

В.В.ОВЧИННИКОВ

ЭЛЕКТРМЕН ПІСІРУ ЖӘНЕ ГАЗБЕН ПІСІРУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

*«Федералдық білімді дамыту институты» федералдық
мемлекеттік мекемесі білім беру саласында бастауыш
кәсіптік білімді жүзеге асыратын білім беру
мекемелерінде оқу үрдісінде оқулық ретінде
пайдалануға ұсынылған*

*«БДФИ» ФМAM 10 ақпан 2014 жыл
Пікірдің тіркеу нөмірі № 625*

6 стереотиптік басылым



Мәскеу

«Академия» баспа орталығы

2015

ӘОЖ 621.791.7:621.791.5(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@dcbg.kz

Пікір берушілер:

жоғары санатты оқытушы

МБМ ҚПБ"Құрылыс колледжі"№ 26. Москва. *Л.М.Карпухина.*

Овчинников В.В.

О-355 Электрмен пісіру және газбен пісіру жұмыстарының технологиясы:Орта арнайы кәсіптік білім беру оқу орны студенттеріне арналған оқулық / В. В. Овчинников. — 6-басылым,стереотипті — М. «Академия», баспа орталығы,2015. — 272 б.

ISBN 978-601-333-196-6 (каз.)

ISBN 978-5-4468-2651-3 (рус.)

Мектеп және газдық дәнекерлеу туралы жалпы мәлімет берілген. Қорытпа және түсті металлды дәнекерлеу технологиясы сипатталған. Электрмен пісіру және газбен пісіру жұмыстарын жүргізгенде қолданылатын құралдар қаралған. Оқулық КМ.02 "Әр түрлі болаттан жасалған деталді дәнекерлеу және кесу, әртүрлі кеңістіктегі шойын"дәнекерлеуші профессионалдык модуль мамандығын игергенде оқулық пайдаланады.

Орта арнаулы кәсіптік білім беру оқу орны студенттеріне арналған.

ӘОЖ 621.791.7:621.791.5(075.32)

КБЖ 30.61ші722

ISBN 978-601-333-196-6 (каз.)

ISBN 978-5-4468-0528-0 (рус.)

© Овчинников В. В., 2010

© «Академия», білім дамыту баспа орталығы 2013

© «Академия»баспа орталығының рәсімдеген, 2013

ҚҰРМЕТТІ ОҚЫРМАН!

“Дәнекерлеуші” (Электрмен пісіру және газбен пісіру жұмыстарының технологиясы) мамандығы бойынша бұл оқулық оқу -әдістемелік комплекстің бөлігі болып табылады.

Оқулық КМ.02 “Әр түрлі болаттан жасалған деталді дәнекерлеу және кесу, әртүрлі кеңістіктегі шойын” дәнекерлеуші профессионалдык модуль мамандығын меңгергенде оқулықты пайдаланады.

Оскелең ұрпақтың оқу -әдістемелік комплексі дәстүрлі және инновациялық оқу материалдарын қамтиды, жалпы білім беру және жалпы кәсіптік білім беру тәртібі және кәсіптік модульді қамтамасыз ету келісілген. Әр комплекс оқулық және оқу әдістерін, оқытудың құралдарын және бақылауды, кәсіптік және жалпы құзыретті меңгеруге, оның ішінде жұмыс берушінің талабын ескерген. Оқулық электронды білім беру ресурстарымен толықтырылған. Электрондық ресурстар теориялық және интерактивті практикалық жаттығулар модулдері және тренажерлар, мультимедиялық нысандар, қосымша материалдарға сілтеме және интернеттегі ресурстар көрсетілген.

Оқулықта терминологиялық сөздік және электронды журнал, оқу үрдісінің негізгі параметрлері, жұмыс уақыты, бақылау және практикалық жұмыстардың нәтижесі белгіленген. Электронды ресурстар оқу үрдісіне оңай ыңғайланады және әр түрлі оқу бағдарламаларына икемделеді.

Дәнекерді өнеркәсіптің негізгі салаларында, металлопрокат тұтытуда қолданады, дәнекерлеудің нәтижесінде металдың шығыны, жұмыстың орындалу мерзімі және өнімнің еңбек сыйымдылығы үрдісі қысқарады. Қазіргі уақытта дәнекерлеу жұмыстарын судың астында және ғарышта орындай береді.

Дәнекерлеу құрастырылымы және дәнекерлеу механизмі деңгейі жылдан жылға өсуде. Дәнекерлеуді күнделікті қолдану есебінен экономикаға көптеген миллиондар жүз мыңдап құйылады деп саналауда.

Автоматизация саласында жеткен жетістіктер және дәнекерлеу үрдісінің механизмі осындай маңызды нысандардың технологиясын түптамырымен өзгертуге мүмкіндік берді, домна пеші, мостылар, құбыржелісі, суда химиялық құралдар, су турбинасы.

Дәнекерлеуді пайдалану машина құрылысын жетілдіру және техниканың жаңа саласын дамытуға-зымыран құрастыру, атом шығыны қаражатын төмендетуге, өндіріс циклінің ұзақтығын қысқартуға, өнімнің сапасын жақсартуға мүмкіндік береді

Газбен және электрмен дәнекерлеу жұмыстарының технологиясы осы оқулықта баяндалған, негізгі үдеріс мазмұндалған, болатты газдық және имектеп дәнекерлеп кесуде ағып кететін, шойын және түсті металл, дәнекерлеу жалыны туралы негізгі мәлімет келтірілген және дәнекерлеу ыдысымен өзара әрекеті, ондағы ағып кету үдерісі және дәнекерлеу материалына қойылатын талаптар, газдық дәнекерлеу тәртібіне ұсыным берілген.

Оқулықта имектеп дәнекерлеу және оның сұйық металмен дәнекерлеу ыдысында араласуы, имектеп дәнекерлеу жігінің пайдалану параметрі әсері, және дәнекерлеудің бірігу сапасы туралы негізгі мәліметтер келтірілген.

Оқулықта байқалмайтын газды имектеп дәнекерлеу технологиясына және оған қолданылатын құралдарға айтарлықтай көңіл бөлінген.

1 ТАРАУ

ПІСІРУ ЖАЛЫНЫ, ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН СИПАТТАМАЛАРЫ

1.1. ПІСІРУ ЖАЛЫНЫНЫҢ ТҮЗІЛУІ

Жану реакциясы, әдетте, қатты, сұйық немесе газ тәріздес заттар оттегімен қосылған кезде орын алады, алайда кейбір металдар тек оттегіде ғана емес, өзгеше де жана алады. Газ жалынымен өңдеуде әр түрлі газдардың оттегіде немесе ауада жану процесі ең үлкен мәнге ие. Кез-келген газ қоспасының жануы оның жану процесінің жағдайына тәуелді белгілі бір температурада тұтану кезінде басталады. Өрт басталғаннан кейін, сыртқы жылу көзімен газды одан әрі қыздыру міндетті болмайды, өйткені газдың жылу мөлшері жанғыш қоспалардың жаңа порциясының жануын қолдау үшін жеткілікті болады.

Жанудың тұрақты процесі тек мына жағдайда ғана, егер жанғыш қоспаның жану кезінде бөлінетін жылу газдың жаңа порцияларын қыздыру үшін де, сондай-ақ қоршаған ортаға кететін жылу шығындарын өтеу үшін де жеткілікті болғанда мүмкін. Оттегіде немесе ауада газдың жануының қажетті шарты - тұтану шектері деп аталатын белгілі бір шегінде қоспадағы жанғыш газдың мазмұны. Жанғыш қоспалардың тұтану жылдамдығына орай (жалынның жылдамдығы таралу) жанудың мынадай үш түрін ажыратады:

- тыныш — жалынның таралу жылдамдығы 10... 15 м/с аспайтын;

- жарылғыш — жалынның таралу жылдамдығы, секундына бірнеше жүз метрге жететін;

- дүмпулік — жалынның таралу жылдамдығы 1 000 м/с астам.

Тұтану жылдамдығы (жалынның таралу жылдамдығы) келесі факторларға тәуелді болады:

- газ қоспасының құрамы мен газ қоспасы болатын қысым;
- онда жануы жүретін кеңістіктің сипаты мен көлемі;
- оның шекарасындағы термомеханикалық шарттар (мысалы, құбырларда қоспаның жану кезінде бұл шарттарды анықтайтын негізгі бағам болып құбырдың диаметрі табылады);
- жанғыш газ бен оттегінің тазалығы (олардағы қоспалардың мазмұнының ұлғаюына орай тұтану жылдамдығы азаяды).

Газ жалынымен өңдеу процесстерінде қолданылатын жанғыш газдар негізінен басқа газдармен көмірсутектердің қоспалары болып табылады. Барлық жанғыш газдардан таза түрінде тек сутегі ғана қолданылады. Құрамында көмірсутектері бар барлық жанғыш газдар құрылысы бойынша ацетилен оттегілік жалынға ұқсас сәулелі өзегі бар жалынды түзеді. Жанғыш газ құрамында көміртегі неғұрлым көп болған сайын, жалынның сәулелі өзегі соғұрлым резче кескінделген. Көмірсутекті газдарға қарағанда сутегі-оттегілік жалын сәулелі өзекті түзбейді, бұл сыртқы түрі бойынша жалынды реттеуді қиындатады.

Ацетиленнен басқа сәулелі өзегі бары жалынды түзетін жанғыш газдарға келесілер жатады: метан, пропан, бутан, пропан-бутандық қоспалар, табиғи газдар, мұнайлық газ, пиролиз ыдырау газы және т. б.

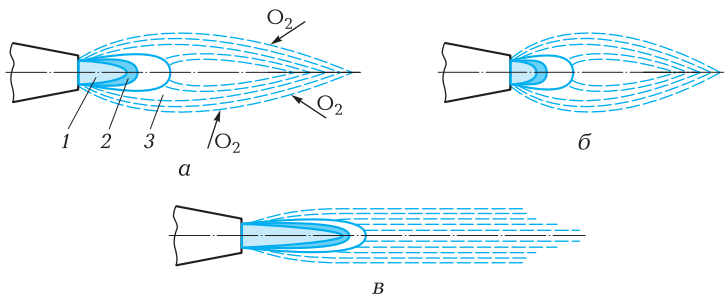
1.2.

ПІСІРУ ЖАЛЫНЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

Жану реакциясы — ол жанғыш заттардың оттегімен қосылыстарының реакциясы. Жанғыш газдың жану процесі осы процесстің жүріп жатырған шарттарына тәуелді белгілі температурада газдың тұтануынан басталады. Жану басталғаннан кейін газды сыртқы көзден одан әрі қыздыру, егер жану кезінде бөлінетін жылу мөлшері жанғыш қоспалардың жаңа порцияларының жануын қолдау үшін және қоршаған ортаға кететін жылу шығындарын өтеу үшін жеткілікті болса, талап етілмейді.

Ацетиленнің жану реакциясының барысына қарай, дәнекерлеуші ацетилен оттегілік жалын белгілі бір нысанға ие (сур. 1.1). Жалынды үш аймаққа бөлуге болады: 1 өзек, 2 орта аймақ және 3 алау.

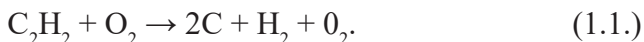
Жалынның 1 өзегінің ішкі бөлігінде мүштіктен келіп түсетін газ қоспасын тұтану температурасына дейін біртіндеп қыздыру жүреді. Жалынның өзегінде ацетиленнің термиялық ыдырауы жүреді, ол өзекте жанарғыға берілетін оттегінің болу есебінен жылдамдайды.



Сурет 1.1. Пісіру жалынының құрылысы:

а — қалыпты жалын; б — қышқылдандыру жалыны (мол оттегі);
— көміртектендіру жалыны (мол ацетилена]; 1 — өзек; 2 — орта аймағы; 3 — алау.

Жалынның өзегінде ацетилен келесіге жіктеледі:

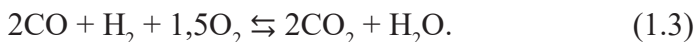


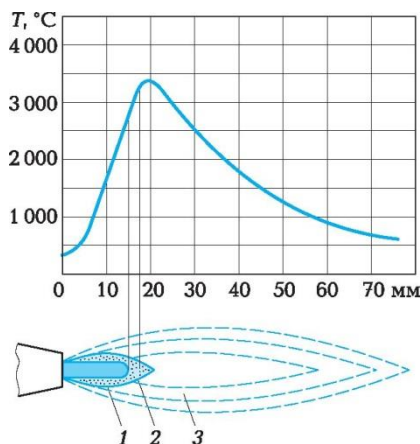
Түзілетін көміртек жалынның өзегін оның сәулеленуін туғызатын нәзік қатты қызған қабатпен қоршайтын өте ұсақ қатты бөлшектерді білдіреді. Өзектің қабықшасы дәнекерлеуші жалынның ең жарқын бөлігі болып табылады. Жалынның өзегінің температурасы 1 450... 1500 °C құрайды. Өзектің сыртқы түрі бойынша көзбен газ қоспасының құрамын және дәнекерлеу оттықтарының жарамдылығын айқындайды.

Жалынның 2 орта аймағында қоспаларда жүрген көміртектің оттегімен толық емес тотығуы жүреді:



Осы реакция кезінде бөлінетін жылу қоспаны жылыту және онда болып жатқан қышқылдану процесстерінің жеделдеуіне жәрдемдеседі. 1.2 суретте көрсетілгендей 2 орта аймағы ең жоғарғы температурасымен сипатталады. Жалынның 3 алауында көміртегі мен сутегі оксидінің олардың ауадан келіп түскен оттегімен өзара әрекеттесу кезінде жанып болуы орын алады:





Сурет 1.2. Ацетилен-оттекті жалынның белдігі бойынша температураны бөлу T :
 1 — өзек; 2 — орта аймақ; 3 — алау

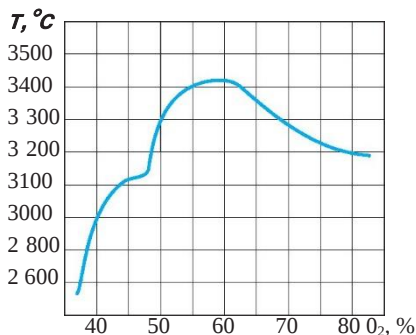
Бұл ретте жылудың үлкен мөлшері бөлінеді, алайда алаудың 3 үлкен көлемді аймағына орай онда температура орта аймағына 2 қарағанда төмен.

Қалыпты жалынды түзу үшін (1.1, а суретті қараңыз) және ацетиленнің толық жануы үшін оның әрбір көлеміне жанарғыға оттегінің келесідей көлемін жеткізу қажет, яғни $v = \sqrt{\kappa/Y_a} = 1$ қарым-қатынасында.

Қалыпты жалынды $v = 1,1 \dots 1,3$ алуға болады. Бұл қарым-қатынасты ұлғайтқан кезде ($> 1,3$) жалын тотықтандыратын сипатына ие (тотықтандыру жалыны), себебі ол құрамында тотықтандыратын металл артық оттегіге ие. Бұл жағдайда жалынның өзегі қысқарып, тікшиеді, және кескін нақтылығы кемірек болады (1.1, б суретті қараңыз), ағарады және көкшілдеу түске ие болады.

Түсетін оттегінің мөлшерін азайту кезінде (артық ацетиленді) көміртекті жалын пайда болады (1.1, в суретті қараңыз). Орта аймақтың көлемі бұл ретте ұлғаяды, өзек бұлдырап және оның артында жасыл түсті "ацетиленді қауырсын" пайда болады. Ацетиленнің біршама артықшылығында көміртек бөлшектері және сыртқы аймағында да пайда болады, жалын түтеп, ұзарады және қызылдау түске ие болады.

1.3 сурет жалынның ең жоғары температурасының газ қоспасының құрамына тәуелділігі көрсетілген (ондағы оттегінің мазмұны). Қалыпты жалынмен салыстырғанда қоспада оттегінің кейбір артықшылығында жалынның ең жоғарғы температурасы мен дәнекерлеудің ең жоғарғы өнімділігі



Сур. 1.3. Жалынның ең жоғары температурасының T газ қоспасының құрамынан тәуелділігі (онда оттегінің болуы)

байқалады. Жеткілікті таза оттегі мен ацетилен үшін максималды температураға 3 100...3 200 °C қабылдауға болады.

Ацетиленді жалында түзілетін еркін көміртек балқытылған металлмен сіңірілуі мүмкін, сондықтан мұндай көміртекті жалын деп аталады. Ол қалыпты немесе тотықтандыру жалын температурасымен салыстырғанда неғұрлым төмен температураға ие.

Құрамына көмірсутектер енетін газдар - ацетилен алмастырғыштардың жалынының құрылымы ацетилен оттегілік жалынның құрылымынан айтарлықтай айырмашылығы жоқ, бірақ кемірек айқындалған сәулелі өзекке ие, бұл сыртқы түрі бойынша жалынның құрамын реттеуді қиындатады.

1.3. ПІСІРУ ЖАЛЫНЫНЫҢ ЖЫЛУЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ

Жалын температурасы — оның жылу қасиеттерін айқындайтын маңызды бағамдардың бірі. Температура неғұрлым жоғары болған сайын, соғұрлым металлды қыздыру және балқыту тиімдірек.

Жалынның құрамының әртектілігі оның белдігін бойлай және көлденең қимасында оның жекелеген аймақтарында температураның айырмашылықтарын шақырады. Көптеген көмірсутекті газдарда жалынның ең жоғары температурасы өзегіне тікелей жақын —

жалынның орта аймағында шоғырланған. Орта аймақ өз құрамында көміртегі мен сутегі оксидіне ие бола тұра, оған қоса қалпына келтіру қасиетіне ие болғандықтан, жалынның өзегі металдың бетінен 2...3 мм қашықтықта тұратындай етіп жанарғыны орналастыра отыра дәнекерлеуді нақ осы аймақпен жүзеге асырады.

Жалынның температурасына жанғыш газдың қоспасының оттегімен арақатынасы елеулі әсер көрсетеді. Температураның максимум артуына байланысты жанарғы да артып және солға мүштік жағына қарай қисаяды, бұл қоспада оттегінің артықшылығы кезінде оның жану процесінің жылдамдығының ұлғаюымен түсіндіріледі.

250.400 дм³/сағ ацетилен шығынымен $v = 1,1... 1,2$ газдар қоспасының арақатынасы кезінде жалынның ішкі өзегінен әртүрлі қашықтықтағы дәнекерлеу жанарғысының ацетилен оттегілік жалынының температурасы мынадай:

Қашықтық, мм	3	4	11	25
Температура, °С	3 050.3	150 2 850.3	050	2 650.2 850 2 450.2 650

Жалын температурасы қоспалар арақатынасының өзгеруінен жоғары оттегі мазмұнында ең жоғары мәнге жете отыра айтарлықтай өзгереді.

Металдың жалынмен қыздырылуы жалынның жанғыш қоспасының ағынымен және онымен жанасатын металл учаскесінің беті арасындағы амалсыз конвективті және сәулелі жылу алмасуға негізделген. Сәулелі жылу алмасу мардымсыз және жалын мен металлдың жалпы жылу алмасуынан 5.10% құрайды. Пісіру жалынын конвективті жылу алмасу көзі ретінде қарастыруға болады.

Еріксіз конвективті жылу алмасу қарқындылығы жалын мен қыздырылатын металдың беткі температурасының айырмашылығына, сондай-ақ осы бетке қатысты жалынның ағынының орын ауыстыру жылдамдығына байланысты.

Жалпы түрде жылу мөлшерін білдіретін, металдың қыздырылатын беткі алаңының бірлігі арқылы уақыт бірлігіне жалынмен енгізілетін жалынның q_2 үлестік жылу ағынын Ньютон ережесімен білдіруге болады:

$$q_2 = a(T_n - T), \quad (1.4)$$

мұнда a — еріксіз конвективті және сәулелі жылу алмасу коэффициенттер сомасына тең жалын мен металл арасындағы жылу алмасу коэффициенті, кДж/(см² -с-К); T_n —жалынның газдар ағынының температурасы, К; T — жалын ағыны бағытталған металл бетінің температурасы, К.

Металды қыздыру және оның температурасын ұлғайту процесінде a коэффициенті азаяды.

Металдың бетіне бағытталған жалынның газ ағыны деформацияланады, және сорғалай отыра металл бетіндегі көлемі бойынша айтарлықтай учаскені қыздырады. Беттің бұл учаскесін қыздыру дағы деп атайды. Қыздыру дағы бойынша жалынның үлестік жылу ағынын бөлу жалынның көлбеу бұрышына, шүмектерден қыздырылатын металлға дейінгі арақашықтыққа, және жанарғы шүмегінен өтетін жанғыш қоспаның орташа жылдамдығына тәуелді.

Жалынның q тиімді жылу қуаты дегеніміз уақыт бірлігіне жалынмен металлға енгізілетін жылу мөлшері. Бұл қуат негізінен жанғыш газ шығынына байланысты, оның ұлғаюына қарай ол да артады (сур. 1.4).

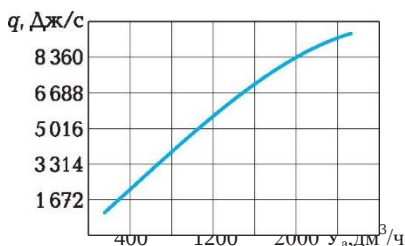
Газ жалынымен металды қыздыру тиімділігі жалынның q тиімді қуатының жанармай жануының төменгі жылылығы бойынша есептелетін жалынның толық жылу қуатына $q_{\text{ж}}$ қатынасын білдіретін тиімді ПӘКцимен бағаланады:

$$\eta_{\text{ц}} = q/q_{\text{ж}} \quad (1.5)$$

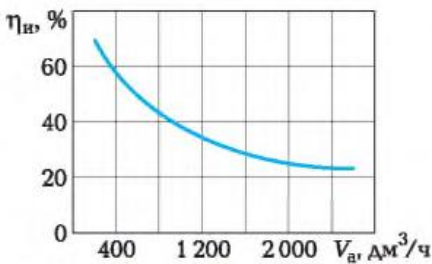
Ацетиленнің әр түрлі шығыстарына (қарапайым дәнекерлеу жанарғыларының ұштықтарының жеті нөмірлерімен қамтамасыз етілетін) құрылған кестеден (сур. 1.5) металдың бетінен жалынның жылуалмасу шарттарының өзгеруі салдарынан ацетилен шығынының ұлғаюына қарай жалынның $q_{\text{ж}}$ тиімді ПӘК, демек, қыздыру тиімділігінің құлдырайтынын көреміз.

Балқыту процесінің өнімділігін анықтайтын негізгі бағам жанғыш газдың шығыны болып табылады.

Газбен пісіру кезінде толық ПӘК мардымсыз. Мысалы, қалыңдығы 3 мм болатты ацетилен оттегілік дәнекерлеу кезінде



Сурет 1.4. Жалынның тиімді жылу қуатының ацетилен шығынына тәуелділігі (пісіру жылдамдығы 30 м/с, болаттан пісірілетін бұйымдардың қалыңдығы 6 мм)



Сурет 1.5. Жалынның тиімді ПӘК-нің ацетилен шығынына тәуелділігі

балқытылатын аймақ айналасында пісірілетін металлды (ванналар, жіктер) қыздыруға кететін жылу шығындары шамамен 45% құрайды. Пісірілетін металдың қалыңдығы немесе оның жылу өткізгіштігі ұлғайған кезде балқытылатын аймақтан тыс оны қыздыруға шығынның құрамдасы ұлғаяды.

Металлды балқыту және пісіру ваннасын басқару үшін жалынның белдігі бойынша ең жоғары шамаға жететін жалынның механикалық әрекеті маңызды. Пісіру жанарғыларында жалынның газдар қысымының үлкен қуаты 0,01 МПа жетеді.

Балқытумен газбен пісіру оның аз өнімділігіне, жылу тиімділігі мен доғалыға қарағанда автоматтандырудың күрделілігіне орай болатын, шойын және кейбір түрлі-түсті металдардың шағын қалыңдығын пісіруде қолданылады. Металдың үлкен қалыңдығы кезінде газбен пісіру қандай да бір себептермен электрлік пісіруді қолдану қиын болатын жағдайларда ғана қолданылады. Газбен пісірудің өнімділігін жалынның жылу қуатын ұтымды пайдалану арқылы, атап айтқанда, оның жылдамдығын арттыру кезінде пісірудің жақсы сапасын алуға мүмкіндік беретін қуат пен реттеуді іріктеу арқылы, сондай-ақ кейбір жағдайларда жалын алауынан шығатын газдардың жылуын пайдаланумен арттыруға болады.

