ацетиленнің                      | 0,36                         | 0,4    | 0,5     | 0,6    | 0,7      | 1,1       |
| 1 м Кесу уақыты, с               | 150                          | 180    | 270     | 300    | 480      | 720       |
| Кесік ені, мм                    | 2                            | 2,5    | 3,5     | 4,5    | 7,0      | 8,0       |

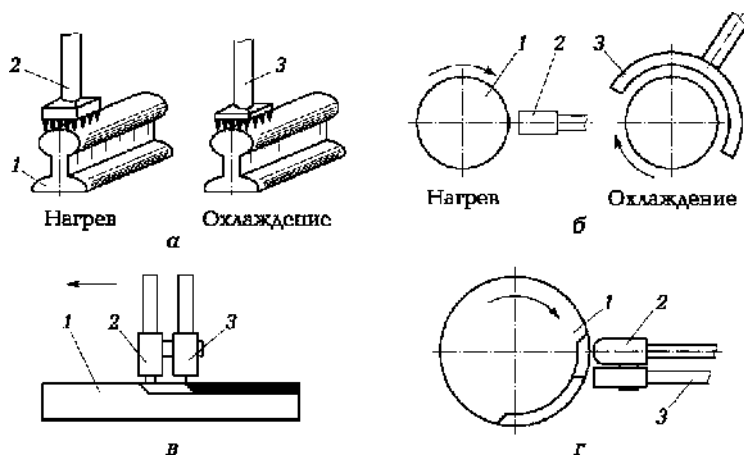
айналымға жылыту оттегінің шұрасын ашып жанармай қоспаны жағу

керек, одан соң, шілтердің оттегілік шұрасын толықтай ашып жалынды ацетиленді шұрамен реттеу қажет.

### **3.4. ГАЗ ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ**

Жалынды беттік шыңдау процесі бөлшектің беткі қабатын  $As_3$  сыни мәнінен шамадан асатын температураға дейін жылдам шапшаң түрде қыздырудан, кейін оны тез сумен суытудан тұрады. Осылай аралық (ауыспалы) зоналар арқылы шыңдалмаған металдың негізгі құрылымына ауысатын беткі қабатта шыңдалған (мартенситті) құрылым пайда болады. Бөлшектің өзегі өзінің бастапқы құрылымын сақтайды. Ауыспалы құрылымдар табиғи жұмсарту нәтижесінде қалыптасады, демек жылулық бөлшектің беткі қабатынан ішіне сіңу барысында. Ауыспалы құрылымдар арқылы шыңдалған қабаттың бөлшектен бөлініп кету жағдайы жойылады, бұндай жағдай кей бір металды шынықтыру әдістері барысында орын алады, мысалы азоттандыру және цементтеу.

Газды оттекті жалынмен шыңдаудан кейін беткі қабат қаттылығының өзгеруі болаттағы көміртектің құрамынан байланысты. Жеткілікті қаттылықты қамтамасыз ету үшін беттік шыңдау үдерісі 0,4-0,7 % С көлемді болатты металдарға арналған.



Сур. 3.18. Жазық бетті және қимасы шеңберлі бұйымдар үшін жалынды беттік шыңдау әдістері:  
 а, б — циклдік; в, г — үздіксіз; 1 — бұйым; 2 — жанарғы; 3 — бүріккіш

Жалынды беттік шыңдаудың бірнеше әдістері өнделген (сур. 3.18). Циклдік әдіспен пайдалану барысында (сур. 3.18, а) бұйымның толықтай беті шыңдау температурасына дейін қыздырылады да, кейін нақты бір жылдамдық шегінде суытылады.

Қыздыру жылжымайтын немесе жылжымалы жанарғымен жүзеге асырылады. Қимасы шеңберлі бұйымдардың шыңдалуы, әдетте, циклдік әдіспен жасалады, демек бұйым тұрақты жылдамдықпен тез айналуы барысында (сур. 3.18, б). Бұл жағдайда жанарғы мен суыту жүйесі кезек кезек өткізіледі.

Үздіксіз әдіс (сур. 3.18, в) тұрақты жылдамдық шегінде бұйымның жанарғыға қарай қозғалысынан немесе жанарғының бұйымға қарай қозғалысынан қалыптасады. Жанарғы бұйымды қажетті температураға дейін қыздырады, ал жанарғыға тіркелген бүріккіш бөлшек бетіне суытылған сұйықтықтың шашырауын қамтамасыз етеді.

Жалынды беттік шыңдаудың ерекшелігі, ол, 393-473 К температурамен шыңдаудан кейінгі бұйымның өзіжасуы, бұл қаттылықтың 3-5 HRC шамасына дейін төмендетуге ықпал етеді, бірақ бұйымның ішкі кернеуін азайтады.

Жалынды беттік шыңдау әдісі рельс ұштарын, крестовиналарын, темір жол тетіктерін, ірі - және шағын модульді тегершіктерді, компрессорлардың соташықтарын, аунақшалар мен тірек аунақтарын, иінді білік мойндарын, жонғыш тістерін, метал өндейтін білдектер тұғырларының бағыттаушытары мен басқа да бөлшектерді өндеу үшін кенінен таралады.

Жалынды беттік шыңдаудың негізгі артықшылықтары —

жабдықтың қарапайымдылығы мен сенімділігі, ол өз алдына әдістің кез келген өнеркәсіптік жағдайларында пайдалану үшін қолайлығын дәлелдейді. Жанармай ретінде ацетилен, пропан-бутан, табиғи газ, бензин мен керосин қолданылады.

Шыңдалған қабаттың қалыңдығы жанарғының бөлшекке қарай жылжу жылдамдығына және ацетиленнің сыбағалы шығысына байланысты (шынықтырылатын беттің 1 см еніне).

Ацетиленнің салыстырмалы салмағы мен жанарғының қозғалу жылдамдығының арттырылуы барысында шыңдау тереңдігі өзгере түседі.

Жалынды беттік шыңдау технологиясын қарастырып өтейік. Бұндай әдіспен шыңдауды орындау үшін жанарғы негізгі аспап болып табылады. Ондағы мүштіктің пішіні шыңдалатын бөлшек бетінің кескіндемесіне сәйкес келу қажет. Шыңдау үшін стандартты НАЗ, Г2-05, Г3-04, «Москва» сияқты пісіру жанарғының ұңғысына тіркелетін арнайы ұштықтар пайдаланылады. Сондай-ақ, болатты және шойынды бөлшектерді беттік термиялық өңдеу үшін, нормалау, мартенситті, сорбит пен трооститты өндіру мақсатында, ацетиленді оттекті қоспа негізінде жұмыс жасайтын НАЗ сериялы ұштықтар пайдаланады. НАЗ жиынтығына бес ұштық кіреді. Айналу денелері типіндегі бөлшектердің шыңдалуы циклдік әдіспен орындайды, ал тегіс бетті бөлшектердің шыңдалуы үздіксіз әдісімен. Жанарғылардың суытуды қамтитын құрылғылар ауыспалы.

Бір типтегі бөлшектерді жаппай шыңдау процесін жүзеге асыру үшін (аунақшалар, тегершіктер және басқ.) арнайы білдектер мен бейімдеулер пайдаланылады.

Шыңдаудың ең оңтайлы нәтижелері ацетиленнің 400-600  $\text{дм}^3/(\text{сағ} \cdot \text{см})$  көлемді салыстырмалы шығыны барысында, судың 240-360  $\text{дм}^3/(\text{сағ} \cdot \text{см})$  салыстырмалы шығыны барысында және қыздыру аймағы мен суыту аймағының арасындағы 20-25 мм көлемді қашықтығы барысында қолжетімді болады. Құрамы 0,6% С болатты шынықтыру процесін салыстырмалы шығыны 1500-2500  $\text{дм}^3/(\text{сағ} \cdot \text{см})$  құрайтын ауаны аралық суытумен өткізу қажет.

Сызықты жанарғылармен шыңдаудың түйдектелген бұрмалы әдісі барысында режимдер біліктің бір айналымы барысындағы суппорт жанарғыны мүштік еніне тең қашықтыққа ауыстырумен, ал біліктің бұрыштық жылдамдығы шыңдаудың үздіксіз әдісіндегідей болу қажеттілікпен шектеліп таңдалады.

### 3.5. МЕТАЛДАРДЫ ОТТЕГІЛІК КЕСУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**Орташа қалыңдықтағы болатты кесу.** Кесік сапасы мен



өндірімділік процесі металды кесуге дайындау шараларына байланысты. Түрлі маркалы болаттың табақтық илемге жолдануы кесушінің жұмыс орнына қақтан, тоттан және басқа да ластардан тазартылып тапсырылуы қажет.

Қыс мезгілінде кесу барысында табақтар цехқа қоршаған ауа температурасына дейін қызбай тұрып алдын ала берілуі қажет. Бұл кесік жиегінің жарылу қауіпін төмендетеді. Кесу аймағындағы кірістер қормалау қоспадан, құмнан және күйіктен мұқият тазартылуы тиіс.

Қолмен оттегілік кесуді бастамастан илем беті қақ пен тоттан жобаланған кесік бойы кескіш жалынымен тазартылады. Ол үшін кескіштің жылытушы жалынымен металл бетін болмашы етіп қыздыру қажет, нәтижесінде табақ бетінің қақтары өздері түседі.

Механикаландырылған кесу алдында табақтық илем арнайы табақ түзеу машинасымен түзеттіріледі, кейін толықтай тазартылады. Тазартудың химиялық, механикалық және газжалынды әдістері бар. Химиялық тазарту барысында болатты илем тұз қышқылы немесе күкірт қышқылы ерітінділерінде өңделеді. Бұнда табақтар арнайы ванналарға салынады. Төмен көміртекті және төмен легирленген болат табақтарын тазарту ұзақтығы 1 -2 сағат, жоғары легирленген табақтар – 3 сағаттан артық .

Механикалық тазарту әдістерінің арасында көбінесе бытыра лақтырумен тазарту әдісі пайдаланылады, мұнда илем табағы бірыңғай жылдамдықпен жылжытылады, ал табақ беті бытыралақтыру камерасынан үлкен жылдамдықпен ұшып шығатын бір бума бытырамен өндіріледі. Бұл тазарту процесі экологиялық тұрғыда таза және өндіргіш болып есептеледі.

Қолмен кесу процесі барысында мүштік пен кесілетін металл арасындағы қашықтық тұрақты болу үшін арнайы тіреуіш арбашалар пайдаланылады, механикаланған кесу үдерісі барысында – кескіш қалпын реттеуші құрылғы пайдаланылады.

Кесу процесі металл беті бастапқы тетіктен қыздырыла бастап оттегі ағынында жану температурасына дейін жүзеге асырылады. Оттегілік ағыны басталғаннан кейін және қалыңдық бойынша үздіксіз тотыға бастағаннан кейін шілтерді кесік бойы бойынша жылжыта бастайды. Кесу үдерісі табақтық илемді жиегінен кесумен басталады. Дайындамалардың ішкі ойымдарын кесу барысында, алдын ала металлды толық қалыңдығы бойынша саңылаулар жасап алу қажет. Болатты табақтың бастапқы оймаларын ою да, металлды қыздырудан басталады. Берілген температураны қамтамасыз еткен соң ақырындап кесуші оттегінің шұрасы бұралады, кескіш 5-15° бұрышында кесу бағытына кері еңкейтіледі. Осымен қатар кескіштің төмендетілген жылдамдықтағы қозғалысы басталады. Саңылаулар ойылғаннан

кейін кескіш табақ бетіне перпендикулярды түрде орнатылады.

Табақтағы бастапқы саңылау ойылу барысында кесік жиегі төмен сапалы болады, сондықтан механикаланған кесу кесілетін бөлшектің сұлбасынан тыс басталады (сыртқы сұлбаны кесу барысында — сыртынан, ішкі сұлбаны кесу барысында — ішінен).

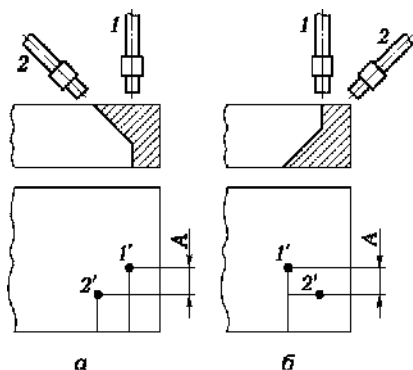
Сандық бағдарламалық және фотокөшірмелік басқарумен қамтылған машиналарымен жасалатын тесу операциялары автоматты түрде орындалады. Термиялық кесу машиналарында табақтық илемдегі бастапқы саңылауларды 100 мм дейінгі қалыңдық бойынша тұрақты түрде тесу мүмкін.

Кесуді бастаған соң және кескіш бөлшектің сұлбасынан шыққан соң, кесу процесі дұрыс таңдалған технологиялық режимінде нық жүреді. Берілген кесу жылдамдығы үшін артта қалу шамасы белгіленеді. «Артта қалу» термині шүмек осі мен кесуші оттегінің ағыны шығатын кесіліп жатқан табақтың төменгі жағындағы тетігі арасындағы кесу бағытының қашықтығын анықтау үшін пайдаланылады.

Көбісінде кесу жылдамдығын азайту нұсқауланады, нәтижесінде егер ойылған бөлшектің дәлдігі және қосымша механикалық өндеуден бас тарту мүмкіндігі берілетіндей сапалық қамтамасыз етілсе. Егер ойылған бөлшектері кейінгі механикалық өндеуге тартылатын болса кесік бетінің сапалығын төмендетуге мүмкін және кесу жылдамдығын да арттыруға болады.

Оттегілік кесу процесінің өнімділігі мен сапасына жылдамдықтан, қысым мен кесуші оттегінің шығыны, жылыту жалынның шығыны мен газдардың ара қатынасынан басқа өндірістік жағдайларда қарастырылуы есептелмеген факторлар да әсер етеді. Ондай факторларға қоршаған орта температурасы, металл мен оның бетінің сапасы, мүштік каналдарының сапасы және тағы басқа. Сондықтан кесу режимдері бойынша мәліметтер, өндірістік жағдайлармен байланысты кей бір түзетулермен пайдалануға мүмкіндік береді.

Бөлшектеп қолмен кесу процесінде үшінші топтағы дәлдікпен сәйкес режимдер қабылдануы мүмкін. Кесік соңында бөлшек сұлбасын тұйықтау барысында кесу жылдамдығы жайлап оңтайлы 50 % шамаға дейін азайтылады, бұл табақтың төменгі жағында тосқауыл пайда болу мүмкіндігі жойылады.



Сур. 3.19. V-нысанды өндеуді жүзеге асыру барысындағы кескіштің орналасу сұлбалары: *а* — жоғарғы жақтағы қиғаштықтың пайда болуы; *б* — төменгі жақтағы қиғаштықтың пайда болуы; 1, 2 — кескіштер; 1', 2' — шілтерлердің орналасу нүктелері; *А* — бір бірі жөніндегі шілтерлердің жылжуы

Жоғарғы жақтағы қиғаштықтың пайда болуын қамтамасыз ететін V-нысанды өндеуді жүзеге асыру үшін жиектерді дайындау барысында (сур. 3.19, а) шілтер 1 тік кесікті орындайды, біріншінің ізіндегі шілтер 2 - қиғаш. Қашықтық *А* кесілетін металл қалыңдығына байланысты; оның қалыңдығы металлдың кесіктің төменгі жиегінің пісіріліп қалмаудың алдын алатындай болу қажет. Бұл сұлбаның кемшілігі – ол, кесуді бастаудың қиындығы, өйткені кесуді бастамастан бұрын машинаны тоқтатып металлды қыздырып алу қажет. Машина тоқтатылып тік шілтердің кесуші оттегісінің тоқтатылған орнындағы қайта қосылуы кесік бетінде тереңдігі 2мм арықша пайда болады.

Төменде біржақты қиғаш пайда болу барысында (сур. 3.19, б) шілтердің 2 кесуші оттегінің ағыны бірінші металлдың аз ғана қалыңдығын кесіп алады, сосын 1 шілтермен алдын ала тік шілтермен қыздырылған металлдың қиғаш жиегінің кесуі жүзеге асырылады. Мұндай сұлбаның артықшылығы – ол, кесу жылдамдықтарын арттыру, және жиекті тік шілтермен кесіп бастағанда машинаны тоқтату қажеттілігі туындамайды. Бұл сұлбаның кемшілігі – ол, қалыңдығы 35 мм жоғары металлды өндеу барысында кесік бетінің ластануы.

Кесік бетінің сапасы 14792 – 80 МЕМСТ сәйкес анықталады, келесі көрсеткіштермен: табақ бетінің кесік бетінің перпендикулярна деген ауытқу шамасы мен кесік бетінің бұдырлығы. Бөлшектің технологиялық тағайындалуына қарай кесік бетінің сапасы жоғары (1 класс), көтеріңкі (2 класс) және әдеттегідей (3 класс).

Кесудің ұтымды режимдерінің дәл сақталуымен оңтайлы жағдайда қол жетімді болатын, классы жоғары құралдармен пайдалану барысындағы, мүштіктердің жоғары сапасының сақталу барысындағы 1 класс ең жақсы нәтижелерге сәйкес. 2 класс нық

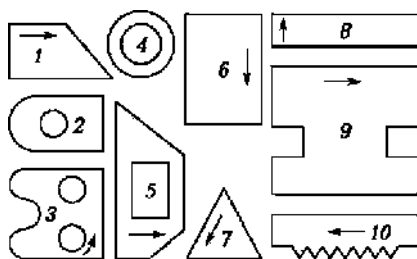
нәтижелерге сәйкес, ондай нәтижеге өндірістік жағдайларда әдеттегі шығарылатын сериялық машиналармен қол жеткізуге болады. 3 класс нық өндірістік көрсеткіштерін сәйкес, ондай көрсеткіштерге процестің ең үнемді көрсеткіштерін қамтамасыз ететіндей режимдер барысында сериялық жабдықтар арқылы жетуге болады.

Кесілген дайындаманың кесу процесімен байланысты өлшемдердің дәлдігі (кесу ағыны параметрлерімен, пішіннің өзгерулерімен және с.с.) 14792 – 80 МЕМСТ анықталады. Сонымен, кесілетін бөлшектердің мөлшерлік дәлдігі машина дәлдігінің сомаланған шегі мен кесу дәлдігіне жатқызылады.

Табақтан түрлі көлемді бөлшектерді кесу қажеттілігі барысында, кесуді табак шетінен бастау қажет және оның қысқа жағымен жылжу қажет (сур. 3.20). Сұлбаны айнарудың бағыты қожға кететін, металға тіркелетін жиектер бірінші кезекте өндірілетіндей бағытта қамтамасыз етіледі. Соңғы кезекте бөлшекті табактың негізгі салмағынан жекелететін кесік жасау қажет. Кесу барысында қиық қаттылығы кесілетін бөлшектің қаттылығынан төмен болу қажет, сондықтан қалдықтарды кесуді қарастыру жөн.

Ұзындығы еніне деген қатысы 3 – тен асатындай бөлшектерді кесу барысында жалғастырғыштар қажет. Әдетте, жалғастырғыштар 1-3 м қадамды бөлшектің өнделетін сұлбасында болу қажет. Табақтан кесілетін тілмелерді бір неше кескішпен орындау қажет, олай болса дайындамалардың қисаю жағдайы жойылады.

Пішіннің өзгеруін төмендету үшін кесуді жоғары жылдамдықпен орындау нұсқауланады, бұл деңгейдегі сапа үшін кесудің жылыту жалыны ең аз қуаты және



Сур. 3.20. Бірізділік (1-10) бөлшектерді табактан кесіп алу

процесс талаптарына сай мүштік кесігі мен кесілетін металл бетінің арасындағы қашықтық сақталады.

Бөлшектер көлемінің дәлсіздіктер мәндерін кесу орындалатын үстелдің тиімді құрылымын пайдалану арқылы азайтуға болады. Ойылатын бөлшектер мен қиықтардың майысып өзгеруіне жол бермейтіндей Үстел құрылымы нық бекітілім қамтамасыз ету қажет. Кесу барысында табақтың жылжып кетпеуі үшін қиықтардың еркін жылжу мүмкіндігі қарастырылуы қажет.

**Қалыңдығы кіші болат металлын кесу.** Қалыңдығы кіші (5 м дейін) табақтық илемді кесудің өзгешелігі, ол, қыздыратын жалын біршама үлкен таңба қалдыратындай толықтай қалыңдығы бойынша табақты жоғары температураға дейін (950 °С дейін жуық) қыздырады. Кесіктен оттегі ағынының астында үріліп шығарылатын шлактар қиын ажыратылатын артылымды шығара төменгі жиекті ылғалдандырады сондықтан жұқа металлды оттегімен кесу барысында жақсы сапаға жетуге бағытталған шаралар астында табақтың төменгі бетіндегі жоғары температуралы таңбаның кемітілуі қарастырылады.

Жұқа металлды кесу үшін жалын үшін саңылау артындағы кесуші оттегі үшін саңылаудың бірізді орналасқан арнайы құрылғыдағы мүштіктер пайдаланылады. Кесуші оттегінің саңылауы металл бетіне жақынырақ орналастырады. Саңылаулардың ондай орналасулары барысында металл қызуы төменірек кесуші ағынның аймағына түседі.

Кесік бетінің жақсы сапасын үшжылғалы кесуші арықшалары бар мүштіктер қамтамасыз етеді, оның бірінші жылғасы металлды қалыңдығы бойынша кеседі

| К е с т е 3.11. Болатты газбен кесу режимдері |                                 |          |             |        |                        |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|----------|-------------|--------|------------------------|
| Кесілетін болат қалыңдығы, мм                 | Газ шығыны, м <sup>3</sup> /сағ |          |             |        | Кесу жылдамдығы, м/сағ |
|                                               | оттегінің                       |          | ацетиленнің | ауаның |                        |
|                                               | кесуші                          | жылытушы |             |        |                        |
| 2                                             | 1,0                             | 0,16     | 0,15        | 2,0    | 51,1                   |
| 3                                             | 1,1                             | 0,20     | 0,18        | 2,5    | 46,8                   |
| 4                                             | 1,2                             | 0,24     | 0,21        | 3,0    | 45,0                   |
| 5                                             | 1,3                             | 0,28     | 0,25        | 4,0    | 43,2                   |

ал екі жанындағы жылғалар кесіктің жандарындағы жиектердің ақаулы қабаттың тазартылуын орындайды .

Мүштіктердің ондай құрылымдарын жұқа металлды тура сызықты бөлшектеп кесу үшін пайдаланылады. Оюлап кесу үшін кесуші жылытушы жалынның шүмек айналасында орналасқан мүштіктер пайдаланылады.

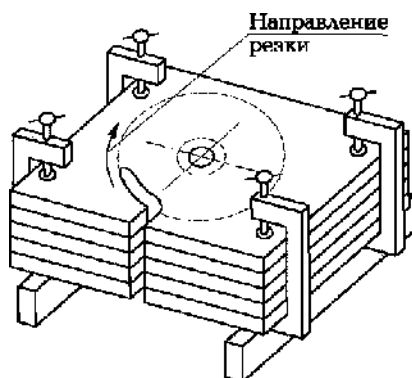
Жұқа металлды механикаланған оттегілік кесу режимдері 3.11 кестесінде көрсетілген.