1.4. ПІСІРУ ЖАЛҒАСТЫРУЫНЫҢ ЖАСАЛУЫ

Жанарғының жалынымен қыздыру кезінде қосылатын бөлшектердің металлының жергілікті балқуы жүреді. Жиектердің балқытылған металлы коспалар металымен бірге пісіру ваннасын түзеді. Пісіру ваннасы қатты металмен анықталатын шекараларда орналасқан. Сұйық металл бөлшектердің жиектерін сулап, оларды жабушы пленканы жояды да, және атом аралық өзара әрекет күштерінің көріну мүмкіндігін туғызады.

Пісіру процесінде газ жалыны қосылатын бөлшек жиектерінің бойымен жылжиды. Онымен бірге пісіру ваннасы да жылжиды. Пісіру ваннасының жүйелі салқындауы мен металдың қатуы нәтижесінде пісіру жалғасы түзіледі.

Пісіру ваннасының көлемі қосылатын бөлшектердің көлемінен салыстырмалы кіші, сондықтан жылудың қарқынды бөлінуі жүреді. Пісіру ваннасының металлын сұйық күйде ұстап тұру үшін, және пісіру процесінің қалыпты ағуы үшін қыздыру көзі жоғары температура мен үлкен жылу қуатына ие болуы қажет. Ацетилен оттегілік пісіру кезінде металдың пайдалы қыздыруына жалынның жалпы жылу қуатының 10 % жұмсалады, жылу қуатының қалған бөлігі жоғалады.

1.5. ПІСІРУ ВАННАСЫНДА ЖҮРЕТІН МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТЕР

Пісіру ваннасының сұйық металлы металдың беткі қабаттарының тотығуынан түзілетін газдар және қождармен жанасады. Оттегі және азот пісіру ваннасына ауадан келіп түседі. Оттегі, сондай-ақ жанарғыдан берілетін газ қоспасынан келіп түседі.

Сутегі негізінен жалыннан, сондай-ақ кейбір металдардың сулы бу ыдырауы кезінде немесе пісіру алдында оларды дұрыс тазаламау салдарынан бөлшектердің жиектерінде қалған әртүрлі ластанудың құрамына кіретін көмірсутектердің ыдырауы кезінде ылғалмен өзара әрекеттесуі нәтижесінде келіп түседі.

Пісіру ваннасының металлымен газдардың өзара әрекеттесуі әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы, оттегі алюминий, магний және мыс сияқты металдармен белсенді түрде жалғанады. Азот мыспен және алюминиймен өзара әрекеттеспейді.

Газбен пісіру кезінде пісіру ваннасының балқытылған металлына жалынның орта аймағының негізінен CO және H₂ және ішінара су буы, сондай-ақ CO₂, O₂ және N₂ тұратын газ ағыны белсенді әсер етеді. Жалынның орта аймағында сондай-ақ жалын өзегінің шекарасында CO тұзумен толық тотығып үлгермеген елеусіз мөлшерде еркін көміртектің болуы мүмкін. Пісіру ваннасында жүретін реакциялардың сипаты жанғыш қоспада газдардың арақатынасына тәуелді жалынның орта аймағының құрамымен анықталады.

Пісіру процесінде балқытын металл ең көп өзгерістерге ұшырайды. Бұл ретте қоспалар мен металда легірлеуші қоспалардың мазмұны өзгереді, сондай-ақ оны оттегімен, ал кейбір жағдайларда — сутегімен, азотпен және көміртегімен байыту жүруі мүмкін. Сондықтан, темірдің көміртегімен және қатысатын қоспалар мен қосымшалардың Mn, Si, S, P қорытпасын білдіретін болатты пісіру кезінде пісіру ваннасының сұйық металындағы реакция сызбасы сур. 1.6 ұсынылған түрге ие.

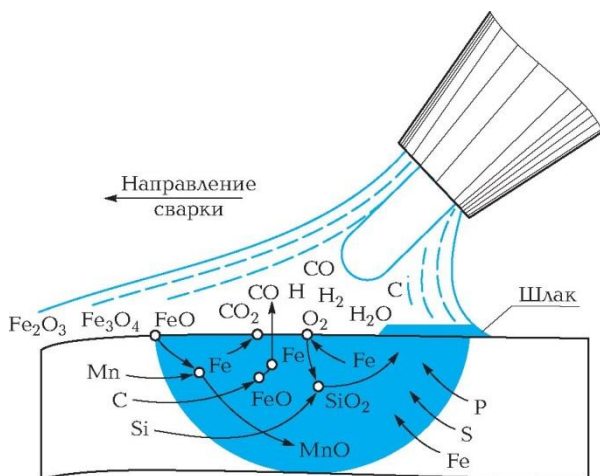
Сұйық металдың үстіндегі қабаттында оксидтердің түзілу жылдамдығы өте жоғары. Пісіру ваннасында орналасқан оксидтер балқытылған металмен өзара әрекеттеседі. Тотығу процессін болдырмау немесе әлсірету үшін пісіру ваннасына флюстер және қоспа металл арқылы ашытқыш енгізеді, яғни пісіру ваннасының металлымен салыстырғанда оттегіне үлкен ұқсастыққа ие заттар. Ашытқыш ретінде жанарғының жалынынан келіп түскен көміртегі, көміртегі оксиді және сутегін қолданады. Түсті металдар үшін жалын жанарғысы тотығуды қамтамасыз етпейді, сондықтан флюсты қолдану қажет.

Сутегі пісіру жігінде кеуектердің түзілуіне әсер етеді. Пісіру ваннасының үстіндегі қабатында бөліне отыра, ол сұйық және қатты металдарда әртүрлі ериді. Сутегінің сұйық алюминийде ерігіштігі қаттыға қарағанда жоғары болады, сондықтан жіктің металлы қатаюы барысында атмосфераға шығуы қажет газ көпіршіктері бөлінеді. Керісінше жағдайда, мысалы, ванналардың тез қатаюы кезінде газ тесіктер күйінде металда қалады. Сондай-ақ, сутектің бар болуы металда қалдық кернеулердің туындауына алып келеді. Бұл ретте металдың пластикалық қасиеттері төмендеп, және нәзік сынуы орын алуы мүмкін.

Пісіру ваннасының балқытылған металлымен газдар ғана емес, сонымен қатар қож да өзара әрекеттеседі. Әдетте, қож пісіру ваннасының бетінде орналасқан, өйткені олардың тығыздығы балқытылған металл тығыздығынан аз.

Қождар белгілі бір химиялық және физикалық қасиеттерге ие. Химиялық қасиеттері қождардың құрамына кіретін оксидтерінің сипатымен анықталады. Сол немесе өзге де оксидтерінің басым түсуіне байланысты қождар қышқыл немесе негізгі болуы мүмкін.

Мүмкіндігінше, газбен пісіруде кезінде пайда болатын қождар тез қатайғаны, кіші тұтқырлық пен тығыздыққа, жоғары газ өткізгішдік пен қатты күйде жіктің металлымен әлсіз ілінісуге ие болғаны жөн. Керісінше жағдайда, қождардың бөлшектері жіктің металлында тұтылып қалып, оның беріктігі мен коррозиялық беріктігін төмендетеді.



Сурет 1.6. Пісіру ваннасының балқытылған металлында негізгі реакциялардың сызбасы

Направление сварки – пісіру бағыты

Шлак - қож

Газдар пісіру ваннасынан бөлініп шығып үлгермейді, ал бұл кеуектердің түзілуіне алып келіп, жіктің бетінен қождардың қалдығын кетіруді қиындатады, сайып келгенде бөлшектер сапасын нашарлатады.

Пісіру жанарғысын ауыстыру кезінде бұрын балқытылған пісіру ваннасы салқиндай бастайды. Онда металдың кристалдануы жүреді. Кристалдану процесі кезенді жүреді: бағаналы кристалдардың өсуі не баяулайды, не тоқтатылады, сондықтан металл жігі бағаналы және қабатты (қабыршақты) құрылымға ие.

Газбен пісіру кезінде салыстырмалы баяу қыздыру жүреді, негізгі металдың балқымаған түйірлерінің күшейтілген өсімі, соның салдарынан жіктің металлының ірі түйіршікті құрылымы түзіледі.

1.6. ПІСІРУ ЖІГІНДЕ ЖӨНЕ ЖІКТІҢ МАҢАЙЫНДАҒЫ АЙМАҚТА ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ӨЗГЕРУЛЕР

Жанарғының жалынының жылуы әсерінен пісіру ваннасының металлының балқуы мен оның шекарасына жалғас негізгі металдың қызуы жүреді. Негізгі металдың қыздыру кезінде құрылымы өзгертін

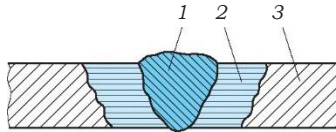
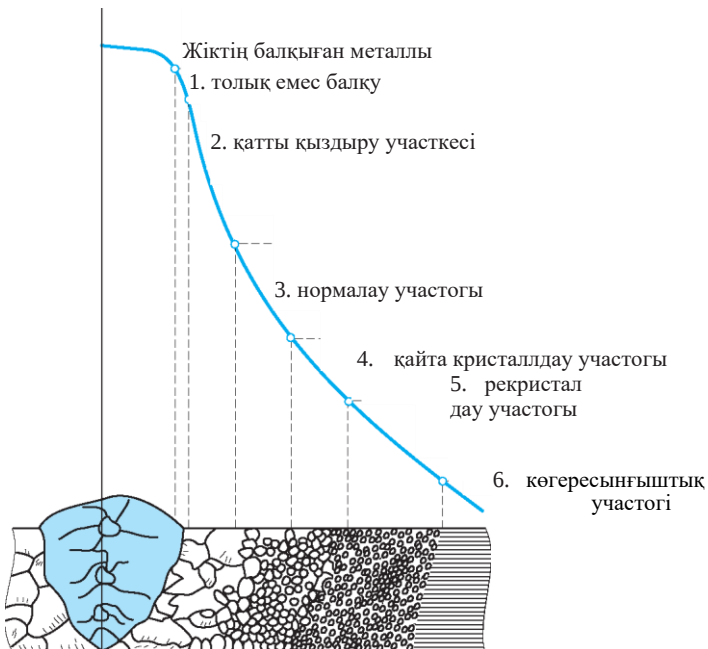


Рис. 1.7. пісіру қосылысының сызбасы:

1 — жік; 2 — термиялық әсерінің зонасы; 3 — негізгі металл

бөлігі термиялық ықпал аймағы немесе жік маңайының аймағы деп аталады. Осы аймақтың әртүрлі учаскелері балку температурасына жақын температурада қыздырылудан (пісіру ваннасының шегінде), құрылымдық өзгерулер температурасы басталғанға дейін (қыздыруға ұшырамаған негізгі металдың шегінде) қыздыруға ұшырайды.

Пісіру жалғасы (сур. 1.7) пісіру ваннасын кристаллдау нәтижесінде пайда болған жіктен 1, термиялық ықпал 2 мен қыздыру ықпалына ұшырамаған негізгі металлдан 3 тұрады.



Сурет 1.8. Төмен көміртекті болатты газбен пісіру кезінде термиялық ықпал ету аймағының құрылымының сызбасы

Құрылымдық өзгерістердің сипатына байланысты термиялық ықпал ету аймағын (ТБІА) жекелеген учаскелерге бөлуге болады (сур. 1.8). жіктің жанында толық емес балқыту учаскесі немесе балқыту шекарасы орналасқан. Одан кейін толық қайта кристалдау учаскесі (қызып кету учаскесі) жүреді. Бұл учаскеде металл сұйық фаза түзу температурасына дейін қызады. Ол ірі түйіршікті құрылымымен сипатталады және газбен дәнекерлеу кезіндегі біршама ұзындыққа ие (жік шекарасынан шамамен 21 ...23 мм). Бұдан әрі орташа ұзындығы 4.5 мм болып табылатын нормалау учаскесі бар. Одан кейін негізгі металлға ауыспалы толық емес (ішінара) қайта кристалдау учаскесі. Толық емес қайта кристалдау аймағының учаскесінің ұзындығы 2.3 мм-ге тең болса, ал термиялық ықпал ету аймағының жинақты ұзындығы болатын газбен пісіру кезінде орташа 27.30 мм құрайды.

Жанарғының ұштығының нөмірін ұлғайту термиялық ықпал ету аймағының ұзындығы өсуіне әкеледі. Пісіру жылдамдығын ұлғайту термиялық ықпал ету аймағының өлшемдері азаяды.

1.7. КЕРНЕУЛЕР МЕН ДЕФОРМАЦИЯЛАР

Доғалы пісірумен салыстырғанда кем концентрацияланған жылуды енгізу нәтижесінде газбен пісіру кезінде қыздырылған металдың көлемі доғалы кездегіге қарағанда айтарлықтай үлкен болады. Бұл, ең алдымен, пісіру операцияларын орындау кезеңінде орын алатын уақытша деформациялардың айтарлықтай артуына әкеледі.

Уақытша деформациялар бірқатар жағдайларда соншалықты үлкен болып, бұл қалыпты пісіру процесін жүргізуге кедергі келтіреді. Мысалы, пісіруге жататын жиектер ауқымды қашықтықтарға алшақтайды. Бұл жағдайларда жұқа табақты металды түйістіріп және айқастырып пісіру кезінде пісіру процесінің өзінде жергілікті қысыммен немесе соққылармен түзетуді қолдануға тура келеді.

Уақыт кеңістігінде деформациялардың дамуы жіктің өзін орындаудан озық жүреді, осыған орай пісіру арқылы қосылатын элементтер қайтымсыз бұрмалауға түседі. Кейіннен салқындату кезінде жүретін деформациялармен қосыла отыра, газбен пісіруден кейін жалпы қалдықты деформациялар әдетте доғалы пісіруге қарағанда пісіру тораптарының үлкен бұрмалануын тудырады.

Газбен пісіру алдында элементтердің қатаң бекітуін қолдану көп жағдайда бермейді қалаған нәтижені бермейді, себебі жіктен тыс бекіту қыздыру кезінде жік маңайында айтарлықтай аймақта пластикалық сығымдалуға алып келеді, бұл тіпті деформацияны ұлғайтуы мүмкін. Егер бекіту пісірілетін жиектерге жақын орналасса, онда қыздыру кезінде алынған үлкен пластикалық деформациялар салқындату кезінде пісіру жалғастарының қирауына әкеп соғуы мүмкін.

Жіктің ауданында салқындатудан кейін табақ материалды пісіру кезінде орнықтылықтың жоғалуы салдарынан деформацияға әкелуге қабілетті сығымдаушы кернеу пайда болуы мүмкін.

Жеткіліксіз қатты пісіру құрылымдарын газбен пісіру бұйымның талап етілетін нысандарын алуға жиі мүмкіндік бермейді.

Қатты құрылымдарда жіктерді газбен дәнекерлеу кезінде жарықшақтардың пайда болу ықтималдығы қыздыру аймағында металдың пластикалық деформациясының үлкен облысына байланысты көбейеді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Газ жалынмен өңдеу кезінде қолданылатын газдарды атаңыз.
2. Газ жалынның нысаны мен құрылымы қандай бағамдарға байланысты?
3. Ацетилен оттегілік жалынның температурасы қандай?
4. Газбен пісіру кезінде пісіру ваннасының аймағында қандай металлургиялық процестер орын алады?
5. Жіктің металлында және жік маңайындағы аймақта газбен пісіру кезінде қандай құрылымдық өзгерулер орын алады?

ЭЛЕКТРЛІК ДОҒАЛЫ ПІСІРУДІҢ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРІ

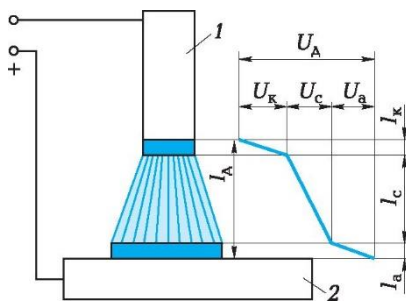
2.1. ЭЛЕКТРЛІК ДОҒА ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

Электрлік доға газдардағы разряд болып табылады, бұл ретте электр тогы онда зарядталған бөлшектер болған жағдайда— электрондар мен иондар, электр өрісі әсерінен газ аралығы арқылы өтеді. Олар бұл кеңістікте электрондардың эмиссиясы (шығару) кезінде теріс электрод (катодты) және газдарды иондау бетінен пайда болады.

Электр доғасының энергиясы пісіруде пісіру жалғастарын алу үшін кеңінен пайдаланылады, мысалы, балқытпалы доғалы пісіруде. Қосылатын бөлшектерді қыздыру пісірмелік деп аталатын электр доғасымен жүзеге асырылады. Пісіру кезінде доғалы разряд пісірілетін (негізгі) металмен және электрод (тікелей әрекет етуші доға) арасында, пісірілетін бөлшектерді пісіру тогының тізбегіне қоспай екі электродтың арасында (жанана әрекет етуші доға) екі электродтың арасында және екі пісірілетін электрод пен пісірілетін бөлшек арасында (аралас доға).

Дәнекерлеу доғасы ионизацияланған газдар қоспасында, сондай-ақ электрод жабындыларының, флюстердің және т. б. құрамына кіретін металдар мен компоненттер буларының қоспасында электр доғалы разрядты білдіреді. Доға электрлік пісіру тізбегінің бөлігі болып табылады. тұрақты токта пісіру кезінде доғаның корек көзінің оң полюсіне қосылған электродты *анод*, ал теріске жалғанғанды — *катод* деп атайды. Егер пісіруді айнымалы токта жүргізсе, онда әрбір электрод не анод, не катод болып кезек-кезек қызмет етеді. Электродтар арасындағы кеңістікті *доғалы разрядты облысы*, немесе *доғалы аралық*, ал осы аралықтың ұзындығын — *доғаның ұзындығы* деп атайды. Электрод пен бөлшек арасында жанатын доға тіке әрекет ету доғасы деп аталады.

Доғалы аралықтың ұзындығы бойынша үш облысты бөліп көрсетуге болады (сур. 2.1): катодты (1к), анодты (1а) және олардың арасында орналасқан доға бағанасы (1С).



Сурет. 2.1. Доғада кернеудің құлауын бөлу:

1 — электрод; 2 — пісірілетін бөлшектер; i_d — кернеудің жалпы құлауы (доға кернеуі); l_d — доға ұзындығы; u_k, u_c, u_a — катоды облыста, доға бағанасында және анодты облыста ұзындығымен l_k, l_c и l_a кернеу құлауының құрамдастары

Катодты облыс қыздырылған катод бетінің (катодты дақ) және оған кірігетін доғалық аралықтың бөлігін қамтиды. Болат электродтарда дақтың температурасы 2 400...2 700 °C жетеді; мұнда 38% - ға дейін доғаның жалпы жылуы бөлінеді. Катодты облыста электрондардың қуып таратылуы, онда кернеудің төмендеуі жүреді $U_k = 10.20$ В.

Анодты облыс анод бетіндегі және оған іргелес доғалы аралықтың бөлігінде анодты дақтардан тұрады. Еркін электрондардың кіру және бейтараптандыру орыны болып табылатын анодтық дақ шамамен катодты дақтағы сияқты температураға ие, бірақ электрондармен бомбалау нәтижесінде онда катодқа қарағанда жылу көбірек бөлінеді. Балқитын электродпен доғалар үшін анодтық кернеудің құлауы $U_a = 2.6$ В.

Катодты және анодты облыстары арасындағы доға бағанасы доғалы аралықта ең жоғары ұзындыққа ие. Бағанада түзілетін зарядталған бөлшектер электродтарға бағыт алады: электрондар — анодқа, ал оң иондар — катодқа. Доға бағанасының температурасы пісіру тогының тығыздығына байланысты өзгереді және 8 000 °C асуы мүмкін. Доғаның кернеуі бағана бойымен 10.50/см шегінде өзгереді. Оның шамасы газды ортаның құрамына тәуелді және осы ортаға жеңіл иондалатын компоненттерді (натрий, калий және т. б.) енгізумен азаяды.

Пісіру доғасында жылу мен жарық энергиясын бөлу бірқалыпты емес. Анодқа жеткен электрондар оған өзінің энергиясын береді. Мұнда қатты қызған анодтық дақ құрылады. Плазманың оң иондары катодқа қарай жылжып, энергиясын блере отыра катоды дақ деп аталатынды қалыптастырады.

Әдетте доғада токтың электронды құрамдасы басым, соның салдарынан анодта катодқа қарағанда көбірек жылу бөлінеді. Анодқа энергияның 43% - ы, ал катодқа — 36% келеді, қалғаны доғаның бағанасында шашырайды. Доғаның тіршілігінің қажетті шарты—иондық бомбалауымен қолдаулы катодтың жоғары температурасы, соның арқасында доғаның бағанасында газды иондайтын электрондардың эмиссиясы жүреді.

Егер доға айнымалы токтың төмен жиілігінің (өнеркәсіптік) тізбегіне қосылған болса, онда әрбір жарты кезеңнің соңында ток тоқтатылып, доға сөнеді. Алайда келесі жарты кезеңде суып үлгермеген металл учаскелерінен электрондардың термоэмиссиясы және біраз уақыт сақталатын газ аралығының қалдықты иондауының арқасында доға электродтар арасындағы кернеу от алдыру кернеуі деп аталатын мәнге жеткен бетте қайтадан пайда болады. Айнымалы токтағы доғаның тұрақты жануына қол жеткізу үшін белгілі бір шаралар қажет. Мысалы, жабын құрамына ионданудың төмен әлеуетті заттары қосылған арнайы электродтарды қолданады.

Электр доғасының температура электродтар материалына байланысты: катодтағы көмір электродтарында ол шамамен 3 200 °С, анодта — шамамен 3 900 °С, металл электродтары кезінде тиісінше 2 400 және 2 600 °С құрайды. Доғаның орталығында оның белдігі бойынша температура 6000... 8000°С жетеді.

Доғаның жылу қуаты

$$Q = 0,24M_{CB}U_a, \quad (2.1)$$

мұндағы Q — жылу қуаты, Дж/с; — айнымалы токтағы пісіру кезінде доғаның қуатының төмендету коэффициенті $k = 0,7,0,97$; ICB — пісіру тоғы, А; U_a — анодтағы кернеу В.

электр доғалы пісіру кезінде металлды қыздыру және балқытуға жылудың 60.70% пайдаланылады. Жылудың қалған мөлшері (30.40%) қоршаған кеңістікте шашырайды.

Доғаны түзу оны оталдырудан басталады, ол екі тәсілдің біреуімен жүзеге асырылуы мүмкін:

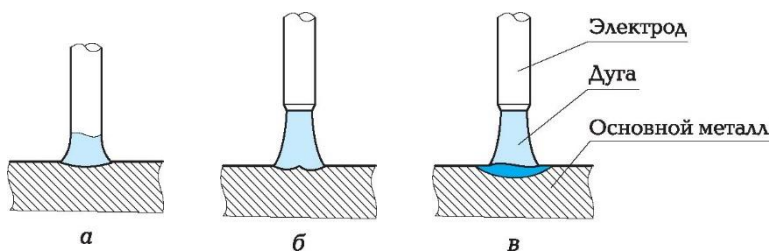
- электрод дайындамаға 3.6 мм қашықтықта жақындап және қысқа уақытқа пісіру тізбегіне жоғары жиілікті айнымалы токтың жоғары кернеулі көзі қосылады (осциллятор);
- доғаны оталдыру үш кезеңде жүзеге асырылады: электродтың дайындамаға қысқа тұйықталуы; электродты 3... 6 мм бұру;

тұрақты электрлік разрядтың пайда болуы.

Екінші тәсіл негізгі болып табылады, ал бірінші балқымайтын электродпен пісіру кезінде ғана қолданылады.

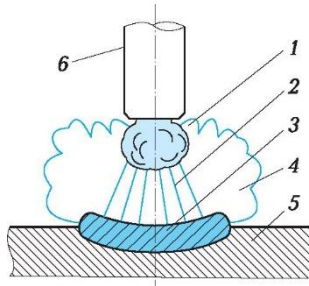
Қысқа тұйықталу кезінде (сур. 2.2, а) тоқтың тығыздығы байланыс нүктелерінде үлкен мәндерге жетеді. бөлінетін жылу әсерінен метал осы нүктелерде негізгі металмен және электродом арасындағы сұйық бөгетін құра отырып "лезде" балқиды (сур. 2.2, б). Электродты металдың бетінен бұру кезінде сұйық бөгет мойынды түзе отыра алдымен созылады (сур. 2.2, в), содан соң үзіледі, содан кейін қыздырылған бүйірінде (катодтың) электр алаңының әсерімен электрондардың термоэлектрондық эмиссиясы басталады. Анод бағыты бойынша тез қозғалатын электрондардың газдар молекулалары мен металл буларымен қақтығысы оларды иондауға алып келеді. Доға бағанасын қыздыруға және атомдар мен молекулалардың кинетикалық энергия арттыруға олардың соғылуының есебінен қарай қосымша ионизация жүреді. Жекелеген атомдар сондай-ақ басқа да бөлшектердің соғылуы кезінде бөлінетін энергияны сіңіру нәтижесінде иондалады. Нәтижесінде доғалы аралық электр өткізгішті болып және ол арқылы электр тогының разряды басталады (суретті қараңыз 2.2, в). Доғаны оталдыру процесі тұрақты доғалық разрядтың пайда болуымен аяқталады.

Сур. 2.3 металл (сым) электрод 6 және негізгі метал 5 арасында ток өтуі кезінде пайда болатын тұрақты пісіру доғасының сызбасы бейнеленген. Жалынның (сәуле жиегі) 4 қоршалған доғалы разряд 2 кеңейген бағананың нысанына ие. Автоэлектрондық эмиссия және доғаның жылуы әсерінен электродтың ұшы мен оның астындағы бөлшектер учаскесі балқиды, бөлшекте пісіру ваннасы 3 пайда болады да оғанжлектрод 6 тамшылармен 1 балқыған металл құйылады.



Сурет 2.2. Доғаның түзілу сызбасы:

а — қысқа тұйықталу; б — сұйық металдан қабатша түзу; в — мойынды түзу және доғаның пайда болуы
электрод — электрод
дуга — доға
основной металл — негізгі металл



Сурет 2.3. Электрлік пісіру доғасының сызбасы:

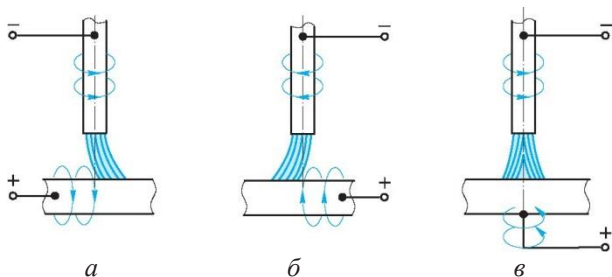
1 — балқытылған металл тамшысы; 2 — доға разряды; 3 — пісіру ваннасы; 4 — доғаның сәуле жиегі; 5 — негізгі металл; 6 — электрод

Пісірудің жоғарғы сапасына қажетті тұрақты жану доғаның ұзындығында 3...5 мм жетеді. Доғаның кеңес берілетін ұзындығы электродтың диаметріне теңеседі. Тым ұзын доғада электрод металлы балки отыра үлкен шариктерді түзеді (металдың үлкен тамшылы көшірілуі). Бұл ретте доға жиі үзіле отыра кең бірдей емес және жеткіліксіз балқытып қапталумен шашыраған пісіру жігін түзеді. Тым қысқа доға кезінде негізгі металлды терең балқыту үшін жеткіліксіз жылу бөлінеді, және жиі негізгі металлға электродтың жабысуы орын алады.

Доғаның тұрақтылығы пісіру көзінің бос жүрісінің кернеуінің артумен жақсарады (ажыратылған жүктемеде оны өлшейді). Алайда, бұл бағам қызмет көрсететін персоналдың қауіпсіздік талаптарымен шектеледі және 80. В аспауы тиіс.

Әдетте электродтан пісіру ваннасына балқудағы электродтың барлық металлынан 90% - ға дейін құйылады; металдың 10 % ішінара шашырау, булану және тотығу салдарынан пісіру ваннасына жетпейді.

Электрлік пісіру доғасы өзінің қалыпты жағдайынан доғаның айналасында және пісірілетін бұйымда біркелкі және симметриялы емес орналасқан магнитті өрістердің әсері кезінде ауытқуы мүмкін (сур. 2.4, а, б). Мұндай құбылыс *магнитті үрлеу* деп аталады (сур. 2.5). Доғаға магниттік өрістердің әсері ток күшін квадратына тікелей пропорционалды және 300 А-ден астам пісіру тогы кезінде айқын болады.



Сурет 2.4. Тұрақты токтың доғасына магниттік өрістің әрекеті:

a, б — пісірілетін бөлшекте симметриялы емес орналасқан магниттік өрістің әрекетінен доғаның ауытқуы; *в* — пісірілетін бөлшекте симметриялы орналасқан магниттік өрістің әрекетінен доғаның ауытқуы

Пісіру доғасы — бұл өзінің магниттің өрісі бар токпен ерекше "өткізгіш". Ток электрод және пісірілетін металл бойынша өте отыра, сондай-ақ, өзінің магниттік өрісін құрады. Доғаны қоршаған магнит өрісі әзірге доғаға қатысты симметриялы болғанда, доға төте жолмен пісірілетін металлдың бетіне таралады (сур. 2.4, в). Доғаны қоршаған симметриялық емес магнит өрісі доғаның магниттік өрістің аз тығыздығы жағына қарай ауытқуын тудырады, неғұрлым доға ұзындау болса, соғұрлым ауытқу күштірек болады. Қысқа доға магниттік үрлеудің әсеріне кем ұшырайды.

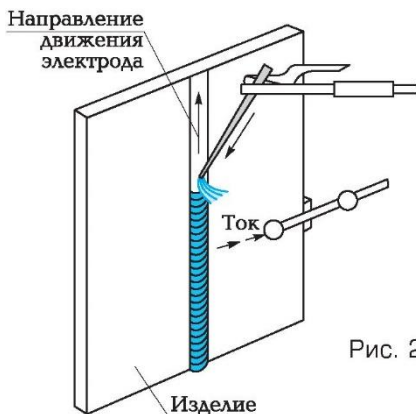


Рис. 2.5. Магнитное дутье, вызываемое несимметричным магнитным полем

Сурет 2.5 магниттік үрлеу арқылы бейсимметриялық магниттік өріс пайда болады

Направление движение электрода — электродтың қозғалысының бағыты
Изделие - бұйым

Пісірілетін металлда туындайтын пісіру доғасынан магнит өрісі электродпен бірге орын ауыстырады және үнемі өзгеріп отырады, себебі негізгі металлда магнит өрісі шоғырлану емес, төте жолмен өтеді, ал магниттік өткізгіштіктен туындайтын ең аз кедергі бар жолмен жүреді, сондықтан пісіру жігінің басында және соңында дайындама шетімен және электрод арасындағы магнит өрісінің қарқындылығы айтарлықтай жоғары.

Магнит өрісінің асимметриясы магниттік үрлеуді тудырады, ол пісіру жігінің басында доғаны алға қисайтса, пісіру жігінің соңында артқа қисайтады. Кейде доғаның ауытқуы белгілі бір бұрыш астында оңға және солға жанға бұрылуы мүмкін. Сонымен қатар, пісіру жігінің басында магнит өрісі балқытып қапталған металл бойымен өтетінін ескеру жөн, ал электродтың екінші жағынан бұл өріс жіктің түбіндегі аз магниттік өткізгіштікке ие ауа саңылауын еңсеруі тиіс, сондықтан магниттік үрлеу жіктің басында неғұрлым қатты байқалады. Пісірудің полярлығын немесе пісіру бағытын өзгерту тұрақты токта пісіру кезінде магниттік үрлеуге айқын ықпал жасамайды.

Айнымалы токта пісіру кезінде магниттік үрлеу айтарлықтай төмендейді, бірақ толығымен жойылмайды. Магниттік үрлеуді азайту айнымалы ток негізгі металлда айнымалы магнит өрісін туғызуына байланысты жүреді. Бұл құйынды токтардың пайда болуына алып келеді. Құйынды токтардың әрқашан қарама-қарсы жаққа бағытталған магниттік өрісі доғаның магниттік өрісін және негізгі металдан өтетін токпен жасалатын магниттік өрісті бейтараптандыруға ұмтылады, сол арқылы доғаның ауытқуын азайтады.

Магниттік үрлеу қаптамалы электродты пісіру кезінде, болат, шойын, никель сияқты магниттік материалдарды жартылай автоматты және автоматты пісіруде жиі туындайды, бірақ магниттік емес материалдарды пісіру кезінде де көрініс беруі мүмкін. Доғаның белдігінен таюы пісіру кезінде қиындық тудырады, электродты металдың шашырауын арттырып, жіктің сапасын нашарлатады. Кері сымдарды қосу орыны екінші дәрежелі мағынаға ие, бірақ магниттік үрлеудің жалпы шамасына әсер етуі мүмкін. Кері сымды жіктің басына қосу ең жақсы нәтижелер береді. Кейде ең үздік нәтижелерге жету үшін кері сымды пісіру жігінің соңына жалғайды (оңтайлы нұсқа — жіктің екі ұшына да жалғау).

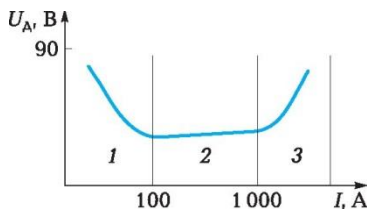
Магниттік үрлеуді азайту үшін:

- жіктің басында және соңында шығарушы планкаларды орната отыра, немесе керісінше баспалдақты пісіруді, немесе үзікті жікті атқара отыра пісіру жалғасы арқылы өтетін магнит ағынының бағытын өзгерту;
- дайындаманы электр ұстағышға токты жеткізетін пісіру кабелімен орап сыртқы магнит өрісін құру;
- қаптамалы электродпен пісіру кезінде электродтың жайғастыруын жүргізу, пісіру тогын азайту;
- дайындаманы кері сыммен ол түзетін магниттік өріс доғаның ауытқуын шақыратын магниттік өріс әрекетінің өтейтіндей соншалық орау;
- пісіруді айналы токқа жасау (ол пісіру технологиясын өзгертуді және электродтарды ауыстыруды талап етуі мүмкін).

Ерекше қиындықты қалдықты магниттелген металлды пісіру туғызады, ол мысалы, дайындаманы электр магнитімен көтеру кезінде пайда болады. Кейбір жағдайларда дайындаманың магниттелуі пісіру іс жүзінде мүмкін болмайтындай шамаға жетуі мүмкін. Қалдықты магниттелген металлды пісіру алдында кері магниттеу қажет. Кейде металлдың магниттелуін дайындаманы пісіру кабелімен орай отыра өтеу мүмкін болады.

Пісіру тізбегінде доға кернеуінің токтан тәуелділігін доғаның тұрақты ұзындығы жағдайында доғаның статикалық вольтамперлік сипаттамасы деп атайды, ол графикалық 2.6. суретте көрсетілген.

1 облыста (100 А дейін) токтың артуымен U_A кернеуі айтарлықтай азаяды, себебі токты арттыру кезінде доға бағанасының көлденең қимасы және оның өткізгіштігі ұлғаяды; вольтамперлік сипаттамасы құламалы, доға тұрақсыз жанады. *2 облыста* (100... 1 000 А) токты ұлғайтқан кезде кернеу мүлдем өзгермейді, себебі доға бағанасының көлденең қимасы және анодты мен катодты дақ алаңдары токқа тепе тең түрде ұлғайтылады; вольт-амперлік сипаттамасы қатаң, доға тұрақты жанады, пісірудің қалыпты процессі қамтамасыз етіледі. *3 облыста* (1 000) токты ұлғайту кернеудің өсуін шақырады, себебі белгілі бір мәннен кейін токтың тығыздығын арттыру электродының көлденең қимасының шектеулілігінің әсерінен катодты дақты ұлғайтумен қатар жүрмейді; вольт-амперлік сипаттама артады.



Сурет 2.6. Доғаның статикалық вольт-амперлік сипаттамасы жалпы түрде:

1 — құлама вольт-амперлік сипаттама; 2 — қатты вольт-амперлік сипаттама; 3 — артушы вольт-амперлік сипаттама

Артушы вольт-амперлік сипаттамамен доға флюспен пісіру кезінде және қорғауыш газдарда пайдаланылады.

2.2. ПІСІРУ ДОҒАЛАРЫНЫҢ ТИПТЕРІ

Пісіру доғаларын жіктеу үшін бірқатар ортақ белгілері пайдаланылады, олардың ішінде:

- қолданылатын электродтар – балқитын және балқымайтын электродпен пісіру доғасы;
- доғаның сығу дәрежесі — еркін және сығымдалған пісіру доғасы;
- пісіру тогын жеткізу сызбасы - тікелей немесе жанама әрекеттер пісіру доғасы;
- тоқ тегі — тұрақты немесе айнымалы токтың пісіру доғасы (соңғы жағдайда — бір фазалы немесе үшфазалы);

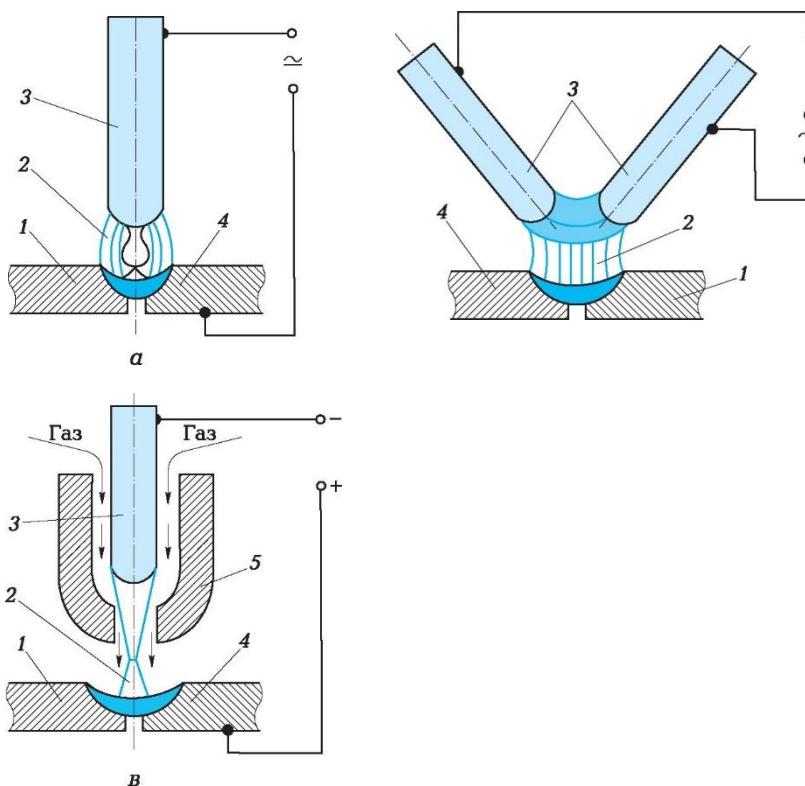
Токты жеткізу, токтың тегі, электродтар саны және басқа белгілер сызбасына байланысты тікелей әрекет, жанама әрекет, көпэлектродты және сығымдалған пісіру доғаларын ажыратады.

Тікелей әрекет доғасы (сур. 2.7, а) деп мынадай жағдайларда пайдаланылатын электрод пен дайындама арасындағы доғалы разряд аталады:

- электродтар жабылған доғалы пісіру кезінде;
- қорғаныш газдарында балқымайтын электродпен пісіруде;
- қорғаныш газдарында балкитын электродпен пісіруде.

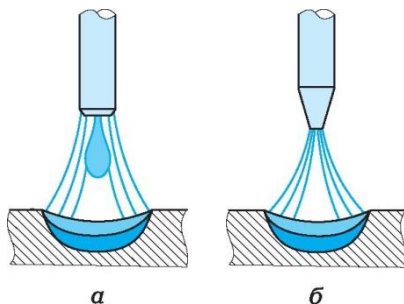
Балқымайтын электродты қолдану жағдайында жалғасты негізгі және тұндырылған металлды балқытумен орындайды. Пісіру электродын қолдану кезінде пісіру ваннасы электродтың металымен толтырылады.

Жанама әрекет доғасы (сур. 2.7, б) екі балқымайтын немесе балкитын электродтар арасындағы доғалы разрядты білдіреді, бұл ретте пісірілетін металл электрлік тізбекке қосылмайды.



Сурет 2.7. Доғалар типтері:

а — тікелей әрекет; *б* — жанама әрекет; *в* — сығымдалған;
 1, 4 — пісірілетін бөлшектер; 2 — доға; 3 — электрод; 5 —
 шүмек



Сурет 2.8. Балқытын (а) және балқымайтын (б) электродтармен пісіру доғалары

Мұндай доға пісірудің арнайы түрлерінде пайдаланылады.

Қысылған доға (сур. 2.7, в) — бұл балқымайтын вольфрамдық электродпен тікелей немесе жанама әрекетті, газдың айналма ағысымен сығымдалған доға. Қысылған доғаны арнайы жанарғыларда — плазмотрондарда — алады және металдар пісіру және кесу үшін, оның ішінде баяу балқытындарға қолданады.

Тұрақты немесе айнымалы токта тікелей әрекетті доғаны пайдалана отырып балқытын электродпен пісіру (сур. 2.8, а) жөндеу тәжірибесінде кеңінен таралуға ие болды. Балқытын электрод ретінде оны балқыту шамасына қарай доға аймағына берілетін қажетті химиялық құрамында металл стержень қолданады. Жік ішінара балқытылған негізгі металл және электрод металлынан құралады.

Тікелей әрекетті және айтарлықтай сирек жанама әрекетті доғаны пайдалана отырып балқытын электродпен пісіруді (сур. 2.8, б) жұқа табақты металл үшін, сондай-ақ автомобиль шанақтарын дайындау және жөндеу кезінде қолданады. Пісіру жігі доғаның аймағына енгізілген негізгі металды немесе негізгі және тұндырылған металл балқыту есебінен қалыптасады. Балқымайтын электродпен пісіруді электродтың қызып кетуін болдырмау үшін, әдетте, тікелей полярлықтағы тұрақты токпен жүргізеді, яғни электрод катодқа жалғанады.

2.3. ҚОРҒАУЫШ ГАЗДАРДАҒЫ ДОҒА

Қорғауыш газдарда пісіру кезінде тұндырылған және негізгі металдардың балқытуын қамтамасыз ететін энергия көзі ретінде

электр доғасы пайдаланылады. Доғаның газдағы разрядтардың басқа түрлерінен айырмашылығы әлеуетінің төмен катодтық құламасымен сипатталады, демек, токтың төмен жалпы кернеуі мен жоғары тығыздығы. Электрлік доға ұзындығы бойынша оларда өтетін физикалық құбылыстармен ерекшеленетін үш облысқа ие.

Электродқа тікелей жанасатын учаскелерді катодтық (теріс электрод) және анодтық (оң электрод) облыстар, ал олардың арасындағы учаскені—доғаның бағанасы деп атайды. Доға сүйенетін және олар арқылы негізгі ток өтетін электродтардың учаскелерін белсенді дақтар деп атайды: оң электродта — анодты дақ, терісте — катодтық дақ.

Катодты дақтың мөлшері әдетте анодқа қарағанда аз. Әлеуетін электр доғасының ұзындығы бойынша бөлу әркелкі. Электродтардың жанында иондалған газ және металл электродтар арасындағы шекте электр тогының өту жағдайларымен туындаған әлеуеттердің құламасының жарысы орын алады. Доғада кернеудің жалпы құламасы

$$U_{\text{до}} = U_{\text{к}} + U_{\text{а}} + U_{\text{с}}, \quad (2.2)$$

мұндағы $U_{\text{к}}$, $U_{\text{а}}$ — кернеудің катодты және анодтық құламасы; $U_{\text{с}}$ — доғаның бағанасында кернеудің құламасы.

Доға бағанасы немесе доғалы плазма — бұл электрондар, иондар, қозғалған және қозғалмаған бейтарап атомдар мен молекулалардың жиынтығы. Доғаның бағанасында зарядталған бөлшектердің (электрондар мен иондар) туындау (иондау) және опат болу (қайта әрекет ету) процестері үздіксіз ағады. Өйткені доғаның бағанасы зарядталған бөліктерден тұрса, онда ол электр өткізгіштігіне ие.

Электрондардың массасы иондар массасына қарағанда айтарлықтай аз болғандықтан, электрондардың жылдамдығы иондардың жылдамдығы асып кетеді, сондықтан доғадағы ток негізінен электрондармен көшіріледі. Осылайша, электрлік доғасының бағанасында ток күшін өзгерту электрондар концентрациясын, олардың бағытталған жылдамдығын, еркін жүріс ұзындығын, жылу жылдамдығы мен доға бағанасында электрлік өрістің кернеулігін, сондай-ақ доғаның бағанасының қимасын өзгерту нәтижесінде болуы мүмкін. Электрондардың шоғырлануы иондану дәрежесімен сипатталады.

Ашық көлемінде жанып жатқан доғаның бағанасының көлденең өлшемдері келесілермен анықталады: доғаның ток күші; доғалы аралықты толтыратын газдың жылу өткізгіштігі; қысыммен. Доғаның бағанасынан, қысымнан жылуды бұру неғұрлым жоғары болса және доға тогының күші аз болса, соғұрлым доға бағанасының мөлшері аз.

Атомарлық газдардың жылу өткізгіштігі температура артқан сайын бірқалыпты ұлғаяды. Осыған байланысты температура бағана белдігінен периферияға бірқалыпты кемиді.

Молекулалық газдарда басқаша жағдай байқалады. Бағананың орталық бөлігінде молекулалардың негізгі бөлігі атомдарға бөлінген, ал сырттан газ молекулалық күйде орналасқан. Молекулалар жоғары температура аймағына тап болғанда, сәйкесті энергияны сіңіре отыра жойылады. Демек, энергия доға бағанасының радиусы бойынша тек жылу өткізгіштік есебінен ғана емес (яғни кинетикалық энергияның берілісі), сонымен бірге диссоциация энергиясын беру есебінен беріледі. Сондықтан, бір жағынан, доғаның белдігіне жақын доға радиус бойынша температурасы тегістеледі, екінші жағынан, периферияға жақын, диссоциация бар жерде, ауа температурасы күрт төмендейді. Осыған байланысты доғаның бағанасының көлденең өлшемдері мүлекулалық газдарда атомарлық газдарға қарағанда кем.

Балқымалы электродпен пісіру кезінде доға температурасы салыстырмалы түрде үлкен емес (5 000...6 500 °C). Балқымайтын электродтармен доғаларда температура айтарлықтай жоғары. Балқымалы электродтармен доғалардың төмен температурасы доғада метал буларының көп мөлшерде болуына орай доғалық газдың неғұрлым төмен тиімді әлеуетіне, сондай-ақ бағананы ваннаға көшетіне электродты металмен салқындатуға негізделген.

Қысымның артуына байланысты бағанада өріс кернеулігі артады, ал доғаның өлшемдері азаяды. Осылайша, доға жанатын қысымды өзгерте отырып, доғаның электрлік және энергетикалық сипаттамасын айтарлықтай өзгертуге болады.

Қорғауыш газдарда пісіру доғасы күшті сәулеленумен сипатталады. Сәулелену құрамы мен оның қарқындылығы қорғаушы газ түріне, пісірілуші металл мен электродқа, доғаның қуаттылығына, оның бағанасының мөлшері мен қысымға тәуелді. Сәулеленудің негізгі көзі болып доғаның бағанасы табылады. Адам көзі мен терісі үшін неғұрлым зиянды болып ультракүлгін және инфрақызыл сәулелену табылады.

Катодты облыста жүретін процестер негізінен доғалы разрядты қолдауға және тұрақты доғаны алуға бағытталған. Доға бағанасының электр өрісінің әсерінен катодқа доға плазмасында түзілетін иондарға еркін түседі. Бұл иондар катодта оң көлемді зарядты жасайды, бұл әлеуеттің катодтық құлаамасының пайда болуына әкеледі. Металлдан кету үшін, электрондар әлеуетті тосқауылды жеңу шарт. Бұл үшін оларға катод материалынан электрондардың шығу жұмысынан асып кететін энергияны қатынату қажет. Бұл энергияны электрондар әртүрлі жолмен ала алады.

Катод бетінен электрондардың эмиссиясы оң көлемдік зарядтың электр өрісінің әсерінен (автоэлектрондық эмиссия), катодты белгілі бір температураға дейін қыздыру кезінде (термоэлектрондық эмиссия), оң иондар катодта бейтараптандыру кезінде (ионды-электронды эмиссия), фотоэлектрондық және басқа да құбылыстар әсерінен болуы мүмкін.

Балқымалы электродпен пісіру кезінде катодты дақ беті қайнау температурасына дейін қыздырылған, соның нәтижесінде қарқынды булануы жүреді. Катод металының буының пайда болуы әлеуеттің катодты құламасының төмендеуіне алып келеді. Катодты дақ мөлшері және оның қозғалғыштығы катод бетінің материалы мен күйіне, ондағы басқа да элементтердің болуына, сондай-ақ доғаның тоғына тәуелді. Көптеген жағдайларда, балқымалы электродпен пісіру кезінде катодты дақ катод бетінде ретсіз жылжиды (адасады).

Анодты облыста ток электрондар қозғалысына негізделген, ал доғалық аралықта электрлік теріс әлеуетті газдар болған жағдайда, теріс иондар қозғалысына да негізделеді. Доғаның көпшілігінде анодқа қарай теріс зарядталған бөлшектердің қозғалысын тездететін әлеуеттің оң құламасымен теріс көлемдік заряд құралады. Әлеуеттің анодтық құлама шамасы негізінен плазма бағамдарымен, анод дақтарының қимасы және ток күшімен анықталады. Балқымалы электродпен пісіру кезінде анод қарқынды булана отыра төмен иондану әлеуеті бар металл буының анолты облысына жеткізеді. Анодты облыста будың иондалуы иондардың концентрациясының өсуіне әкеледі, нәтижесінде әлеуеттің анодтық құламасы азаяды.