**Пакеттік кесу.** Жұқа металл табағынан көптеген бір типті бөлшектердің шығарылуы қажет етілген жағдайда пакеттік кесуді пайдалануға болады. Ол үшін табақтарды карталарға бөледі де кейін оларды пакеттерге жинайды. Кесу үшін төмен қысымды оттегі пайдаланылады. Табақтақ металлдың беті қоқыстан тазы болуы қажет. Кесуші кислородтың әдеттегі қысымы барысында кесу үдерісі жөнсіз өтеді, пакетке жиналған табақтардың жанасуы тығыз емес аймақтарындағы бөлшек сұлбалары кертіліп кетеді. Төмен қысымды оттегі пайдаланылса пакеттегі карталар арасындағы 2-3 мм дейінгі саңылаулар кесу сапасына ықпал етеді. Жиылған пакетті бұранда қысқышпен буылады да (сур. 3.2.1) табақтар имектеп пісіру арқылы бекітіледі.

Пакеттік кесу барысында ерекше назар процестің басына аударылу қажет. Бөлшектердің сыртқы сұлбаларын кесу барысында процесс пакет шетінен басталады. Пакеттің кесілуін оңайлату үшін табақтарды «баспалдақ» ретінде қойылады, әр кейінгі картаны бекіту барысында 0,5-1,0 мм әдібі сақталып отырады. Ішкі сұлбаны кесу барысында бастапқы саңылауды тесу мүмкін емес, сондықтан оны бұрғылау арқылы мүмкін болады. Кесуші ағынның металлмен шиеленісу сәтін төмен жылдамдықпен жүзеге асыру қажет.

Болатты пакеттік кесу режимі 3.12 кестесінде келтірілген

Жұқа металлды пакеттік әдіспен кесу барысында жоғарғы табақ қыздыру жалынмен балқытылады. Бұл пішіннің өзгеруін жою үшін



Сур. 3.21. Пакеттік кесуді орындау сұлбасы

| Кесте 3.12<br>Болатты кесудің пакеттік режимі |                         |                              |                        |
|-----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|
| Табактық металл қалыңдығы, мм                 | Пакеттегі табактар саны | Кесуші оттегінің қысымы, кПа | Кесу жылдамдығы, м/сағ |
| 2                                             | 25                      | 78...88                      | 15,0                   |
| 3                                             | 20                      | 88...98                      | 13,2                   |
| 4                                             | 15                      | 98...107                     | 12,0                   |
| 6                                             | 12                      | 107...117                    | 10,8                   |
| 10                                            | 8                       | 117... 137                   | 9,7                    |
| 12                                            | 6                       | 117.... 137                  | 10,8                   |
| 16                                            | 6                       | 117... 137                   | 9,7                    |
| 20                                            | 4                       | 117... 137                   | 9,7                    |
| 24                                            | 3                       | 117... 137                   | 10,8                   |
| 30                                            | 3                       | 127... 147                   | 9,7                    |
| 60                                            | 2                       | 137... 167                   | 9,0                    |

пакетті жиыстыру барысында үстінен кейін қоқысқа тасталатын сапасыз металл салынады.

**Қалыңдығы үлкен болатты кесу.** Кернеуі үлкен металлдың тотығуын қалыптастыру қажеттілігі – ол қалыңдығы үлкен болат металлын кесудің негізгі ерекшелігі, сондықтан қалыңдығы үлкен металлды кесу барысында арнайы кесуші аппаратура және ерекше кесу тәсілдерін орындау қажет.

Өндірімділіктің тұрақты көрсеткіштеріне қол жеткізу үшін және кесу сапасына қол жеткізу үшін кесуші оттегінің ағыны кесілетін металлдың қалыңдығы бойынша ұзағырақ ұзындықта қышқылдандыру қабілетін және кинетикалық энергиясын сақтау қажет. Қыздырғыш жалынның қуаты кесіктің төменгі жағындағы шлактардың қыздырылуы және кесу ағынын ауаны сорудан сақталуы қамтамасыз етілетіндей болу қажет. Сонымен әдеттегі қалыңдықтағы металды оттегілік әдіспен кесуден қарағанда кесуші оттегінің және жанатын газдың шығынын едәуір көбірек тағайындайды. Кесу, әдетте, оттегінің 392 кПа (3,92 кгс/см<sup>2</sup>) дейінгі төмен қысыммен пайдалану арқылы орындалады, кескіш мүштіктердің әдеттегі диаметрі үлкен цилиндрлік шүмектері бар. Ағынның ағын жылдамдығы жоғары емес, оттегінің әр бүртігі кесіктегі қорытпамен тұтасады, оның арқасында оттегінің зая кетуі кемітіледі.

Кескіштің жоғары бөлігіндегі металлдың көп бөлігі, сонымен қоса кескіштің төменгі бөлігіндегі жылуы жақсарады. Пайда болған қож көбінесе кірісте орналасатын бақалшақ пен кеуекті толықтырады, осыған байланысты оттегі ағымы өзінің тұрақтығын жоғалтпайды және де ішкі ақаулары бар металлды кескенде бағытын өзгертпейді.

Жуандығы аса қалың болатты кескенде мүштіктің бейнеленген жылу арқылы қызуын азайтуға және жанар қоспаның шығу барысында каналдардың қож шашындыларымен ластанып қалуын болдырмау үшін мүштік қимасынан кесілетін металлдың бетіне дейін арақашықтықты аса үлкен қылып қалдырған дұрыс, жалпақтап прокаттау кесуге қарағанда.

Қождың бос ағуына жағдай жасау үшін бұйымның астындағы бос кеңістіктің биіктігі, оның енінен 60 % - тен аз болмауы керек. Сонымен қатар, кесушіні және машинаны жылу ықпалынан және қож шашырауынан қорғау үшін оларды асбест немесе темір қоршаулармен қоршауды ойластыру қажет.

Ерекше назарды кесу алдындағы операцияларға бөлу қажет. Кесуді бастау орнын жақсылап қыздыру керек. Ол үшін мүштікті дайындалған бұйымның жиегінің үстіне диаметрі бойынша 1/3 бөлігіне орналастырған жөн. Егер кесуші оттегінің ағымы металлды ою барысында, сол шүмекке аса жоғары оттегі қысымын орнатқан жағдайда, ағымның жұмырлығы мен саздылығы бұзылады. Соның нәтижесінде жану реакциясы жойылатындай шек пайда болады.

Жуандығы аса қалың құрышты аса жоғары сапада кесу, кескіш оттегінің ағымын жібергеннен кейін, кескіш бірден жылжығанда ғана болады. Сонда кескіш оттегі ағымы мен кесілетін бұйымның тік бөлігі параллельді орналасуында, егер дайындаған бұйымдар тік бұрышты пішінді болса, кескішті бастапқы қалпына металдың жиегіне нақты орналастыру керек. Кескішті 2-3<sup>0</sup> дайындалған бұйымға қарай қисайтса, кесудің басталуы едәуір жеңілдейді. Бұл кезде кесілетін бөліктің дөңбекті бетінде қож ағымын шоғырландыруға әсер ететін жыра пайда болады, және де металлдың пайда болатын кескін бойы бойынша қызуы жақсарады.

Кесудің соңында оның жылдамдығын азайтып, кескішті қарама-қарсы жаққа еңкейту қажет, бұл дайындалған бұйымның төменгі жиегін кесуді қамтамасыз етеді.

Жуандығы аса үлкен болатты кесу барысында жылытқыш жалың аса маңызы зор. Кескіннің төменгі бөлігіндегі шлақты қыздыруды қамтамасыз ету үшін, және оттегі ағымын ауамен араласудан қорғау үшін, жуандығы 1000 мм аса болатты кесу



барысында, кескіштердің кесу каналының артынан жанар газ беретін қосымша канал (шүмек) орналастырады.

Жуандығы 2 000 мм артық болатты кескенде жанар газдың 65 % кесіндіге қосымша шүмек арқылы беріледі.

Жуандығы қалың металлды кесу процессінің тиімділігі, жанар газдың түріне байланысты. Кесу барысында – төмен жанар жылдамдығы бар, ацетилен алмастырушыларын қолданған дұрысырақ болады.

Титанның жылулық тотығу әсері, темірге қарағанда төмен. Жаңу температурасы  $1\,100^{\circ}\text{C}$  құрайды. Соның нәтижесінде титан және оның қорытпалары кәдімгі оттегілік кесумен еш қиындықсыз өңделеді.

Титандық қорытпаларды кесу жылдамдығы төмен көміртекті болатты кесу жылдамдығына қарағанда 2 – 5 есе артық, ал ацетилен мен оттегі шығыны әлдеқайда төменірек. Титанды кесу барысы реакция бөлінінің аса қатты жарқылдауымен ілеседі, магнийдің жану реакциясы тәріздес, сол себептен көзді жарық әсерінен қорғау үшін қорғау көзілдіріктерінің жарық түсу фильтрлері аса жоғары сіңу коэффициентті болуы қажет. Титанды оттегілік кесудің барысын нақтыландыру мақсатында мүштіктің тік қойылған бөлігі мен кесілетін металл бетінің аралығы, оттегісі төмен болатты кесумен салыстырғанда шамамен 1,5 есе жоғарлайды.

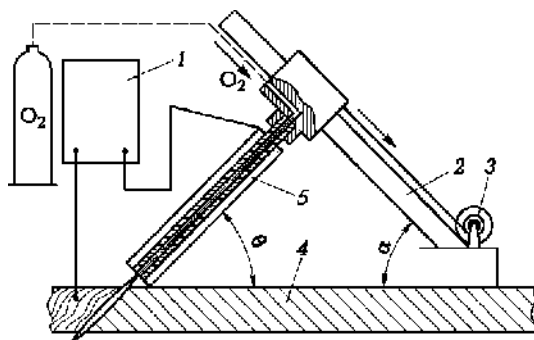
Титанның және оның қорытпаларының кескін бетіндегі белсенділігінің аса жоғары болуына байланысты тереңдігі 2,5 мм-ге дейін химиялық құрамы өзгертілген қабаты орналасқан, бұл қабатында титанның оксидтері мен нитраттары бар. Сондықтан жиектері пісірілетін бұйымдардағы, тиісті сапалы пісіруді алу мақсатында металлдың жоғарғы бөлігін фрезерлеу немесе жону арқылы алып тастау керек.

Титанды және оның қорытпаларын оттегілік кесуге, болатты оттегілік кесуге арналған машиналар мен аппаратураларды қолданады. Жұмыс бекетінің титанның тотығу реакциясынан пайда болатын газдық өнімдерін тазалау құралдарының болуына аса маңыз бөлу қажет. Кесу барысында ақ түсті түтін пайда болады, ол өз алдына кесу аймағынан жойылып, арнайы жабдықтарда тазартылуы қажет.

### 3.6. ДОҒАМЕН КЕСУ

**Оттегілік – доғамен кесудің** маңызы, электрод пен кесілетін

дайындаманың арасында электрлік доға пайда болады



Сур. 3.22. Оттегілі-доғалы кесудің сұлбасы:

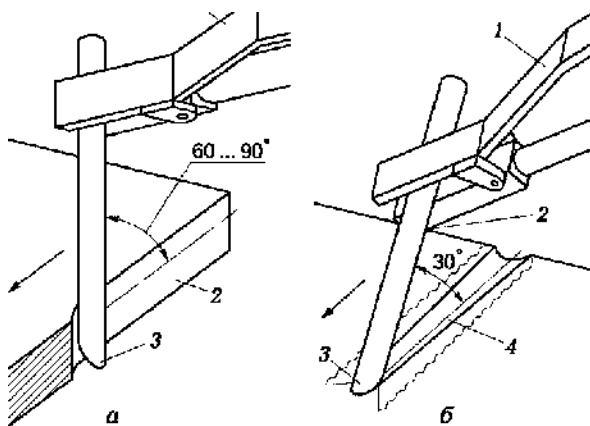
1 – электр көзі; 2 – бағыттаушы; 3 – электр жетегі; 4 – кесілетін металл; 5 – электрод

ол өз алдына металлды балқытады. Металды кескіштен алып тастау оттегі және ауа ағымымен іске асады. Оттегілік – доғалы кесуде оттегі кескінге металлдық электродтың ішкі арнайы құраммен сыланып қапталған каналынан жеткізіледі (3.22 сур.).

Жанарғының сабы электрод пен оттегіні жеткізуді қамтамасыз етеді. Кесу барысы электрод пен металл арасындағы доғаның козуынан басталады, содан кейін кескінге оттегі еніп кескіндегі металлдың тотығуына ықпал етеді және кескін реакция өнімдерін ықтиярсыз жояды. Оттегінің кескіш ағымы электрод артынан ілеседі.

3.13. кесте. Құрышты механикалық оттегілік – имектеп кесу тәртібі

| Металлдың жуандығы, мм | Электрод диаметрі, мм | Доға тоғының күші, А | Кескіннің 1 м ұзындығына оттегі | Кесу жылдамдығы, сағ/м |
|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------|
| 10                     | 4                     | 100                  | 0,1                             | 30                     |
| 15                     |                       | 170                  | 0,13                            | 28                     |
| 20                     |                       | 180                  | 0,16                            | 26                     |
| 30                     | 5                     | 220                  | 0,29                            | 22                     |
| 40                     |                       | 240                  | 0,37                            | 17                     |
| 50                     |                       | 260                  | 0,4                             | 12                     |



3.23. сур. Оттегілік – доғалы кесу сұлбасы:

*a* – бөлшектеп кесу; *б* – үстіртін кесу; 1 – электрод ұстағыш, 2 – ауа ағыны, 3 – электрод, 4 – кесілетін металл.

Болатты механикаландырылған оттегілік – доғалы кесу режимдері 3.13 кест. көрсетілген.

Су астылық оттегілік – доғалы пісіруде балқымалы және балқымайтын электрод қолданылады. Балқымалы электродтар сыртқы диаметрі 8 мм, қабырға жуандығы 2-2,5 мм, ұзындығы 400 мм болат түтіктерінен орындалады. Түтік бетіне суға төзімді қаптама қапалады, ол өз алдына электродты металл бетіне тіреуге көмек береді де, сол арқылы электрод пен металл арасындағы арақашықтық тұрақтылығын және доғаның жану тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Кесу барысында электродтар шығыны аса жоғары (шамамен 1 мин. ішінде 1 дана), сондықтан металды су астында кескенде карборунды қаптама қолданады, ол өз алдына бір электродпен жұмыс істеу уақытын 40 минутке дейін ұлғайтады. Ауда кесу іші кеуек көмірлі немесе графитті электродтар қолданады, олар металды электродтарды қолданғанмен салыстырғанда металды аса маңызды мөлшерде үнемдеуді қамтамасыз етеді.

**Металдарды ауа – доғалы кесуді,** электр ұстағышта бекітілетін жалпы көмірлік немесе графитті электродпен орындайды. Электр ұстағыштың қозғалмайтын еріншесінде электродтың белағашына қатарлас ауа кіруге тесіктер бұрғылап тесілген.

Ауа – доғалы кесудің екі түрін айырады: бөлшекті және үстіртін. Бөлшектеп кесу барысында электрод кескін қысымына кіріп кеткен (3.23. сур. *a*) кесілетін металл бетіне  $60-90^{\circ}$

бұрышында. Үстіртін ауа айналымын – доғалық кесу барысында доға электродтың соны мен өнделетін металлдың бетінде жанады.

Электрод жоғарғы бетіне  $30^0$  бұрышында кескін бағытына карама – қарсы иілген (3.23 сур. б). Кесуді кері кереғарлық тұрақты тоқта орындайды. Бұл ретте доғадағы кернеу 45-50В, ток күші 250-500А құрайды (жеке кешкіштерге – 1 600 А дейін), электрод диаметрі 6, 12 мм. Ауа қысымы 04,4-0,6 МПа, ауа шығыны 20-40 сағ/м<sup>3</sup>, балқытылатын металл салмағы 20 сағ/кг.

Бөлшектеп кесудің оттегі – доғалы және ауа – доғалы әдістері кескін бетінің аса жоғары сапасын қамтамасыз етпейді, сондықтан да оларды кескін бетінің жоғары сапасын талап етпеген кезде немесе жанар газбен қиындықтар туындағанда қолданады.

Пісіру жіктерінің ақауларын іріктеп табуда, болатты, шойынды және түрлі түсті қорытпалардан ақауларын жоюда үстіртін ауа – доғалы кесу аса көп таралған. Аса жоғары легирленген болатты және шойынды үстіртін ауалы – доғалы кесу, аса жоғары легирленген болаттар мен шойындарды үстіртін оттегілік – флюсті кесумен бәсекелес, себебі оны қолданғанда флюс, жанар газ және оттегі қолдану қажет емес.

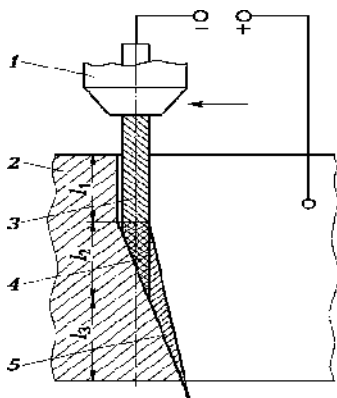
Ауа – доғалы кесуге ток көздері ретінде пісіру түрлендіргіштері, жоғары қуатты түзеткіштер, вольтамперлік сипаттамасы аса қатаң ауыспалы ток көздері қолданылады. Бұл электримпульсті режимде күші 2000 А токпен тазалау барысының тұрақты болуын қамтамасыз етеді.

Ауаны жеткізу үшін өнімділігі 20-30 сағ/м<sup>3</sup> дейін компрессорлары қолданылады. Ауаны жеткізу желісінде ылғалдылық пен май айырғыштарды орнату ұсынылады. Қолмен ауа – доғалы кесудің өндірістігі мен сапасы көбінесе кесушінің біліктілігіне байланысты. Кесу барысында электродтың біркелкі емес берілуіне байланысты шұңқырдың тереңдігі өзгеруі мүмкін.

### 3.7. ПЛАЗМАЛЫҚ – ДОҒАЛЫ КЕСУ

Плазмалы – доғалық кесу процессінің мәні, жоғары температуралы газдар ағынымен металлды шектеулі көлемде, қорытпаны кескін кеуегінен ағынмен тазарту арқылы балқыту.

Кесілетін металл жуандығы доға қуатына байланысты және де, бірінші ретте доғадағы қуатқа байланысты. Кесудің тереңдігіне



3.24. сур. Тура әсерлі плазмалы – доғалы разряд сұлбасы

1 – плазматрон; 2 – кесілетін металл; 3 – доғалық разряд бағанасы; 4 – анодты дақ; 5 –доға алауы:

тоқ көзінің сипаттама қалпы, кесуші шүмек каналдарының өлшемі, газдың құрамы мен шығыны әсер етеді. Доға бағанасында электрлік қуаттың шығуын қамтамасыз етуге жетерліктей тоқ күші жасалады, сол сәтте металлдың балку белсенділігі,

орнатылған кесу жылдамдығына сәйкес болады.

Плазмалы ағынмен және плазмалы доғамен кесудің энергетикалық параметрлерін салыстыру, қызу қуатының тиімділігі тоқ күшінің ұлғаюынан, плазма құрастырғыш газдардан (шегіне жеткенше) байланысты, еске сала кетсек плазмалы доғалы ол едәуір артық. Доғамен кесу барысында, қызу дағының ортасында үлесімді жылулық ағыны  $10^8-10^9$  Вт/см<sup>2</sup> құрайды, бұл өз алдына, плазмалы ағынмен кесуге қарағанда едәуір жоғары. Кесудің оптималды режимдегі плазмалық доғаның жылулық ПӘК-ті 70-80 %, металлды плазмалық ағынмен қыздырғандағы ПӘК-мен салыстырғанда 10-30% жоғары. Сондықтан да плазмалық ағынмен кесу сұлбасы тек металды емес, материалдарды және кейбір жағдайларда жұқа металды кесуде қолданылады. Плазмалы – доғалы кесу аса көп таралған тәсіл.

Плазмалы – доғалы әдісте кескін плазмалы доғаның әртүрлі үш бөлікшесімен пайда болады: бағанамен, анодты дақпен және алау ретінде (3.24 сур.), оларда металдың қызу тиімділігі әртүрлі, ең азы – алауда. Доға бағанасында конустық кескіндердің әртүрлі жылулық қуатымен үш әртүрлі бөлікшесі болуы, плазмалы – доғалы кесуде оттекті кесуге қарағанда айтарлықтай көбірек.

Плазмалы – доғалы кесу кезінде плазма құраушы ретінде әртүрлі техникалық газдар қолданады, ол өздерінің катодқа әсер етулері бойынша белсенді емес (аргон, азот, сутек) және белсенді (ауа, оттегі) деп бөлінеді. Плазма құраушы орталар доғаны нық жануын және доғаның жақсы тұрақтануын қамтамасыз етеді, электр қуатының жылу қуатына тиімді ауысуы және кесілетін металлдың жуандығы бойынша тоқтың біркелкі тарауы, кесілетін металлдың

беті мен электродқа кері әсерін тигізбеуі.

Плазма құраушы орта ретінде сығылған ауаны қолданатын ауа – доғалы кесу барысы, конструкциялық және жоғары легирленген болаттарды кескенде аса кең қолданыс тапты. Кесудің өндірушілігін арттыру үшін, ауға қарағанда оттегісі көп плазма құраушы ортаны немесе оттегілік қоспаны қолданады. Бірақ осы жағдайда электродты қандай да бір белсенді емес газбен қорғау керек (аргон, азот).

3.144 кестесінде әртүрлі металдарды кесуге плазма құраушы ортаны қолдану бойынша сілтемелер көрсетілген. Жалпы заңдылық кара металдарды кесуге белсенді газды қоспаларды қолдану болып табылады, ал белсенді емес газдар мен олардың қоспасын – түрлі түсті металдар мен олардың қорытпасын кесуге.

Плазмалы – доғалы кесу жылдамдылығы доға қуатының жоғарлауына байланысты өседі. Бұл жерде жылдамдық доғадағы кернеудің ұлғаюына байланысты жоғарлайды және аз мөлшерде – доғаның жұмыс тоғына байланысты, оның жоғарлауы кесінді енінің ұлғаюына әкеліп соғады. Доғадағы кернеу өлшемі доғаның кесілетін металлға кіру дәрежесіне байланысты. Сондықтан да кесілетін металл жуандығының жоғарлауына байланысты, доғадағы қуатты жоғарлату қажет. Металды қатты доғамен кесу аса тиімді (кесілетін доғаның жоғары кернеуімен), ол өз алдына кесудің жоғары жылдамдығы мен кесінді бетінің сапасын қамтамасыз етеді. Жылу сиымдылығы мен қызу өткізгіші төмен тым жеңіл металдар, жылдамдығы жоғары жылдамдықпен кесіледі. Табақты болаттан пішінді пішіндер кескенге қарағанда, тіп – тік бөлшекті плазмалы – доғалы кесу кезінде кесу жылдамдығы 20-30 %-дан жоғары бола алмайды.