Анодты дақтар қимасы доғаның ток күшіне және анодтан жылуды бұрудың қарқындылығына байланысты. Анодты дақтар мөлшері әдетте катодты дақтар мөлшерінен көп. Анодтық дақ сондай-ақ, электрод бетінде жылжу үрдісіне ие, бірақ ол катодтыға қарағанда кем қозғалады.

Электр доғаларда, әсіресе үлкен токтарда электродтардан шығатын плазма ағыны байқалады. Балқымалы электродпен қорғауша газдарда пісіру кезінде бұл ағындар электродты металдың балку және көшірілу сипатына, сондай-ақ бұйымдардың балқытылуына үлкен әсер етеді. Плазмалық ағынның пайда болуының негізгі себептері болып белсенді дақтарда электродтардың қарқынды беткейлік булануы және электродтар жанында доғаның бағанасын қысу табылады.

Будың ағыны буланғыш бетке әрқашанда перпендикуляр лақтырылады. Доғаға келіп түскен соң бейтарап атомдар және молекулалар қозғала бастап, иондалады және плазмалық ағынның түріне ие болады.

Қорғауыш газдарда балқымалы электродпен пісіру кезінде екі электродтардан да плазма ағыны байқалады. Плазманың қорытқы ағыны олардың өзара әрекетімен анықталады және бұйымға да, электродқа да бағытталуы мүмкін. Бұл ретте плазма ағыны доғаның бағанасымен сәйкес келуі немесе келмеуі мүмкін.

2.4 ДОҒАЛЫ ПІСІРУ РЕЖИМІНІҢ БАҒАМДАРЫ

Доғалы пісірудің негізгі көрсеткіштері. Толық жылу қуаты. Доғаның толық жылу қуаты Q , Дж/с келесі формула бойынша анықталады

$$Q = K_M I_{CB} U_A, \quad (2.3)$$

мұндағы K_M — қуат коэффициенті (тұрақты ток $K_M = 1$ үшін, айнымалы ток $K_M = 0,8 \dots 0,95$ үшін); I_{CB} — пісіру тізбегіндегі ток, А; U_A — доғаның кернеуі. Бөлінетін жылу энергиясы электродты және негізгі металлды, сондай-ақ электрод жабуы немесе флюсты қыздыру және балқытуға жұмсалады, энергияның бір бөлігі қоршаған ортаға тарайды.

Тиімді жылу қуаты. Доғаның тиімді жылу қуаты d , Дж/с деп доғаның пісірілетін бөлшектеріне жеткізілетін және электрод және тұндырылған металлды қыздыру және балқытуға шығындалатын уақыт бірлігіне жылу мөлшері аталады:

$$g = K_M I_{CB} U_A \eta, \quad (2.4)$$

мұндағы η — доғамен металды қыздыру процесінің тиімді ПӘК-і, ол пісірудің түріне байланысты келесі мәндерге ие: жұқа жабыны бар электродтармен пісіру үшін — 0,5, 0,65; қалың жабыны бар электродтармен пісіру үшін — 0,7, 0,85; қорғанышты газдарда балқымайтын электродпен пісіру үшін — 0,5, 0,6.

Қумабойлы энергия. Пісірудің қумабойлы энергиясы d_p , Дж/м деп бөлшектер доғасымен жіктің ұзындық бірлігіне қатынасқан жылу мөлшері аталады:

$$g_p = g / v_{CB} = (K_M I_{CB} U_A \eta) / v_{CB}, \quad (2.5)$$

мұндағы v_{CB} — пісіру жылдамдығы.

Балқытылған және балқытып қапталған металл массасы. Салмағы уақыт бірлігіне балқытылған электрод металл G_p , г, массасы келесі формула бойынша анықталады:

$$G_p = a_p I_{CB} t_{CB}, \quad (2.6)$$

мұндағы a_p — балқыту коэффициенті, г/А·сағ.); t_{CB} — доғаның жану уақыты, сағ.

Балқыту коэффициенті деп доғаның 1 сағ. жануына 1 А күшімен пісіру тогы балқытқан электрод металлының массасына (г) сәйкес келетін шама аталады.

Балқыту кезінде электрод металлының бөлігі шашырауға, булануға және тотығуға жоғалады, бұл ретте электродты металл шығындары жұқа жабылған электродтармен қолмен пісіру кезінде 10... 20%, қалың жамылғымен электродтармен — 5... 10% және қорғаныш газдарда пісіру кезінде — 3.6% құрайды. Тиісінше балқытылып қапталған металдың G_H , г, салмағы балқытылғаннан кем болады:

$$G_H = a_H I_{CB} t_{CB}, \quad (2.7)$$

мұндағы a_H — балқытып қаптау коэффициенті, г/(А·сағ.).

Балқытып қаптау коэффициенті тұндырылған материалға, электрод және оның жабуының материалына, ток тегі мен полярлығына, сондай-ақ пісіру кезіндегі шығындарға тәуелді.

Қолмен пісіру үшін ол шамамен 6-дан 18 дейін г/(А·с) және орташа 8.12 г/(Л·ч) құрайды.

Шығын коэффициенті. Қорытпа, булану, шашырауға жойылатын металл санына сәйкес келетін шығын коэффициенті y % сымның құрамына, жабынның типіне, пісіру режиміне және т. б. Тәуелді. Пісіру тогының тығыздығы ұлғайған кезде y артады. Шығын коэффициентінің сандық мәнін мына формула бойынша анықтайды

Пісіру түріне байланысты шығын коэффициенті y мынадай мәндерге ие, %: жұқа жабыны бар электродтармен пісіру кезінде — 10.20; қалың жабыны бар электродтармен пісіру кезінде — 5.10.

Доғалы пісірудің негізгі бағамдары. Негізгі бағамдарға доғаның тогы (пісіру тогының күші) I_{CB} , доғаның кернеуі U_A және пісіру жылдамдығы v_{CB} жатады.

Доғаның тоғы. Бұл бағам неғұрлым жоғары дәрежеде жылу қуатын анықтайды. Электродтың тұрақты диаметрінде доға тоғының артуымен қыздыру дағында жылу энергиясының концентрациясы артады, доғаның бағанасының плазма температурасы көтеріледі және электрод пен бөлшектерде белсенді дақтардың қалыбы тұрақтанады. Пісіру тоғының ұлғаюымен пісіру ваннасының ұзындығы мен ені ұлғаяды; әсіресе балқыту тереңдігі қарқынды өседі. Бұл жылу қуатының артуына және қыздыру дағында энергияны шоғырландыруына ғана емес, сонымен бірге пісіру ваннасына пісіру тоғының квадратына тепе тең доғаның қысымын едәуір арттырумен байланысты. Токты өзгертудің белгілі бір шектерінде балқу тереңдігі h сызықтық жақын тәуелділікпен шамамен бағалануы мүмкін:

$$h = k I_{\text{св}} I_{\Delta} \quad (2.9)$$

мұнда k — токтың тегіне, полярлығына, электрод диаметріне, доғаны қысу дәрежесі және т. б. байланысты коэффициент; I_{Δ} — доғаның ұзындығы.

Электродпен жабылған қолмен пісіру кезінде электродтың балқу жылдамдығы пісіру тоғының көлеміне байланысты. Әртүрлі пісіру жалғастары мен жіктердің типтерін орындау кезінде электродты балқытудың бірдей емес жылдамдығы талап етіледі. Бір жағдайларда, ол ең төменгі болуы тиіс, басқа да, керісінше, ең жоғары.

Түйіс жалғастарды жиектерді бөлшектемей және саңылаусыз пісіру кезінде электродтың балқытылған металлы дөңес пісіру жігін құрады. Пісірілетін элементтердің қалыңдығын арттыру шамасына қарай оларды толық балқыту үшін пісіру тоғын да арттыру қажет, сонымен бір мезгілде балқытылған электрод металл саны өседі. Нәтижесінде тым үлкен дөңестікпен жіктер құрылады. Қалыпты дөңестіктегі жіктерді алу үшін электродтың балқу жылдамдығын азайтуға немесе жиектерді бөлшектеуге жүгінген жөн.

Түйіс жалғастарды жиектердің бөлшектеумен орындау жағдайында, сонымен қатар бұрыштық жіктерді пісіру кезінде мүмкіндігінше электродты балқыту жылдамдығын ұлғайту қажет, өйткені бұл жағдайларда процес өнімділігі айтарлықтай шамада уақыт бірлігіне балқитын, бөлшектерді толтыру үшін немесе бұрыштық жіктерді берілген катетпен қалыптастыру үшін қажет электродты металл мөлшерімен анықталады.

Балқымайтын электродпен пісіру кезінде балқыған металдың доғалы аралық арқылы көшуі болмайды. Бұл айтарлықтай шамада доғаның жану шарттарын жеңілдетеді және оның жоғары тұрақтылығын туғызады. Қоспа металл қажеттілігіне қарай пісіру ваннасының бас бөлігіне беріледі.

Балқымалы электродпен пісіруден айырмашылығы қоспа металлдың балқу жылдамдығы пісіру тогының шамасынан қатты тәуелділікке ие емес. Қоспа металдың ваннаға берілетін мөлшерін жікті түзуде қоспа металдың талап етілетін қатысу үлесін қамтамасыз ету шарттарынан тандайды. Жиектерді бөлшектеусіз түйіс жалғастарды пісіру кезінде қоспа металл негізінен негізінен пісіру білікшесін түзу үшін қажет.

Пісіру ваннасына қоспа металлдың доғалы аралық арқылы емес көшуі оның шашырауын болдырмайды, булану шығындары қысқартылады, балқытылған металдың доға бағанының газ фазасымен өзара әрекеттесуі шектеледі.

Балқымайтын электродпен пісіру кезінде ваннаны қорғау мен жікті қалыптастыруға қолайлы жағдайлар жасалады. Вольфрамды электрод төзімділігі бірінші кезекте ток тығыздығымен анықталады. Токтың түрі мен полярлығы үлкен әсер етеді.

Доғаның кернеуі. Кернеудің артуына байланысты доғаның жылу қуаты да артады, демек, пісіру ваннасының көлемі де. Ваннаның ені е сызықтық тәуелділіктің кернеуімен байланысты:

$$e = k(1_{CB}U_A)/(Sv_{CB}), \quad (2.10)$$

мұндағы 5 — пісірілетін металл қалыңдығы; v_{CB} — пісіру жылдамдығы.

Пісіру тогының тұрақты шамасында доғаның кернеуін арттыру ваннаның балқыту тереңдігіне шамалы әсер етеді. Бұл доғаның тиімді ПӨК-нің кейбір төмендеуімен және пісіру ваннасында белсенді дақтың адасуы үшін үлкен мүмкіндіктермен шақырылады.

Пісіру жылдамдығы. Пісіру жылдамдығы деп жіктің ұзындығының 1 доғаның жану уақытына t_{CB} аталады, яғни

$$V_{CB} = 1/t_{CB} = (o_H J_{CB})/(Sy), \quad (2.11)$$

мұнда y — балқып қапталған металл тығыздығы, $г/см^3$; S — жік кесігінің алаңы, $см^2$.

Тұрақты кумабойлы энергия кезінде пісіру жылдамдығы процесстің термиялық ПӨК арттыруды тудырады, ал бұл өз кезегінде балқыту тереңдігінің артуына және жіктің енінің төмендеуіне алып келеді.

Доғалы пісірудің қосымша бағамдары. Бұл бағамдар пісіру процессін жүргізу шарттарына және доғаның жану ерекшеліктеріне байланысты. Осылайша, мысалы, сол немесе өзге кумабойлы энергияда электрод диаметрін, ток тегін және полярлығын өзгерту, доғаның жануының импульсті немесе үздіксіз режимін пайдалану мүмкін.

Кейбір жағдайларда қысылған доғаны, ал кейде электрод тербелістерін қолданады. Процестің бұл ерекшеліктері сондай-ақ пісіру ваннасын қалыптастыруға және пісіру жігінің түпкілікті мөлшеріне әсер етеді.

Электрод диаметрі. Пісіру тогының тұрақты шамасына электрод диаметрі қыздыру дағындағы энергия тығыздығын және доғаның қозғалғыштығын анықтайды. Осыған байланысты электрод диаметрі ұлғайған кезде пісіру ваннасының балку тереңдігі төмендейді және оның ені артады.

Токтың тегі мен полярлығы. Токтың түрі мен полярлығына байланысты бұйымда жылуудың әртүрлі саны бөлінеді. Егер анод W_a және катодта W_k бөлінетін жылуды шамамен кернеудің тиімді құлдырауы бойынша бағаласа, онда тәуелділіктерді аламыз

$$\begin{aligned} W_a &= I_{cb}[U_a + (\phi + 2kT)]; \\ W_k &= I_{cb}[U_k - (\phi + 2kT)]. \end{aligned} \quad (2.12)$$

мұндағы U_a және U_k — кернеудің анодтық және катодты құлауы; $(\phi + 2kT)$ — электрондардың әлеуеттік және термиялық энергиясы.

Айнымалы токта пісіру кезінде электродта және пісірілетін бұйымда бөлінетін жылу саны бірдей, яғни $W_a = W_k$.

Катодта барлық энергия W_k жылуға ауыспайды. Оның бір бөлігі $(\phi + 2kT)$ доға бағанының плазмасына әкетіледі. Анодта энергия W_a бөлінеді және электрондардың әлеуетті және термиялық энергиясы қосымшалаанады. Катодта бөлінген жылу саны доғалы аралығын иондау әлеуетіне тәуелді. Катодта және анодта жылу бөлудің айырмашылықтарын доғалы пісіру тәсілі анықтайды. Нақты жағдайларда тікелей полярлықтағы (бөлшектерде анод) пісіру кезінде балқыту тереңдігі кері полярлықты (бұйымда катод) пісіру кезіндегіге қарағанда кем болады. Бұл доғаның бағанының нысанымен оңай түсіндіріледі. Анодтық дақ катодтықпен салыстырғанда үлкен аланды алады, сондықтан ванна мен жіктің ені пісіру кезінде тікелей полярлықта артады.

Электродтың көлбеу бұрышы. Қаптамалы электродпен қолмен пісіру кезінде жіктің бойлық белдігінің жазықтығында электрод көлбеуін өзгертумен пісіру ваннасы мен жіктің мөлшеріне айтарлықтай әсер етуге болады. $\alpha < 90^\circ$ көлбеу бұрышында пісіруді бұрышымен алға орындайды. Доғаның қысымы балқытылған металды ванналардың бас бөлігіне ығыстырады. Бұл ретте негізгі металдың балку тереңдігі төмендейді. Көлбеу бұрышында α көлбеу бұрышы $> 90^\circ$ пісіруді бұрышымен артқа орындайды. Доғаның қысымы балқытылған металды ванналардың бас бөлігінен артқы жағына ығыстыруға қарқынды ықпал етеді;

балқу тереңдігі артады.

Электрод тербелістері. Электродтың көлденең тербелістері кезінде жіктің ені артады және балқу тереңдігі төмендейді. Кристалдану және термиялық ықпал ету аймағында жылу циклі өзгереді. Пісіру процесінде электродтың тербелістерін әдетте 10...60 мин-1 жиілігінде және 2.4 мм амплитудасында жүзеге асырады.

Доғаның бағанасын сығу. Қысылған доғамен пісіру кезінде пісіру режимінің өосымша бағамы пайда болады— доғаны сығу дәрежесі. Доғаны сығу дәрежесінің ұлғаюымен доға плазмасының температурасы артады, қыздыру дағында жылу концентрациясы артады, балқу тереңдігі артып және пісіру ваннасы мен жіктің ені төмендейді.

Токтың импульстік берілісі. Доға импульстік жанған кезде процесстің екі жаңа қосымша бағамы пайда болады: импульс уақыты t_H және кідіріс уақыты t_n . Жылу энергиясы тек импульс кезінде ғана шығарылады. Осы екі бағамда пісіру ваннасы мен жіктің өлшемдеріне әсер етеді. Цикл бойына өзгермейтін қумабойлы энергияда ($1_{ц} = t_H + t_n$) кідірісуақытын ұлғайту режимді қатайтады. Процесстің термиялық ПӘК айтарлықтай артады. Осының нәтижесінде импульстың белгілі бір мәніне дейін негізгі металлдың балқу тереңдігі өсіп, және жіктің ені төмендейді.

2.5. ЭЛЕКТРОДТЫ МАТЕРИАЛДЫҢ БАЛҚЫТУЫ МЕН АУЫСТЫРЫЛУЫ

Доғалы пісіруде электродтың қыздыруы және балқытуы оның бүйіржағында орналасқан белсенді дақта доғамен бөлінетін энергия есебінен жүзеге асырылады. Джоуль — Ленц заңына сәйкес электрод ол бойынша ток өту кезінде бөлінетін жылу есебінен қызады. Ток жеткізетін құрылғымен жанасу орнынан электрод соңына дейін учаскеде қыздыру орын алады. Осы учаскенің ұзындығы электродтың ұшары деп атайды. Мысалы, қолмен пісіру кезінде электрод ұшары пісірудің басында 200.400 мм, соңында — 30.40 мм құрайды. Уақыт бірлігіне электродта бөлінетін жылу мөлшері ток тығыздығы, үлесті қарсылық пен электрод ұшары неғұрлым көп болса, соғұрлым көп болады. Қолмен пісіруде бұл электродтың температурасының айтарлықтай артуына алып келеді, бұл

пісірудің осы әдісінде қолданылатын токты шектейді. Жіктің сапасы электродтың температурасы оның бүйірін балқыту кезінде белгілі бір мәннен аспаған кезде, мысалы, болат электродтар пісіру кезінде 600...700 °C ғана қамтамасыз етіледі. Электродты одан астам жоғары температурада қыздыру жабынның уатылуына, жікті қалыптастырудың нашарлауына және шашырау шығындарының ұлғаюына алып келеді.

Электродты балқытудың негізгі сипаттамасы - уақыт бірлігіне оның балқуының сызықтық жылдамдығы, ол электродтың құрамына, жабу түріне, дәнекерлеу режиміне, ток тығыздығы мен полярлығына тәуелді. Жалпы жағдайда электродтың балқу жылдамдығы сызықтық тәуелділік бойынша токтың артуымен өсе түседі, жылудың анодты және катодты облыстарда бөлу және беру шарттарымен анықталады, және токтың полярлығына тәуелді.

Балқыту кезінде электрод бүйірінде сұйық металлдың тамшысы түзіледі. Тамшының үлкен үлесті беті және жоғары температурасы металдың қоршаған ортамен қарқынды өзара әрекеттесуіне ықпал етеді, сондықтан электрод металының көшіру сипаты физика-химиялық процестер кинетикасына айтарлықтай әсер етеді.

Электрод металлының көшіру сипаты электрод бүйірінде металлдың тамшысына әрекет ететін күштердің арақатынасына тәуелді. Негізгі күштерге ауырлық күші, беттік керілу күші, электромагниттік күш, булардың реактивті қысым күші, аэродинамикалық күші жатады. Жекелеген күштер мәні мен оларды бағыты пісіру режиміне, токтың полярлығына, электрод металының құрамына, газды ортаға, электрод бетінің және диаметрінің жай-күйіне тәуелді.

Ауырлық күші шағын токта пісіру кезінде ғана айтарлықтай ықпал етеді (тамшы ауырлық күшінің әсерімен төмен ауысуға ұмтылады). Төменгі жағдайда пісіру жағдайында ауырлық күші тамшыларды пісіру ваннасына көшіру кезінде оң рөл атқарады; тік және, әсіресе, төбе жағдайларында пісіру кезінде ауырлық күші электрод металын көшіру процессін қиындатады.

Беттік керілу күші молекулалық күштер әсерінен сұйықтықтың осы көлемде ең аз бетке ие сфера нысанын алуға ұмтылысынан көрінеді. Балқытылған металдың тамшысы сфера нысанын балқытылған ванна бетімен жанасу сәтіне дейін сақтайды. Жалпы жағдайда беттік керілудің ұлғаюы электрод бүйірінде түзілетін және доғалық аралық арқылы көшірілетін тамшы мөлшерінің артуына ықпал етеді.

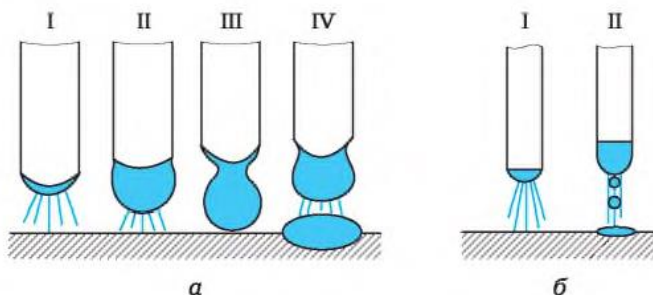
Электромагниттік күш өткізгіштің ток пен және осы токқұратын магнит өрісімен өзара әрекетіне негізделген. Бұл күш өткізгішті радиалды бағытта деформациялауға және тамшы мен электрод арасындағы бөгетті, оның мәнін ток квадратына тепе тең жоюға ұмтылады.

Булардың реактивті қысымының күші —металл ауыстыру сипатына әсер ететін маңызды күштердің бірі. Тамшылар бетінен металдың булануы және газдарды түзу және бөліп шығарумен қатар жүретін сұйық металдың қожбен немесе газдық фазамен химиялық өзара әрекеті реактивті күштердің пайда болуына әкеліп соқтырады. Металл негізінен белсенді дақтың облысында буланады, олардың орнын ауыстыру реактивті күштердің қолдану орнының қалыбын өзгертеді және тамшылардың елеулі қозғалғыштығын тудырады. Реактивті күштердің шамасы белсенді дақтар көлеміне, ток тығыздығы және электрод материалының жылу-физикалық қасиеттеріне байланысты. Катодтың дақта тоқтың тығыздығы анодтыға қарағанда айтарлықтай жоғары болғандықтан, реактивті қысым әсері көбінесе тікелей полярлығы кезінде көрінеді. Доғаны қысу ток тығыздығының өсуіне алып келеді, бұл булардың реактивті қысымын арттыруды туғызады. Будың жоғары қысымды металдарда (магний, мырыш) тамшыларды реактивті күштермен кері итеру екі полярлықтағы пісіру кезінде байқалса, ал будың төмен қысымды металдарда— негізінен тікелей полярлықта пісіру кезінде байқалады.

Аэродинамикалық күш қуатты плазмалық (газдық) ағындар туындаған жағдайларда байқалады. Аэродинамикалық тежеу күші газ тығыздығына, оның жылдамдығы мен тамшылардың тиімді алаңына пропорционалды.

Қаптамалы электродпен пісіру кезінде негізінен ірі тамшылы және ұсақ тамшылы ауыстырулар байқалады (сур. 2.9, а). Көшіру типі қаптама құрамына, қалыңдығы мен түріне, пісіру режиміне, тоқтың және полярлықтың тегіне тәуелді. Ұсақ тамшылы ауыстыру қышқыл типті қаптамамен электродтарда жиі орын алады.

Шағын кернеу кезінде (қысқа доға) металды ауыстыру қысқа тұйықталу жолымен жүзеге асырылуы мүмкін, өйткені тамшыың еркін өсуі қиындатылған. Қысқа тұйықталу кезде металл электрод бүйірінен ваннаға құйылады. Доғаның ұзаруымен көшірілетін тамшы салмағы артады, өйткені электрод бүйірінде тамшының еркін өсімі үшін жағдайлар жасалған.



Сурет 2.9. Электродты металды пісіру ваннасына көшіру процессінің сызбасы: *а* — тамшылық; *б* — ағындық; I —IV — тамшыны көшіру процессінде кезеңдер

Ағынды ауыстыру кезінде (сур. 2.9, б) бірі артынан екіншісі үздіксіз тізбек түрінде жүретін ұсақ тамшылар түзіледі (ағын). электродты металды ағынды көшіру шағын диаметрлі электродпен токтың үлкен тығыздығында пісіру кезінде туындайды. Өдетте электрод металлының ағынды көшірілуі пісіру сымында легірлеуші элементтердің аз күйіне және металл тамшылары мен пісіру жігінің тазалығын артуына алып келеді. Пісіру сымының балқыту жылдамдығы артады, сондықтан ағынды көшірудің тамшылы көшіруге қарағанда артықшылығы бар.

Электродты металды балқыту жылдамдығын едәуір дәрежеде пісіру процессінің өнімділігі мен тиімділігі анықтайды, ал балқыту коэффициенті пісіру шарттары сипаттайтын бірқатар факторларға байланысты: ток тегі мен күшіне, қарама-қарсылыққа, доғаның кернеуіне, электрод қаптамасының құрамы мен қалыңдығына.