Перпендикулярлық емесін ескермегенде, плазмалы – доғалы кесу оптималды режимінде кескін бетінің сапасы, металдарды оттегілік кесу сапасынан кем емес. МЕМСТ 14792 – 80 сәйкес плазмалы – доғалы кесу сапасын келесі төрт негізгі көрсеткіштермен бағалайды: өлшемдік рұқсатымен, кесіндісінің перпендикулярлы болмауымен, үстінгі бетінің бұдырлығымен, ТӨА тереңдігімен.

Әр көрсеткішке кесілетін металл жуандығына байланысты сапаның және нақтылықтың үш нормалау көрсеткіші белгіленеді және де кескіндерді қолдану шарттары. 1 класс плазмалы – доғалы кесінді бетінің сапасына аса жоғары талап қояды, 2 класс өндірістік жағдайда нақты қол жетімді талаптарға сәйкес, 3 класс көрсеткіштер шекті белгілеріне ең аз талаптарын ұсынады.

3.14. кесте. Металды кесуге арналған плазма құраушы орта

| Плазмақұраушы орта | Кесілетін металл                                         |                                                               |                                                 |                                                      |                                         |
|--------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                    | Алюминий және оның қорытпалары                           | Мыс және оның қорытпалары                                     | Жоғарылегирленген болат                         | Конструкциялық, төмен оттегілік және төменлегирленге | Титан                                   |
| Ауа                | Жуандығы 100...120 мм металды механикаландырылған кесуге | Жуандығы 70 мм металды механикалық кесуге                     | Жуандығы 100мм дейінгі металды машиналық кесуге |                                                      | Ұсынылмайды                             |
| Азот               | Металды қолымен кесуге                                   |                                                               |                                                 |                                                      | нұсқауланбайды                          |
| Суттек пен аргон   | Механикаландырылған және қолымен кесуге                  | Беті аса жоғары сапалы жуандығы аса қалын емес металды кесуге |                                                 |                                                      | нұсқауланбайды                          |
| Сутек пен азот     | Қолмен және механикаландырылған кесуге                   |                                                               |                                                 |                                                      | нұсқауланбайды                          |
| Аргон              | Нұсқауланбайды                                           |                                                               |                                                 |                                                      | Механикаландырылған және қолымен кесуге |



Кескіннің аса жоғары сапасын қамтамасыз ету үшін және кесу өнімділігін алдын ала дайындау операцияларын мұқият өткізуге, олар металлды кесу жеріне тасымалдаудан бастайды. Тасымалдау барысында табақты металдың беткі бөлігінің зақымдалуы мен деформациялануын болдырмау шараларын қолдану қажет. Бұл аса жұқа жұмсақ табақты металдарға, мысалы алюминий және оның кейбір қорытпаларына, мыс және т.б. қатысты. Бұндай металл арнайы тасымалдаушы арбаларда тасымалдаған дұрыс; оны кранмен тасымалдағанда металлдың үстінгі бөлігінде біркелкі орналасатын пневматикалық сорғыштар қолдану керек.

Кесу алдында түтін шығуының аздау болуы және кесу сапасын жоғарлату үшін, табақты металл бетін консервленген жақпа мен қағаздан тазартқан дұрыс. Жөндеу немесе демонтаж жұмыстарын жүргізгенде, металл бетін кесу алдында тазартпауға да болады. Бірақ кесетін жерінде бояуларды, дақтарды осы бөлікше бойынша қосымша доға оттының электрлік байланысы болу үшін тазарту керек.

Өңделетін металлды жерге тұйықтағышы орнатылған оңды өткізгішпен байланыста болуы тиісті. Берік байланысқа кепіл бере алмағанда, оң сымды кесілетін бұйымға бекітілетін байланысты струбцинаға өткізген дұрыс.

Қолымен немесе жартылай автоматты кесу үшін бөлшектерді жобасы бойыменен сызу арқылы және 10-20 мм. нүктелерімен жобасын кернелеу арқылы белгілейді. Бормен белгілеу жобаның жиегін нақты көрсетпейді және де кейбір металдардың бетінен оңай өшіріледі (ұшып кетеді). Бөлшектерді кесу үшін, кесілетін бөлшектердің арнауына байланысты дайындап артығымен белгілер жасап кеседі.

Көп жағдайларда машиналық бөлшекті кесу алдындағы дайындық операциясын белгілеулерді көшірмелеу немесе программалық контурлы басқарумен алмастырады.

Кесу доғасының қозуында кесілетін металлдың бастапқы жиек плазматронды орнатып алған жөн немесе оны қосымша доға жиегіне жаңып тұрған алауына жақындатып, сонымен бір жағынан кесу разрядының қосарлы доға пайда болмасынан қозуына, басқа жағынан бастапқы жиегінің толық емес кесілмей қалуына жол бермеу үшін.

Осы үшін плазматрон бастапқы жиек үстіне, қалыптастырушы шүмек белағашы одан 3-5 мм. арақашықтықта

орналасатындай орнатады. Осы арақашықтықтың едеуір ұлғаюында қосымша доға алауы кесілетін металлмен электр байланысын қамтамасыз етпеуі мүмкін.

Егер сол сәтте байланыс болмаған жағдайда, онда кесуші доға бағанасы жиегіне қарай, қосарлы доға пайда болатындай қисаюы мүмкін. Кескіннің қандайда бір уақытқа жиегінде бөгелгенде доға оны ерітіп үлгереді; сол кезде үлкен енді жартылай цилиндрлі арық пайда болады. Сондықтан да кесу доғасының қозуынан кейін бастапқы жиекте 2-5 с артық бөгелмеген дұрыс (металл жуандығына байланысты).

Қозғалып келе жатқан плазматронмен ойылып қадалуында, кесу доғасы металлды барлық жуандығы бойынша металлды балқытқаннан кейін ғана қозғалуын бастауы керек. Осы талапты сақтамау бастапқы кесілмеуі мен кескіннен кесілген бөліктен бөлінуінің қиындауы, сонымен қатар қосарлы доға пайда болуына әкеліп соғуы мүмкін.

Ернемектің ішкі жобасын кескен кезде бастапқы ойығын орындау қажет. Жуандығы орташа немесе кіші жайма металлдың кескенде, бастапқы ойығын плазматронмен күйдіру арқылы алуға болады. Ол үшін қосымша доғаны жағады. Плазматрон тесікті ою нүктесінен кесу доғасының қоздырмайтын арақашықтықта орналасу керек (плазматрон шеті мен кесілетін металл аралығындағы саңылау 50 мм болуы тиіс). Содан кейін плазматрон кесу доғасы пайда болғанша жайлап түсіреді, 4-6 мм дейін қайта көтеріңкіреп, оны кесу жобасы бойынша (немесе жобасы бойынша) ауыстырады немесе кесу машинасының жұмыс жүрісін қосады. Сол кезде балқытылған металл тасқыны кескінге қарама қарсы жаққа шашырайды.

Металлды тескеннен кейін плазматронды бұйымның үстіне 3-10 мм-ге дейін түсіреді. Осылайша, жуандығы 40-50 мм. дейінгі металлда тесік жасауға болады. Бірақ бұл жағдайда шашыраған металмен ұшының зақымдалу мүмкіндігі бар. Табақты металда тесіктер айтылған әдіс бойынша тесуге болады, бірақ жобасы бойымен кесуге арналған ескі шүмегі бар қол кескіші арқылы ғана.

Табақты металдың аса жуан болған жағдайында, плазматрон арқылы тесіктер жасалынбаған жағдайда, бастапқы тесікті бұрғылап теседі. Бастапқы тесік кескін енің ұлғайтпау үшін, оның диаметрі оның кесілетін кескін енінен кіші болуы керек. Доғаның қозу барысында плазматрон тесік белағашынан аздап ауытқытады.

Кесу барысында плазматрон ұшының шетінен және кесілетін металл бетінен үнемі арақашықтықты ұстау керек. Бұл арақашықтық ең аз болуы керек, себебі шеттерінің перпендикулярлы емес жиектері кесінді жоғарғы бөлігі ұлғаяды. Бірақ өте аз арақашықтықта шүмек металлдың ірі шашырандыларынан кездейсоқ матасу, балқытылып жабысқан қож нәтижесінде және т.б. істен шығуы мүмкін. Әдетте айтылған арақашықтық 3-10 мм құрау керек. Машиналық кесуде кесуші плазматронның тігінен ізінен түсу (жүзу) жүйесін қолданған дұрыс.

Кесу барысында тәртіптің дұрыс тағайындалуын кескін кеуегінен шыққан ұшқындар ағыны бойынша айтуға болады. Егер атқып жатқан ұшқындар ағымы табакты металл бетіне перпендикулярлы болса, пайда болып жатқан жиектерінің беті параллельге жақын болса; егер бұл ағын кескін қозғалысына қарама қарсы жаққа қарай ауытқыса пайда болған кескіннің перпендикулярлы еместігі 3 класс талаптарынан жоғары емес. Кескін бетінің перпендикулярлынан ұшқындар ағынының едәуір ауытқуы және еріген металдың үлкен тамшы ретінде кескін бетіне қарай ағуы, кесу жылдамдығы шектік шамасына жетуге жақын және толық кесілмей қалуы мүмкін. Бұл жағдайда металл шашырандысы кескіннің үстіне немесе шетіне қарай лақтырылады.

Тік бөлікшелері бір бұрышта ұштасатын жобасын кескен кезде, ұштасу орнында кесу жылдамдығы параллельды жиек пайда болатындай көлемге дейін кішірейтілуі керек. Бұл орташа және үлкен көлемдегі қисық сызықты жиекті бөлшектерді кесуге қатысты. Айтылған талаптарды ұстанбаған жағдайда кесілген бөлшектің өлшемінің талаптары (төменгі және жоғарғы бетіндегі) едәуір кейін қалу нәтижесінде айтарлықтай айырмашылығы болады. Әдетте қисық желілі кесуде жылдамдық 25-30% азаяды. Тіксызықты кесу барысында жылдамдықты кесу аяқталғанда жылдамдықты азайтады, себебі қарсы жағдайда металлдың жуандығы бойынша толық кесілмеуі мүмкін.

Режимдерді тағайындауда әртүрлі металдардың кесу ерекшелік тәртіптерін ескеру қажет: алюминий және оның қорытпалары, легирленген болат және төмен көміртекті болат, мыс және оның қорытпалары, титан, никель және қос қабатты болаттың.

Алюминий мен оның қорытпалары қиын балкитын тотықтар пайда болуға бейім. Тотыққан металды кескін тұсынан тазартуды қамтамасыз ету қажет, оны тотығудан қорғау, сонымен қатар қалыңдығы ең аз балқытылған қабыршақ пайда болуына ықпал

ететін жағдайды таңдау қажет. Алюминий балқытылған күйінде сутегіні белсенді сіңіреді. Сондықтан да алюминий кескінінің жиегіндегі құйылған бөлікшесі минималды өлшемде болу қажет.

Жуандығы 5-20 мм алюминийлі қорытпаларды азот немесе ауада кесуге болады. 60 мм және одан жоғары алюминий қорытпаларын өндегенде кесу сапасы төмендейді. Қалыңдығы 30-160 мм көлемді алюминий азотты-сутекті қоспаларда кесу ыңғайлылау. Бұдырлануы төмен кесік беттерін алу үшін алюминийды аргоноттегілік қоспаларында кеседі. Кесік бетінің сапасы қоспадағы сутектің мөлшеріне байланысты. Егер сутектің мөлшері аз болса бұйым беті бұдыр болады, төменгі жиек бойынша аққан металл жиналып қалады. Сутектің көлемі 35-50% аргондық қоспа беттің ең жоғары сапасын қамтамасыз етеді. Кесіктің толықтай қалыңдығы бойынша беттің сапасы бірдей бағалы. Төменгі жақтағы жиналатын қатпарлар азая түседі. Егер қоспадағы сутектің мөлшері 60 % жуық болса, онда кесік беттерінде сызықшалар пайда болады. Кесік жиегінің жоғарғы жағында табактық металл бетінен ағатын қышқыл қабықша пайда болады; төменгі жиек бойынша тағы металл қатпарлары пайда болады.

Алюминий-магнийлік қорытпалар қабатында қалыңдық бойынша біркелкі магнийдің жанып кетуі байқалады. Жанып кетудің сыртқы белгісі — ақ түттің белсенді түрде шығуы. Бұл қорытпаларды кесу барысында кесу режимдерінің дәл сақталуы қажет. Кесудің ең жоғары жылдамдығы барысында және қоспадағы сутектің мөлшері 50 % жуық болғанда. Алюминий – марганецтік қорытпаларды және дюралюминий қорытпаларын кесу үшін құрамында сутектің мөлшері аз қоспалар, азот пен оның қоспалары және ауа пайдаланылады.

Плазмалы доғамен тілу әдісін қалыңдығы 100 мм төмен легирленген болат үшін пайдаланған жақсы. Қалыңдығы 50-60 мм жемірілуге төзімді болатты плазмалы доғамен тілу әдісімен кесу үшін оттегі құрамды жұмыс газы пайдаланылады: сығылған ауа немесе азот пен оттегі қоспасы. Қалыңдығы 16-40 мм жемірілуге төзімді болаттың кесу барысындағы бұдырланудың аз болуы үшін азотты оттегілік қоспамен кесу барысында қамтылады. Қалыңдығы төмендеу болатты кесу барысында азот көп шығындалады, ол, төменгі жиекке металл ағындыларының жиналмауына мүмкіндік береді; қалыңдығы 50-60 мм жоғары болатты құрамында оттегі де, сутек те бар азот қоспаларында кеседі.

Жемірілуге төзімді болатты кескенде жылдам артылымсыз плазмалы-доғалық тілу барысында жұмыс газы болып құрамында 20-25 % азоты бар оттегі қоспасы болып есептеледі. Хромды-

никельді болаттарын көрсетілген әдістерінің бірімен кесу жүзеге асқаннан соң металлды щеткамен тазарту жүргізгеннен кейін қосымша механикалық өндеуді өткізбей-ақ пісіре беруге болады. Егер кесік жиектері қоршаған ортаның өте агрессиялық жағдайларында немесе жемірілуді арттыратын жоғары температура жағдайларында және де, егер сол жағдайларда плазмалы доғамен тілінген жиектер бойынша орындалған пісірілген жалғас жоспарланған болса аргон-оттегілік қоспамен пайдаланған дұрыс.

Қалыңдығы 40-50 мм дейінгі төмен көміртекті болатты плазмалы доғамен тілу әдісімен кесу барысында жұмыс газы ретінде тығыздалған ауа, оттегі және оттегі құрамды қоспалар пайдаланылады. Болаттарды азотта да кесуге болады немесе азотты оттегілік қоспаларда. Оттегі құрамды плазма жасаушы қоспалармен пайдалану барысында төмен көміртекті болатты плазмалы доғамен кесу процесі жемірілуге төзімді болаттарды кесу процесіне ұқсас, айырмашылығы жоқ. Бірақ кесу жылдамдығы 20 % төмендетіледі. Қалыңдығы 20 мм төмен болатты азотта немесе азотты-оттегілік қоспаларда кесу барысында кесіктер беттерінің сапасы төмен. Барысында.

Жезді табактар мен ұзынша кесіктерді кесу барысында доғаның қуаты болатты кесудегі қуаттан жоғарырақ болу қажет. Плазма жасаушы газ ретінде оттегі құрамды тығыздалған ауа мен азотты қоспалар пайдаланылады. Бұл орталарда кесу барысында кесік беттерінің сапасы бірдей. Жезді ауалық плазмалы кесу барысында кесік бетінде шыны тәрізді жылдам кететін осал артылымның шығуы байқалған. Қалыңдығы орташа жезді ауалық плазмалу кесу әдісімен кескен дұрыс, 350-400 А ток күшімен. Жезді табактардың кесік жиектері 0,8-1,5 мм тереңдігіне дейін тазартылады.

Дайындау ретінде ғана пайдалану нұсқауланған титанды плазмалы доғамен тілуден кейін механикалық өндеу жүргізу қажет. Жоғарылау нәтижеге жету үшін азотты-ауалық қоспаны және таза азотты пайдалану нұсқауланады. Кесік жиектері тізу, артылымсыз және қатпарсыз болу қажет. Негізгі металлдың құрамымен салыстырғанда жиектерге іргелес металлда 0,1-0,2 мм тереңдікте газдар көлемінің өсуі байқалады: в оттегі 1,5 есеге, азот 7— 10 есеге, сутек 4 — 8 есеге. Балқыған қабатты 0,3-0,8 мм тереңдікке дейін алу қажет.

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Металдарды газбен кесу процесінің мәні неде?
2. Газбен кесу процесінің іске қосылу мүмкіндігін қандай жағдайлар анықтайды?
3. Қыздыру жалыны қандай қызметтерді іске асырады?
4. Металлды газды оттегілі жалынмен кесу процесі үшін қандай жағдайлар қажет?
5. Пакеттік әдісі арқылы жұқа металлды кесу ерекшеліктері қандай?
6. Металлдарды оттекті найза әдісімен кесу процесінің маңызы бойынша түсініктеме беріңіз.
7. Ацетиленді генератор қандай белгілермен топтастырылады?
8. Ацетиленді АСП- 10 генератордың негізгі бөлшектерін ата.
9. АСП-10 генераторындағы ацетиленді алу процесінің реттелуі қалай жүзеге асырылады?
10. Тығыздалған газдарды сақтау және тасымалдау үшін баллондар қандай ыдыстар мен қысымдарға шығарылады?
11. Баллондар қандай түстерге боялады?
12. Оттегілік шұралар ацетиленді шұраларынан айырмашылығы неде?
13. Редукторлардың тағайындалу неде және постық бір камералы редуктордың жұмыс қағидалары?
14. Инжекторлы және инжекторсыз шілтерлердің айырмашылығы неде?
15. Металлды қолмен кесу үшін қандау кескіштер пайдаланылады?

## 4 Тарау

### ТҮРЛІ БӨЛШЕКТЕР МЕН БҰЙЫМДАРДЫ БАЛҚЫТЫП ҚАПТАУ МЕН ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

#### 4.1 ДОҒАЛЫ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРҚОЖДЫ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ

##### 4.1.1. БАЛҚЫТЫП ҚАПТАУ ПРОЦЕСТІҢ СҰЛБАСЫ ЖӘНЕ МАТЕРИАЛДАР

*Балқытып қаптау* — пісіру арқылы балқыту арқылы металл қабатын бұйымның бетіне қондыру. Бұйымдардың бастапқы (қажетті) көлемдері мен қабілеттерін жөндеу және қалпына келтіру барысында, нақты бір беттердің қалыпты қабілеттермен қамтамасыз ету мақсатымен жаңа бұйымдарды жасау барысында және т.б. балқытып қаптау процестері пісіру техникасында ерекше орынға ие.

Бірінші жағдайда (қалпына келтіру, жөндеу) балқытып қаптау процесі шамамен бұйымның өзі жасалған металлмен орындалады, бірақ ондай шешім кейде орынсыз. Кейде жаңа бөлшектерді дайындау кезінде (жөндеу барысында да) бөлшек металынан айырмашылығы бар металмен пайдалану жөндірек.

Балқытып қаптау процесі балқу температурасына дейін немесе сұйық балқытылған металмен сенімді жібіту температурасына дейін қыздырылған металлды бұйым бетіне құю арқылы жүзеге асырылады. Балқытып қапталған қабат негізгі металмен бір тұтасты болады (металды байланыс). Сондай-ақ, әдетте (бөлшектердің бастапқы көлемдерін қалпыға келтіру үшін кейбір пайдаланылатын жөндеу балқытып қаптау жағдайларын есептемегенде), балқытылып қапталған қабаттың химиялық құрамы негізгі металлдың химиялық құрамынан айырылады.

Бір немесе бірнеше қабаттармен пайда болған балқымамен қапталған металлдың қалыңдығы түрлі болуы мүмкін: 0,5-10 мм және одан артық.

Балқытылып қапталған қабат металының қажетті қасиеттері оның химиялық құрамына байланысты, ол, өз алдына, металдың негізгі және қосымша құрамымен және олардың жік пайда болуына қатысу үлестерімен анықталады. Қабатты қалыптастыру

барысында негізгі металдың үлесі төмен болған сайын ( $y_0$ ) қабаттар негізгі металмен араласу ықпалы да азая түседі.

Көп қабатты қорытпа барысында әр қабаттың құрамы әр түрлі, өйткені негізгі металдың (қатысу үлесі әр түрлі. Егер бірінші қабатты балқыма қаптау барысында негізгі металл жіктің қалыптасуына тікелей қатысса, онда екінші және келесі қабаттарды қаптауға ол жанама түрде қатысады. Көп қабат қапталған жағдайда металдың беткі қабатының құрамы қосымша балқытып қапталатын металмен бірдей болуы мүмкін.

Балқытып қаптауды қалыптастырудың негізгі металдың қатысу үлесі пайдалану әдісіне, қаптау режимі байланысты.

Қапталған электродтармен қолмен доғалы балқытып қаптау барысында, әсіресе балқымалы электродтық сыммен механикаланған қаптама барысында, қорғаушы газдары ортасында немесе флюс астында, қапталған қабатта негізгі металл үлесі  $y_0$ , әдетте, болмау мүмкін, шалапісірілім қауіпі 0,2 дейін төмендетіледі.

Қапталған қабаттың негізгі металл үлесіне балқытылатын бұйымның жылуды әкету қарқындылығы да әсер етеді, ол қарқындылық сол бұйым металының жылу физикалық қасиеттерінен, оның геометриялық көлемдерінен (балқытып қапталатын маңындағы металл қалыңдығы), және қапталатын металдың (қыздыру қорытпасымен немесе түрлі әдістермен суытудың қарқындылығымен қатарлас) термиялық режимнің жасанды реттелуінің болуына тәуелденеді. Бөлшек қалыңдығын арттыру барысында жылуды беру күшейе түседі де негізгі металдың қарсыласуы төмендейді.

Балқытып қапталған металдың (әсіресе бірқабатты қаптау барысында) талап етілген құрамын қамтамасыз ету кейбір жағдайларда пішіннің өзгертілуі қиындайтындай құрамды қосымша (электродты) металдардың пайдаланылуы талап етілуі мүмкін. Сондықтан ондай қорытпалардан электродты сым жасау, таспаны илемдеу мүмкін емес. Бұндай жағдайда материалдар ұнтақ түрінде немесе дән түрінде шығарылады.

Түрлі бұйымдардың беткі қабаттарымен пайдалану жағдайларынан байланысты қапталған қабатқа (оның химиялық құрамына, қасиеттеріне және т.б.) деген талаптар әр түрлі. Көбінесе, негізгі 5 топ бойынша топтастыруға мүмкін кеңінен таралған төмендегідей балқытып қапталатын қабаттар:

1) болаттар (көміртекті және жоғары көміртекті, хромомарганецті, хромды және жоғары хромды, хромды никелді, жоғары вольфрамды, молибденді);

2) темір негізіндегі арнайы қорытпалар (жоғары хромды



шойындар, хром мен бромды қорытпалар, кобальтты қорытпалар, молибденді және вольфрамды);

3) никель мен кобальт негізіндегі қорытпалар (бор және кремний мен хромникельды қорытпалар, молибденмен никельді қорытпалар, хром және вольфрам мен кобальт қорытпалар);

4) карбидтік қорытпалар (вольфрам, ванадий, хром карбидтерімен);

5) жез негізіндегі қорытпалар (алюминий қолалары, қалайы-фосфорлы).

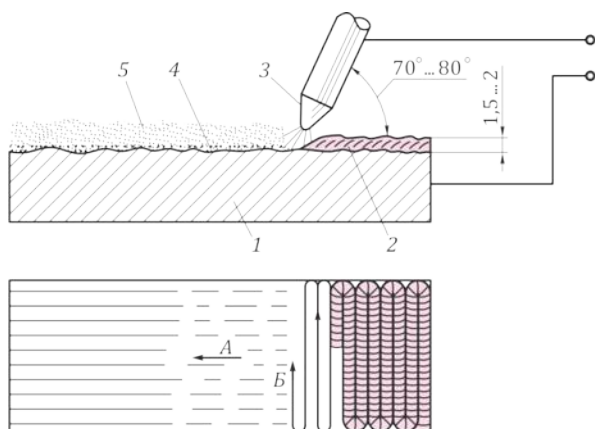
Төмен көміртекті және төмен легирленген үстінен мартенситті болатты және аустенитті болатты балқытып қаптау барысында осал қабатшалар құрамының пайда болуы мүмкін, қатты және иілімді интерметаллидтердің түсік аймағы, негізгі металл ішінде аса ери қоймайтын сұйық қабатталатын металдың сіңіп кетуімен байланысты дәндердің әлсіреген жиектер аймағы пайда болуы мүмкін (бір қатар болаттарға жез қорытпаларын балқытып қаптау барысында).

Бір қатар болаттарға жез қорытпаларын балқытып қаптау барысында негізгі металдағы дәндер жарылуы мүмкін, олар, әдетте балқыту шегіне қарағанда перпендикулярды түрде таралады. Хромоникельді феррит-аустенитті болаттан жасалған ішқабатпен пайдалану барысында, кейін, ондай жез негізіндегі қорытпалар ішқабатының үстіне қаптама жасалған кезде жарылыстардың пайда болу мүмкіндігі жойылады.

Кейде ондай ішқабатпен пайдалану қажеттілігі басқа себептермен де пайдаланылады. Мысалы, жиі жылудың ауысу жағдайында балқытып қапталған бөлшекпен пайдалану барысында, негізгі металл мен қоспа қылып шығарған аймақтағы бірінші қабат металдың желілік кеңею коэффициенттерінің түрлі көрсеткіштерінің нәтижесінде, кейде, қызулық қажу барысындағы кейбір циклдардың бүлінулерінің ықпалымен пайда болатын үлкен қызулық қуаттардың пайда болуы мүмкін.

Балқытып қаптаудың қол әдістері келесідей орындалуы мүмкін: көмірлі электродтармен, газ жалынымен, қорғаушы газдар ортасында, және ерекше қасиетті электродтармен. Көмірлі электродтармен қол әдісімен балқытып қаптау сұлбасы 4.1. сур. көрсетілген. Қаптаманы тұрақты тоқ немесе айнымалы токпен жасайды.

Ерекше қасиеттері бар беттердің балқытып қапталуы сапалы немесе легирленген қапталған электродтармен жасалады. Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы бойынша балқытып қаптау үшін металды электродтар 25 типке бөлінген.

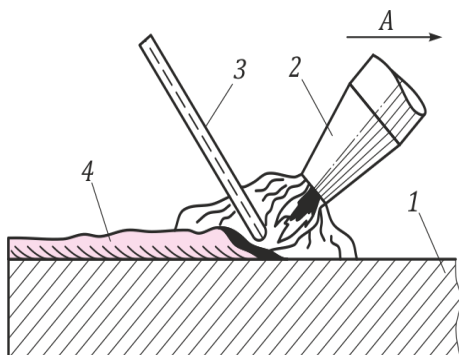


сур. 4.1 Ұнтақ тәрізді қоспаларды көмірлі доғамен балқытып қаптау сұлбасы:

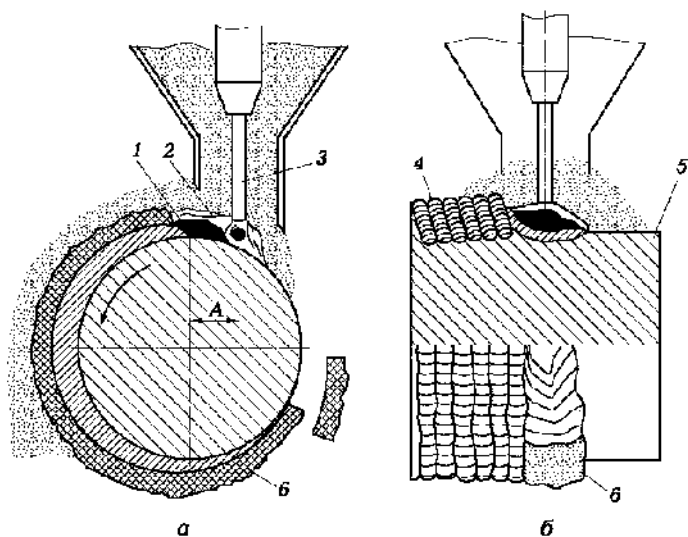
1 — балқытылып қапталатын бөлшек; 2 — балқытылып қапталған металл қабаты; 3 — көмірлі электрод; 4 — қалыңдығы 0,2-0,3 мм қыздырылған бура қабаты; 5 — қалыңдығы 3-5 мм қатты қорытпаның ұнтақты қабаты; А — балқытып қаптаудың жалпы бағыты; В — электродтың құбылу қозғалысының бағыты

Газды жалынымен балқытып қаптау сұлбасы 4.2. суретінде көрсетілген. Газды жалынымен балқытып қаптау үшін сормайт-1, сормайт-2, сталинит, ұнтақ түрлі КБХ, ХР қоспалары және де қажетті құрамның күймалы сырықтары пайдаланылуы мүмкін.

Флюс қабаттың астында балқытып қаптау электр доғалы пісіру түрінің бірі болып есептеледі, бұнда пісіру ваннасын ауадан қорғауды қамтамасыз ететін пісіру флюстың астында доғаның жануы жүзеге асырылады. Қорғау қасиеттерімен бірге флюс жану процесін тұрақтандырады.



Сур. 4.2. Газ жалынымен балқытып қаптау сұлбасы: 1 — балқытып қапталатын металл; 2 — газды шілтер; 3 — отырғызылатын шыбық; 4 — балқытылып қапталған қабат; А — балқытып қаптаудың бағыты



Сур. 4.3. Флюс қабатымен балқытып қаптау сұлбасы:  
*a* — көлденең кесік; *б* — бойлай кесік; 1 — балқытылған металл ваннасы; 2 — балқытылған флюс; 3 — электродтық сым; 4 — балқытып қапталған металл қабаты; 5 — бөлшек; 6 — қож қабыршығы; *A* — электродты сымның төбеден жылжуы

Флюс қабатымен балқытып қаптау процесінің сұлбасы 4.3. сур. көрсетілген. Қалыпқа келтірілетін бөлшек балқытып қаптау процесі барысында біркелкі жылдамдықпен айналады. Электродтық сым автоматты түрде пісіру зонасына беріледі. Доға электрод ұшы мен қалыпқа келтірілетін бұйымның арасында бункерде үздіксіз беріліп отыратын флюс қабаты астында жанады. Пісіру доғаның жылуы астында электродтық сым мен негізгі металл балқытылады және доғаның жану аймағына келіп түскен флюстің жартысы да балқытылады.

Балқытылған флюстен пайда болған сырт қабыршақ қапталатын металды және жік маңындағы аймақты оттегі мен азот ауасынан сақтандырады, сонысымен сұйық металдың шашырауын болдырмайды. Бұл қож қоспалардың және металда ерітілетін газдардың ванна бетіне қалқып шығуының алдын алады, сонысымен қорытпаның балқытып қапталған қабатының сапасын арттырады.

Флюспен балқытып қаптаудың артықшылықтары:

- үлкен тоқтармен, балқытудың үлкен тереңдігін пайдалану арқылы және металдың қалдықтар мен шашырау бойынша шығындардың жоқ болуы;
- процесті автоматтандыру мүмкіндігі;
- пісіру ваннасы флюспен сенімді түрде қорғалуы нәтижесінде балқытылып қапталған металдың жоғары сапасы;
- пісірушінің еңбек жағдайларының жақсаруы.

Пісіру процесінің кемшіліктері:

- Бөлшектердің едәуір қызып кетуі;
- Балқытылып қапталатын металдың және флюстің қалыпқа келтірілетін бөлшек бетінен ағып кету себебінен диаметрі 40 мм төмен бөлшектер балқытылып қапталмайды;
- кейбір жағдайларда қайталама қыздыру өндеу қажеттілігі.

Қорғаушы газымен балқытып қаптау әдісі флюспен қаптау қиындатылған немесе мүмкін болмаған жағдайда пайдаланылады, мысалы терең оймалардың үшкі беттерін балқытып қаптау барысында, күрделі нысанды бөлшектерді балқытып қаптау қажет болғанда, қож қатпарының қиын тазартылуы себебінен құрамында қоспалар көп қорытпаларды көп қабатпен балқытып қаптау барысында. Автоматты балқытып қаптаудан басқа жартылау автоматты балқытып қаптау әдісі де бар. Доға мен сұйық металдың жану аймағындағы ванна үшін әдетте көміртекті газ бен аргон пайдаланылады.

Пайдаланылатын газға қорғаушы газдарындағы балқытып қаптау белсенді және инерттік газдармен пісіру түрлері байланысты. Қорғаушы газдарындағы балқытып қаптау балқымалы электродпен де, балқымайтын электродпен де жасала береді. Бірінші жағдайда электрод металы балқиды да қапталатын қабаттың пайда болуына қатысады. Балқымайтын электродпен пайдалану (әсіресе вольфрамды) барысында электрод металы балқымайды, сондықтан жік металымен әрекеттеспейді, ал отырғызылатын металды доға аймағына бөлек енгізеді. Балқымайтын электродпен балқытып қаптау әдісі алюминийден немесе оның қорытпаларынан бөлшектер жасағанда пайдаланылады.

Көміртекті газында балқытып қаптау әдісі – бұл балқымалы электродпен пісіру әдісі, мұнда пісіру ваннасы көміртекті газ ауасынан қорғалады. Көміртекті газында жалаң біртұтас сыммен балқытып қаптау әдісі көміртекті және төмен легирленген болатты пісірудің ең арзан әдісі болып есептеледі. Сондықтан өнеркәсіптегі көрсеткіштер бойынша бұл әдіс механикаланған әдістер ішінде бірінші орынға ие.

Жанатын доға аймағына келіп түсетін электродтық сымды жаулайтын шілтер шүмегінен көміртекті газбен балқытып қаптау

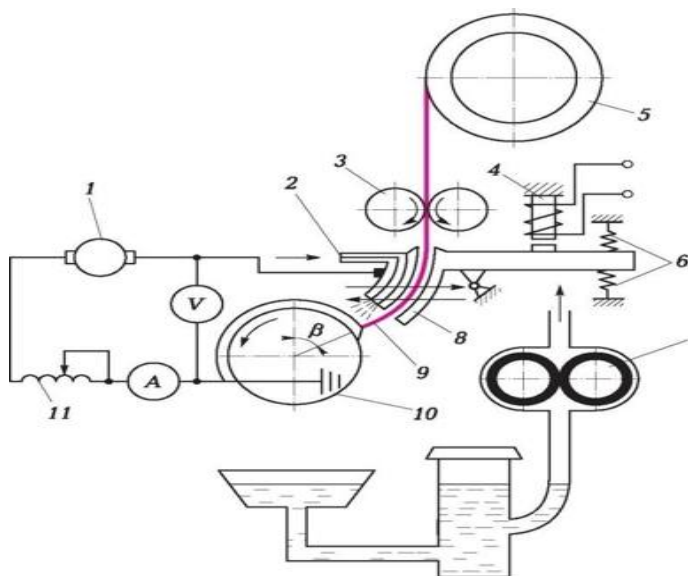
барысында пісірудің реакциялық аймағынан ауаны айдап шығатын газ ағыны жеткілікті дәрежеде қамтылады. Ағынның қорғаушы сипаттамасы газдың физикалық қасиеттеріне байланысты, атап айтқанда оның тығыздығының ауа тығыздығына қатынасына байланысты. Көмірқышқыл газының тығыздығы барынша жоғары, ауа тығыздығынан шамамен 1,5 есе көп, бұл доғаның реакциялық кеңістігін ағындағы газдың салыстырмалы аз шығынымен ауадан қорғауды қамтамасыз етеді. Зерттеулерден белгілі болғанындай 10 л/мин мөлшеріндегі газ шығының өзі реакциялық кеңістіктің қорғалуын қамтамасыз ете алады.

Дірілдоғалы балқытып қаптау бұдан бұрын қарастырылған қаптастыру тәсілдерінен бөлшекті қалпына келтіру процесінде электрод сымының ұшы қапталатын бетке перпендикуляр тегіс бетте дірілді қозғалыстар жасауымен, сонымен қатар, металдың балқытылған қабаты мәжбүрлі суытылуымен ерекшеленеді.

Автоматты дірілдоғалы балқытып қаптауды кішірек көлемдегі цилиндр бөлшектерді, әсіресе автомобильдердің және тракторлардың, білдектік жабдықтардың (білік, белдік, шпинделдер, айналма білік т.с.с.) бөлшектерін жөндеу кезінде кең қолданады. Ток көзінің кернеуі  $t$  14-24 В құрайды, электрод сымының диаметрі 1,6-2,5 мм, пісіру тогының күші 100-250 А білдектің ортасында немесе патронында қысылған бөлшек қажетті жылдамдықта бірқалыпты айналады, пісіру бастиегі (дірілдоғалы) балқытылып қаптастырылатын бөлшек бойымен қозғалады.

Процесс тұрақсыз доғамен (шоқты разряд жағдайындағы доға) электрлі пісіру желісінің кезеңімен қайталанып тұратын қысқа тұйықталумен үйлескен жүзеге асырылады. Бұл балқытып қаптаудың жылулық режимін жұмсартуға ықпал етеді. Металды қысқа тұйықталу режимінде жылжыту қапталатын білікті қалыптастыруды жеңілдетеді.

Дірілдоғалы қаптау құрылғыда ( 4.4. сурет), 10 бөлшек бетімен жанасқанға дейін 8 мүштік арқылы берілетін болат сыммен іске асырылады. Бөлшекке және сымға төмен кернеулі пісіру тогы жіберіледі. Электродтың 9 бөлшекпен жанасқанына дейін 10 сым бойымен қысқа тұйықталу тогы өтеді. Бұл жанасу орындағы бөлшек бетінің балкуына ықпал етеді. Бұндай өзара әрекеттесу нәтижесінде бөлшек пен балқытылған металл арасындағы құрылымдық байланысқа қол жеткізіледі. Мүштіктің дірілді қозғалысының арқасында 8 электродтың кесігі 9 қысқа уақытқа бөлшек бетінен алыстайды 10



4.4. сурет. Дірілдоғалы балқытып қаптастыру үрдісінің сұлбасы:

1 — пісіру тогының көзі; 2 — суытатын сұйықты беруші штуцер; 3 —электрод сымын беретін механизм ; 4 — электрдірілдеткіш; 5 — электрод сымының кассетасы; 6 — теңгерімдеуші серіппелер; 7 —суытатын сұйықтықты беретін сорғы; 8 — мүштік; 9 — электрод; 10 — қапталатын бөлшек; 11 — дроссель

және пісіру электр желісінің үзілісінде солғын разрядқа айналатын ұшқынды разряд пайда болады, бұл электрод кесігінің бөлшек бетімен қайтадан кезекті жанасу сәтіне дейін жалғасады.

Бірқатар жағдайларда қорытпа аумағына суытатын сұйықтықты жібереді (2,5-6%-дық кальцийлендірілген соданың сулы ерітіндісі немесе 20%-дық глицериннің сулы ерітіндісі). Түзілетін су буы металды ауаның азотынан қосымша қорғайды, бұнымен механикалық қасиеті жоғары білікті алуға ықпал етеді.

Дірілдоғалы қаптау бір жүргізіп өткеннен қалыңдығы бірнеше жүз миллиметрден 3 мм дейінгі біркелкі қабаттарға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл қаптаудың ерекшелігі процесті режимдердің белгілі бір интервалында таза ауада қорғаныш заттарын пайдаланбай жүргізу мүмкіндігі болып табылады. Дірілдоғалы қаптаумен болаттан және шойыннан жасалған бөлшектерді қайта қалпына келтіреді. Қаптауды кері полярлы айнымалы және тұрақты токпен жүргізеді.

Биметаллдық бөлшектерді жасау және тозбайтын беттерді қаптау үшін бөлшектерге бұған қоса электрқожды пісіруді қолдануға болады. Бұл тәсіл басқаларымен салыстырғанда барынша өнімді. Бұл тәсілмен кез келген химиялық құрамды жалпақ бөлшектер мен айналатын денелерді қаптауға болады.

Электрқожды балқытып қаптау барысындағы бөлшек бетінің қалыптастырылуы әдетте балқытылатын бетті толықтай қамтитындай сумен салқындайтын немесе балқытып қаптау шамасы бойынша бөлшекті жағалай жылжитын түрлі формалармен (жезді, керамикалық, графиттық) әдетте тік қалыпта орындалады.

Электрқожды балқытып қаптау барысында қоспа металлы ретінде пісіру сымдары пайдаланылады (біреуі немесе бірнешесі), олар ваннаға берілулеріне қарамастан қайтымды ілгерлеме қозғалысына ие болады, сонымен қатар электродтық таспалар, тілімшелер мен үлкен қималы өзектер де пайдаланылады. Электродтар көлемі мен олардың түрін, санын қапталатын беттің мөлшерлері мен үлгісіне қарай таңдалады. Тозбайтын қаптау үшін жоғары легирленген сымдарды қолданады. Балқытылған металды ұнтақты сыммен легирлеуге болады.

Қазіргі уақытта қаптау мен бүркудің плазмалық әдістерін кең қолданыста. Ең көп таралғаны плазмалық – ұнтақты қаптау. Плазмалық балқытып қаптау барысында балқытылатын металдың жоғары сапасы қамтамасыз етіледі, тұтасудың жоғары беріктігі барысында негізгі металдың балку тереңдігі кішкентай, жұқа қабаттарды балқытып қаптау мүмкіндігі бар.

Плазмалық балқытып қаптау кезінде қоспа материалы ретінде ұнтақты шихта пайдаланады, ол түйіршіктелген қорытпа және бура негізіндегі флюстерден тұратын. Дайындалған шихта балқытып қапталатын бұйымдар бетіне біркелкі қабатпен жағылады. Кейін, бетіне шихта жағылған бұйым ЖЖТ индукторына енгізіледі, оның нысаны мен көлемдері бекітілетін беттің нысанды шамасымен белгіленеді. Индуктордың коректендірілуінің жүзеге асырылуы жиілігі 70 немесе 440 кГц көлемді лампылық жоғары жиілікті құрылғылардан қамтамасыз етіледі.

Шихта 600-750 °C дейін қыздырылуы процесі барысында флюстің балкуы қамтылады да, бөлшектің бетін және қатты қорытпаның бөлшектерін майлайтын сұйық фаза пайда болады. Негізгі металдан қоспа металға берілетін жылу процесі оңтайлана түседі, ал температуралық градиент едәуір төмендей түседі. Әрі қарай қыздыру барысында флюстің химиялық белсенділігі жақсара түседі; ол қышқылдармен әрекетке түсіп, оларды сұйық қожға айналдырады.

Біруақытта қоспа материалдар түйіршектерінің балку процесі жүзеге асырылады, бұл процесс негізгі металдың қышқыландырылған бетін жақсылап дымқылдандырады.

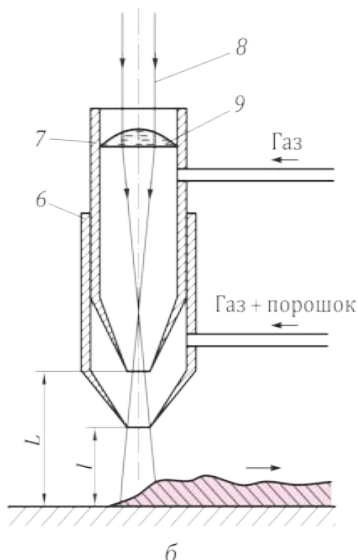
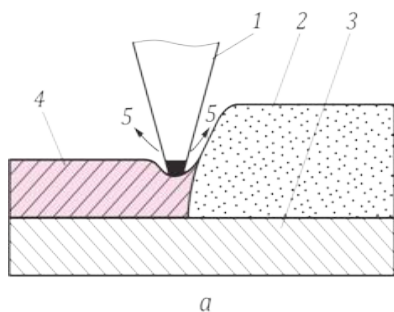
Нәтижесінде бұйымның балқытып қапталатын бетінде қоспа қорытпаның сұйық қабаты пайда болады. Балқытып қаптау процестің жылдамдығын ескере отырып балқып қапталатын металдың қышқылдандырылуы бірнеше секундқа дейін созылатындай флюс таңдалады.

ЖЖТ индукторды өшірген соң, балқытып қапталған қорытпа қабатында кристалдану процессі басталады. Әрі қарай өндеу барысында кож кетіріліп кесу жүзі немесе толықтай бөлшек дайын нысанға белгілі әдістермен келтіріледі – олар, иілгішті, қайрау және басқа.

Лазерлік балқытып қаптау әдісі бағытталуы жоғары дәрежедегі жарық ағыны энергиясымен пайдалануды қарастырады. Бұл балқытып қаптау түрі барысында материал когеренттік жарық сәулесі арқылы қыздырылады, ол сәуле, яғни лазер, оптикалық кванттық генератордан туындайды. Лазер қуат тығыздылығының ең шағын шамаларынан бастап  $10^{17}$  Вт/см<sup>2</sup> көлемге дейінгі бөлшек бетінде энергияның шоғырлануын қамтамасыз етеді. Энергия едәуір қашықтықта қатаң дозаланған түрде материалға контактысыз беріледі.