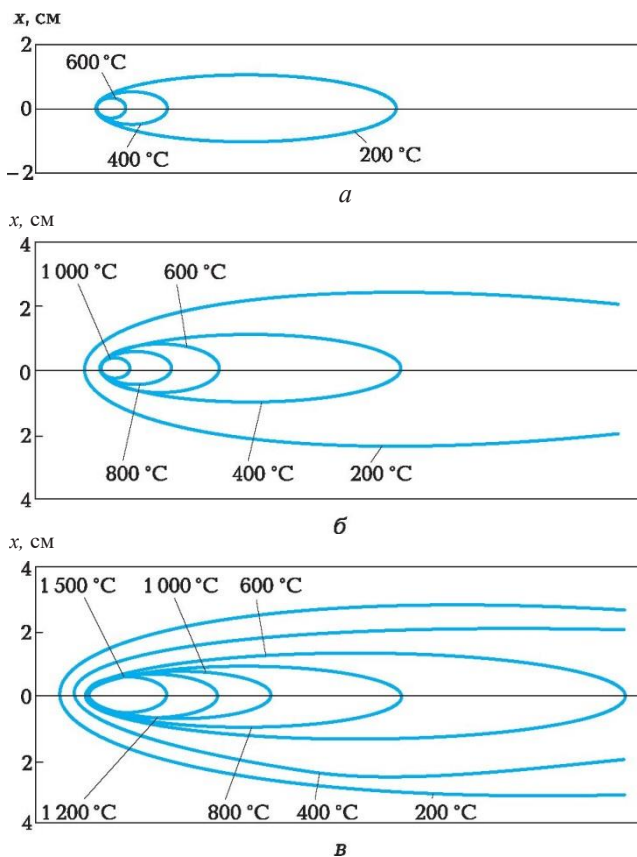
Шығын коэффициенті пісіру әдісіне, электрод типіне және режим бағамдарына тәуелді. Шығындарға айтарлықтай әсерді электродты металдың пісіру кезінде доғада көшіру сипаты көрсетеді. Мәселен, қаптамалы электродпен пісіру кезінде шығын коэффициенті 5...20% құрайды.

2.6. НЕГІЗГІ МЕТАЛЛДЫҢ БАЛҚЫУЫ

Негізгі металды балқыту доғаның тиімді жылу қуатына және бөлінетін жылудың бөлшектің беті мен көлемі бойынша таралуына байланысты. Пісіру жалғасының металлының жылу күйі

әдетте изотерм жүйесі түрінде — бірдей температуралы нүктелерді жалғастыратын сызықтар түрінде бейнелейді.

Металлда жылудың таралу процесі бірқатар факторларға байланысты: доғаның тиімді жылу қуаты, оның орнын ауыстыру сипатына, пісірілетін бұйымның мөлшері мен нысанына, материалдың жылу-физикалық қасиеттеріне. Осы факторлардың бұйымдарды қыздыруға әсерін бойынша температуралық өрістің изотерм нысанын өзгерту бойынша бағалауға болады (сур. 2.10). Доғаның тогын (қуатын) ұлғайтумен бірге металлдың белгілі бір температураға дейін қыздырылған облысы кеңейеді, ал доғаның орын ауыстыру жылдамдығын арттыру осы облыстардың жіктің белдігіне перпендикуляр бағытында тарылуына, және доға алдында изотермнің қоюлануына әкеледі.



Сурет 2.10. Доғалы пісірудегі бөлшектер бетіндегі изотермдер:

а, б, в — тиісінше доға тогы 200, 300 и 400 А; x — температуралың өрістің енін сипаттайтын мөлшер

Алюминий және мыстың жоғары жылу өткізгіштігі—болатпен салыстырғанда бірдей температура дейін қыздырылған облыстардың алаңын айтарлықтай азайту себебі. Температуралық өрістің нысаны да өзгереді: изотермдер кескіні бойынша шеңберге жақындап қысқарады, және қыздыру көзі алдында облысқа ауысады (суретті қараңыз 2.10).

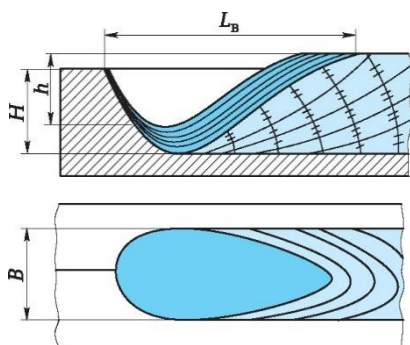
Пісіру ваннасының нысаны доғалы процестер кезінде келесілермен сипатталады: негізгі металлдың ұзындығы, ені және балқыту тереңдігі (сур. 2.11). Пісіру ваннасының көлемі пісірудің әдісі мен режиміне байланысты 0,1-ден 10 см³ дейін өзгереді. Металдың сұйық күйде болу уақыты оның әр түрлі учаскелерінде бірдей емес. Шамамен пісіру ваннасының орташа өмір сүру ұзақтығын t_{cp} (с) келесі формула бойынша есептеуге

$$t_{cp} = L_B / v_{cp} \quad (2.13)$$

мұндағы L_B — ванна ұзындығы, мм; v_{cp} — қыздыру көзінің қозғалу жылдамдығы, мм/с.

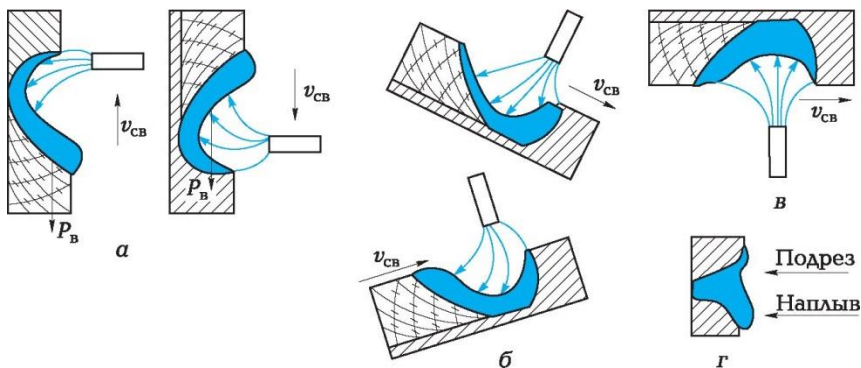
Ванның бас бөлігінде жылу көзінің әсерінен металл оның балқу температурасынан едәуір асатын температураға дейін қыздырылған, ал ванның соңына қарай температура негізгі металлдың балқу температурасына жақындайды.

Ванның геометриялық бағамдарына ықпал ететін маңызды фактор болып орындалатын жіктердің кеңістіктік жағдайы табылады (сур. 2.12). Тік қалыпта (сур. 2.12, а) төменнен жоғары (өрлеу) пісіру кезінде балқыту тереңдігі күрт өседі,



Сурет 2.11. Пісіру ваннасының формасының бағамдары:

L_B — ванна ұзындығы; — жіктің ені; h — ваннада балқытылған металдың доға қысымының әсерінен деңгейлерінің әртүрлілігі; H — негізгі металды балқыту тереңдігі



Сурет 2.12. Жікті кеңістіктегі қалыбы кезінде қалыптастыру шарттарына байланысты пісіру ваннасының пішімі:

a — тік (сол жақта - көтеру; оң жақта — түсіру); *б* — көлбеу;
в — төбелік; *г* — көлденең; *гсв* — пісіру жылдамдығы; *P_в* —
гидростатикалық қысымның күш (тік төмен)

түсіруге пісіру кезінде — азаяды. Төбедегі қалыпта пісіру кезінде (сур. 2.12, в) ванна көлемін шектеу қажет. Ванны қалыптастырудың ең қолайсыз жағдайы көлденең жіктерді дайындағанда орын алады (сур. 2.12, г).

2.7. | ПІСІРУ ЖАЛҒАСЫНЫҢ ҚҰРАМЫ

Балқымалы пісірумен орындалған пісіру жалғастары үш аймақтардан тұрады:

- құйма металдың пісіру жігінің сұйық металдың балқытылған ваннасы оры алған қосылыстар бөлігінде;
- термиялық ықпал ету аймағы деп аталатын пісірудің жылу әсеріне ұшыраған негізгі металл;
- жылулық әсер етуді сезінбеген негізгі метал.

Пісіру жігі мен жік маңының метал арасындағы бөлімнің шартты бетін *балқыту шекарасы* деп атайды.

Негізгі металдың құрылымы пісіру алдында дайындаманы технологиялық өңдеумен анықталады. Бөлшектердің күйік күйіндегі деформацияланған металдан табақ түрінде, жіберу немесе кері кристалдау, сонымен қатар құйылған және деформацияланған құрылыммен құйма немесе соғылмадан болуы мүмкін.

Пісіру кезінде бөлінетін жылу негізгі металлға таралады. ТЫА неғұрлым балқыту шекарасына жақын орналасқан болса, соғұрлым онда металды қыздыру тез жүреді және соғұрлым қыздыру температурасы максималды, сондықтан негізгі металдың құрылымы және қасиеттері термиялық ықпал ету аймағының әр түрлі учаскелерінде әртүрлі. Негізгі металл (шегенделген немесе кернеу алып тастауға күйдіргеннен кейін) осы аймақта қайтару және кері кристалдауға ұшырайды. Көрсетілген түрлендірулердің даму дәрежесі аймақтың әр қабатында қабатты қыздырудың максималды температурасы, фазалық айналу температурасынан жоғары ұзақтығында, қыздыру және салқындату жылдамдығына байланысты.

Кері қайтару деп кері кристалдау алдында деформацияланған металда жүретін құрылым мен қасиеттердің өзгерістерін түсінеді: кристалдық құрылымның ақауларын азайту, оларды бөлуді өзгерту, металлды қысыммен өңдеу кезінде пайда болған қалдық кернеулерді азайту.

Бастапқы және қайталама кері кристалдауды ажыратады. Бастапқы кері кристалдауда жаңа дәндер туылады, жиі деформацияланған металл түйіршіктерінің шекарасында. Содан кейін дән өсімі деп аталатын саты басталады, мұнда бір дәне екіншісіне сіңіп кетеді. Бұл сатыны екінші кері кристалдау ретінде анықтайды.

Пісіру ваннасының сұйық металлы ерекше нысанда қатаяды, оны негізгі металдың балқытылған жиектері түзеді. Негізгі металл жиектері қатаятын металлға бір мезгілде төсеме ретінде қызмет етеді. Сұйық металдың кристалды құрылыммен қатты күйге көшуін *кристалдау* деп атайды. Қатаю кезінде пайда болатын металл кристалдарын *кристаллиттер* деп атайды.

Пісіру жіктерінің орталығында пісіру ваннасының орталық бөлігін аса салқындату салдарынан тең белдікті кристаллиттер аймағы пайда болады. Осы аймақтың кристаллиттері тәуелсіз пайда болу салдарынан бей берекет бағдарланған. Жалпы жағдайда пісіру жігінің металлы қатты әрарапқа бағытталған кристаллиттерден тұрады. Пісіру ваннасының бетінің қисықтығы көп және оның өлшемі аз болған сайын, соғұрлым жікте көршілес кристаллиттер әр тарапқа бағытталған болады.

Салқындату жылдамдығы көп болған сайын, бей берекет бағдарланған бос кристаллиттердің пайда болуы және өсуі ықтимал, демек, аймақ соншалықты тар және бағаналы кристаллиттер өлшемі аз. Төсеніштер түрі сондай-ақ жік металлының тәнді құрылымын қалыптастыруға әсер етеді

Балқыту желісінде дәннің үлкен мөлшерінде пісіру ваннасына ірірек кристаллиттер жабысып өседі.

Жіктің жеңіл балқитын қоспалардан тұратын құйылған металлында қалыпты бөлектену (ликвация) дамиды немесе кату бағытында қоспалардың концентрациясы артады. Қалыпты сегрегациямен бір мезгілде пісіру жіктерінің металлында микроскопиялық ұяшықты және дендритті сегрегация қалыптасады. Химиялық әртектіліктің бұл түрлері кристалдардың өсуінің тиісті нысандарына байланысты.

Термиялық ықпал ету аймағының металл химиялық тұрғыда құйылған жік металлына қарағанда біртекті. Металда жік маңының химиялық әртектіліктің негізгі түрі— дәндердің шекарасына қоспалар немесе легірлеуші қоспаларды жинақтау.

Полиморфтық өзгерулерге ие металдар мен қорытпаларды пісіру кезінде пісірімдік қыздыру аймақтарында әртүрлі фазалық құрамдағы учаскелер құрылады. Мұндай өзгерулер төмен көміртекті болат және титан қорытпаларды пісіру кезінде байқалады.

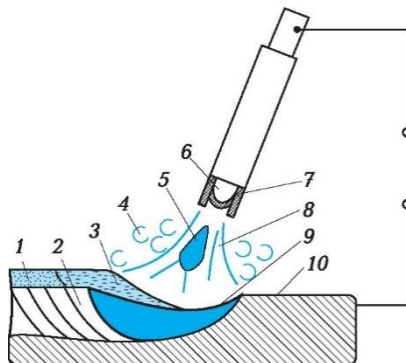
2.8. ДОҒАЛЫ ПІСІРУДІҢ НЕГІЗГІ ӨДІСТЕРІНІҢ МАҒЫНАСЫ

2.8.1. Қаптамалы электродпен қолдан доғалы пісіру процессінің сызбасы

Қаптамалы электродпен қолдан доғалы пісіру процессінің сызбасы 2.13 суретте көрсетілген. Доғаны қозғау пісірілетін металлға электрод ұшымен жанасу нәтижесінде электрлік пісіру тізбегінің қысқа мерзімді тұйықталуында жүреді. Пісіру процесінде электродтың балку шамасына қарай, жіктің қажетті нысаны мен қимасын алу үшін бір мезгілде қосылыстар және көлденең түйіс бойына жылжыта отыра оны бұйымдарға қарай жеткізеді.

Қаптамалы электрожпен пісіру кезінде өзектің және қаптаманың балкуы орын алады. Балкушы қаптама қождар мен газдарды түзеді. Қожды қабат металлды оттегімен және ауа азотымен өзара әрекеттесуден сақтайды. Газдар ауа балку аймағынан (доға аймағынан) ығыстырып, және олармен байланыстан қосымша қорғауды қаптамасыз етеді.

Қаптамалы электродтармен қара және түсті металдар мен әр түрлі қорытпаларды пісіреді және балқытады.



Сурет 2.13. Қаптамалы электродтармен қолдан доғалы пісірудің сызбасы:

1 — қож қабығы; 2 — пісіру жсігі; 3 — сұйық қожды үлдір;
4 — газ қорғанысы; 5 — электрод металлының тамшысы;
6 — электрод; 7 — электродты жабын; 8 — пісіру доғасы;
9 — пісіру ваннасы; 10 — пісірілетін бөлшектердің негізгі металлы

Қаптамалы электродпен доғалы пісіруді ұтымды қолдану аймағы— қиын қол жетімді жерлерде және әр түрлі кеңістіктік қалыптарда орналасқан жіктің шағын ұзындығында қалыңдығы 2 мм астам қосылатын элементтерден конструкцияларды дайындау.

Пісірудің осы тәсілінің негізгі құндылықтары болып жабдықтарды әмбебаптығы мен қарапайымдылығы табылады, ал кемшілігі — ток тығыздығының шағын мәндерімен, және жікті қалыптастыру негізінен электродты металл есебінен жүруге негізделген жоғары емес өнімділігі.

Тікелей әрекетте электр доғамен қолдан пісіру неғұрлым кеңінен қолдану табады. Жақсы нәтижелерге қысқа доғамен пісіру кезінде қол жеткізіледі, оның ұзындығы әдетте 0,5... 1,1 электрод диаметрінен, 90...350 А токтан және доғаның кернеуі 18.. . 30 В. артпайды. Доғаның үлкен ұзындығында электродты металдың тотығуы мен шашырауы күшейеді, пісіру тереңдігі азаяды.

2.8.1. ҚОРҒАУЫШ ГАЗДАРДА ДОҒАЛЫ ПІСІРУДІҢ МАҒЫНАСЫ МЕН ТҮРЛЕРІ

Доғалы пісіруде сапалы қосылыстарды алу үшін доға аймағы мен балқытылған металға ауаның зиянды әсерінен қорғаныш қажет.

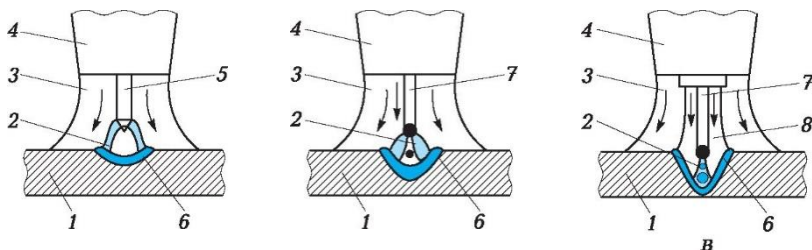
Қорғауыш газдарда пісіру кезінде доғаның аймағын және балқытылған металлды және балқытылған металды қорғау үшін жанарғы көмегімен ағынмен берілетін газды пайдаланады (сур. 2.14).

Қорғауыш газдар ретінде пісіру кезінде металлмен әрекеттеспейтін инертті газдарды (аргон, гелий және олардың қоспалары), және металмен өзара әрекеттесетін белсенді газдарды (көмірқышқыл газы, сутегі және т. б.), сондай-ақ олардың қоспаларын пайдаланады.

Қорғауыш газдарда пісіруді балқымайтын электродпен орындауға болады (сур. 2.14, а), бұл ретте доға балқымайтын электрод пен бұйым арасында жанады. Электрод пісіру процесінде балқып кетпейді және жікке түспейді. Пісірілетін жиектер бойына жылжытылатын доға оларды ерітеді. Доғаны жоюға қарай балқытылған металл бөлшектің жектерін жалғастыратын жікті түзе отыра қатаяды.

Балқымалы электродпен пісіру кезінде (сур. 2.14, б) доғаға үздіксіз берілетін электродты сым мен бұйым арасында доға жанады. Доға сым және бұйымдар жиегін балқытады, соның нәтижесінде жалпы пісіру ваннасы түзіледі. Доғаны жылжытуға қарай пісіру ваннасы бұйымдардың жиектерін жалғастыратын жікті түзе отыра қатаяды.

Қорғауыш газдарды үнемдеу үшін және процесті басқару үшін пісіруді доғаның айналасында центрлес берілетін газдардың екі бөлек ағындарында жүргізуге болады (сур. 2.14, в). Газдың ішкі ағынында доға жанады және электрод металлының тамшысы орналасқан, ал сұйық металл ваннасы ішкі және сыртқы ағындардың қоспасымен қорғалады.



Сурет 2.14. Қорғаныш газдарында пісіру процесстерінің сызбасы:

а — балқымайтын электродпен; б — балқитын электродпен; — газ екі ағындарында балқитын электродпен; 1 — бөлшек; 2 — доға; 3 — қорғаныш газ; 4 — шүмек; 5 — балқымайтын электрод; 6 — пісіру ваннасы; 7 — электродтық сым; 8 — газдың ішкі ағыны



Сурет 2.15. Қорғауыш газдарда пісіру әдістерінің жіктелуі

Пісірудің бірқатар жаңа тәсілдері әзірленген, импульсті доғалы, вибродоғалы, және т. б. Қорғауыш газдарда қаптамалы электродпен қолдан пісірудің негізгі түрлері 2.15 суретте келтірілген.

Қолдан аргондық доғалы пісіру үдерісінің негізгі бағамдары болып табылады:

- Балқымайтын электродпен пісіру кезінде— доға тогы мен қорғауыш газдар шығыны;
- Балқымалы электродпен пісіру кезінде— доға тогы, қорғауыш газдар шығыны мен электродты сымның беріліс жылдамдығы.

Қорғауыш газдарда доғалы пісірудің ерекшеліктеріне келесілерді жатқызуға болады:

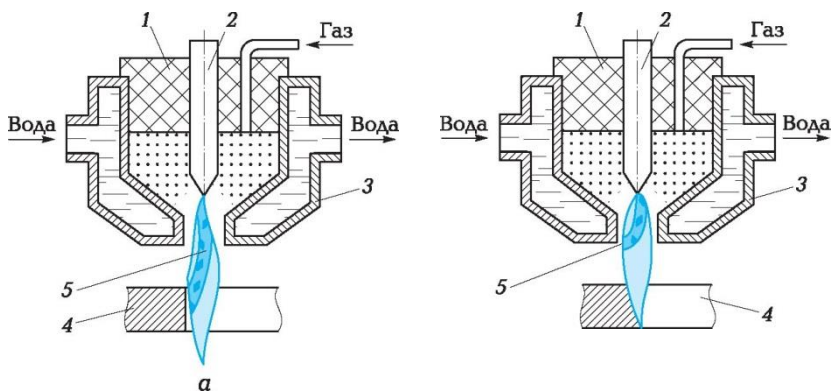
- термиялық әсердің минималды аймағын, пісіру торабының кішігірім деформациясы мен процесстің жоғары өнімділігін қамтамасыз ететін доға энергиясының жоғары концентрациясы;

- балқытылған металл тиімді қорғауын, әсіресе инертті газдардың қорғаныш ортасы ретінде пайдалану кезінде;
- флюс немесе сылақ қолдану қажеттілігінің болмауы;
- әртүрлі кеңістік қалыптарында пісіру мүмкіндігі.

2.8.3. Қысылған доғаның мағынасы мен технологиялық мүмкіндіктері

Қысылған доғамен пісіруді *плазмалық* деп атайды. Доға бағанасын оның кеңеюін шектейтін тар арнаға салады. Қысылған доға алу үшін арналған құрылғыларды *плазмотрондар* деп атайды (сур. 2.16). Қарапайым плазмотрон оқшаулағыштан 1, балқымайтын электродтан 2 және сумен салқындатылатынмыс шүмектерден 3 тұрады. Шүмекке тангенциальды (оның цилиндрлік беттеріне жанама) немесе аксиальді (электрод белдігі бойымен) плазма түзуші инертті, бейтарап немесе құрамында оттегі бар газ береді, ол доға бағанасында жоғары температураға дейін қызады. Плазмотрондар тұрақты немесе айнымалы токта жұмыс істей алады.

Тікелей және жанама әрекетті плазмотрондарды ажыратады. Жанама әрекетті плазмотрондарда доға электрод және шүмек арасында жанады. Олардың газ қыздырғыштарды ретінде электр өткізгіш емес материалдарды өңдеу кезінде қолданады. Пісіру мен кесу үшін жиі тікелей әрекетті плазмотронды пайдаланады. Оларда доға электрод пен өңделетін бұйым арасында жанады. Олардың арасындағы қашықтық плазмотронда еркін доға үшін жанарғымен пісіру кезіндегіге қарағанда артық, сондықтан қысылған доғаны екі сатыда тұтатады. Плазмотронға газ бергеннен кейін плазмотронның электроды мен шүмек арасындағы қосалқы (кезекші) доғаны осциллятордың ұшқыны разрядымен немесе электрод— шүмек графитті өзегі аралығын тұйықтау арқылы тұтады, алайда соңғы электрод пен шүмектің тозуын арттырады. Кезекші доғаны оның тогын шектеу және шүмектер тозуын азайту үшін жеке аз қуатты көзден немесе резистор арқылы негізгі көзден нәрлендіреді. Газ әсерінен кезекші доға қуаты аз плазма ағысын түзеді. Оның бөлшек жанасқан сәтінде жұмыс доғасы от алады. Егер бөлшектер тізбегіне түйістіргіні қосса, онда жұмыс доғасын қажет уақытта оталдыруға болады.



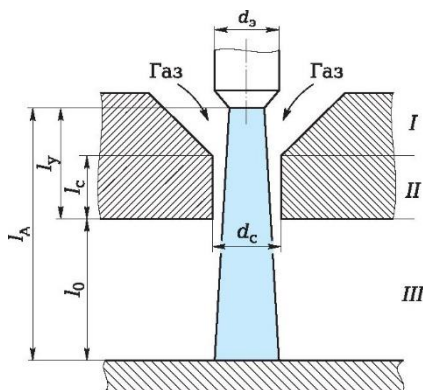
Сурет 2.16. Тіке (а) және жанама (б) әрекетті доғалы плазматрондардың сызбасы:
 1 — оқшаулағыш; 2 — электрод; 3 — шүмек; 4 — өңделетін бөлшек; 5 — пісіру доғасы

Жұмыс доғасын оталдырғаннан кейін кезекші доға автоматты пісіру кезінде ажыратылуы мүмкін. Қолдан пісіру үшін кезекші доға тұрақты жанып тұрғаны жақсы.