Газды ұнтақтық лазерлік балқытып қаптаудың қапталатын қабаттың қалыптасуы мен көлемдерінің сапасына ұнтақты беру әдісі көп әсер етеді. Тәжірибеде ең көп пайдаланылатын ұнтақты өндеу аймағына лазерлік сәулеге қараған бұрыш астында беру әдісі (сур. 4.5, а). Бірақ бұл жағдайда шүмекті металды балқыту аймағына жылжытудың қиын жүйесі қажет, сонымен қатар, балқыту ұнтағының пайдалану коэффициенті аса жоғары емес. Лазерлік сәуле шығарумен бірге ортақ білікті ұнтақ беру бір корпуста қоректендіргіш пен КС1 фокустайтын линзаны біріктіруші, арнайы коксильді шүмек арқылы жүзеге асырылады (сур. 4.5, б). Қоректендіргіш 7 арнайы линзаның 9 бекітілуі мен қорғалуын қамтамасыз ететін жақтаудан және ауыспалы саптамадан б тұрады. Линза жақтауда лазерлік сәуле осіне қарағанда көлденең жылжиды, бұл жағдай жақтау кесігі мен саптаманың шығу саңылауына қатысты фокусты өзгертуге мүмкіндік береді. Жақтау корпусына қорғаушы газы (азот, аргон, гелий және т.б.) беріледі, ол линзаны суыту үшін және артық қысымды пайда ету үшін қажет, сонымен қатар балқыту аймағынан фокустайтын аймаққа ұнтақтар мен жанған өнімдердің еніп кетуін алдын алады.





4.5.сур. Себілген ұнтақ қабаты бойынша лазерлік сәулемен өндеу барысында балқытып қапталған біліктің пайда болу сұлбасы мен ұнтақты ортақ білікті беріліс әдісі барысында газұнтақтық лазерлік балқытып қаптау процесінің сұлбасы (б)

1 — лазерлік сәуле; 2 — ұнтақ қабаты; 3 — балқытылып қапталған білік; 4 — түптөсем; 5 — сәуленің шағылысуы ; 6 — ауыстыратын саптама; 7 — құралбілік; 8 — лазер сәулесі 9 — линза

#### 4.1.2. МАШИНА БӨЛШЕКТЕРІНІҢ АҚАУЛАРЫН БАЛҚЫТЫП ҚАПТАУ

Цилиндрлік беттерді қаптауды алдыңғы білікті  $1/2—1/3$  еніне келесі білікпен айналма сызықтық бойынша жабу арқылы орындайды.

Қалпына келтірілетін беттен балқытылған флюс пен металдың ағып кетуін болдырмау үшін қаптауды электродты зениттен бөлшектің айналу бағытына кері бір қырына қарай қисайтып жүргізеді. Электрод сымын қисайту қапталатын бөлшек диаметріне байланысты және тәжірибелік жолмен анықталады. 50-150 мм бөлшектер үшін электроды қисайту 3-8 мм құрайды.

Балқытылған қабаттың сапасы, оның химиялық құрамы және құрылымы көбінесе қаптау режиміне байланысты болады

Дұрыс термиялық жағдайларды (алдын ала қыздыру температурасы, үрдіс температурасы және суу жылдамдығы) таңдау сызаттардың пайда болдырмау үшін аса маңызды. Қаптау алдында бөлшектерді электр немесе жалынды пештерде, газ шілтерлермен,

өнеркәсіп тоғымен немесе жоғары жиілікті токпен қыздырып алады. Пештерде ереже бойынша жалпы алдын ала қыздыруды іске асырады .

Балқытылған металл қаншалықты сызаттардың түзілуіне бейім болса, қыздыру температурасы соншалықты жоғары және бөлшекті суыту жылдамдығы соншалықты аз болуы керек. 3Х2В8 болатты балқытып қаптау үшін қыздыру температурасы 350-400°С тең, ал суыту жылдамдығы 15-25°/с жоғары болмауы тиіс; сормайт-1 қорытпасы үшін сәйкесінше 540-600 °С және 1,5-2,0°/с.

Көп жағдайда суыту жылдамдығы 10-30°/с шамасында болады.

Суытудың мұндай жылдамдығында балқытылған қабат бұйыммен бірге бір уақытта суиды, бұл сызаттарды болдырмайды. Ірі бұйымдар қаптау аяқталған соң қыздырылады және пешпен құрғақ топырақта немесе жылытылған қорапта қыздырылады. Сымды беру жылдамдығы, ізінше пісіру тоғының күшін қаптауға тиісті бұйымның диаметрі мен үлгісіне қарай таңдалады. Цилиндр бөлшектерді қаптау арнайы қаптау құрылғыларында немесе осы мақсатқа ыңғайланған токарь станоктарында жүргізеді.

Жалпақ тегіс беттерді бірін бірі жауып кететін жеке біліктермен, электроды ирендетіп қозғалта отырып немесе кең біліктермен қаптастырады. Жалпақ бөлшектерді механикаландырылған қаптаудың барлық әдістерінде пемзатектес флюс шынытектес флюске қарағанда жіктің дұрыс қалыптасуын қамтамасыз етеді.

Қаптаулардың негізгі ақаулары; балқытылып қапталған қабаттағы және бөлшек пен негізгі металдың біріктірілген жеріндегі сызаттар, саңылаулар, қауашақтар, қож қосылыстары, қабаттың бөлшектің негізгі металымен бірікпеуі, кесіктер.

Ақаулар сырттай, бетіне шығып тұрған және балқытылған қабат ішінде орналасқан іштей ақаулар болуы мүмкін. Сырттай ақауларды магнитті дефектоскопия арқылы және басқа тәсілдермен тез табуға болады. Ішкі ақауларды рентген немесе гамма сәулелермен жарықтандырып, магнитті және ультрадыбысты дефектоскопиямен, макро және микрошлифтердің металлографиялық зерттеулерімен анықтауға болады.

Жарықтар балқытып қаптаулардың барынша қауіпті ақауы болып табылады, өйткені тез өзгертін жүктемелер немесе жылу тербелістерінің әсерінен олар әрі қарай ұлғаюы мүмкін, бұл бөлшектің қатардан мезгілсіз шығып қалуына әкеліп соқтыруы мүмкін.

Саңылаулар тозуға төзімділігін және қаптастырылған металл беріктігін төмендетеді. Қож қосылыстары көп қабатты қаптау кезінде жиі байқалады. Бұл алдығы қабаттардағы қож қабықтарына

тазаламай жүргізілген қаптау нәтижесі болып табылады.

Балқытылған металлдың негізгі металмен қапталмауы қаптаудың таңдалған жылдамдығының сәйкес келмеуінен, электродты дұрыс орналастырмаудан, қапталатын беттердің ластануынан, қаптау режимін бұзғаннан болуы мүмкін.

Бұл ақаулардың болуы қалпына келтірілген бөлшектің жұмысы кезінде балқытылып қапталған қабаттың түсіп қалуына әкеліп соқтыруы ықтимал.

Қаптау режимін бұзу – ток күшін, доға кернеуін, балқыту жылдамдығын, цилиндр бөлшектерді қаптау кезінде электродтың зениттен ауытқуы, электродтың шығу мәнін - балқытылып қапталған қабаттың шорлануының және ойық болуының себебі болып табылады. Балқытып қапталған қабаттың сыртқы ақауларының себебі доғаның тұрақсыздығы да болуы мүмкін.

## **4.2. БОЛАТ ПЕН ШОЙЫНДЫ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ**

### **4.2.1. ТӨМЕН КӨМІРТЕКТІ ЖӘНЕ ТӨМЕН ЛЕГИРЛЕНГЕН БОЛАТТЫ ПІСІРУ**

Пісірудің әртүрлі тәсілдері үшін конструктивті элементтерге талаптар тиісті МЕМСТ – мен регламенттеледі.

Бір біріне қатысты кіріс бөлшектерін бекітуге арналған пісіру жалғастары және пісіру алдында қажетті саңылауларды ұстану үшін жинақтау құралдарымен немесе қысқыштар көмегімен жинастырады. Қыстырғыштар ұзындығы жуандығына байланысты болады және 20-120 мм шамасында аралық арақашықтығы 25-30 мм<sup>2</sup> артық емес шамаларды өзгереді. Қыстырғыштардың жіктің 1/3 шабылуына тең, бірақ 25-30 мм<sup>2</sup> артық емес. Қысқыштармен қысып алуды көбінесе қапталған электродтар немесе көмір қышқыл газды жартылай автоматтармен орындайды. Негізгі бір бейінді жік немесе көп бейінді жіктерде бастапқы қабаты ретінде дұрыс. Қыстырғыштарды пісіру барысында толығымен қайта балқыту қажет, себебі жылу итергіштің жылдамдығының аса жоғары болуына байланысты сызаттар пайда болуы мүмкін. Сондықтанда пісіру алдында қыстырғыштарды мұқият қарастырып қорғайды. Қыстырғыштарда сызаттар болған жағдайда басқа тәсілдермен жояды немесе шауып тастайды.

Бөлшекті электрқожды пісіруде, әдетте, жіктің соңында кеңейетін саңылауымен орнатады. Бөлшектердің өзара орналасуы, жіктің орналасу бойымен 500-1000 мм арақашықтықта орналасқан қапсырмалармен бекітіледі. Доғалық пісіру және электрқожды пісірудің автоматтандырылған әдістерінде жіктің басты бөлігі және соңында жіктің басын пісіруді қамтамасыз ету үшін қатты қызу циклімен (жік өлшемдерінің талаптарына сәйкес) және де негізгі жіктен кратерде шығару үшін кіріс және шығыс планкалары орналастырылады.

Түйіс жіктерін әдетте газдалған, қолымен қапталған электродтармен немесе жартылай автоматтармен қорғаушы газдармен және ұнтақ тәріздес сымдармен салмақта орындайды. Автоматтандырылған пісіруде жік тамырын сапалы пісіру және де күйіктің алдын алу тәсілдерін қарастырады. Жіктерде ұсақ кеуектерді, сызаттар, шала пісірім және басқа ақаулардың алдын алу үшін, балқыту алдында балқыту жиектерін термиялық кесуден кейін қалған қоқыстан, дақтан, майлар мен басқа ластанудан қорғайды.

Жауапты құрылыстардың доғалы пісіруі екі жақтан жүргізген дұрыс. Аса жайлы нәтижелер көп қабатты пісіруде шығады. Бұл жағдайда, әсіресе жуан жерінде, металл жігінде және жік маңындағы белдеуінде аса жайлы құрылымдарға қол жетім болады. Бірақ көп қабатты пісіру барысында өндеуді толықтыру әдісін таңдау, пісіру алдында металл жуандығы мен болатты термоөндеуіне байланысты. Жіктерде ақаулардың пайда болғанында (ұсақ кеуектер, сызаттар, шала пісірілім, кесіліп қалулар және т.б.), металл ақау орнында механикалық, газдық оттық, ауа-доғалы немесе плазмалы жолмен алынып тасталынады да, тазартылғаннан кейін балқытылады. Төмен легирленген болатты пісіргенде пісіру техникасын және тәртібін таңдау пісіру қалпына, негізгі металлдың жіктің қалыптасуына, сонымен қатар оның құрамы мен сапасына әсер ететінің есте сақтау керек.

Болатта көміртек құрамы 0,3% жоғарылағанда металдың кристалдануына жақын температурада сызаттар пайда болуы мүмкін (қызу сызаттары), және де пісіруден кейін суытылғанда (суу сызаттары) пайда болуы мүмкін. Көміртек құрамының жоғарлауы металл дәндерінің шеттері бойынша сынғыш қабатша пайда болуына әкеліп соғады. Бұндай болаттардағы сызаттар жік маңындағы аймақта да, металл жігінде де пайда болуы мүмкін. Мұндай болаттарды (құрамында көміртек 0,3-0,6%) пісіру үшін, ацетиленді аз қолданатын алау қолданады – 1 мм-ге 75-100 сағ/л. Тек қана қалыпты түрлі алау қолданады.

**Газбен пісіру.** Металдың қалыңдығы 3 мм – ден жоғары болғанда бұйымды алдын ала 250-350<sup>0</sup>С дейін жалпы қыздыру ұсынылады. Жік маңындағы аймақты 650-700<sup>0</sup>С дейін жергілікті оттықтармен қыздыру қолданылады. Пісіруден кейін металдық жіктің құрылымы мен жік маңындағы аймақты 600-650<sup>0</sup>С жұмсарту жолымен жақсартуға болады. Орташа көміртегілік болаттарды пісіруде металдың және жіктердің механикалық қасиеттерін жоғарлату үшін, хроммен (0,5-1%) және никель (2-4%) (Св-06НЗ, Св-18ХГС) легирленген сымдарды қолдану арқылы қол жетімді етуге болады.

Перлитті типті төменлегирленген болат (10ХСНД, 15ХСНД) аса жоғары төзімділікпен, жақсы пісіруімен және атмосфералық жағдайларда тотығу жылдамдылығы аса жоғары төзімділігімен сипатталаынады. Айтылған болаттарды газды пісіру барысында ацетилен шығыны 75-100 (сол жақты пісіруде) және 100-130 сағ./л (он жақты пісіруде) 1 мм металл қалыңдығына қалыпты алау қолданады. Св-08А және Св-08Г2С қоспалы сым қолданады. Флюс қолданбайды.

Маркалары 15М, 25МЛ молибденді және төмен легирленген болат құрамында 0,4-0,6% молибден бар және де олар 500-550<sup>0</sup>С температурада жұмыс істеуге арналған. Осы бөлшектерді пісіру барысында, жуандығы 1 мм металлға 100 сағ/л ацетилен шығынымен, тек қалыпты алау қолданады. Св-08ХМ, Св-10НМ, Св-18ХМА, Св-10ХМ маркалы пісіру сымдарын қолданады. Пісіруді пісіретін бөлікшені ашық-қызыл қыздыру температурасына дейін ұстап тұрып, ұзындығы 15-25 мм аздаған бөлікшелермен жүргізеді. Жиектерді пісіруде металдық жылтырлауға дейін сақталуы тиісті. Металдың жуандығы 5 мм-ге дейін пісіруді бір қабатта жүргізеді, үлкен жуандықта көп қабатты пісіруді қолданады. Пісіруді аздаған үзілістермен жасау керек. Үзілістен кейін пісіруді қайта бастағанда жікті дәл сол жерінде бірқалыпты қыздырған дұрыс (құбырларды дәнекерлегенде – барлық қиысқан жерін) 200-300<sup>0</sup>С дейін, сызаттардың пайда болуын алдын алу үшін.

Хромды кремнийлі марганецті болаттар (30ХГСА типті) үлкен төзімділікке ие, серпімділік және вибрациялық және соққы жүктемеліктерді жақсы көтереді. Термиялық өнделген күйінде олар төзімділігі 800МПа дейін және салыстырмалы ұзаруы 10% дейін. Хром мен кремнийдің жанып кетуін ескерту үшін пісіруді ұштық қолдану арқылы жүргізеді, пісірілетін металдың қалыңдығы 1 мм-ге ацетилен шығыны 75-100 сағ/л. Пісірілетін металл ретінде, маркасы Св-08 және Св-08А төмен көміртекті сымды немесе Св-18ХМА – легирленген сымды қолданады. Пісіру алдында табактарды металл

жуандығы 0,5-1,5 мм болғанда 20-30 мм – ден кейін және 2мм – ден кем емес жуандықта 40-60 мм кейін қысып алады. Қыстырып алу табақ шетінен немесе пісіріп қосу қиылысынан 10-15 мм арақашықтықта орналастыру қажет. Жиектерді жақсылап тазалап кептіру керек, сонымен қатар, олардың аралық саңылауын нақты сақтау қажет, олар жігі бойынша бірдей болуы керек, бұл шаблонмен тексеріледі. Пісіруді бір қабатта жүргізеді.

Кенеттен суытылған жағдайда жік пен жік маңайында сызаттар пайда болуы мүмкін, сондықтан да пісіру аяқталғаннан кейін, радиусы 20-40 мм соңындағы бөлікшені алаумен қыздыра отырып, жіктен баяу алып тастау керек. Пісіруді мүмкіндігінше тездетіп, үзіліссіз, жанарғы алауын бір орында кідіртпей, пісіруші металл ваннасын қыздырып алмай жүргізу керек.

**Қапталған электродтармен қолмен доғалы пісіру.** Құрылымының арналуына және болат түріне байланысты электродтарды 4.1. кестесіне сәйкес таңдауға болады. Пісіру режимін металл қалыңдығына, пісіру жалғас түріне және пісірудің кеңістікте орналасуына байланысты таңдауға болады

**4.1 кестесі. Электродтардың маркаларының олардың арнауына сәйкес келуі**

| Электродтардың арналуы                                                                                        | Электродтар маркасы                                                  | Ескертпе                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Төмен көміртекті болаттарды пісіру                                                                            | ОММ-5, АНО-3, АНО-4, АНО-5, АНО-6, ЦМ-7, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-12, СМ-5  |                                                                                                          |
| Төмен көміртекті және төмен легирленген болаттарды пісіру. Төмен көміртекті болат жауапты құрылыстарды пісіру | АНО-1, ВСП-1, ВСЦ-2, УОНИ-13/45, ОЗС-2, ОМА-2, МР-3                  | АНО-1 электродтары төмен көміртекті болаттарға және 09Г2 болатына қолданылады                            |
| Төмен көміртекті және орташа көміртекті, төмен легирленген жауапты құрылыстарды пісіру                        | ОМА-2, УОНИ-13/55, АН-7, ВСП-3, К-5А, ДСК-50, ОЗС-18, ОЗС-25, ОЗС-33 | Электродтар:<br>А) УОНИ-13/55 төменкөміртекті болаттар үшін 14ХГС<br>Б) ВСН-3 болатты құбырлар үшін 10Г2 |

#### 4.2. кестесі. Электродтардың маркаларының электродтар түріне сәйкес келуі

| МЕСТ 9467- 75 электродтар типі | Электродтар маркасы                                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Э42                            | ОММ-5, СМ-5, ЦМ-7, АНО-1, АНО-5, АНО-6, ОМА-2, ОЗС-23                             |
| Э42А                           | УОНИ-13/45, СМ-11, ОЗС-2                                                          |
| Э46                            | АНО-3, АНО-4, МР-1, МР-3, ОЗС-3, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-13, ЭРС-1, ЭРС-2, РБУ-4, РБУ-5 |
| Э46А                           | Э-138/45Н, УОНИ-13/55К                                                            |
| Э50                            | ВСИ-3                                                                             |
| Э50А                           | УОНИ-13/55, ДСК-50, К-5А, ОЗС-18, ОЗС-25, ОЗС-33                                  |

Тамырлы жіктерді балқытып біріктіргенде жуандығы 10 мм металды бөлгенде, диаметрі 3-4 мм электродтар қолданылады. Осы маркалы электродқа пісіру тоғының мәні, оны тегі және кереғарлығын электрод паспортына қарай таңдайды, ол жерде әдетте пісіру-технологиялық қасиеттері, жіктің типтік химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері көрсетілген.

Жауапты және қатарлы құрылымдар төмен көміртекті болаттардан Э42 және Э46 типті электродтармен пісіреді (4.2. кестесі мен 4.1 кестесі).

Осы болаттарды пісіргенде пісіру жалғастарының аса жоғары механикалық қасиеттері жеткілікті қамтамасыз етіледі, сондықтан да көбінесе жағдайларда шындалу құрылымын алдын алуына бағытталған арнайы шараларды қажет етпейді. Бірақ жуан металда бұрыштық жіктерді және де көп қабатты жіктің бірінші қабатын пісіргенде, металл төзімділігін кристалданған сызаттарға қарсы алдын ала 120-150<sup>0</sup>С - ға дейін қыздыру қажетті болуы мүмкін.

Төмен легирленген болаттан қатарлы құрылымдарды пісіру үшін Э42А және Э46А типті электродтар қолданылады, жауаптысы Э50А типті. Бұл металл жіктерінің жеткілікті төзімді кристалдану сызаттарына қарсы, нық және иілімді қасиеттері бар жіктерді алуды қамтамасыз етеді. Негізгі металды пісіру арқасында металл жігін легирлеу процесі жүргізіледі, сондықтан да төмен көміртекті болаттармен салыстырғанда, суыту жылдамдығын жоғарылату арқылы металл жігінің беріктік көрсеткіштерін аса жоғары етіп алуға болады.

Жіктерді толықтыру техникасы мен олармен белгіленетін пісіру циклы болатты алдын ала термиялық өңдеуіне байланысты. Жуан металды каскад және төбелік ретімен пісіру арқылы металл жігі мен жік маңайындағы аймақта суыту жылдамдығын баяулата отырып, оларда шынықтыру құрылымының пайда болуының алдын алады. Бұл 150-200<sup>0</sup>С температурасына дейін алдын ала қыздырғанда қол жетімді болады. Сондықтан да бұл әдістер қызуға төзімделген болаттарды өндегенде оң нәтижелер береді. Қызуға төзімді болаттарды пісіргенде, болаттың төзімділігін азайтуға, жігіне жақын аумақта, алдында суытылған жіктер бойымен ұзын жіктермен пісіру ұсынылады.

Құлама қуаты аз пісіру түрлерін тандаған дұрыс. Жік маңындағы металл аймағының жайылуы азаяды. Төмен легирленген және төмен көміртекті болаттардың пісіру жіктеріндегі ақауларды түзеткен кезде, балқытып пісірілген жігінде ескеретіндей жылдамдық ұлғайту нәтижесінде оның жік маңындағы аймақ төмендетілген иілімділік қасиеттерге ие. Сондықтан да ақаулық бөлікшелердің ұзындығы 100 мм кәдімгі жікпен пісіру қажет немесе алдын ала 150-200<sup>0</sup>С – қа дейін қыздыру қажет.

#### **Мырышталған металды қолмен доғалы пісіру.**

Болатты тоттанудан қорғаудың ең басты тиімді әдістерінің бірі – мырыштау – гидротехникалық құрылыстарды, құрылыс конструкцияларын, құбырларды жасағанда қолданады. Металлға мырыш қабатын жағу үшін: ыстық мырыштау, гальваникалық әдіспен шандату қолданылады. Мырыш қабатының қалыңдығы 3 – тен 150 мкм-ға дейін болуы мүмкін. Мырышталған металды жеткізуде сертификатты мырыш қабатының жуандығы көрсетіледі.

Пісіру барысында мырыш белсенді түрде буланады, себебі қайнау температурасы 906<sup>0</sup>С құрайды. Мырышты пісірудің доғалы әдістерінде қауіпсіздік техникасына аса қатты мән беру қажет, себебі шығатын мырыш буы, жұмыс аймағындағы ауаны белсенді түрде лаптап, «тұншығуға» әкеліп соғып «мырыштық безгекке» әкеліп соғуы мүмкін. Сондықтан да пісіру барысында жұмыс орны жергілікті желдетпемен, ал пісіру жүргізілетін жай – тиімді желдету құралдарымен қамтамасыз етілуі тиісті.

Мырыш пісіру барысында белсенді түрде суалып, пісіру былауына түседі де, жікте ұсақ кеуектер мен кристаллданған сызаттардың пайда болуына әкеліп соғады. Жіктердегі ақаулардың пайда болуының алдын алушы ең тиімді технологиялық әдісі болып, пісіруге арналған металдың бөлікшелерінен мырышты механикалық (щётка, жемірлеу шеңбер) немесе термиялық (газдық оттықпен) әдістерімен алып тастау болып табылады. Мырыш



қабатын – металды қышқылмен өндеп, соңынан бейтараптандыру арқылы өндеу арқылы химиялық әдісімен жоюға болады.

Көбінесе мырышталған болаттан жасалған бұйымдарды пісіру кезінде мырышты жою мүмкінсіз болады, сапалы жіктерді қамтамасыз ететін технологиялық тәсілдер қолданылады.

Көрсетілген шаралар мырыш қабатының қалыңдығы 15 мкм аспай жігінде кеуектердің пайда болуының алдын алуға болатынын белгілеу қажет. Мырыш қабатының қалыңдығы 15 мкм – 40 мкм дейін болған кезінде пісірудің арнайы техникасын қолдану дұрыс, мырыштың алдын ала күйіп кетуін қамтамасыз ететін электродпен қайтымды ілгерілме қозғалыс жасалады. Мырыш қабатының қалыңдығы 40 мкм астам болған кезінде болатты пісіру барысында мырышты толығымен жоюдан кейін ақаусыз жіктерді алуға болады. Құрылымды пайдаланудың оңды температурасы кезінде мырыш ақаусыз жіктердің механикалық қасиеттеріне әсер тигізбейді.

**Қорғаушы газдарда пісіру.** Көміртекті және төменкөміртекті төменлегіленген болаттарды пісіру үшін балқымалы электродтармен пісіру тәсілі қолданылады. Балқымалы электродпен пісіру кезінде жік негізгі металды балқыту және қоспалы метал электродты сымды балқыту барысында пайда болады. Жік нысаны және мөлшері, басқалардың бәрінен басқа (пісіру жылдамдығы, электродтың және бұйымның және т.б. кеңістік қалыпы) электрод металды балқыту және пісіру астауын тасу ерекшелігінен тәуелді болады.

Доғаның технологиялық қасиеттерін арттыру үшін оның кенет қуатының кезеңдік өзгеруін қолданады – серпімді-доғалы пісіру. Тоқ серпіні әрекетімен электрод ұшында тамшының қалыптасуын қамтамасыз ететін электродтың жылдамдатылған балқытылуы жүреді. Электроддинамикалық күштердің кенет көтерілуі тамшының алқымын тарылтады және оны кез келген кеңістік қалыпында пісіру астауы бағытында түсіреді.

Төменкөміртекті және төменлегіленген болаттарды пісіру кезінде балқытылған электрод металын және пісіру астауын қорғау үшін кеңінен көмірқышқыл газын қолданады. Қорғаушы газының құрамы процестің технологиялық ерекшеліктеріне және жік металының құрамына маңызды әсер етеді. Көмірқышқыл газынан басқа  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ ,  $\text{CO}_2 + \text{Ar} + \text{O}_2$  газдар қоспасын қолданады. Қосылған газдар саны газ қоспасының өлшемінен 50% дейін бола алады. Газ ортасының балқытылған металға тотықтандыру әсерін көбейтіп оттегіні қосу жік металындағы легирленген элементтердің қоюлануын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл төмен легирленген болаттарды пісіру кезінде қажет болады. Одан басқа, балқытылған металдың шашырауы басылады, сұйықтай аққыштығы жоғарылайды. Сутегіні байланыстыра отырып оттегі

оның кеуектердің пайда болуына әсер етеді.

**Теңіз суында жіктердің тоттану тұрақтылығын жоғарылату**  
Св- 08ХГ2С маркалы электрод сымын қолданумен қол жеткізіледі. Төмен көміртекті және төмен легирленген болаттарындағы жігі және жік айналасы металының құрылымы және ерекшелігі электрод сымын пайдалану маркасынан, негізгі метал құрамынан және ерекшелігінен және пісіру тәртібінен (пісірудің қызу кезеңі, негізгі металдың қатысу үлесінен, жіктің қалыптасуы және жік пішіні) тәуелді. Пісірудің осы жағдайларының және технологиялық ұсыныстарын қолмен доғалы пісіру және флюс астында пісірумен шамамен бірдей.

Тоқтың жоғарылатылған күштерінде пісіру созылымдылықтың және соққы тұтқырлықтың төмендетілген көрсеткіштеріне әкеледі. Әдеттегі тәртіпте орындалған жік металының қасиеттері Э50А типті электродтармен орындалған жік металының қасиеттеріне сәйкес келеді. Өнеркәсіпте ұнтақты сымдармен көміркышқыл газда пісіру де қолданылады. Пісірудің бұл тәсілдің технологиясы және пісірілген жалғастардың ерекшеліктері қосымша қорғаныссыз пісіру кезінде қолданылатындай болады.

**Ұнтақты сыммен пісіру.** Ұнтақты сымдармен пісіру тәсілінің кемшіліктері. Ұнтақты сымдардың құбырлық құрылысының аз ғана қаттылығы сымды қысудың шектелген күші бар әперу механизмдерді және әперу ролигін қолдануды талап етеді. Жоғарылатылған пісіру тоқтарының доғаның тұрақты жануы үшін қолдануды талап етіп, көбінде 2-6 мм және одан астам диаметрлі сымды шығару тек қана төменгі, кейде ғана тік қалпында пісіру үшін қолдануға мүмкіндік береді. Бұл сұйықтай аққыштық қожбен қапталған жоғарылатылған көлемді пайда болатын пісіру астауы беттік керіліс күшімен және доға қысымымен тік және төбелік күйінде тұра алмайтынымен түсіндіріледі.

Ұнтақты сымды көміртекті газда пісіру кезінде қолданады. Бұл кезде жіктерде кеуектіліктің пайда болу ықтималдығы төмендейді. Ұнтақты сыммен пісіру үшін қатты және құламалы сипаттамалы көздерінен тік немесе кері кереғарлықты тұрақты тоқты қолданады.

4.3 кесте. Ұнтақты сымдармен пісірудің өңтайлы режимдері (төменгі қалыпта

| Сым<br>маркасы | Сым<br>диаметрі,<br>мм | Түйіс жік   |                    |                                             | Қайықша бұрыштық жік |                    |                                             |
|----------------|------------------------|-------------|--------------------|---------------------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------------------|
|                |                        | Тоқ күші, А | Доға кернеуі,<br>В | Сымды<br>әперу<br>жылдамдыл<br>ығы<br>м/сағ | Тоқ күші, А          | Доға кернеуі,<br>В | Сымды<br>әперу<br>жылдамдыл<br>ығы<br>м/сағ |
| ПП-1ДСК        | 1,8                    | 200...350   | 25...30            | —                                           | 200... 300           | 26...31            | —                                           |
| ПП-2ДСК        | 2,3                    | 400...450   | 25...31            | 382                                         | 340... 380           | 29...32            | 382                                         |
| ПП-АН3         | 3,2                    | 450... 525  | 26...32            | 265                                         | 450... 560           | 27...31            | 265                                         |
| ПП-АН4         | 2,3                    | 500...600   | 28...29            | 382                                         | 440... 475           | 30...34            | 382                                         |
| ЭПС-15/2       | 2,2                    | 320...360   | 29...32            | 337                                         | 320... 330           | 29...32            | 337                                         |

Өнеркәсіптікте ПП-1ДСК, ПП-2ДСК, ПП-АН3, ПП-АН4, ЭПС-15/2 маркалы ұнтақты сымдар қолданылады. Жиек арасында саңылаулар бар бұрыштық және түйіс жіктерді пісіру кезінде ПП-1ДСК сымын қолдану жіктерде кеуектіктің пайда болуына соқтығады. Жіктерді кеуектісіз етіп алу үшін ЭПС-15/2 сымы тар көлемде режимдерді сақтауын талап етеді. Үлкен жұмыс нүктелері шағын қалыңдылықты металды пісіру үшін осы сымдардың қолдануын шектейді. ПП-АН7 және ПП-2ДСК сымдар режимдердің кең көлемінде жақсы пісіру-технологиялық қасиеттеріне ие (4.3 кесте).

**Электрқожды пісіру.** ЭҚП арқылы тік тура және айналма жіктері бар және ауыспалы кесіктері бар жіктерімен немесе ауыспалы қисықтық жалғастар арқылы түйісу, бұрыштық және таңбалы болады. Болатты ЭҚП кезінде пісірумен жалғастырудың құрылымдық элементтері және мөлшерлері, негізгі түрлері МЕСТ 15164 — 78 келтірілген.

Қалыңдығы 200 мм дейін металда жиектердің дөңбек беттерін газбен кесу машиналары жасайды. Метал қалыңдығы 200 мм астам болған кезде механикалық өңдеу қолданылады. Прокаттан кесілген бұйымдардың бүйір жақтарын егеуқұм шеңберлермен тазалайды, ал құйылған және қақталған бұйымдарда жиек дөңбегінен 60-80 мм жалпақтығында механикалық өңдейді.

Түйіс тік тура жіктерінің жалғастарын жинақтау кезінде жиектердің жылжытылуы 2-3 мм аспау қажет. Сақиналы жіктер үшін түйісетін бөлшектер диаметрлерінің ең көп айырмасы  $\pm 0,5$  мм құрайды, жинақтау кезіндегі ең көп жылжытылуы – 1 мм.

Электрқожды пісіру режимінің негізгі көрсеткіштері – пісіру тоғының күші, электродтардағы кернеуі және пісіру жылдамдылығы. Осы көрсеткіштерді өзгертумен пісіру ваннасына және жік өлшемдеріне әсер тигізеді. Ванна өлшемдері оның ені  $e$  және тереңдігі  $h$  бағаланады. Жік дөңестігі қалыптау құрылғыларының өлшемдерімен анықталады.

Пісіру тоғының күшін жоғарылатумен ваннаның тереңдігі ұлғаяды және тізбектік тәуелділікке жақын болады. Тоқ басты көрсеткіші болып табылады, оның арқасында ванна тереңдігі қажетті шектерде өзгерте алады. Ванна еніне тоқтың өзгеруі көп әсер тигізбейді.

Электрод кернеуінің өзгеруі метал ваннаның еніне үлкен әсер тигізеді. Тәуелділігі тік тура сипатты. Тәжірибеде ванна және жік енін электрод кернеуін реттеумен қажетті шектерге дейін өзгертеді. Кернеудің жоғарылауымен металл ваннаның тереңдігі де ұлғаяды.

Үрдістің тұрақтылығын сақтау үшін пісіру жылдамдылығының өзгеруі үрдістің басқа көрсеткіштерінің өзгеруін талап етеді, әсіресе

пісіру тоғының күшін. Пісіру жылдамдылығын жоғарылату кезінде ванна тереңдігінің ұлғаюы көрінеді. Оның ені күрделі максимумға жететін тәуелділік бойынша өзгереді.

Тереңдігі жеткіліксіз болған жағдайда ванна ішінде немесе оның бетінде доғалық қуатсызданудың пайда болу ықтималдығы жоғарылайды. Қож ваннаның тереңдігін 30-90 мм шегінде сақтайды. Электрқожды пісіру кезінде қож ваннада шығатын қуаттылықтың және пісіру ваннасы және жіктің пайда болуы үшін қажетті қуаттылықтың теңдігі сақталуы қажет. Процесс тұрақтылығы ішкі кедергісі аз ауыспалы тоқ көздерін қолдану кезінде жоғарылайды (қатты вольтампер сипаттамасымен).

150 мм дейін сақиналық түйісулерді бір электродпен пісіреді, қалыңдығы 100-250 мм – екі электродпен және қалыңдығы 150-450 мм – үш электродпен пісіреді. Кері тартпа білікшені қалыптастыру үшін ағын сумен салқындатылатын мыс сақинасын, қалған болат төсемелерін (сақина ені 80-100 және ені 25-30 мм) немесе кері жылжымаларды қолданады. Пісіру үшін сақиналық жіктік жинақтау саңылауымен дайындайды. Көміртекті және төмен легирленген болаттарды ЭҚП кезіндегі саңылаулардың өлшемдері 4.4 кестеде келтірілген. Алдын ала сақиналық түйісу жеріне қалыңдығы 35-40 мм металдан жасалған кіріс қалташасын қояды, оны белгі салу бойынша бір бөлшегінің жиек бетіне доғалы пісірумен жапсырады.

**4.4 кесте. Көміртекті және төмен легирленген болаттардың сақиналық түйістірудің жинақтау саңылаулары**

| Метал<br>қалыңдығы,<br>мм | Саңылау, мм |    |     |
|---------------------------|-------------|----|-----|
|                           | I           | II | III |
| 20...50                   | 25          | 29 | 27  |
| 50...100                  | 28          | 32 | 30  |
| 100...150                 | 30          | 34 | 32  |
| 150.200                   | 32          | 35 | 34  |
| 200.250                   | 33          | 37 | 35  |

*4.4- кестенің соңы*

| Метал<br>қалыңдығы, мм | Саңылау, мм |    |     |
|------------------------|-------------|----|-----|
|                        | I           | II | III |
| 250.300                | 34          | 38 | 36  |
| 300.450                | 36          | 41 | 38  |

Балқымалы мүштікпен пісіру. Балқымалы мүштік дегеніміз жұқа қабырғалы құбыр, электрод сымын әперу үшін арықшалармен қамтылған тілімше немесе өзекше жиынтығы.

Мүштік балқымалы және балқымайтын бөліктерден тұрады. Балқымалы бөліктің ұзындығы кіріс қалташа және шығыс тақтайшаларын ескеріп түйіс ұзындығымен анықталады. Балқымайтын бөлігі мүштікті бекіту және пісіру шоғырсымын жалғастыру үшін бірнеше рет қолданылады. Қысқа тұйықталудың алдын алу үшін мүштікті пісіру металының жиектерінен оқшаулайды. Балқымалы мүштіктің нысаны пісірілетін түйістің кескіндемесінен тәуелді, ал материалы негізгі материалға ұқсас болуы қажет. 5 және 10 мм қалыңдықты мүштіктер кеңінен тараған.

Үлкен қималы электродтармен пісіру. Қалыңдығы 200 мм дейін бұйымдарды бір электродпен, одан қалың бұйымдарды екі немесе үш электродтармен пісіреді. Жиектер арасындағы саңылауы 28-32 мм кезінде электродтардың оңтайлы қалыңдығы 10-12 мм құрайды. Электрод жалпақтығы пісірілетін металл қалыңдығына тең, екі және үш электродтармен пісіру кезінде араларындағы саңылау 12-16 мм болады.

#### **4.2.2. ЛЕГИРЛЕНГЕН ЖӘНЕ КӨМІРТЕКТІ ШЫҢДАЛАТЫН БОЛАТТАРДЫ ПІСІРУ**

Орташа легирленген болатқа қосындысында 2,5-10%, жоғары легирленген болатқа 10%-дан астам легирлеуші элементтерден (көміртектен басқа) тұратын болат жатады. Өзінің құрылымы бойынша көміртек пен легирлеуші элементтердің мөлшеріне байланысты мұндай болаттар мартенситті, мартенситті-ферритті, ферритті және аустенитті топтарда болуы мүмкін. Оларды пісірген кезде пісірілген жалғаста оның қасиеттері негізгі металдың өзіндік қасиеттерінен (коррозияға төзімділік, қызуға төзімділік, тозуға төзімділік және басқа) ерекшеленбеуі үшін болаттың бастапқы құрамы мен құрылымын сақтауға тырысу қажет.

Мұндай болаттардың пісіруге бейімділігі айтарлықтай деңгейде олардың химиялық құрамымен, әсіресе олардағы көміртектің мөлшерімен анықталады. Мұндай болаттардың бірқатар маркалары ғана газбен ойдағыдай пісіріледі.

Пісірілген бұйымдарында хромды және хромникельді коррозияға төзімді, қызуға төзімді және қызуға берік болаттар өте кең пайдаланылады. Олар, мысалы, химиялық аппаратураларды дайындаған кезде қолданыс табады.

Артық қызып кетуді болдырмау және деформацияны азайту үшін хром болаттарды пісіруді ацетиленді төмендетілген жұмсаумен (металдың 1 мм қалыңдығына  $70 \text{ дм}^3/\text{с}$ ) қалыпты жалынмен орындайды. Пісірген кезде пісірілетін болаттың маркасындағы немесе оған жақын маркадағы қоспа металды қолданады. Св04Х19Н9, Св06Х19Н9Т маркалы сымды қолдануға болады.

Пісіруді шапшаң, үзіліссіз және жіктің бір жерін жанарғының жалынымен қайталап қыздырмай жүргізу қажет. Жұқа табактарды сол жақ тәсілмен, едәуір қалың металды – тек оң жақ тәсілмен дәнекерлейді. Келесі құрамдағы флюсті пайдалану ұсынылады: 55% бор қышқылы, 10% кремний оксиді, 10% ферромарганец, 10 % феррохром, 5 % ферротитан, 5 % титан кені (концентрат) және 5 % балқығыш шпат. Флюс хромды күйіп кетуден сақтайды және балқыма металын хромның, титан мен ниобийдің қиын балқитын оксидтерін ерітуге және қожға ауысуына ықпал етеді. Пісіргеннен кейін бұйымды тарту ұсынылады.

18 — 8 түріндегі хромникель аустенитті болаттар 0,12 %-ға дейін С, 17-19 %-ға дейін Сг, 9-11 %-ға дейін Ni және до 0,7 дейін Ti тұрады және коррозияға төзімділікке, қызуға төзімділікке (отқаққа беріктік) және қызуға беріктікке ие.

Аустенитті болаттарды пісірген кезде егер балқыма металында 2,5-8,5% ферритті фаза болса, ыстық жарылу пайда болмайды. Титан және ниобий ферриттің аздаған мөлшері бар екі фазалы аустенитті-ферритті құрылым алуға ықпал етеді.

Хромникель болаттарды газбен пісіруді металдың 1 мм қалыңдығына  $70-75 \text{ дм}^3/\text{с}$  ацетилен жұмсаумен қалыпты жалынмен орындайды. Тотықандыратын жалынды қиын балқитын оксидтер түзумен хромның қатты күйіп кетуін тудыратындықтан қолдануға болмайды. Көміртектің аз мөлшерімен, титанның немесе ниобийдің құрамды Св01Х19Н9, Св06Х19Н9Т немесе Св07Х19Н10Б маркалы қоспалы сымдар қолданады.

Пісіруді қоспа сым шетін пісіру ваннасына батырған күйде ұстап, ең жоғарғы жылдамдықпен жүргізеді.

Пісірудің оң жақ және сол жақ тәсілдерін қолдануға болады.

Пісіру ваннасын қорғау үшін келесідей құрамдағы флюсті пайдаланады:

- 1) 50 % борлы қышқыл натрий және 50 % бор қышқылы;
- 2) 80 % борлы қышқыл натрий және 20 % кремний оксиді;
- 3) 80 % балқитын шпат және 20 % ферротитан.

Боратты флюстерді пісіруден кейін мұқият алып тастау қажет, өйткені олар жікте кристаллитаралық коррозияның пайда болуына, жемірлі қабықша түзе тұрып ықпал етуі мүмкін. Флюсті суда езеді және паста түрінде жиектерге пісіруге дейін 15-20 минут бұрын жағады. Флюсті сондай-ақ жіктің түбінде хром оксидінің түзілуін болдырмау үшін жіктің сыртқы жағына да жағады. Пісіргеннен кейін флюстің қалдықтарын жіктерді ыстық сумен мұқият жуу арқылы алып тастайды.

Пісіруден кейін, егер конструкция мүмкіндік берсе, термоөңдеу —950-1 100 °C-қа дейін қыздыру, кейін суда суытумен, ұсынылады.

Газбен пісіруді қалыңдығы 1,5-2 мм артық емес хромникель болаттар үшін қолданған дұрыс, бұл ретте жалғастың қанағаттанарлық сапасы мен жеткілікті өнімділікке қол жеткізіледі. Тым қалың металды сәйкес электродтарды қолдана отырып, доғалы пісіру ұсынылады.

Көміртектің 0,4-0,5%-ға жететін көп мөлшері бар хромникель аустенитті болаттар (мысалы, 4X14H14B2M) төмен көміртектіге қарағанда едәуір нашар пісіріледі, өйткені карбидтер бөлуге және ыстық жарылулар түзілуге бейім. Бұл болаттарды пісіруді Св06X19H9Т қоспа сымдармен алдын ала қыздырумен жүргізуге тура келеді. Пісіруден кейін бұйымды осы маркадағы болат үшін қарастырылған термиялық өңдеуден өткізеді.

**Қолмен доғалы пісіру.** Жоғары қосындыланған болаттарды дәнекерлеген кезде МемСТ бойынша бір маркалы сымтемірлердің химиялық құрамы бойынша жеткілікті үлкен шегі болады. Пісіру қосылыстары түрлерінің, пісірудің кеңістік жағдайының айырмашылығы негізгі металдың балқу тереңдігінің, сондай-ақ жік металының химиялық құрамының өзгеруіне ықпал етеді. Осының барлығы жікте ферриттің қажетті мөлшерін қамтамасыз ету және осылайша жікте ыстық жарылудың пайда болуын болдырмау мақсатында жабын құрамын түзетуге мәжбүрлейді. Осы арқылы жіктердің қажетті қызуға төзімділігіне және коррозиялық беріктігіне қол жеткізіледі.

Легирлеуші элементтердің күйін азайтатын фторлы қаптамалы электродтарды қолданумен металдың қажетті химиялық құрамы мен құрылымы бар жігін алуға қол жеткізіледі. Легирлеуші элементтердің күйін азайтуға электродтың көлденең тербелістерінсіз қысқа доғаны ұстау да мүмкіндік береді. Бұл негізгі



металдың бетінде оған шашырау түсуінің нәтижесінде ақаулар пайда болу мүмкіндігін азайтады.

**Қорғаушы газдарында пісіру.** Қорғаушы газдары ретінде инертті (аргон, гелий) және белсенді (көмірқышқыл газы) газдар, сондай-ақ инертті немесе белсенді газдардың және белсендімен инертті газдардың түрлі қоспалары пайдаланылады. Бұл тәсілдің бірқатар артықшылықтары бар. Оны қалыңдықтары кең диапазонды – он үлестен ондаған миллиметрлерге дейінгі металдарды қосу үшін пайдалануға болады. Қалың металдарды пісірген кезде бірқатар жағдайларда пісірудің бұл тәсілі электрқожды пісірумен бәсекелесе алады.