Қысылған доға бағанасы шүмекке дейінгі учаскеден I, қысу учаскесінен II және ашық учаскеден III (сур. 2.17) тұрады. Егер қысылған доға кесу үшін пайдаланылса, оның бағанасында кесу қуысында төртінші учаскесі пайда болады. Әрбір учаскенде доғаның физикалық қасиеттері басқа учаскелердің қасиеттерінен, сондай-ақ еркін доғаның қасиеттерінен айтарлықтай ерекшеленеді. Қысылған және еркін доғалардың катодты және анодты облыстарының қасиеттері шамалы ерекшеленеді. Қысылған доға технологиялық артықшылықтарға II. учаскесінде ие болады.

Қысылған доғаның кернеу еркінге қарағанда олардың бірдей ұзындығында әрқашан жоғары. Бұл доғаның қабырғаларын шүмектер сығу кезінде ток тығыздығының артуымен, соның нәтижесінде электр өрісінің шиеленісуінің артуына алып келуімен түсіндіріледі.

Қысылған доғаның негізгі бағамдары: шүмектер диаметрі d_c және каналдың ұзындығы l_c (суретті қараңыз 2.17); плазматроннан бөлшектерге дейінгі арақашықтық l_0 ; доғаның тогы I_d ; плазма түзуші газдың шығысы G_n . Плазма түзуші газ доғаға түсе отыра оның бағанасына енеді, және арна бойымен жүре отырып, қызады. Газ тығыздығы кемиді, оның көлемі артады. Сондықтан, оның канал бойымен қозғалысы шамасына қарай газдың жылдамдығы күрт артады; ол шүмектен шығу бетте максимумға жетеді. Доғада қыздырылған газ пісірілетін бөлшектің бетімен бетпе-бет келген кезде оны қыздырады және балқытады.



Сурет 2.17. Бағананың негізгі учаскелерінің сызбасы және қысылған доғаның геометриялық сипаттамалары:

I — шүмекке дейінгі учаскесі; II — қысу учаскесі; III — ашық учаскесі; d_e — электрод диаметрі; d_c — шүмектер диаметрі; l_c — шүмектер каналының ұзындығы; l_y — шүмектердің жабық учаскесінің ұзындығы; l_0 — плазматрон бүйірінен бөлшектерге дейінгі ара қашықтық; l_d — доғаның ұзындығы

Газ қысымымен балқытылған металл алшайып, жылу пісіру ваннасының түбінің қатты металына тікелей беріледі, сондықтан еркін доғаға қарағанда тиімді жылу қуаты шамамен 2 есе жоғары. Газ шығыны және шүмектер арнасының диаметрі өзгерту арқылы плазма ағысының қысымын, сондай-ақ, доғадан бөлшектерге берілетін жылу ағынының тығыздығы өзгертуге болады. Бұл пісіру ваннасының пішіні мен өлшемдері реттеуге мүмкіндік беретін қысылған доғаның негізгі технологиялық артықшылықтары. Қысылған доғада жылу ағынының жоғарырақ тығыздығына қол жеткізіледі, әсіресе доғаның шағын қуатында, бұл термиялық ықпал ету аймағының аз енін алуға және пісіру жылдамдығын ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Өйткені плазма түзуші газ бөлшектерге жалпы пайдалы қуаттың айтарлықтай үлесін беретіндіктен, ал газды қыздыру режимнің барлық параметрлеріне тәуелді болғандықтан, онда қысылған доғаның тиімді ПЭК-і 30...80% шегінде өзгертуге болады. Қысылған доғаның басқа артықшылығы оның кеңістіктік орнықтылығын арттыру болып табылады.

Қысылған доғаның кернеу айтарлықтай плазма түзуші газдың тегіне тәуелді. Бұл доғаның жоғары температурасында газдардың энергияны сіңіруге әртүрлі қабілеттілігіне орай туындайды.

Одан жоғары кернеуге үлкен жылу сыйымдылық және жылу өткізгіштік ие газда жанатын доға ие. Плазма түзуші газдар ретінде аргон, гелий, көмірқышқыл газы, ауа, оттегі, азот, сутегі және газдар қоспасын пайдаланады. Көп жағдайда аргонды қолданады. Ол жақсы қорғаныш қасиеттеріне және электродтың жоғары төзімділігіне ие. Аргонның жылу сыйымдылығы мен жылу өткізгіштігі төмен, сондықтан доға онда өте төмен кернеуге ие, бұл қолдан пісіру кезінде ыңғайлы болып табылады.

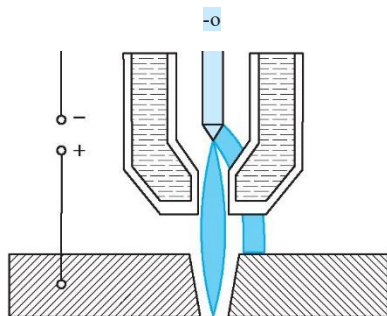
Тәжірибеде балқымайтын электродтың жоғарырақ төзімділігін қамтамасыз ететін тікелей полярлықтағы доғаны жиі қолданады. Сонымен қатар, мұндай доға бөлшектерге жылудың неғұрлым көп мөлшерін береді, онымен жоғары легірленген болатты, титан қорытпаларын, мысты пісіреді. Алюминий қорытпаларын пісіру кезінде тікелей полярлықтағы қысылған доғаны пайдаланылмайды, себебі баяу балқитын оксиді үлдірдің бұзылуын қамтамасыз етпейді. Алюминий оксидінің үлдірі аргонды сығымдалған кері полярлығында пісіру кезінде жақсы бұзылады, алайда бөлшектердің жылу беру тиімділігі төмен және плазмотрон электродына — анодқа жылу жүктемесі жоғары. Электродқа рұқсат етілген ток бұл жағдайда тікелей полярлыққа қарағанда 20 есе төмен. Электродтардың төзімділігін арттыру үшін электродты қарқынды салқындатумен плазмотронды қолданады.

Өз бағамдары бойынша аралық қалыпқа айнымалы токтың доғасы ие. Өйткені айнымалы токтың кезеңі ішінде электрод кезек-кезек катод және анод болып табылады, онда электрод төзімділігі қамтамасыз етіледі. Оксидті үлдірдің кері полярлықтың жартылай кезеңінде бұзылуы жеткілікті қарқынды болады, ол пісіру жалғасының жақсы сапасын қамтамасыз етеді. Айнымалы ток доғасының басты кемшілігі— полярлық ауысқан кезде қайта оталдырудың төмен тұрақтылығы, бұл қысылған доғада қиындай түсіп, себебі оның бағанасы плазма түзетін газбен қарқынды салқындатылады. Доға тұрақтылығын арттыру үшін не нәрлендіру көзі жоғары кернеуі, не арнайы күрделі тұрақтандырғыштар қажет, сондықтан сығымдалған бір фазалы доға айнымалы токта аз пайдаланылады.

Айнымалы ток доғасының бір түрі болып үшфазалы трансформаторлар табылады. Үш фазалы қысылған доғаның плазмотроны үшін (сур. 2.18) екі балқымайтын электрод орнатылады. Кезекші доға болып осы электродтар арасындағы доға қызмет етеді, ал шүмек электрлік бейтарап қалады. Кезекші доға негізгі нәрлендіру көзінің фазасынан қуат алады. Электродтар мен бөлшек арасындағы доға қозғалмаған кезде

Электрод пен бөлшектер арасында жұмыс доғаларын тұтату кезінде бөлшектердегі токтың электродтағы токқа қатынасын $K_t = \% / 3$ оңай алуға болады. Бұл электродтар диаметрін азайтады және плазмотронның габариттері мен массасын азайтуға мүмкіндік береді, бұл қолмен пісіруде маңызды болып табылады. Үшфазалы қысылған доғаның басқа артықшылығы – полярлығы өзгерістері сәттерінде қайта оталдыру тұрақтылығын арттыру, өйткені электродаралық доға электрод аралығы— бөлшекті тұрақты иондайды. Осының арқасында үшфазалы доға тұрақты ток доғасына тұрақтылығы бойынша жақын.

1 — вольфрамдық электродтар; 2 — оқшаулағыш; 3 — ток жолы — электр ұстағыштар; 4 — пісіруші үш фазалы токтың көзі; 5 — корпус; 6 — баяу балқитын қондырма — шүмек; 7 — өнделетін бөлшек



Сур. 2.19. Қос доғаны түзу сызбасы

Қысылған доғаның тогын белгілі бір маңызға дейін ұлғайтқан кезде жұмыс доғасының бағанасы доғалардың каскадын құра отырып ыдырайды (сур. 2.19). Электрод пен шүмек арасында доғалар пайда болады, сондай-ақ шүмек пен бөлшек арасында да. Осы қуатты доғалардың белсенді дақтары шүмекті тез қиратып, және оны толық істен шығара алады. Шүмектердің диаметрін, плазма түзуші газ шығынын азайту және шүмектер ІС арнасының ұзындығын арттыру апаттық доғалардың пайда болуына әсер етеді.

Қос доғаның пайда болуы келесімен түсіндіріледі. Доғаның бағанасы мен шүмектер арнасының қабырғалары арасында өткізбейтін "суық" газдың оқшаулағыш қабатшасы орналасқан, оның орташа температурасы 2 000... 3 000 °С. Осы қабатшаның қалыңдығы арна диаметрінен 3 ... 5 % құрайды. Доға бағанасының плазмасында бейтарап атомдар, оң иондар және электрондар, қозғалыста болады. Соңғылар аз массасы нәтижесінде айтарлықтай үлкен қозғалғыштыққа ие. Электрондардың бөлігі оқшаулағыш қабатшадан секіріп өтіп, шүмекке құйылады. Осының салдарынан шүмек доғаның бағанасына қатысты теріс зарядталады. Әлеуеттердің ең аз айырмасы электрод қимасында, ал ең үлкені — газдың шүмектен шығу кезінде. Егер доғаның бағанасы мен шүмектер қабырғасы арасындағы әлеуеттер айырымы біраз қатерлі мәнге жетсе, онда шүмектің бетінде шүмек доғасының катодты дағы — бөлшек туындайды. Екінші белсенді дақтардың туындауына бұл жағдайда ештеңе кедергі келтірмейді.

Авариялық режимнің туындау қаупінің көрсеткіші ретінде қатынасты пайдалануға болады

$$E_{np} = U_c / A, \quad (2.14)$$

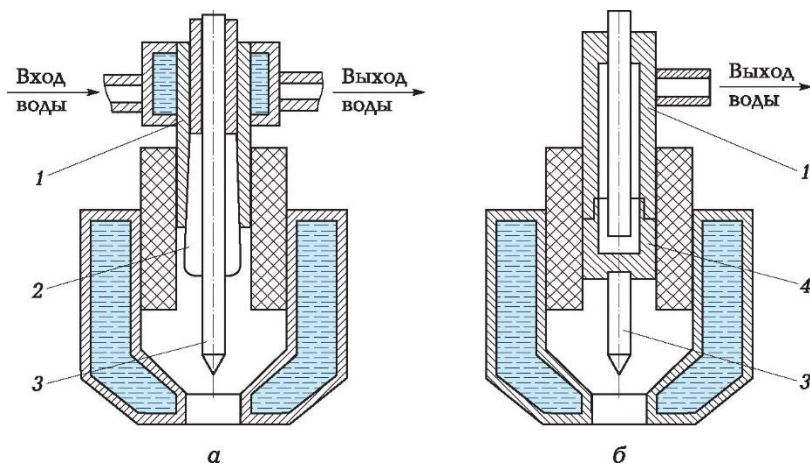
мұнда U_c —учаскесінде II доғаның бағанасында кернеудің төмендеуі (суретті қараңыз 2.17); A — шүмектер түпкі кесігіндегі оқшаулағыш газ қабатшасының қалыңдығы.

Шама Епр (В/см) қабатшаның сынамасы шақыратын электр өрісінің орташа кернеулігін білдіреді. Епр неғұрлым жоғары болған сайын, соғұрлым екі доғаның туындау ықтималдығы үлкен. Режимнің бағамдары U_c және A әсер етеді. dc азаюымен U_c қатты артады және A азаяды, бұл Епр айтарлықтай өсуіне алып келеді. Апаттық режимінің пайда болу мүмкіндігі артады. Газ шығынының өсуі сондай-ақ U_c арттырады, бірақ бұл ретте қабатша қалыңдығы да ұлғаяды. Байқалғандай, Епр есептік бағамы дегенмен газ шығынын артуына байланысты азаяды. Бұл қос доға пайда болу қаупін төмендетеді, оны тәжірибе растайды. Епр шамасын білу нақты қысылған доғалардың жануының оңтайлы режимдерін таңдауға мүмкіндік береді.

Қос доға түзумен күресу үшін сындарлы әдістерді де қолданады (мысалы, арнадан біраз қашықтықта шүмекке оның бүйірінен аздаған арақашықтыққа шығып тұратын вольфрамнан қондырманы орнатады). Қос доға пайда болғаннан кейін оның белсенді дағы арна айналасында доғаның магнит өрісінің әсерінен айналады. Қондырмаға жеткен кезде дақ оған бекітіледі де, апаттық доға әдеттегі вольфрамдық электродтағыдай жанады. Доға қондырмаға мыс қарағанда доғаның вольфрамдағы аз электрод қасиеттік кернеуіне орай бекіп, нәтижесінде мыс шүмек сынбайды.

Плазмотрон катодының типі және құрылымы плазма түзуші газ құрамымен анықталады. Инертті газдарда жұмыс істеу үшін (аргон, азот, және олардың қоспалары) вольфрамнан жасалған катодты қолданады. Олар плазмотронның электродты торабында бекітілген цангалық қысқышпен шыбық түрінде бекітіледі (сур. 2.20, а), немесе оған вольфрамнан өзегі жасалған мыс ұстағыш түрінде (сур. 2.20, б) орындалады. Соңғы құрылым оңтайлырақ, өйткені жылуды бөлу үшін жасалған ең жақсы жағдайлар арқасында катодта токтың жоғары тығыздығы қамтамасыз етіледі және қымбат тұратын вольфрам шығыны азаяды. Құрамында оттегі бар газдарда жұмыс істейтін катодты (мысалы, көмірқышқыл газдарда) *термохимиялық* деп атайды. Оларды гафний мен цирконийден белсенді қондырмалар түрінде жасап, мыс ұштағыштардың беттеуін нығыздайды (сур. 2.21). Қондырма диаметрі доғаның ток шамаларына тәуелді.

Шүмек доғаның энергетикалық сипаттамаларын реттеу үшін қызмет етеді. Шүмектердің негізгі бағамдарына оның арнасының диаметрі мен биіктігі, плазмотронның жұмыс камерасының нысаны жатады.



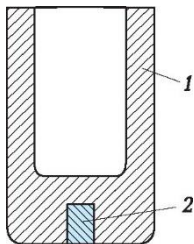
Сур. 2.20. Плазмотронның электродты тораптарының сызбасы:

а — ңангалық; б — мыс ұстағыш; 1 — электрод торабының корпус; 2 — ңангалық қысқыш; 3 — вольфрамды электрод; 4 — мыс ұстағыш

Шүмектің диаметрі мен биіктігін дәнекерлеу тогына, плазма түзуші газдың құрамы мен шығынына байланысты таңдайды. Бұл ретте плазмотронның технологиялық мүмкіндіктері мен жұмыс істеу сенімділігі, шүмек және электрод төзімділігі сияқты көрсеткіштердің ең қолайлы үйлесімін таңдауға тура келеді. Сенімділік көрсеткіші аса маңызды.

Доғалық камераға газдың аксиальдық берілісі плазма шүмегінен шығатын ағынымен өңделетін бөлшекке жақсы әсер ету мүмкіндігін береді. Алайда, бұл ретте доға бағанасының кеңістіктікте тұрақтандырылуы нашарлап, қос доға түзу ықтималдығы артады, сондықтан да газдың тангенциальды берілісі артығырақ. Доғалы камераның элементтерінің бірі құйынды ширату болып табылады, ол шүмектер арнасына плазма түзуші газдың тангенциальды берілісін қамтамасыз етеді. Сындарлы ширату электр ұстағыштың бүйір бетінде оған центрлес орындалған үлкен қадамды (6.. 12 мм) көпкірмелі бұрланданы (3 — 6 кіру) білдіреді.

Плазмотрон оқшаулағышының материалына түрлі, кейде қарама-қайшы талаптар қойылады. Ол келесілерге ие болуы тиіс:



Сур. 2.21. Оттегілік плазма түзгіш газдарда жұмыстану үшін плазмотрон катодының сызбасы:

1 — мыс ұстағыш; 2 — цирконий немесе гафнийден белсенді қондырма

- жоғары электрлік беріктігі, өйткені кезекші доға жоғары вольтты жоғары жиілікті разрядты осциллятор көмегімен қозғалады;
- жоғары механикалық беріктігі, өйткені оқшаулағыш плазмотронның қалған тораптары бекітілетін көтергіш құрылымдар функцияларын жиі орындайды;
- термиялық беріктігі, өйткені оның жекелеген бөліктері жылу және жарық сәулемінің әрекетіне жиі ұшырайды;
- нығыздығы, өйткені оқшаулағыш арқылы плазма түзуші газ және салқындатылған су үшін арналар өтеді;

Сонымен қатар, оқшаулағыш қарапайым кесуші аспаппен өңдеу мүмкіндігіне жол беруге міндетті.

Қысылған доғамен шағын токта (0,1 ...10 А) дәнекерлеу *микроплазмалық дәнекерлеу* атауына ие болды. Мұндай токта жиектерінің қалыңдығы 0,025.0,8 мм. бөлшектер дәнекерленеді. Ашық доғамен дәнекерлеумен салыстырғанда шағын токта қысылған доғаның ұзындығын өзгерту дәнекерлеу қосылыстарының сапасына айтарлықтай аз әсер көрсетеді; доғаның кеңістіктік тұрақтылығы айтарлықтай артады.

Микроплазмалық дәнекерлеу кезінде плазма түзуші газ ретінде аргонды, ал қорғаныш ретінде — аргон, гелий, азот, сутегімен немесе гелиймен аргон қоспасы және дәнекерленуші металлға байланысты басқа газдарды пайдаланады.

Тұрақты токтың кішіамперлі қысылған доғасының катодты облысы плазма түзуші газ атмосферасында, ал доғаның бағанасы және анодты облысы — қорғаныш газ атмосферасында орналасқан. Қорғаныш қоспасында молекулалық газдарды қолдану (азотты, сутегіні) доғаның кернеулерін арттырады, оның балқытушы қабілетін ұлғайтады, өйткені доғаның бағанасында осы газдардың молекулалары энергияны жұта отыра диссоциацияға ұшырайды, ал бұл доғаның қосымша сығылуына алып келеді. Доға бұйымдарға жинақталатын конустың нысанын ("ине") иеленеді. Осы "ине" ұшына ток тығыздығы 5 000 А/см² жетеді.

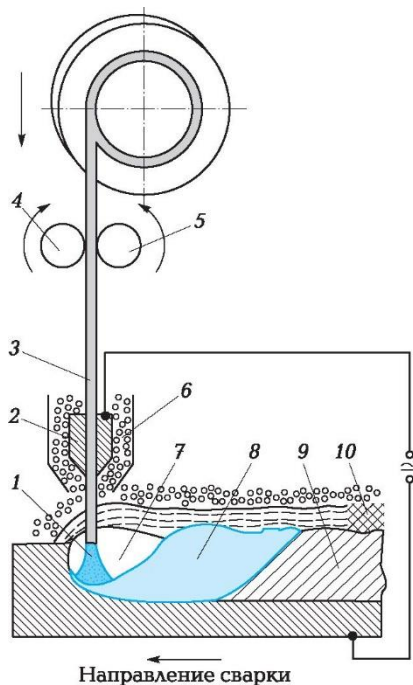
Микроплазмалық дәнекерлеуді аса жұқа материалдарды қосу, миниатюралық бөлшектердің, металдар мен бейметалдарды кесудің, дәлме-дәл ерітудің микро олқылықтарын (микрожарықтар, сызаттар, бақалшақтар) түзету үшін қолданады. Қыздырудың кіші алаңы және термикалық ықпал ету аймағының болмашы ені миниатюралық және жоғары дәлдіктегі бөлшектердің: гофрленген түтіктер (сильфондар) және арматурамен мембраналардың, миниатюралық құбырлардың, жартылай өткізгіш құралдардың, конденсаторлардың, термобу және т. б. жоғары сапалы қосылыстарын қамтамасыз етеді.

2.8.4. Флюс қабаты астында дәнекерлеу мәні

Флюспен дәнекерлеу — өнеркәсіп және құрылыстағы дәнекерлеу жұмыстарын орындаудың негізгі тәсілдерінің бірі. Бірқатар маңызды артықшылықтарға ие бола отыра, ол металл құрылымдар, үлкен диаметрлі құбырлар, қазандар, кемелер корпусы сияқты дәнекерлеуші құрылымдарын жасау технологиясын айтарлықтай өзгертті. Жасау технологиясының өзгерістері салдарынан дәнекерлеуші құрылымдардың өздері өзгерді: металл мен еңбек шығынының үнемділігін беретін дәнекерленіп-құйылған, дәнекерленіп-соғылған бұйымдар кеңінен қолдану тапты.

Флюспен дәнекерлеу тәсілі келесіде (сур. 2.22). Доғаның 1 аймағына дәнекерленуші бұйымдар жиегін қамтитын флюс 2 беріліп, ол қож қорғанышын құрады. Флюс қабатының қалыңдығы 30...60 мм тұрады. Доға 1 дәнекерленуші бұйым мен электродты сым арасында қозғалып, доғаның бағанында бөлініп шыққан булар, газдардан түзілген тұйық кеңістікте 7 балқытылған флюстың сұйық қабаты астында жанады. Дәнекерлеу сымының металлы доғамен балқытылып, тамшылау арқылы дәнекерлеуші ваннаға көшеді. Дәнекерлеу ваннасында дәнекерлеу сымының металлы балқыған негізгі металлмен араласады.

Газдардың термиялық кеңеюі кезінде пайда болатын біраз артық қысым сұйық металды дәнекерлеу бағытына қарама-қарсы жаққа ығыстырады. Мұндай жағдайларда негізгі металлдың терең дәнекерленуі қамтамасыз етіледі. Газ кеңістігіндегі 7 шамалы артық қысым және флюс қабаты балқытылған металды қоршаған ауаның зиянды әсерінен сенімді қорғайды. Сонымен қатар, металдың шашырауы айтарлықтай азаяды, жікті қалыптастыру, доғаның жылуын және электродты сымның материалын пайдалану жақсарады.



Сур. 2.22. Флюспен дәнекерлеу процессінің сызбасы:

1 — дога; 2 — флюс; 3 — электродтық сым; 4 — қыспақтау ролигі; 5 — жетекші ролик; 6 — мүштігі; 7 — тұйық газ кеңістігі; 8 — дәнекерлеу ваннасы; 9 — дәнекерленген жік; 10 — қож қабығы

Электродты сым 3 дәнекерлеу аймағына оның балқу жылдамдығына тең жылдамдықта арнайы тетіктің жетекші 5 және қысатын 4 роликтері арқылы беріледі, және осылайша, доғаның жануы автоматты түрде орын алады. Дәнекерлеу тогы ток көзінен дәнекерлеу басының мүштігі 6 арқылы электродты сымдауыштар ұшынан шағын қашықтықта (40... 60 мм) орналасқан электродты сымға шығарылады. Жікті бөлу бойымен доғаның жылжуына қарай дәнекерлеу ваннасын 8 сууы, металлдың кристалдануы және дәнекерлеу жігін 9 қалыптастыру орын алады. Ерітілген флюс бетіне шыға келіп, суу кезінде қож қабыршағын 10 түзеді.

Сұйық қож (флюс) металлға қарағанда ерітудің төменірек температурасына ие болғасын, жіктің металлынын салқындауын баяулата отыра біраз соңырақ қатайды.

Жіктің металлының балқыған күйде болу ұзақтығы мен баяу сууы бетіне барлық металл емес қосындылар мен газдардың шығуына, химиялық құрамы бойынша таза, тығыз және біртекті жікті алуға ықпал етеді.

Электродтың шағын шығуы (электродты сымның соңынан ток өткізгіш мүштікке дейінгі аракашықтық), жабудың болмауы, электродты сымның берілісінің үлкен жылдамдығы дәнекерлеу тогын айтарлықтай ұлғайтуға мүмкіндік береді— 1-150 А/мм² дейін, яғни бірдей диаметрлі электродтармен қолмен дәнекерлеумен салыстырғанда шамамен 6 — 8 рет. Еріту коэффициенті 14...18 г/(А·с) құрайды, бұл электродтармен қолмен дәнекерлеу кезіндегіге қарағанда 1,5 — 2 есе жоғары.