Инертті газдарды қолдану доғаның тұрақтылығын айтарлықтай арттырады. Қорғаушы газдарының жылуфизикалық қасиеттерінің едәуір айырмашылығы және олардың қоспаларын қолдану доғаның тиімділігін және пісірілетін жиектерге жылулық беру жағдайын өзгерте отырып, доғаның технологиялық мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтеді. Инертті газдарда пісірген кезде легирлеуші элементтердің күйі өте аз байқалады, бұл жоғары легирленген болаттарды пісірген кезде маңызды. Қорғаушы газдарында пісірген кезде жік металының химиялық құрамының өзгеру мүмкіндігі пісірудің басқа тәсілдерімен салыстырғанда көбірек шектелген және пісіру (қоспа) сымның құрамының өзгеруі немесе негізгі және электрод металдардың құрамдары едәуір ерекшеленген кезде негізгі металдың жік металын түзуге (пісіру режимі) қатысу үлесінің өзгеруі есебінен болуы мүмкін.

Балқымалы электродпен пісірген кезде қорғаушы атмосферасының құрамының біршама өзгеруі, мысалы, оттегіден, көмірқышқыл газынан және басқаларынан тұратын газ қоспаларын қолдану арқылы доғада тотықтыратын жағдайлар жасау есебінен металлургиялық эрекеттесу сипаттамасының өзгеру мүмкіндігі пайда болады. Бұл әдіспен түрлі кеңістік жағдайларында пісіруді орындауға болады, бұл оны қапталған электродтармен қолмен доғамен пісірумен салыстырғанда монтаждау жағдайларында мақсатқа сай етеді. Қорғаушы газдарында пісіруді балқымайтын вольфраммен немесе балқымалы электродпен орындауға болады.

Вольфрам электродпен инертті газдарда немесе олардың қоспаларында пісіреді. Жоғары легирленген болаттарды пісіру үшін MEMCT 10157 — 73 бойынша жоғары немесе 1-сұрыпты аргонды пайдаланады. Әдетте вольфрам электродпен пісіруді қалыңдығы 7 мм дейін металдар үшін пісіру кезінде пайдаланған дұрыс (1,5 мм дейін қалыңдықта доғалы пісірудің басқа тәсілдерін қолдану күйіктеспелердің пайда болуынан іс жүзінде мүмкін емес). Алайда бірқатар жағдайларда, мысалы құбырлардың бұрылмайтын

түйістерін пісірген кезде вольфрам электродпен пісіруді болаттарда және үлкен қалыңдықтарда қолданады.

Кері білікше қалыптастырудың жоғары сапасы жауапты қалың қабырғалы бұйымдар дайындаған кезде өңдеулерде түпкі жіктерді пісіргенде осы тәсілді қолдану қажеттілігін туғызады. Болаттың және пісірілген жалғас конструкциясының қалыңдығына байланысты пісіруді қоспа материалмен немесе онсыз арнайы жанарғыларды пайдаланып қолмен немесе автоматты орындайды. Пісіруді тік қарама-қарсылықтағы тұрақты тоқта жүргізеді. Алюминийге бай тотықтардың беткі қабықшасын бұзу үшін айнаымалы токты қолдану қажет болатын алюминийдің мөлшері көп болаттар мен қорытпалар ерекшелік болып табылады.

Пісіруді үздіксіз ыстық немесе импульстік доғамен орындауға болады. Импульстік доға оның жылулық әсер ету ерекшелігінің арқасында жік айналасындағы аймақтың ұзындығын және пісірілетін жиектердің өзгеруін азайтуға, сондай-ақ жікті жақсы қалыптастырған кезде қалыңдығы аз металды пісіруге мүмкіндік береді. Пісіру ваннасы металының кристалдану ерекшелігі пісірудің бұл тәсілі кезінде ыстық жарылулардың пайда болу мүмкіндігін азайта отырып, құрылымды дезориентациялауға мүмкіндік береді. Алайда бұл ерекшелік жоғары легирленген болаттарды пісірілген кезде жік айналасында тесіктердің пайда болуына ықпал етуі мүмкін. Жік түбін қалыптастыруды жақсарту үшін газ үрлеуді, ал қалыңдығы жоғары металда түпкі жіктерді пісірген кезде – арнайы балкитын ендірмелерді пайдаланады.

Жоғары легирленген болаттар үшін плазмалық пісіру де қолданыла бастайды. Оның үлкен артықшылығы – қорғаушы газының аз шығыны. Түрлі қимадағы (дөңгелек, тік бұрышты және т.б.) плазмалық ағын алу және плазмалық жанарғыдан бұйымға дейін қашықтықты едәуір өзгерту бұл тәсілдің технологиялық мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтеді. Плазмалық пісіруді өте жұқа металдар үшін және қалыңдығы 12 мм дейін металл үшін пайдалануға болады. Оны қалыңдығы үлкен болаттарды қосу үшін қолдану жіктерде тілікшелердің пайда болуынан қиындайды.

Балқымалы электродпен пісіруді инертті, белсенді газдарда немесе олардың қоспаларында орындайды. Тез тотығатын элементтерден (алюминий, титан және басқалары) тұратын жоғары легирленген болаттарды пісірген кезде инертті газдарды, негізінен аргонды пайдалану керек. Инертті газдарда пісірген кезде электрод металды тамшылы және ағынды тасымалдауға болады. Ағынды тасымалдау кезінде доға мейілінше жоғары тұрақты болады

**4.5-кесте. Жоғары легиреленген болаттарды вольфрам электродпен пісірудің болжамды режимдері**

| Металдың қалыңдығы, мм | Қосылыс түрі                       | Доға тоғы, А | Аргонның шығыны, л/мин |
|------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------|
| i                      | Көмкерумен                         | 35...60      | 3.5...4                |
| 2                      |                                    | 75...120     | 5...6                  |
| 3                      |                                    | 100...140    | 6...7                  |
| 1                      | Жиектерді қоспамен өңдеусіз аралық | 40...70      | 3.5...4                |
| 2                      |                                    | 80...130     | 5...6                  |
| 3                      |                                    | 120...160    | 6...7                  |

және электрод металды пісіру ваннасына тасымалдау біршама жақсарады; металдың шашырауы іс жүзінде болмайды. Бұл әсіресе тік және төбелік жағдайларында жіктерді пісірген кезде маңызды.

Төмен көміртекті жоғары легирленген болаттарды төмен көміртекті пісіру сымдарын пайдаланып көмірқышқыл газда пісірген кезде егер пісіру ваннасында көміртектің бастапқы шоғырлануы 0,10%-дан аз болса, металдың 0,02-0,04 %-ға көміртектенуі жүреді. Бұл жіктің металының кристаллит аралық коррозияға беріктігін күрт төмендету үшін жеткілікті. Көмірқышқыл газын диссоциациялау есебінен доғада пайда болатын бір мезгілде тотықтыратын атмосфера 50 %-ға дейін титан және алюминийдің қалдығына себеп болады.

Жік металын көміртектендіру бірқатар жағдайларда қызуға төзімді болаттарды пісірген кезде қолайлы әсер етуі мүмкін. Жік металында энергиялы карбид түзгіштер (титан және ниобий) болған кезде оның көміртектенуі құрылымда карбид фазаның мөлшерін ұлғайтқан кезде қызуға төзімділікті арттырады. Көмірқышқыл газда пісірудің кемшілігі металдың көп шашырауы (жойылу 10-12%-ға жетеді) және жіктің бетінде металға берік жабысқан тотық қабықшаларының пайда болуы болып табылады. Бұл пісірілетін жалғастың коррозияға төзімділігін және қызуға төзімділігін күрт төмендетуі мүмкін.

Негізгі металға шашыраудың жабысу мүмкіндігін азайту үшін пісіру алдында жиектерге жағылатын арнайы эмульсияларды қолданған жөн. Импульстік пісіруді қолдану да шашырауды біршама төмендетуге мүмкіндік береді.

Қорғаушы газдарында балқымалы электродпен пісіруді кері қарама-қарсылықта тұрақты тоқта орындайды (4.5-кесте).

### 4.2.3. ШОЙЫНДАРДЫ ПІСІРУ

*Шойын* —2,14 %-дан астам С, 5 %-ға дейін Si және шойынның түріне байланысты марганецтің, күкірт пен фосфордың бірқатар мөлшерінен тұратын көп компонентті теміркөміртекті қорытпа. Арнайы шойындарға легирлеуші қоспалар: никель, хром, молибден, ванадий және басқаларын қосады. Қорытпадағы көміртектің күйіне байланысты ақ, сұр, соғылмалы және жоғары берік шойындар ажыратылады

*Ақ шойындар* сынған жерінде ашық-сұр немесе мүлдем ақ түсті, өйткені оларда көміртек темір карбиді—цементит түрінде байланысқан күйде болады. Цементит осал, жоғары қаттылыққа ие (НВ 800), сондықтан ақ шойындар жоғары осал және қатты болады, механикалық өңделмейді және конструкциялық материал ретінде шектеулі қолданылады. Оларды кейде соғылмалы шойын алу үшін пайдаланады.

*Сұр шойын* құрамында графиттің қатпарлы қосылыстарының болуынан сынған жерінде сұр түсті. Іс жүзінде шойындарда шамамен 50 % С бос күйде болады, қалған көміртек екінші карбид, мысалы перлит түрінде байланысқан күйде болады.

Сызаттың пайда болуына қарсы шойынның нашар төзімділігі, ең алдымен, қорытпаның төмен беріктілігі мен иілімділігімен байланысты және жік металында және жік маңындағы аймақта осал құрылымдардың пайда болуымен күшейеді. Пісірілетін жалғастарда сызаттар бөлшектерді әркелкі қыздырудан және суытудан, жік металының құйғанда кемуінен, пісірілетін бұйымның қаттылығынан туындауы мүмкін.

Пісіру процесі бұйымда елеулі термиялық кернеу тудыратын үлкен температуралық айырма жасайтын шоғырланан жергілікті қыздырумен сипатталады. Бұл кернеу құрылымдық өзгерту басталғанға дейін немесе созылу кернеуін тудыратын пісірілетін жалғастың суу кезеңінде сызаттың пайда болуына әкелуі мүмкін.

Сызаттың пайда болуымен және борланумен күрестің негізгі тәсілі—суыту жылдамдығын төмендету. Бұған ыстықтай пісіру кезінде қол жеткізуге болады. Сызат пайда болу мүмкіндігі негізгі металды балқытпай жүретін пісіру-дәнекерлеу, дәнекерлеу төмен температуралық процестері кезінде төмендейді.

Шойынды газбен пісірген кезде кеуектікті жоюдың негізгі тәсілі — пісіру ваннасының кристалдану жылдамдығын азайту, бұған негізінен ортақ сұйық ваннаның болуымен қол жеткізіледі. Ақауды

өңдеуді толтыруды аяқтағаннан кейін пісіруші газдарды шығару үшін жағдай жасай отырып, жанарғының жалынымен сұйық ваннаны қыздырады. Жекелеген жағдайларда пісіруші ваннада газ көпіршігін көріп қалған кезде қоспа материалды балқытуды уақытша тоқтатады, осы көпіршіктерді анық алып тастағанша ваннаны қосымша қыздырады. Пісіру ваннасынан газдардың қиын шығуы қорытпаның сұйық күйден қатты күйге шапшаң ауысуынан да, сондай-ақ сұйық ваннаның бетінде баяу балқитын оксид қабықшаның пайда болуынан туындайды.

Шойынды газбен пісіруді 300-400 °С температураға дейін жалпы және жергілікті қыздырумен орындайды. Пісіргеннен кейін бөлшек сұр шойынның біркелкі бірқалыпты құрылымын алу және сызаттың пайда болуын болдырмау үшін баяу суытылуы тиіс.

Жалпы бірқалыпты қыздыру елеулі қыртыстануларды болдырмау және суыту жылдамдығын азайту, демек, борлану құрылымының, суалудың және ақау қатты тұйық контурда орналасқан кезде сызаттың пайда болуын жою, сондай-ақ созылудың айтарлықтай кернеулерінің пайда болуын болдырмау үшін қажет.

Жергілікті қыздыру бұйымның кейбір қыртыстануына жол берген және ақау қатты емес контурда орналасқан кезде ұсынылады. Жергілікті қыздыруды жанарғылармен жүргізеді. Жергілікті қыздыру кезінде құрылымның қыздырылатын элементтерін бір мезгілде және бірте-бірте қыздыру және суытуды қамтамасыз ету маңызды.

Қыздырумен пісіруді шойынды *ыстықтай* пісіру, ал қыздырмай пісіруді—шойынды *суықтай* пісіру деп атайды.

4.6-кестеде шойын құймаларда түпкілікті механикалық өңдеуге дейін анықталған ақауларды жою тәсілдері келтірілген.

4.6-кесте. Шойын құймаларда түпкілікті механикалық өңдеуге дейін анықталған ақауларды жою тәсілдері (әдіп 5 мм дейін, қапталған металдың көлемі 100 см<sup>3</sup> дейін)

| Ақаудың түрі                                | Орналасқан жері                                                                | Жою тәсілі                                                                                                      |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Қабыршақтар, газ және шөгіп қалған кеуектік | Бұрышты — құрылым қыздырған кезде еркін кеңейеді (дөңесше, бұрыштар және т.б.) | Қосымша қыздырусыз шойын қоспа металмен газбен пісіру (суықтай пісіру); жергілікті қосымша қыздыру кезіндегідей |

|  |                                                                       |                                                                        |
|--|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|  | Қатты контурда (бағыттау ортасы, қабырғалардың, жырықтардың көп саны, | Шойын қоспа металмен және жергілікті қосымша қыздырумен газбен пісіру; |
|--|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

#### 4.6-кестенің соңы

| Ақаудың түрі                                                                   | Орналасқан жері                                                       | Жою тәсілі                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Қабыршақтар, газ және шөгіп қалған кеуектік                                    | жазықтықтың ортасы және т.с.с)                                        | Қосымша қыздырумен; жалпы қыздыру кезіндегідей (ыстық пісіру)                           |
| Массасы 50 кг дейінгі аз габаритті құймалардағы сызаттар (тура және тура емес) | Құйманың орталық немесе шеткі бөліктері (жабық және ашық шеттері бар) | Шойын қоспа металмен және жалпы қыздырумен газбен пісіру (ыстық пісіру)                 |
| Аз габаритті құймалардағы шыңдаулы бөліктер                                    | Бұрышты                                                               | Шойын қоспа металмен және жергілікті қосымша қыздырусыз газбен пісіру; (суықтай пісіру) |

**Шойынды қыздырумен газбен пісіру технологиясы.** Күрделі конфигурациядағы құймалар, сондай-ақ қатты контурда ақаулар анықталған, ішінара механикалық өңдеуден өткен бөлшектер, пештерде немесе ошақтарда 500-600°C температураға дейін қоңыр-қызыл түске дейін жалпы алдын ала қыздырудан өткізу қажет. Қарқынды жылу бұратын жерлерде ақаулары бар құймалар (қалыңдығы 50 мм дейін) жалпы қыздырудан өткізіледі.

Жергілікті қыздыруды қыздырылатын бұйымның конфигурациясы есебімен қыздырылатын бөлікшеде пісірілген сәтте ақаулы бөліктегі деформацияға шамамен тең біркелкі жылу деформациясын жасау үшін орындайды.

Жергілікті немесе жалпы қыздыруды пештерде немесе тасымалданатын газ жанарғылармен қатты контурда ақауы және олардың кедір-бұдырын толтыратын өңдеуге арналған біраз әдіптері бар шағын және орташа габаритті құймаларда жүргізеді.

Пісіру процесінде суытуды болдырмау үшін массасы үлкен

бөлшектерді (құймаларды) табақты әктаспен жабады немесе арнайы камера-кессонға орналастырады. Шағын массалы және күрделі емес конфигурациядағы құймаларды пісіру процесінде суытудан сақтамайды. Қыздыруды аяқтау мен пісіруді бастау арасындағы үзілістің ұзақтығы пісіру алдында бөлшектің температурасы 400 °С-тан төмен болмауы үшін 5 минуттан аспайды.

Жалын қалыпты болуы тиіс, балқу оның қалпына келтіру бөлігінің есебінен жүреді. Ақаудың балқытылған және флюстелген бетінен қоспа темір шыбықпен металл емес қосылыстарды алып тастайды. Содан кейін ақауды темір шыбықтың ұшымен әлсін-әлсін флюс қоса отырып, балқыған қоспа материалмен толтырады. Ванналық тәсілмен пісіру керек: пісіру ваннасының металын ақауды қоспа металмен толық толтырғанға дейін сұйық күйде ұстайды. Бұл тәсіл жік металынан газдарды және металл емес қосылыстарды неғұрлым толық алып тастауды және термиялық әсер аймағында біркелкі құрылымды қамтамасыз етеді.

Қасиеті негізгі металдың қасиетіне тең пісіру жалғасын алу үшін пісіргеннен кейін перлит өзгерулерге сәйкес келетін температуралар интервалында металды суыту жылдамдығын азайту қажет. Бұл үшін жанарғыны ваннаның бетінен 50-600 мм-ге баяу алыстатады, ал балқыған металды 0,5-1,5 минут ішінде жалынмен қыздырады. Баяу суыту процесін қорғаныш көзілдірігінің көмегімен сырттай бақылайды, жіктің шетімен суыттын металдың күрең сақинасы пайда болуы тиіс. Осы сақина таралғаннан кейін балқыма қаптама ортасында жанарғының жалынын қосады. Баяу суыту үшін түзетілген бөлшегі құрғақ топырақпен көмеді немесе табақты асбестпен жабады.

Қалыңдығы үлкен және конфигурациясы күрделі бөлшектің ішкі кернеулерін азайту және сызаттың пайда болуын болдырмау үшін ақауларды жойғаннан кейін 650-750°С температура кезінде ошақта немесе пештерде қайталама қыздырудан (босандату) өткізу ұсынылады. Құймалар ошақпен (пешпен) бірге суыйды.

Ацетиленнің газ-алмастырғыштарының аз шоғырланған жалыны термиялық әсер етудің тым кең аймағын құрады және шойынды пісіру үшін қолайлы жағдайларды қамтамасыз етеді. Газ-алмастырғыштардан (метан, пропан-бутан) пайда болған жалын олардың тұтануының болмашы жылдамдығы кезінде кері соққылардың пайда болуы екіталай болуынан неғұрлым тұрақты болады, ал бұл жанарғының мүштігі мен ұштығы жоғары температураларға дейін қыздырылған кезде өте маңызды.

**Шойынды қыздырмай газбен пісіру технологиясы.** Алдын ала қыздырмай пісіруді (салқындай пісіруді) бөлшектер (кронштейндер, иінтіректер және басқалары) қыздыру және суыту

кезінде елеулі қалдық кернеулер тудырмай еркін кеңеюге және сығылуға қабілетті болатын жағдайларда қолданады. Бұл ретте жанарғы жалынының қуаты перлит өзгерулер интервалында баяу суытуды қамтамасыз ететін барынша мүмкін болуы тиіс.

Газбен «суықтай» пісірген кезде ақау аймағында және оған іргелес аймақта негізгі металды жанарғының жалынымен жергілікті қыздыру жүреді. Алдын ала қыздырмай пісірудің технологиялық процесі «ыстықтай» пісірудің технологиялық процесіне ұқсас. Пісіру ваннасын толтырар алдында жанарғының жалынымен ақауға іргелес учаскелерді қыздыру қажет. Ақауды толтыруды аяқтағаннан кейін жанарғыны 2-3 минут ішінде жалынды ақауға іргелес учаскелерге бағыттай отырып, одан баяу алыстатады. Пісіріліп бітелген бөлікше бар бөлшекті немесе бөлшектің бөлігін құммен көмеді немесе табақты асбестпен жабады.

**Шойынды төмен температуралы газбен пісіру.** Отандық тәжірибеде жез дәнекерлермен әдеттегі пісіру-дәнекерлеумен қатар шойынды шойын немесе жез дәнекерлермен газжалынды пісіру-дәнекерлеуді қолданады. Бұл процестер негізгі және қоспа металдарды, түрлі жылуфизикалық қасиеттері бар аймақтарды, флюстер мен беттік-белсенді элементтерден тұратын қоспа металдарды тәуелсіз қыздыруды орындауға мүмкіндік беретін оттекті-ацетиленді жалынның термиялық икемділігін пайдалануға негізделген.

Төмен температуралы пісіру-дәнекерлеудің басында сұйық ванна түзілмейді және жеке тамшылармен балқытып дәнекерлейді. Сұйық қоспа металдың тамшылары дәнекердің кристалдану температурасынан төмен қыздырылған негізгі металға түсіп және онымен түйісіп, оған өз жылулығының бір бөлігін береді, соның салдарынан негізгі металдың беткі қабатының температурасы көтеріледі. Сұйық дәнекердің тамшысы флюстің және жалын қысымының әсерінен негізгі металдың бойымен жұқа қабатпен оңай ағады. Сұйық металдың бір бөлігі капилляр күштердің әсерімен беткі бояудың немесе графиттің тотығуы нәтижесінде шойында пайда болатын кеуектерді толтырады.

Төмен температуралы пісіру-дәнекерлеу кезінде бос графиттің дымқылдау процесіне теріс әсерін флюске косылатын белсенді қоспалармен жояды. Флюс бос көміртекпен әрекеттесе отырып, соңғысын жұмсартады, бұл өз кезегінде фазааралық беткі энергияны төмендетеді және жұмсарту жағдайын жақсартады.

Ақауларды пісіруге механикалық жолмен дайындайды. Пневматикалық кескішпен бұрғылау мен кесіп алу өте кең таралған.

Өңдеу пішінін жалынмен бірқалыпты қыздыру мүмкін болуы үшін бұрғының ұшын мұқалтады, соның нәтижесінде жанарғының



ұштығы жағына газдардың еркін кіруі және шығуы қамтамасыз етіледі. Тура сызаттарды жою кезінде мұқалту 1,5 мм-ден аспауы тиіс.

Шойын қоспа материалмен төмен температуралы пісіру-дәнекерлеуді өңдеуге болмашы әдіптері бар шойын бөлшектердің беттерінде ұсақ ақауларды түзету, қажет болған кезде балқыған металда шойынның құрылымын алу үшін қолданады.

УНЧ-2 темір шыбығы (НЧ-2 темір шыбығымен салыстырғанда) күкірттің төмен мөлшерінің есебінен жіктің неғұрлым тығыз балқыған металын және көміртек пен кремнийдің арасында мейілінше жайлы арақатынасты қамтамасыз етеді. Шойын шыбықтармен пісіру-дәнекерлеу үшін ФСЧ-2 және МАФ-1 маркалы флюстерді қолданады.

Пісіру-дәнекерлеу кезінде қыздыруды ацетиленоттекті жалынмен жүзеге асырады. Бұрғыланған ақауларды (ұсақ тесік, кеук) жою кезінде қоспа металды бұрандалы өрлемелі сызық бойымен жағады. Жалынның осі өңдеу жазықтығы арасындағы бұрыш 20-30° құрайды. Қоспа шыбықты жалын ядросынан 23-25 мм қашықтықта орналастырады.