Балқытылған флюстың жоғары жылу өткізгіштігі дәнекерлеу сымының балқыту процесін жеделдетуге, негізгі металдың балқыту тереңдігін ұлғайтуға, және соның салдарынан, дәнекерлеу өнімділігін айтарлықтай арттыруға алып келеді. Дәнекерлеу аймағына себілетін флюстың жеткілікті қалың қабаты (60 мм-ге дейін) 30% - ға балқиды. Бұл доғаны жабық (көрінбейтін) етіп және балқыған жіктің қоршаған ауадан сенімді қорғанышын қамтамасыз етеді, дәнекерлеу процесін тұрақтандырады. Флюспен дәнекерлеудің елеулі артықшылығы металдың қалдығына және оның шашырауына елеусіз шығындар болып табылады. Шашырау, қалдық пен өртендіге шығындар электродты металл массасынан 1.3% құрайды.

Доғаның тиімді жылу қуатының ұлғаюы салдарынан жиектерінің қиғаштығысыз дәнекерленетін бөлшектердің қалыңдығының диапазоны өзгеруі мүмкін. Мысалы, әдеттегі режимде бөлшектерді флюспен жиектердің қиғаштығысыз қиысқа дәнекерлеуде қалыңдығы 15.20 мм металды дәнекерлеуге болады. Бұл жағдайда негізгі металды балқыту тереңдігі ұлғаяды, оның жік металындағы үлесі 50.70% жетеді; бұл ретте электродты сым шығыны едәуір төмендейді.

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, флюспен дәнекерлеу келесі артықшылықтарға ие деген қорытынды жасауға болады:

- болжамды қолданудың кең спектрі (қалың және жұқа пластиналарды дәнекерлеу, қоспаланған және татқа төтеп беретін болаттарды дәнекерлеу, балқыту және жөндеу жұмыстары);
- үлкен дәнекерлеу токтарын пайдалану арқасында дәнекерлеудің жоғары жылдамдығы;
- тиімді қоспа қылып шығару, соның арқасында қосымша өңдеу қажеттілігі айтарлықтай төмендейді немесе болмайды;

- жұмыстардың құны аз, өйткені дәнекерлегіш материалдардың шығыны дәнекерлеудің басқа әдістерін пайдалануға қарағанда төмен.
- дәнекерлеу деформациясының төмен деңгейі;
- сапалы қалыптастыру мен жіктің жақсы сыртқы түрі;
- дәнекерленген жіктердің жинақтылығы;
- дәнекер жіктің металлының жоғары механикалық қасиеттері;
- флюс қабаты астында дәнекерлеу кезінде доғаның жануы, бұл жеке қорғаныш құралдары қолданбауға және желдетуге шығындарды азайтуға мүмкіндік береді;
- түтін бөлінуінің болмауы операторға жұмыстың ыңғайлы шарттары қамтамасыз етеді және түтін шығару үшін жабдықтарды талап етпейді.

Алайда, флюспен автоматты дәнекерлеуді қолдану келесі кемшіліктер мен шектеулерге ие:

- қоспаланған немесе қоспаланбаған көміртекті болаттар үшін ғана пайдаланылуы мүмкін;
- ұнтақты флюсті пайдалану жіктердің көлденең бетте орындалуын не болмаса тиісті шараларды қабылдауды білдіреді;
- қалыңдығы 1,8 мм кем табактарды (балқытудың жоғарғы дәрежесіне байланысты), сондай-ақ қалыңдығы 16 мм астам бөлшектердің түйіспелі дәнекерлеуін жиектерін бөлместен дәнекерлеуге болмайды;
- балқытудың үлкен тереңдігі және негізгі металды қоспамен араластыру кейбір жағдайларда жоғары қоспалауға әкеп соғады;
- жұмыс кезінде дәнекерлеу орындары көрінбейтін болғандықтан, дәнекерлеу алдында бөлшектерді дайындау және құрастырудың жоғары дәлдігі талап етіледі, бұл жіктің күрделі конфигурациясында процессті айтарлықтай дәрежеде қиындатады;
- қож қабыршағын кетірудің қажеттілігі мен белгілі бір қиындығы, ал цилиндрлік бөлшектерді дәнекерлеу кезінде- балқыған металл мен флюсты үстінде ұстап тұру қиындығы әрқашан дерлік туындайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Заттардың үш негізгі жағдайын атаңыз. Олардың айырмашылықтарын көрсетіңіз.
2. Қалыпты жағдайда неліктен газдар электр тогын өткізбейді?
3. Дәнекерлеу доғасы деп нені атайды?
4. Дәнекерлеу доғасында электрлік зарядтар қалай тасымалданады?
5. Доғаны тұтандыру қалайша жүзеге асырылады?
6. Еркін доғаның құрылысы сипаттаңыз.
7. Дәнекерлеу доғалары қандай белгілер бойынша жіктеледі?
8. Қандай доғаларды қысқа, қалыпты және ұзын деп атайды?
9. Доғаның статикалық вольт-амперлік сипаттамасы нені көрсетеді?
10. Вольт-амперлік сипаттама неліктен құламалы?
11. Құламалы және қатаң вольт-амперлік сипаттамалардың айырмашылықтары неде?
12. Доғаның тұтану және жану процестерінде иондаудың рөлі қандай?
13. Осцилляторларды не үшін қолданады?
14. Магниттік үрлеу дегеніміз не және ол қалай көрініс табады?
15. Магнитті үрлеуге қарсы күрестің шаралары қандай?
16. Дәнекерлеу кезінде доға арқылы металлды ауыстыру процесінің мәнін түсіндіріңіз.
17. Доға арқылы металлды ауыстырудың қандай түрлерін сіз білесіз?
18. Дәнекерлеу процессінің қандай түрлерінде доға арқылы металлдың тамшылап ауыстыру процессі жүреді?
19. Қандай формула бойынша тиімді жылу қуатын анықтауға болады?
20. Бөлшектерді қыздырудың тиімді ПӘК-і дегеніміз не?
21. Дәнекерлеудің қандай түрінде доғада бөлінетін жылу неғұрлым тиімді пайдаланылады?
22. Дәнекерлеудің кумабойлы энергиясы дегеніміз не және ол неге әсер етеді?
23. Жікті қалыптастыру және оның металлдың сұйық күйден қатты күйге өту сәтіндегі құрылысы туралы айтып беріңіз.
24. Термиялық ықпал аймағы дегеніміз не? Оның негізгі участкелерін атаңыз.
25. Төмен көміртекті болаттарды дәнекерлеу кезіндегі термиялық ықпалдың аймағына қысқаша сипаттама беріңіз.
26. Қорғаныш газдарында балқымалы электродпен доғалық дәнекерлеудің артықшылықтары қандай?
27. Дәнекерлеу кезінде аргон негізінде қорғаныш газдардың қандай қос және үштік қоспалары қолданылады?
28. Ұзын доғамен дәнекерлеу процесі қысқа доғамен дәнекерлеу процесінен қалай ерекшеленеді?
29. Балқымалы электродпен дәнекерлеу кезінде электродты металлдың ауыстыруының қандай типтері бар?
30. Көмірқышқыл газында дәнекерлеу режимінің негізгі бағамдарын атаңыз.

31. Дәнекерлеу тогының мәнін таңдауға қандай факторлар әсер етеді?
32. Балқыту тереңдігі неге тәуелді?
33. Жікті қалыптастыруға жоғаның кернеуін ұлғайту мен кеміту қалайша әсер етеді?
34. Балқымайтын электродпен қорғаныш газында доғалық дәнекерлеу процессінің ерекшелігін атаңыз.
35. Дәнекерлеу үшін қандай вольфрамды электродтар қолданылады?
36. Қалайша доғаның сығылуына қол жеткізіледі?
37. Доғаны сығу кезінде оның қандай бағамдары өзгереді?
38. Қандай мақсатта микроплазмалық дәнекерлеу пайдаланылады?
39. Флюспен дәнекерлеу процесінің мәні неде?
40. Флюспен дәнекерлеудің негізгі бағамдарын атаңыз.

3-тарау

Электрмен және газбен пісіру жұмыстарына арналған материалдар

3.1. Газжалынмен пісіруге арналған материалдар

3.1.1. Оттегі, оның қасиеттері және алынуы

Оттегі – жер бетіндегі ең кең таралған элемент. Газ тәрізді оттегі түссіз, мөлдір, иіссіз және дәмі жоқ, тұтанғыш емес, бірақ жану үрдісін белсенді қолдай алады. Оттегінің негізгі физикалық параметрлерінің мәндері 3.1 кестеде келтірілген.

Оттегі жоғары химиялық белсенділікке ие, инертті газдардан және асыл металдардан басқа барлық элементтермен химиялық қосылыстар (оксидтер) жасауға қабілетті. Тотығу реакциясының жылдамдығы температураның артуы мен немесе катализаторларды пайдалануымен артады. Органикалық заттардың оттегімен тотығу реакциялары көп мөлшерде жылу шығарумен жалғасады. Реакция аймағында оттегінің қысымын және температурасын жоғарылату оның бағытын айтарлықтай жылдамдатады.

3.1. кесте Оттегінің негізгі физикалық параметрлері	
Параметр	Мәні
Молекулярлық салмақ	32
0 °С температурасында және қысымы 0,1 Мпа 1 м ³ , кг,	1,43
Аумалы күйдегі температурасы	154
0,1 МПа қысымындағы сұйықтандыру температурасы, К,	90,18
Масса 1 м ³ жидкого кислорода, кг, при температуре -183 °С температурасында және 0,1 Мпа қысымындағы салмағы	1 140
0 °С температурасында және 0,1 Мпа қысымында алынатын сұйық газдан алынатын газтәрізді оттегі	860

Қысылған немесе қыздырылған оттегіде белгілі бір жағдайларда тотығу үрдісі реакция аймағында шығарылатын жылудың және температураның тиісті өсуінің арқасында өсу қарқынын жалғастыра алады.

Қысылған газ тәріздес оттегі органикалық заттармен (майлар немесе майлар қабыршағы, көмір шаңы пленкасы) байланысқан кезде олардың өздігінен жалындауы мүмкін. Оттегі толқынындағы электростатикалық ұшқын разряд, қатты бөлшектердің металға соғылуы, оттегінің жылдам сығылу немесе үйкеліс кезінде жылу шығаруы және басқа да осыған ұқсас құбылыстар жалындаудың себебі бола алады, сондықтан оттегінің пайдалану барысында тез жалындайтын заттармен жанаспауын қадағалау қажет.

Апаттардың алдын алу үшін барлық оттегі жабдықтары, оттегі баллондары мен құбырлары мұқият майсыздандырылады. Оттегі ортасында жұмыс істейтін бөлшектер беттерінің майланбауын жұмыс жасау барысында қадағалау қажет.

Жанғыш газдар мен булар оттегімен қосылып жарылғыш қоспалар түзеді, олар жану кезінде өте үлкен жарылғыш шегіне ие. Мұндай қоспалардағы жарылыс толқынының таралуы өте жоғары жылдамдықпен (3000 м/с және одан жоғары) жүреді.

Көмір таспалар мен шаң, киіз, шымтезек, жүн, мақта және жүн мата сияқты сұйық оттегі сіндірілген әртүрлі кеуекті органикалық заттар от тұтану кезінде үлкен күшпен жарылады.

Газ жалынды өңдеу, тасымалдау және сақтау барысында оны пайдалану кезінде белгіленген оттегі қасиеттерін әрқашан есте ұстау керек.

Оттегі ең кеңінен таралған жетекші салаларда қолданылады, ол мартендік пештерде және электр-пештерінде болатты қорытуды қарқынлату үшін және болатты оттегілі-конвертерлі қорытуда қолданылады.

Техникалық оттегі газбен пісіру, оттекті кесу, беттік беріктендіру, және басқа да жалын өңдеу үрдістерді іске асыру үшін негіз болып табылады.

Оттегіні химиялық әдіспен, яғни, су электролизі және ауаны терең салқындату және бөлу әдісімен өндіреді. Химиялық әдістер тиімсіз және үнемсіз. Оттегінің өнеркәсіптік өндірісінде пайдаланылмайды.

Суды электролиздеу, яғни, оның құраушыларға (сутегі, оттегі) ыдырауы электролизерде жүзеге асырылады. Электр өткізгіштігін арттыру үшін каустикалық сода қосылатын судың көмегімен тікелей ток өткізіледі; оттегі анодта және катодта сутегі жиналады. Әдістің кемшілігі электр энергиясының үлкен тұтынуы болып табылады, оны шығаратын екі газдарды да қолданғанда пайдалану ұтымды. Бұл қағида бойынша оттегі-сутегі жалынының көмегімен газбен дәнекерлейтін, пісіретін және

жылытатын көптеген қондырғылар жұмыс істейді.

Оттегіні алудың негізгі өндірістік әдісі –терең салқындату және тазарту арқылы оттегін атмосфералық ауадан алу. Атмосфералық ауа - сұйылту температурасы әртүрлі газдардың қоспасы; ауаның негізгі бөліктері азот және оттегі болып табылады. Оттегі мен азот алу үшін қолданатын қондырғыларда ауаны зиянды қоспалардан тазалайды, компрессорда салқындату циклының қысымына дейін (0,6 ... 20 МПа) сығады, жылуалмастырғышта сұйылту температурасына дейін салқындатылады және кейіннен сұйық түрде (төмен температуралық тазалау) оттегі мен азотты айырады.

Бөлу аппараттарының (ректификациялық бағана) табақшаларында сұйықтықтың бірнеше рет булану және сұйықтану үрдісі тазарту (ректификация) деп аталады. Бағанның жоғарғы жағында таза тез қайнаушы құраушылардан (азот) тұратын булар жиналады, ал төменгі жағында – негізінен ұшпалығы аз құраушыдан тұратын (оттегі) сұйықтық жиналады.

Оттегінің және азоттың сұйылту температурасындағы айырмашылық шамамен 13 ° құрайдыжәне сұйық фазада олардың толық бөлінуіне жеткілікті. Ауаны бөліп алушы үлкен қондырғыларда оттегі немесе азот алудан басқа инертті газдарды ауадан алады: техникада кеңінен қолданылатын аргон, криптон, ксенон, неон-гель қоспасы.

Ауаны бөлу блогы аппараттарын алдын ала салқындату үшін және төмен температурада ұстау үшін тоңазытқыш циклдерді пайдаланылады. Бұл циклдарда төмен температура алудың екі негізгі тәсілі пайдаланылады: қысылған ауаны дроссельдеу; піспекті детандерде немесе турбодетандердегі қысылған ауаның кеңеюі. Қысылған газдың дросселдеу кезіндегі салқындауы газ бөлшектері арасындағы ілініс күштерін және кеңею кезінде көлем ұлғаюға сыртқы кедергілерді (Джоуль-Томсон әсері) еңсеруге жұмсалатын газдың ішкі энергиясының арқасында іске асады.

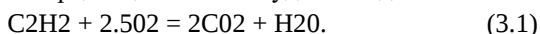
3.1.2. Жанғыш газдар, оларды алу және олардың қасиеттері

Газбен пісіру және кесу үрдістері үшін, жану кезінде техникалық оттегімен қоспасында газ жалынының температурасы 2000 ° С-тан асатын түрлі жанғыш газдарды қолдануға болады. Сутегін қоспағанда, бұл газдардың бәрі химиялық құрамы бойынша, көмірсутекті қосылыстар немесе көмірсутектердің әр түрлі қоспалары болып табылады.

Газжалындыөңдеу үшін ацетилен кеңінен қолданылады, ол оттегінде

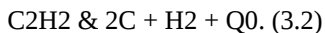
жанған кезде басқа жанғыш газдарға қарағанда жоғары температуралы жалын береді. **Ацетилен.** Бұл газ - қанықпаған қатардағы көмірсутек болып табылады. Оның химиялық формуласы C_2H_2 , құрылымдық формула $H-C \equiv C-H$. Атмосфералық қысымда және қалыпты температурада ацетилен - түссіз газ. Техникалық ацетиленнің құрамында қоспалардың болуына байланысты өткір ерекше иісі бар. $20^\circ C$ температурасында және $0,1 \text{ МПа}$ қысымында ацетиленнің тығыздығы $\rho = 1,09 \text{ кг / м}^3$ құрайды.

Атмосфералық қысым кезінде $-82,4 \dots -83,6^\circ C$ температурасында ацетилен сұйылады. $-85^\circ C$ және одан төмен температурада ацетилен қатты күйге көшіп, кристал құрады. Сұйық және қатты ацетилен үйкелуден, механикалық немесе гидравликалық соққыдан пен детонатордың әрекетінен оңай жарылып кетеді. Ацетиленнің толық жануы кезінде көмірқышқыл газ бен суд бөлінеді:



(3.1) формуласы бойынша ацетиленнің бір көлемі жану үшін оттегінің $2,5$ көлемі қажет болады. Ацетиленнің $0^\circ C$ және $0,1 \text{ МПа}$ қысымда жануы ең жоғарғы жану жылуын береді $Q_v = 58,660 \text{ кДж/м}^3$. Дәл осы шарттарда ең төменгі жану жылуы $Q_n = 55\,890 \text{ кДж/м}^3$ деп есептелуі мүмкін.

Ацетиленнің жану реакциясының жылуы ацетиленнің ыдырау реакциясының жылуы және көміртегі мен сутегінің бастапқы жану реакцияларының жылуларының қосындысынан тұрады. Ацетиленнің ыдырауы кезінде жылу бөлінеді:



Q_0 ыдыраудың жылуы $225,8 \text{ кДж / моль}$ немесе $8\,686 \text{ кДж / кг}$ құрайды.

Жанудың қарқындылығы пісіру жалынының маңызды параметрі болып табылады және ол қалыпты жану жылдамдығының қоспаның жану жылуына көбейтіндісіне тең.

Ацетилен және басқа да жанғыш газдарды жағу қарқындылығы туралы мәліметтер 3.2. кестеде көрсетілген. Ацетилен газды жалынмен өндеуде қолданылатын басқа газдармен салыстырғанда жанудың аса қарқындылығына ие.

3.2. Газдардың жануының қарқындылығы

Ацетилен	28,1	116	49	52	92	175
Сутегі	66,7	75	80	44	42	86
Метан	33,3	58	40	47	23	71
Пропан	16,7	55	20	51	113	62

Ацетилен пайдаланған кезде жұмыстардың толық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін оның жарылғыш қасиеттерін назарға алу қажет. Әрқашан

ацетиленнің (және сутегі) ең жарылғыш газдарға жататынын есте сақтаған жөн. Ацетиленнің өзіндік тұтану температурасы $240 \dots 630^{\circ}\text{C}$ арасында жатады және құрамындағы түрлі заттардың қысымына байланысты. Қысымның артуы ацетиленнің өзіндік тұтану температурасын айтарлықтай төмендетеді. Ацетиленде басқа зат бөлшектерінің болуы түйісу бетін ұлғайтады, өзіндік тұтану температурасының төмендеуіне әкеледі. Атмосфералық қысымда $700\dots 800^{\circ}\text{C}$ температурасына дейін баяу қыздыру кезінде ацетиленнің полимерлені үрдісі жүреді, яғни молекулалар тығыздалады және басқа күрделірек қосылыстар түзіледі: бензол C_6H_6 , стирол C_8H_8 , нафталин C_{10}H_8 , толуол C_7H_8 және т.б. жасалады. Полимерлеу әрқашан жылуды босату арқылы жүзеге асырылады және өзіндік жану немесе ацетиленнің жарылғыш ыдырауына айналуы мүмкін.

Компрессордағы ацетиленді $2,9\text{ МПа}$ қысымға дейін сығу кезінде, егер сығу соңындағы температура 275°C -тан аспаса, ацетилен өздігінен тұтанбайды. Бұл баллондарды ацетиленмен ұзақ уақыт сақтауға және тасымалдауға мүмкіндік береді. Артық қысыммен полимерлеу үрдісінің басталуынан температуралық шек төмендейді.

Ацетиленді пайдаланған кезде қысымға байланысты келесі температураға дейін қыздыруға болады: қысым $0,1\text{ МПа}$ - 300°C дейін, $0,25\text{ МПа}$ қысымда - $150 \dots 180^{\circ}\text{C}$ дейін, жоғары қысым кезінде - 100°C дейін.

Жанғыш газдар мен булардың жарылғыштығының маңызды көрсеткіштерінің бірі - тұтандыру энергиясы. Неғұрлым аз болса, соғұрлым заттар жарылғыш болып табылады. Оттегілі- газдық қоспаларының тұтандыру энергиясы ауалық- газдық қоспаларының тұтандыру энергиясынан 100 есе аз. Ацетиленнің тұтандыру энергиясы барынша төмен және жарылыс кезінде сутегіге ұқсас болып келеді.

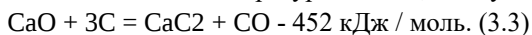
Су буының болуы ацетиленнің кездейсоқ жылу көздерінен өздігінен тұтану және жарылғыш ыдырау қабілеттілігін айтарлықтай азайтады. Осыған байланысты, ацетилен әрдайым су буымен қаныққан ацетилен генераторларында жұмыс нормаларының шектеу қысымы белгіленген: $0,15\text{ МПа}$ артық, абсолютті $0,25\text{ МПа}$.

Атмосфералық қысым кезінде ацетиленнің ауамен қоспасы, егерацетилен мөлшері $2,2\%$ және одан да көп болса жарылғыш болып табылады; оттегімен қоспасы, егер ацетилен мөлшері $2,8\%$ және одан да көп болса жарылғыш болып табылады. Ацетиленнің ауамен және оттегімен қоспалары үшін жоғарғы жарылғыштық шегі болмайды, өйткені таза ацетилен жеткілікті тұтану энергиясы арқылы да жарылуға қабілетті.

Ацетиленді алудың негізгі жолы кальций карбидін қайта өңдеу болып табылады. Бұл әдіс өте қиын, қымбат және көп электр энергиясын талап етеді. Соңғы жылдары ацетиленді өндірудің үнемді және жоғары өнімділікті әдістерін өндіріске енгізуде: табиғи газдан, метан мен оттегінің қоспасын пиролиздеу (күйдіру) арқылы алады; доғалық разрядтың әсерінегі

сұйық жанғыш заттардың (мұнай, керосин) ыдырауынан алады. Табиғи газдан жасалған ацетилен өндірісі кальций карбидінен 30...40% -ға арзан. Пісіру және кесу үшін пайдаланылатын пиролизді ацетиленді ацетонмен сіңірілген кеуекті массасы бар баллонға толтырады. Мұндай ацетилен қасиеттері бойынша кальций карбидінен алынған ацетиленнен ерекшеленбейді.

Кальций карбидінің CaC_2 - кристалдық құрылымы қатты зат болып табылады, ол омырығында кара-сұр немесе қоңыр түсті болады. Химиялық таза кальций карбидінің CaC_2 14°C температурада тығыздығы $2,22\text{ г / см}^3$. Кальций карбидінің кальций тотығымен көміртегінен түзілу реакциясы $2000 \dots 2300^\circ\text{C}$ температурада өтеді, жылуды сіңіреді:



1 кг CaC_2 түзу үшін кальций тотығының $0,875\text{ кг}$ және көміртегі $0,562\text{ кг}$ жұмсалады.

Кальций карбидінің 1 кг өндіруге теориялық тұрғыдан алғанда $7,060\text{ МДж / кг}$ жылу жұмсау қажет.

. Техникалық кальций карбиді құрамында 70...75% химиялық таза CaC_2 , 17,24% CaO және әр түрлі: магний, алюминий, темір, күкірт қосылыстары, фосфор, ферросиликон, көмір және т.б. сияқты қоспалар болады .

Кальций карбидінің сумен қосылысы өте белсенді болып табылады, бұл жерде ыдырай отырып газ тәріздес ацетилен мен кальций гидрат тотығы (ылғалданған әк) түзіледі. Кальций карбидінің сумен ыдырауында жылу бөлінеді:



1 кг химиялық таза кальций карбиді ыдырау үшін $0,562\text{ кг}$ су жұмсау қажет; нәтижесінде $0,406\text{ кг}$ ацетилен және $1,156\text{ кг}$ гидратталған әк шығады. Ацетиленнің 20°C температурасында және $0,1\text{ МПа}$ қысымындағы тығыздығы 1.09 кг / м^3 құрайды, сондықтан 1 кг CaC_2 ыдырауы арқылы алынған ацетилен (ацетиленді кірістілік) мөлшері $372\text{ дм}^3 / \text{кг}$ құрайды. Ацетиленді қанықтыратын буды ескере отырып, ацетиленнің шығу мөлшері $380\text{ дм}^3 / \text{кг}$ құрайды.