ФСЧ-2 флюсті пайдаланған кезде ақау аймағында жергілікті алдын ала қыздыру 900-950 °С және одан жоғары құрайды. Мұндай жоғары температура кезінде температуралық әсер аймағында шындалған құрылымның пайда болуы жоққа шығарылмайды. Оны балқытылған металдың жоғары қаттылығына жол берілген жағдайларда, мысалы беткі шыңдау кезінде 1К62 бағыттауыш токарлық бұранда жасайтын станоктардағы ақауларды түзету кезінде пайдаланады.

МАФ-1 флюсі мен УНЧ-2 темір шыбығы процесті 750-800 °С жұмыс температурасы кезінде жүргізуге мүмкіндік береді. Пісіру-дәнекерлеу кезінде жік айналасындағы аймақты шындалу жүрмейді.

Төмен температуралы пісіру-дәнекерлеу бөлшекті алдын ала қыздыруды жоққа шығармайды. 300-400 °С температураға дейін қыздыру қалың қабырғалы бөлшектерде ақауларды жою жұмыстарын орындауды едәуір дәрежеде жеңілдетеді.

Шойынды жез дәнекерлермен пісіру-дәнекерлеуді жекелеген жағдайларда пісірудің орнына қолданған дұрыс. Бұл әдісті жөндеу пісіру кезінде, негізгі және балқыған металдардың түрлі түстері мен қаттылығы ақаулық белгісі болып табылмайтын және бөлшек кедір-бұдырларды жою, берілген өлшемдерді қалпына келтіру және т.с.с. үшін механикалық өңделуі мүмкін кезде пайдаланады.

Шойынды жезбен пісіру-дәнекерлеудің балқытып пісірумен салыстырғанда үлкен артықшылығы шойынды жездің балку температурасына дейін (850-900 °С) қыздыру металдың құрылымын

елеулі өзгертпейтінінен және айтарлықтай термиялық кернеулер тудырмайтынынан тұрады.

Бөлшектің қалыңдығы 25 мм дейін жиектерін 45° бұрышпен шабады, 25 мм артық қалыңдық кезінде сатылы өңдеу ұсынылады. Пісіру-дәнекерлеу қосылатын жиектердің беті тегіс емес кедір-бұдырлы болған кезде жақсы: алдыңғылары жезбен аса жақсы жұмсармайды, бұл жездің шойынмен берік тұтасуын қамтамасыз етпейді. Көміртек те жиектің бетінде графит түрінде бөліне отырып, металдардың берік тұтасуына кедергі келтіреді. Графитті жиектің бетінен 0,2-1,5 мм тереңдікте екі тәсілмен күйдіреді: бөлшектің қосылатын жиектерін темір үгіндісі мен бор қышқылынан жасалған пастамен жабады және жанарғының жалынымен қыздырады; бөлшектің жиектерін оттегінің артығымен реттелген жанарғының жалынымен қыздырады. Екі жағдайда бөлшектің жиектерін 750-900 °С температураға дейін қыздырады. Екінші тәсіл тәжірибеде кең қолданыс тапты.

Шойынды пісіру-дәнекерлеу техникасы келесіден тұрады. Жиектерді қызыл түске дейін қыздырады, флюс себеді және бөлікшелермен қалайылайды. Бұл ретте жалын бейтарап немесе аздаған тотықтыратын, яғни оттегінің болмашы артығымен болуы тиіс. Пісіруге арналған жиектер еңкіш күйде болуы тиіс. Пісіру-дәнекерлеуді төменнен жоғары қарай жүргізеді, бұл ретте балқыған жез қалайыланбаған бетке ағып кетпейді.

Жезбен пісіру-дәнекерлеу кезінде жанарғы мен қоспа материалдың күйі пісірудің оң жақ тәсілі кезіндегідей. Процесті аяқтағаннан кейін қосылған жерді қыздыру, асбоқағазбен жабу және баяу суытқан дұрыс. Сипатталған тәсілді шойынды болатпен пісіру-дәнекерлеу кезінде ойдағыдай қолдануға болады.

Жалынның қуаты, яғни уақыт бірлігінде жағылатын жанармайдың мөлшері ацетиленнің үлес шығынына сәйкес келуі тиіс — бөлшектің 1 мм қалыңдығына шамамен 75 л/с. Ұштықтың нөмірін қуатқа байланысты таңдайды. Дәнекерлер ретінде Л63 немесе ЛОК59-1-03 (МемСТ 16130 — 70) жезді пайдаланады. ЛОК59- 1-03 дәнекермен неғұрлым тығыз пісірілген-дәнекерленген жік алуды және түтінсіз процестің жүруін қамтамасыз етеді, яғни мырыштың улы газы болмашы болады. Көрсетілген дәнекерлермен пісіру-дәнекерлеу кезінде флюстердің келесідей құрамы болады: 100% борлы қышқыл натрий, 50% борлы қышқыл натрий және 50% бор қышқылы.

Кейде өндеуге арналған әдіптері бірнеше микронды құрайтын шойын бөлшектердің беттеріндегі ақауларды түзету қажеттілігі туындайды, бұған қоса жекелеген жағдайларда жіктің негізгі металдың түсі мен қаттылығына жақын түсі мен қаттылығын алу

міндетті. Көрсетілген беттердегі ақауларды технологиялық тәсілдері шойын қоспа материалмен төмен температуралы пісіру-дәнекерлеудің сипатталған процесіне жақын жез дәнекерлермен төмен температуралы пісіру-дәнекерлеу арқылы түзетеді.

| 4.7-кесте. Жез дәнекерлермен төмен температуралы пісіру-дәнекерлеуге арналған флюстер |                                                                                                                             |                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Флюстің маркасы                                                                       | Құрамы, %                                                                                                                   | Қолданылу саласы                                 |
| ФПСН-1                                                                                | 25 ± 0,5 көмірқышқыл литий,<br>25 ± 1 кальций қосылған сода,<br>50 ± 1 бор қышқылы                                          | Құрамында алюминийі жоқ жездер үшін              |
| ФПСН-2                                                                                | 22.5 +0,5 көмірқышқыл литий,<br>22.5 ± 0,5 кальций қосылған сода,<br>45 ± 1 бор қышқылы,<br>10 ± 1 тұзды ерітілген лигатура | Құрамында 1 %-ға дейін алюминийі бар жездер үшін |

Ескертпе. Тұзды балқыған лигатураның құрамы: 72,5 % NaCl және 27,5 % NaF. ФПСН-1 және ФПСН-2 флюстері бөлшектері пісірілетін бетке шығатын және олардың жұмсаруына кедергі келтіретін бос графитті бейтараптандырады; жұмсарту процесі және 650-750 °С жұмыс температурасы (жез солидусының температурасынан 150-200 °С-қа төмен) кезінде шойын-жез шегінде металл байланыстардың пайда болуы жеңілдейді. 600-650 °С балку температурасы кезінде көрсетілген флюстер пісіру-дәнекерлеу процесінің басталуының индикаторлары, яғни флюстің балкуы — дәнекерді қосу және балқыту үшін сигнал болып табылады.

Жез дәнекерлермен пісіру-дәнекерлеу процесінің жұмыс температурасы, яғни балқыма аймағында металдың бетін жергілікті қыздыру 650-750 °С құрайды. Жез дәнекерлермен пісіру-дәнекерлеудің әдеттегі тәсілдері кезіндегі температурамен салыстырғанда жұмыс температурасын арнайы флюстерді қолданумен төмендетуге болады (4.7-кесте).

**Доғалы пісіру.** Қыздырумен (ыстықтай) және қыздырмай (суықтай) пісіру болып бөлінеді. Ыстықтай пісіру болмашы қыздырумен (300-400 °С температураға дейін) және қатты қыздырумен (600-700 °С температураға дейін) жүргізілуі мүмкін.

Шойынды ыстықтай доғалы пісіру технологиясы келесі операциялардан тұрады: бұйымдарды пісіруге дайындау, алдын ала қыздыру, пісіру және кейін баяу суыту.

Қолмен ыстықтай доғалы пісіру балқымалы қапталған электродтармен орындалады. Балқымалы электродтар (ОМЧ-1, ВЧ-3, ЭП-4 және басқалары) 3-3,5 % көміртектен, 3-4 % кремнийден, 0,5-0,8 % марганецтен және графиттегіш қосылған тұрақтандырғыш қаптамадан тұратын шойын біліктен тұрады. Пісіруді арнайы электрод ұстағыштарды пайдаланумен  $l_{св} = (60-100)d$  жоғары тоқтарда (болатты пісірумен салыстырғанда) жүргізеді. Электродтардың диаметрі 12 мм-ге жетуі мүмкін. Пісіруді кері карама-қарсылықтағы тұрақты токта немесе айнымалы токта жүзеге асырады. Пісіру кезінде суыту жылдамдығы 50°C/сағ аспайды.

Шойынды қолмен суықтай доғалы пісіру жікте сұр шойынның құрылымын алу үшін графиттегіштердің көп мөлшері бар (C, Si) электродтарды немесе жік металының созылмалылығын қамтамасыз ететін, көміртекпен қосылыстар түзбейтін және оны ерітпейтін, ағаруды азайтатын және графиттендіруге ықпал ететін мыс және никель негізіндегі электродтарды қолданумен жүзеге асырылады. Пісіруді шындалған құрылымның және жоғары қалдық кернеулер пайда болуы мүмкін қыздыру аймағын азайту үшін аз жылу жұмсаумен жүргізеді.

Осы мақсатта суыту үшін үзілістер жасайды. Аз диаметрлі 3.6 мм электродтарды, токтың болмашы күшін  $l_{св} = (20-30) d$  қолданады, пісіруді қысқа бөлікшелермен (15-25 мм) жүзеге асырады, пісіргеннен кейін жікті шындауды жүргізеді (4.8-кесте).

Соғылмалы және жоғары берік шойыннан жасалған бұйымдарды диаметрі 0,8-1,4 мм Св-08ГС, Св-08Г2С, Нп-30ХГСА сымдармен және ұнтақты сымдармен алдын ала қыздырмай көмір қышқыл газда пісіреді және балқытып қаптайды.

4.8-кесте. Шойынды қыздырмай электродтармен пісіру параметрлері

| Электрод-<br>тың<br>маркасы | Ток күшінің ұсынылатын мәндері,<br>А, электродтың диаметрі, мм |          |           |   | Балқыма<br>қаптама-<br>ның<br>коэффи-<br>циенті, | 1 кг<br>балқыма<br>металға<br>электрод-<br>тар |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|-----------|---|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                             | 3                                                              | 4        | 5         | 6 |                                                  |                                                |
| ЦЧ-4                        | 65...80                                                        | 90...120 | 130...150 | — | 9.11                                             | 1,8                                            |

|        |           |           |           |         |        |     |
|--------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|-----|
| ОЗЧ-2  | 90...110  | 120...140 | 160.190   | 220.250 | 13.14  | 1,7 |
| ОЗЖН-1 | 100...120 | 130...150 | 160...180 | —       | 10.12  | 1,4 |
| МНЧ-2  | 90...110  | 120...140 | 160.190   | 210.230 | 11. 12 | 1,5 |

Механикалық өңдеуге келетін жік металын алу қажет болған жағдайда Св-08ГС және Св-08Г2С сымдарды пайдаланады. Пісіру жалғасының қасиеттері тоқтың күшіне, пісіру жылдамдығына және оны орындау техникасына байланысты болады.

50...100 А тоқ күшімен, 18-20 В кернеумен пісірген кезде жіктің металы ферритті-перлитті-сорбитті құрылымда болады. Термиялық әсер және балқыту аймағы балқыту сызығы бойымен ледебурит бөлікшелері бар троститті-мартенситті құрылымда болады. Термиялық әсер аймағында сызаттар болмайды. Үлкен тоқтарда пісірген кезде жікте мартенсит және ледебурит, ал термиялық әсер аймағында—ақталған және шағын сызаттар бөлікшелері пайда болады. Кернеуді көтерген кезде жік металында шойынның үлесі ұлғаяды және сызаттар пайда болуы мүмкін.

Жік металындағы негізгі металдың үлесін азайту үшін балқытып қаптауды алдыңғы білікшені оның енінің 1/3 жабумен жүргізеді. Бұл ретте доғаны бұрын балқытылған металға бағыттайды. Пісіру және балқытып қаптау жылдамдығын жік металында негізгі металдың өте аз үлесін және бөлшекті рұқсат етілген қыздыруды алу шартынан таңдайды. Жекелеген жағдайларда термиялық әсер аймағының құрылымының аз өзгеруі бар жалғастар алу үшін пісіру мен балқытып қаптауды «каскадпен» немесе күйдіретін білікшелер салумен жүргізеді. Бұл ретте жік металы термиялық әсер аймағындағы құрылымының елеулі өзгеріссіз ферритті-перлитті құрылымда болады.

Жұқа сыммен көмірқышқыл газда пісіру болат келте құбырларды шойын фланецтермен қосқан кезде, соғылмалы және жоғары берік шойыннан жасалған тозған бөлшектерді (дөңгелектердің күпшегі, иінді біліктер және басқалары) қалпына келтірген кезде, сантехникада сұр шойыннан жасалған құбырларды пісірген кезде автомобиль және трактор өнеркәсібінде қолданыс тапты.

Сұр шойынды суықтай пісіру үшін құрамында: 7,0-7,5 % С; 4,0...4,5 % Si; 0,4-0,8 % Mn; 0,4-0,6% Ti және 0,6-0,9% Al бар ППЧ-1 ұнтақты сым дайындалып шығарылды.

Бұл сым тоқтың орташа күшімен пісірген кезде элементтерінің тотығуы және негізгі металмен араласуы есебімен балқыған металл

мен ақталусыз және сызатсыз балку аймағын алуды қамтамасыз етеді. Жік металының механикалық қасиеттері негізгі металға жақын.

Қорғаныш ретінде көмір қышқыл газды-тотықтырғышты пайдалану жікте сутектің аз мөлшерін және жік металының саңылау түзуге аз бейімделуін қамтамасыз етеді.

### БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Балқыту процесінің мәні неден тұрады?
2. Балқыту процесі пісіру процесінен немен ерекшеленеді?
3. Қапталған электродтармен балқытып қаптаудың мәні неден тұрады?
4. Флюс қабатымен балқытып қаптау процесінің мәні неден тұрады?
5. Флюс қабатымен балқытып қаптауға қандай артықшылықтар мен кемшіліктер тән?
6. Электрқожды балқытып қаптаудың мәні неден тұрады?
7. Дірілді доғамен балқытып қаптаудың ерекшеліктері неден тұрады?
8. Индукциялық балқытып қаптау қандай мақсаттар үшін қолданылады?
9. Көміртекті болаттарды пісірген кезде қанда жанар газдарды пайдалануға болады?
10. Легирленген болаттарды газбен пісіру ерекшеліктері неден тұрады?
11. Шойын қандай критерийлері бойынша жіктеледі?
12. Шойынды газбен пісірген кезде қандай қиындықтар болады?
13. Шойынды газбен пісірген кезде флюстің рөлі қандай?
14. Шойынды газбен пісірудің қандай негізгі тәсілдері бар?
15. Шойынды газбен пісірген кезде қандай қоспа материалдар қолданылады?

Григорянц А. Г. Технологические процессы лазерной обработки: оқу құрал / А. Г. Григорянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров; Г. Григорянецтің редакциялауымен. — М. : Н. Э. Бауман атындағы МГТУ баспасы, 2006. — 664 бет.

Овчинников В. В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов: оқулық / В. В. Овчинников. — 2-ші басылым, **стер.** — М. : «Академия» баспа орталығы 2012. — 256 бет.

Овчинников В. В. Основы теории сварки и резки металлов : оқулық /

А. В. Овчинников. — М. : КНОРУС, 2011. — 248 бет.

Овчинников В. В. Современные виды сварки: оқу құралы / В. В. Овчинников. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2011. — 208 бет.

Овчинников В. В. Справочник сварщика: анықтама басылым / В. В. Овчинников. — М. : КНОРУС, 2013. — 272 бет.

Овчинников В. В. Технология газовой сварки и резки металлов / В. В. Овчинников. — 2-ші басылым, **стер.** — М.: «Академия» баспа орталығы, 2012. — 235 бет.

Овчинников В. В. Технология термической обработки: оқулық / В. В. Овчинников. — М. : ИД «ФОРУМ» ; ИНФРА-М, 2013. — 320 бет.

Овчинников В. В. В. Технология электросварочных и газосварочных работ: оқулық / В. В. Овчинников. — 3-ші басылым, **стер.** — М. : «Академия» баспа орталығы, 2012. — 272 бет.

Овчинников В. В. Электросварщик ручной сварки (дуговая сварка в защитных газах) / В. В. Овчинников. — 4-ші басылым, **стер.** — М. : «Академия» баспа орталығы, 2012. — 94 бет.

Полевой Г. В. Газопламенная обработка металлов: оқулық / Г. В. Полевой, Г. К. Сухинин. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2005. — 336 бет.

Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: оқулық / [А. И. Акулов, В. П. Алехин, С. И. Ермаков және басқалары]; А. И. Акуловтың редакциялауымен. — 2-ші түзетілген және толықтырылған басылым.-М.: Машиностроение, 2003. — 560 бет.

|                                                                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Тарау. Қолмен доғалы электрпісіру мен пісіру жұмыстарын жүргізу кезінде дайындық жұмыстарын орындау технологиясы .....</b> | <b>7</b>   |
| 1.1. Пісіру түрлерінің саралануы .....                                                                                           | 7          |
| 1.2. Пісірілген жалғастар және балқытып пісіру кезіндегі жіктер.....                                                             | 11         |
| 1.3. Пісіру жалғастарын және жіктерді саралау және оны белгілеу.....                                                             | 11         |
| 1.4. Электрлі доға және оны<br>пісіру кезінде қолдану .....                                                                      | 31         |
| 1.5. Пісіру кезіндегі жылу процестері .....                                                                                      | 39         |
| 1.6. Пісіру кезіндегі металлургиялық процестер.....                                                                              | 47         |
| 1.7. Пісіру кезіндегі кернеу және деформация.....                                                                                | 57         |
| 1.8. Металдардың пісірілімдігі және оны бағалау әдістері.....                                                                    | 62         |
| 1.9. Пісіру материалдары.....                                                                                                    | 78         |
| 1.10. Металды пісіруге дайындау ережесі.....                                                                                     | 117        |
| <b>2. Тарау. Әртүрлі күрделіктегі металл конструкцияларды қолмен электрдоғалық пісіру технологиясы .....</b>                     | <b>125</b> |
| 2.1. Қолмен доғалы пісіру процесінің мәні .....                                                                                  | 125        |
| 2.2. Қолмен доғалық пісіру кезінде режимдерді таңдау.....                                                                        | 126        |
| 2.3. Қолмен доғалық пісіру кезінде режимдерді таңдау.....                                                                        | 127        |
| 2.4. Өр түрлі кеңістік күйлеріндегі пісірудің ерекшеліктері .....                                                                | 134        |
| 2.5. Қаптамалы электродтармен қолмен пісірудің өнімділігін арттыру әдістері.....                                                 | 135        |
| 2.6. Доғалық пісіру үшін нәрлендіру көздері.....                                                                                 | 137        |
| 2.7. Қолмен доғалы пісіруге арналған пісіру постының жабдығы.....                                                                | 143        |
| 2.8. Қорғаушы газдарда пісіруге арналған жабдық.....                                                                             | 147        |
| 2.9. Плазмалық пісіруге арналған жабдық.....                                                                                     | 153        |



|        |                                                                                          |            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.10.  | Флюспен пісіруге арналған жабдық.....                                                    | 156        |
| 2.11.  | Электрқожды пісіруге арналған жабдық.....                                                | 161        |
| 2.12.  | Пісіру конструкцияларының жіктемесі .....                                                | 164        |
| 2.13.  | Жинақтардың ерекшеліктері типті конструкцияларды пісіру.....                             | 170        |
| 2.14.  | Пісіру өндірісін механикаландыру және автоматтандыру.....                                | 175        |
| 2.15.  | Қорғаушы газында доғалы пісірудің ерекшеліктері.....                                     | 181        |
| 2.16.  | Инертті газдарда ерімейтін электродпен пісіру.....                                       | 183        |
| 2.17.  | Қорғаушы газында еритін электродпен пісіру.....                                          | 186        |
| 3.     | <b>Тарау. Түрлі күрделіліктегі металдарды кесу технологиясы.....</b>                     | <b>191</b> |
| 3.1.   | Процестің мәні және термиялық кесуді қолдану ерекшеліктері.....                          | 191        |
| 3.2.   | Газбен пісіруге және кесуге арналған материалдар.....                                    | 194        |
| 3.3.   | Газбен кесуге арналған жабдық және аппаратура.....                                       | 209        |
| 3.4.   | Газ өлшеу бойынша өндеу технологиясының негіздері.....                                   | 238        |
| 3.5.   | Металдарды оттегілік кесудің технологиясы.....                                           | 341        |
| 3.6.   | Доғамен кесу.....                                                                        | 249        |
| 3.7.   | Плазмалық – доғалы кесу.....                                                             | 252        |
| 4.     | <b>Тарау. Түрлі бөлшектер мен бұйымдарды балқыма қаптау мен пісіру технологиясы.....</b> | <b>262</b> |
| 4.1.   | Доғалы және электрқожды пісіру технологиясының негіздері.....                            | 262        |
| 4.1.1. | Балқытып қаптау процестің сұлбасы және материалдар.....                                  | 262        |
| 4.1.2. | Машина бөлшектерінің ақауларын балқытып қаптау .....                                     | 272        |
| 4.2.   | Болат пен шойынды пісіру технологиясының негіздері.....                                  | 274        |
| 4.2.1. | Төмен оттегілік және төмен қоспалы болатты пісіру.....                                   | 274        |
| 4.2.2. | Легирленген және көміртекті шыңдалатын болаттарды пісіру.....                            | 286        |
| 4.2.3. | Шойындарды пісіру.....                                                                   | 291        |

*Оқу басылымы*

**Овчинников Виктор Васильевич**

**Қолмен электрдоғалы пісірумен пісіру жұмыстарын орындау**

**Оқулық**

Редакторы О. А. Туваева Компьютерлік беттеген: Г. Ю. Никитина Корректор Е. О. Беркутова

№ 101116780 басылым. Баспаға 15.06.2015 қол қойылды. Форматы 60х90/16.

Гарнитура «Балтика». Офсетті қағаз № 1. Офсетті баспа. Шартты баспа беті 19,0.

Тиражы 1 200 дана. Заказ №

«Академия» баспа орталығы» АҚБ. [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru)

129085, Мәскеу, Мир даңғылы, 101 В, стр. 1. Тел./факсы: (495)648-0507, 616-0029.

№ РОСС RU санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды. АЕ51. Н16679 25.05.2015.

Баспаның электрондық тасымалдағыштарында басылды.

«Тверской полиграфический комбинат» ААҚ, 170024, Тверь қ., Ленин даңғ., 5. Телефоны: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факсы: (4822) 44-42-15.

Homepage— [www.tverpk.ru](http://www.tverpk.ru) Электрондық поштасы (E-mail) — [sales@tverpk.ru](mailto:sales@tverpk.ru)