1 кг CaC_2 ыдырау кезінде бөлінген жылу мөлшері $1,980\text{ МДж}$ құрайды. Кальций карбидінің ыдырауы кезінде көп мөлшердегі жылудың бөлінуі реакция аймағының қызып кету қаупін тудырады, бұл реакцияны артық сумен өткізіп, реакция жылуын жоюды қажет етеді. Әсіресе кальций карбидінің жергілікті қызуы айрықша қауіпті, себебі кальций карбидінің ыдырау орнындағы температура $700\dots800^\circ\text{C}$ дейін жетуі мүмкін. Ауа реакция аймағына кіргенде ацетилен жарылуы мүмкін, сондықтан ацетиленнің жарылысын болдырмайтын карбид ыдырауы болатын жерде қолданыстағы ереже бойынша температураны 250°C асырмау талап етіледі. Кальций карбиді бөлшектерінің өлшемі азайған сайын, ацетиленнің шығымы төмендейді, бұл ұсақ карбидтегі бөтен қоспалардың

(СаО және т.б.) үлкен мөлшерімен түсіндіріледі, бұл қоспалардың беріктігі төмен және ұсақталғанда шағын фракцияларға кетеді. Майда карбид үлкенбетке ие бола отырып атмосфералық ылғалдылықтың әсерінен қаттырақ ыдырайды, ацителеннің бөлігін жоғалтады. Ацителеннің нақты шығысының теориялық мәнге қатынасы техникалық өнімдегі химиялық таза кальций карбидінің құрамын анықтайды.

Кальций карбиді ыдырау жылдамдығы ацителен генераторларында және СаС2 пайдалану кезінде маңызды көрсеткіш болып табылады. Ыдырау жылдамдығы 1 кг кальций карбидінің 1 мин ішінде ыдырауы кезінде бөлінген ацителен мөлшері бойынша өлшенеді. Бұл кальций карбидінің сұрыпы мен түйіршіктілігіне, сондай-ақ судың температурасына байланысты. Суда гидратылған әк, Са (ОН) 2 құрамының жоғарылауы кальций карбидінің бөлшектерінің «балшықтануына» байланысты ыдырау жылдамдығын төмендетеді. Ацителен генераторларында кальций карбиді ыдырағанда реакция аймағында ауық-ауық араласады.

Кальций карбидін шылаудан кейінгі алғашқы 2...4 мин ішінде ыдыраудың жылдамдығын үлкен шамасында болады. Карбидтік шаң дереу ыдырайды, әдеттегі құрылым генераторларын пайдаланға қауіп төндіреді. Жылдам ыдырау кезінде реакция аймағында қысым мен температураның күрт артуы шаңның бірігу үрдісіне байланысты болады, бұл өз кезегінде ағын суларына және ацителеннің жарылғыш ыдырауына әкеледі.

Осы себепті карбидтік шаңды пайдалану үшін арнайы генераторлар қолданылады, ол реакцияны үздіксіз араласқан кезде шаң мен суды жеткізудің жақсы мөлшерін және реакция аймағын жақсы салқындатуды қамтамасыз етеді. Ұсақ кальций карбиді ыдырауының осы ерекшелігіне байланысты, 25-50 түйіршіктеу карбидінде және ұсақ кальций карбидіне арналған шаң мен құрам мөлшері (2 мм-нен аз бөлшектер) 2% -дан аспауы тиіс. 2 - 25 түйіршіктеу кезінде шаңның және құрам мөлшері 5% аспайды.

Кальций карбиді атмосфералық ылғалды қарқынды сіңіретін болғандықтан және ацителенді бөле отырып ыдырайтын болғандықтан, тұмшаланып жабылған ыдыста сақталады және тасымалданады. Осы мақсатта қақпақпен тұмшаланып жабылатын болат барабандар немесе бөшектер қолданылады. Кальций карбиді бар барабандар жер асты суларымен су басудан қорғалған құрғақ, жақсы желдетілетін жерде сақталуы тиіс. Зауыттағы қоймалар өндіріс пен тұрғын үйлерден 20...40 м қашықтықта орналасуы тиіс.

Қойма ғимаратында су және жылу желісі болмауы керек; ол отқа төзімділіктің бірінші немесе екінші дәрежесіне сәйкес келуі керек. Кальций карбидінің қоймасында өртті сөндіру үшін көміртегі диоксиді өрт сөндіргіштерін, құмды пайдалану қажет; суды пайдалануға тыйым салынады. Барабанды ашқанда, «ұшқынсыз» құралды (жезден бұрау, балға немесе ашуға арналған құрал сияқты арнайы құрал) қолдану қажет.

Ашылған барабандардан тұратын карбид әрі қарай резеңке төсемі бар тұмшалапжабылған контейнерде сақталуы қажет.

Ацетиленді қысыммен сақтау және тасымалдау үшін, ацетонмен сіңірілген арнайы кеуекті массаға толтырылған баллондар пайдаланылады. Ацетон, ацетилен үшін жақсы еріткіш бола отырып, баллонға ацетиленді толтыру кезінде мөлшерін айтарлықтай көбейтуге мүмкіндік береді. Ацетон массаның кеуектерінде сақталады және баллонның бүкіл көлеміне таралады, бұл оның еру кезінде ацетиленмен жанасу бетін ұлғайтады. . Баллондарды тұтынушыларға сатылған ацетилен еріген ацетилен деп аталады. толтыру кезінде ацетиленнің максималды қысымы 2,5 МПа; баллон 20 ° С температурасына дейін салқындаған кезде, қысым 1,9 МПа-қа дейін төмендейді. Бұл қысымда 40 литрлік баллонда 5 ... 5.8 кг ацетилен болады.

Баллондағы ацетилен мөлшері мынадай әдіспен анықталады. Толтырылған баллон 0,1 кг-ға дейін дәлдікпен өлшенеді және 15 ° С-тан төмен емес температурада 8 сағат сақталады, содан кейін 0,8 м³ / сағ жылдамдықпен ацетилен іріктеліп алынады. Қалдық қысым кем дегенде 0,05 МПа болуы тиіс. Газ іріктеу аяқталғаннан кейін тағы өлшенеді. Толтырылған баллонның массасы мен балонның газ іріктелгеннен кейінгі массасы арасындағы айырма балонның ацетиленнің килограммында өлшенетін сыйымдылығын көрсетеді. Оны текше метрге алмастыру үшін килограммдағы балонның сыйымдылығын 20 ° С температурасындағы және 0,1 МПа қысымдағы ацетилен тығыздығына – 1,09 кг / м³ бөлу керек.

Ацетон (CH₃COCH₃) - қайнау температурасы 56 ° С, мұздату нүктесі -94.3 ° С, тығыздығы 0.7911 кг / м³ болатын еріткіш. 0,1 МПа қысымда және 20 ° С температурада (яғни 1 дм³ ацетонда 20 дм³ ацетиленериді) 1 кг ацетонда 27,9 кг ацетилен ериді. Ацетонның ацетиленде ерігіштігі қысымға тікелей пропорционалды өседі. Температура төмендеген сайын, ацетилен ерігіштігі арта түседі.

Баллон сыйымдылығын толық пайдалану үшін бос ацетилен балондары көлденең күйде сақталуы тиіс, бұл баллон көлемі бойынша ацетонның біркелкі таралуына ықпал етеді. Цилиндрлерді ацетиленмен баяу толтырады (ацетондағы еріту жылдамдығын ескере отырып) және, әдетте, екі кезеңде: алдымен баллондарды 6 ... 9 сағат аралығында 2,2 ... 2,3 МПа қысымына дейін толтыру қажет, содан кейін оларды тұндырып қояды, сонан соң 20 ° С температураға дейін салқындағаннан кейін олардағы қысым 1,9 МПа болатындай етіп, 2.3...2.5 МПа қысымына дейін толтырылады. Баллондарды толтыруды жеделдету үшін кейде сыртынан сумен салқындатады, бұл ацетондағы ацетиленнің ерігіштігі коэффициентін арттырады. Ерітілген ацетилен жұмыс орнында портативті генераторларда алынатын кальций карбидінен алынған ацетиленге қарағанда, бірқатар маңызды артықшылықтарға ие.

Тасымал генераторлардың орнына ацетиленді баллондарды қолданғанда, пісіруші жұмысының өнімділігі 20% -ға артады, ацетиленнің жоғалуы 15...25% -ға төмендейді, пісіру орнының тиімділігі мен маневрлілігі, жұмыс ыңғайлылығы, қауіпсіздігі артады және қысқы уақытта генераторларды пайдаланудың қиындықтары жойылады. Сонымен қатар, ерітілген ацетилен - бөгде қоспалардың минималды мөлшерін қамтитын жоғары сапалы отын және, сондықтан ерекше жауапты пісіру жұмыстарын жүргізу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Ацетилен баллондарына арналған кеуекті массалар келесі талаптарға сай болуы керек:

Ацетиленнің жарылғыш ыдырауын баллонда 3 МПа қысымда жергіліктендіреді;

ацетилен, ацетон және баллон металымен әрекеттеспеу;

жеткілікті механикалық беріктікке ие болу және баллонның жұмыс істеуі кезіндегі соққылардан қирамау;

■ баллонда тұнбау және кеуек түздірмеу

■ пайдалы көлемді азайту және ыдысын ұлғайту үшін, жеңіл және кеуекті болу

■ жалынның кері соққысында күймеу;

■ Баллонда ацетонның біркелкі таралуын қамтамасыз ету және баллон түбіне дейін ерітіндінің ағып кетуін болдырмау үшін өлшемі бірнеше микрометр болатын микрокеуектердің үлкен көлемі болу қажет.

Ауыстырылатын газдарды пайдалану әсіресе оттекті кесіуде кеңінен қолданылады. Мұнда жылыту жалынының температурасы тек қана алдын ала қыздырудың ұзартылуына әсер етеді, сондықтан оттегімен жану кезінде жалынның температурасы 2 000 ° С-тан төмен емес және жанудың жылуы кемінде 10 МДж /м³. Газдар-алмастырғыштар ацетиленге қарағанда арзан, кемшіліктері жоқ. Ацетиленнің орнына арзан тұтанатын газдарды пайдалану газды жалынмен өндеуге жұмсалатын шығынды айтарлықтай азайтады және жұмысты ұйымдастыруды жеңілдетеді.

Газоттегілік жалынмен материалдарды өндеуде қолданылатын газдарды пайдаланудың тиімділігі мен шарттары: олардың оттегі қоспасында жану, тығыздық, тұтану температурасы және жану жылдамдығы, қоспадағы оттегі мен отын арасындағы қатынас, оттың тиімді жылу қуаты, оттегі жануы кезінде жалынның температурасы, қабылдау, тасымалдау және пайдалану кезінде ыңғайлылығы мен қауіпсіздігі . Жанғыш газ жалынының тиімді қуаты - бірлік уақытында жылытылған металға енгізілген жылу мөлшері (кДж). Берілген жанғыш газдың ең тиімді жалын энергиясы екі айнымалыға тәуелді: қоспадағы оттегі мен жанғыш газдың қатынасы және жанғыш газ шығыны. Әр түрлі жанғыш газдарға арналған қоспадағы оттегі мен жанғыш газдың оңтайлы жұмыстық қатынасы мынадай түрде қабылданады: оттегі-ацетилен 0,8 ... 1,4; Оттегі-сутегі 0,3;

0,4; Оттегі - табиғи газ (метан) 1,0 ... 1,5; оттегі-пропан техникалық 3,0 ... 3,5; Оттегі - кокс пеш газы 0.75...0.8; Оттегі-мұнай газы 1,5...1.6;

Ацетиленді ауыстыру коэффициенті - қыздырылушы металға бірдей әсер ету кезінде ауыстырушы газ шығынының Q3 ацетилен Qa шығынына қатынасы; $y = Q3 / Qa$ арқылы белгіленеді.

Ауыстыру коэффициентінің мәнін анықтау үшін графикерді қолданады, графиктер арқылы ауыстырғыш газдың шығынын табады Іс жүзінде қабылданған басқа жанғыш газдардың ацетиленді ауыстыру коэффициенттерінің мәндері 3.3.

кестеде келтірілген. **Сутегі.** Техникалық сутегі ГОСТ 3022 - 80 сәйкес жеткізіледі. Өндіріс әдісіне байланысты сутегі келесі маркаларда шығарылады:

А - судың электролизімен алынған;

В - темірбұ әдісімен алынған және сілтілі ерітіндінің ферросиликонмен әрекеттесуімен;

В - хлорлы тұздардың электролизі арқылы алынған;

Г - көмірсутекті газдарды булық конверсиялау арқылы алынған.

Таза сутегі құрамының мөлшер шамасы 95,99% -ды құрайды (көлемі бойынша). Ол болат баллонда 16,5 МПа дейін қысыммен шығарылады.

кесте 3.3.

Болаттың бөлуі	5,2	1,6.1,8	0,6	3,2.4,0	1,2	4,0
Болаттың бетін бөлу	—	4,0	1,0.1,2	5,0	1,8.2,4	6,0... 8,0

Қалыпты жағдайда, сутегі – тығыздығы 0,084 кг / м³ түссіз және иіссіз газ . Ол қоршаған ортаға өте кішкентай қуыстар арқылы өтіп кете алады және ауамен жарылыс күйі бар қоспа құрады. Сутегі мен ауа қоспасының жарылғыштық шегі - 4 ... 75%, сутектің оттегімен қоспасының - 494% (көлем бойынша). Сондықтан, сутегімен жұмыс істеген кезде жабдық пен газ коммуникацияларының қымтаулылығына ерекше назар аудару керек.

Сутегі-оттегі жалынының температурасы 2 000...2 100 ° С. Ол аса таза метал алу үшін газды жалынның құрамында болатты тотықсыз дәнекерлеуде , кейде қорғасынды пісіру кезінде, су асты оттекті кесу кезінде қолданылуы мүмкін. Сутегі жануының ең төменгі температурасы 10,6 МДж / м³ құрайды.

Табиғи газ. Табиғи газдың құрамы газ кенорны сипаттамасымен анықталады. Шамамен бұл құрам келесідей: 97,8% CH₄; 0.9% C₂H₆ және C₃H₈; 1.3% N₂ және CO₂. Табиғи газдың тығыздығы 0,7,0,9 кг / м³ деп болжауға болады, жанудың төменгі жылуы (құрамы бойынша) 31. 33 МДж / м³. Оттегі қоспасымен жану кезінде жалынның температурасы 2 100,2 200 ° С; қоспаны жандырғы ішінде қосымшв қыздырған кезде жалынның

температурасын $2\ 300\ ^\circ\text{C}$ дейін арттыруға болады Ауа қоспасы бойынша жарылғыш шектеулер 4,8,16,7% (көлемі бойынша), оттегі қоспасында - 5,059,2% (көлемі бойынша). Газ жалынды өңдеу кезінде посттарға газ 16,5 МПа дейінгі қысыммен баллондармен немесе төмен қысымда құбырмен (шамамен 0,3 МПа) беріледі.

Табиғи газ оттегі-ацетиленге қарағанда, төмен температурада жалын қолдануға мүмкіндік беретін, жалын өңдеу, балқитын металдар мен қорытпаларды пісіру, 4,5 мм қалыңдықты болат пісіру кезінде болат кесу және үстіртін оттегі бөлу үшін пайдаланылатын балқытып біріктіру мен басқа да процестерде қолданылады.

Пропан техникалық және пропан-бутан қоспасы. Бұл газдар мұнай өңдеуде жанама өнімдер болып табылады.

Пропан негізінен C_3H_8 немесе пропан мен C_3H_6 пропиленінің қоспасынан тұрады, олардың жалпы саны кемінде 93% (көлемі бойынша) болуы керек. Сонымен қатар, құрамында 4% этан C_2H_6 және этилен C_2H_4 (барлығы) және C_4H_{10} бутанының және C_4H_8 бутиленінің 3% -нан аспайтын үлестері бар.

Пропан тығыздығы 1,88 кг / м³, бутан - 2,52 кг / м³. Пропан тығыздығының ауа тығыздығына қатынасы 1,57, ал бутан үшін бұл қатынас 2,1 құрайды.

Пропанның жануының ең төменгі қызуы - 87 МДж / м³, бутан - 116 МДж / м³. Әуе қоспасы кезінде жарылғыштық шегі: 2,0 ... 9,5% пропан, 1,5,8,5% бутан; оттегі қоспасында бірдей: 2.4. 5.7% пропан, 3.0.4.5% бутан.

Оттегінің қоспасында өртеген пропан мен пропан-бутан қоспасының жалынының температурасы $2\ 300,2\ 350\ ^\circ\text{C}$, ал қоспаның қосымша қыздыруы $2\ 700\ ^\circ\text{C}$ дейін жетуі мүмкін

Қысым 1,6 МПа дейін немесе температурасы $0\ ^\circ\text{C}$ дейін төмендеген кезде пропан, бутан және олардың қоспалары сұйық күйге айналады, сондықтан оларды сұйылтылған газдар деп атайды. Стандартты жағдайларда, яғни, температурасы $0\ ^\circ\text{C}$ және 0,1 МПа қысымда олар газ тәріздес күйде болады. Газдардың бұл қасиеті оларды сақтауға және тасымалдауға ыңғайлы етеді. Сұйытылған газдарды сақтау және тасымалдау үшін пісірілген болат баллоны ГОСТ 15860 - 84 бойынша қуаты 5,50 дм³ қолданылады. Темір жолмен тасымалданғанда, сыйымдылығы 50 тонна сұйытылған газ бар цистерналар қолданылады. Сұйық пропанның көлемді кеңею коэффициенті сұйық бутанның судан 11 есе көп 16 есе жоғары болып табылады, сондықтан сұйылтылған газы бар ыдыс рұқсат етілген шектен тыс ($50\ ^\circ\text{C}$ цистерналар үшін, $45\ ^\circ\text{C}$ цилиндрлер үшін) қыздырылған кезде ыдыстағы қысымның жоғарылау қаупі бар , және жарылыс қаупін төндіреді. Осыған байланысты, сұйылтылған газдармен цилиндрлер мен цистерналарды толтырған кезде, сұйықтықтың үстіңгі жағынан бу жастықшасы сұйықтықтың қосымша көлемін қамтуы мүмкін, ол жылу нәтижесінде кеңейеді. Пропан ыдысының көлемі үшін 1 дм³, газ

массасы 0,425 кг аспайды, ал бутан үшін 0,488 кг.

Сұйытылған газдар ацетиленді алмастырғыштар ретінде кеңінен пайдаланылады, өйткені олар газ-оттегі жалынының жеткілікті жоғары температурасын қамтамасыз етеді, салыстырмалы түрде арзан, тасымалдауға және сақтауға ыңғайлы. Пропан, бутан және олардың қоспалары (12 мм-ге дейін, кейбір жағдайларда) 4,6 мм, темірді пісіру және дәнекерлеу, түсті металдар мен қорытпалардың, оттегі және оттегі-ағыны кесу (бөлу және жер үсті) болаттан, қаптастыру, бетіне дейін болатты пісіруге пайдаланылуы мүмкін, металдандыру, пластиктерді бүрку, икемдеу, түзету, пішіндеу, қыздыру және тағы басқа процесстерде қолданылады.

1 тонналық кальций карбидті (шамамен 235 м³ ацетиленге тең) ауыстыру үшін түсті металдарды пісіру, жалынның беріктігін және бөліп кесу барысында 0,3 тонна сұйытылған газ қажет.

Кокс және сілекейлі газдар. Кокс газы тас көмір кокстау процесінде өндіріледі. Кокстық газдың орташа құрамы төмендегідей: 50 ... 59% H₂; 25 ... 30% CH₄; 1,8 ... 3,0% C₂H₄ және басқа да қанықпаған көмірсутектер; 5,7% CO; 6,13% N₂ және CO₂; 0,5-0,8% O₂. Тақта газы мұнайдың тақталарын газдандыру арқылы өндіріледі. Оның шамамен құрамы: 25,40% H₂; CH₄-тен 14,17%; 10,20% CO; 10,20% CO₂; 4,5% C₂H₆ және басқа да көмірсутектер; 22,25% N₂; 1% дейін O₂. Осы газдардың көрсеткіштері 3.4 кестеде келтірілген. Бұл газдардың оттегі қоспасымен жалынының температурасы 2000 ° C.

Кокс және тақта газдарын құбыр арқылы бекеттерге жіберіледі. Олар балқытып біріктіру, бөлу және оттегі үстінің ағынының және оттегі ағынын кесу және де жалын температурасы 2 000 ° жеткілікті болатын басқа да процесстерде қолданылады.

Қалалық газ. Газ құрамын оны алу көздерін ескере отырып, тиісті ұйымдар бекітеді. Қалалық газдың тығыздығы 0,84 құрайды. 1,05 кг / м³, ең төменгі жылу энергиясы - 18 800,21 000 кДж / м³, оттегі жалынының температурасы 2 000 ° C. Қолдану салалары кокс газымен бірдей.

Пиролит және мұнай газдары. Бұл газдар 720,740 ° C реторт температурада мұнай мен мазут термиялық ыдырау газ тәріздес өнімдер қоспасы болып табылады. Газдың шығысы 1 кг мұнайға 0,35-0,4 м³ құрайды. Құрам мұнайдың құрамына және оны өңдеу режиміне байланысты. Цилиндрге құю кезінде газ ішінара сұйылтылған. газ құрамын іріктеу оның, ең алдымен, одан ұшпа компоненттер булану есебінен өзгереді. газ құрамын теңестіру және оттықтың бұрын құбырлар мен шлангілер ішінара жиналып қалмас үшін кейде газ қысыммен болып табылатын 40 дм³, (0,3-0,4 МПа) бар аралық ресиверді арасында орнату қажет.

3.4. Кесте Кокстың және тақта газдарының көрсеткіштері

Көрсеткіш	Кокстық газ	Тақта газ
Тығыздығы, кг / м ³ , 20 ° С температурасында және қысымы 0,1 МПа қысымы	0,40.0,55	0,74.0,93
Жанудың ең төменгі жылуы, кДж/м ³	14 700.17 600	12 600.14 300

Газ бекетіне қысымы 15 ... 16,5 МПа болатын мұнай газы беріледі, пиролиз газы - майдың ыдырауы үшін қондырғының қысымы астында құбыр арқылы жеткізіледі. Бұл газдарды қолдану аясы пропан мен пропан-бутан қоспалары сияқты бірдей. Төмен жалынның температурасын ескере отырып, пиролиз және мұнай газдары қалыңдығы 3 мм аспайтын болатты пісіруге арналған.

Қысым реттегіші арқылы газ қыздырғышқа немесе кескішке кіреді. Пиролиз және мұнай газдарының көрсеткіштері 3.5 кестеде келтірілген. Бұл газдардың жалынының температурасы 2 297 °С.

Кесте 3.5. Пиролиздің және мұнай газдарының көрсеткіштері

	Перолизді газ	Мұнай газ
Тығыздығы, кг / м ³ , 20 ° С температурасында және 0,1 МПа қысымы	0,65... 0,85	0,63.1,43
Жану жылуы, кДж/м ³ , аз емес	31 400.33 500	41 000.56 600
Ацетилен ауыстыру коэффициентті	1,6	1,2

Оларды қалпына келтіру немесе олардың тотықтарын байланыстыру үшін әдетте флюстерге – балқылған металлды тотықсыздандыру және түзілуші тотықтар мен бейметалл кірмелерді одан шығару үшін пісіру ваннасына енгізілетін заттарға жүгінеді.

Бұдан басқа, флюстер ваннаның бетінде қож үлдірін түзеді және сонымен металды одан әрі тотығудан және азоттанудан қорғайды. Жоғары шынықтырылған болаттар, шойын, сондай-ақ түсті металдар мен қорытпалар сынды металдарды пісіру барысында флюстерді пайдалану қажеттігі, соңғысын жоғары температураға дейін ысыту барысында олардың бетінде металды балқытқан кезде пісіру ваннасына өтетін және негізгі және қосындылық металдардың берік балқуына кедергі жасайтын үлдірдің түзілуіне байланысты туындайды. Төмен көміртекті болатты пісіру барысында үлдір ваннаны араластыру жолымен жеңіл кетіріледі және жалын газдарымен қалпына келтіріледі.

Газбен пісіруге арналған флюстерге негізгі талаптар. Флюс тез балқитын болуы тиіс және негізгі және қосындылық металдардың балқу температурасына қарағанда балқу температурасы неғұрлым төмен болуы тиіс.

Флюс металл тотықтарының еру үрдісі пісіру ваннасы қатаюына дейін аяқталуы үшін жеткілікті берік реакциялық қабілетке ие болуы тиіс; флюс металға зиянды әсерін тигізбеуі тиіс. Флюспен түзілетін қож пісіру ваннасының бетіне жеңіл қалқып шығуы үшін флюс беріктігі металл тығыздығынан төмен болуы тиіс.

Флюстің қасиеттері жалынның жоғары температурасының әсерінен өзгермеуі тиіс. Балқыған флюс металдың ысыған бетінің бойымен жақсы жайылуы тиіс.

Флюспен түзілетін қож металды тотығудан және оттегімен және ауа азотымен азоттанудан жақсы қорғауы тиіс және металдың сууы барысында пісіру жігінен жақсы бөлінуі тиіс.

Сұйық ваннадан оксидтерді және бейметалл кірмелерді кетіру таза химиялық жолмен де, сондай-ақ физикалық ерітумен де жүзеге асырыла алады. Екі жағдайда да флюстің әрекет ету механизмі бөлу заңына негізделген, оған сәйкес екі араласпайтын сұйық фазаларды жанастыру барысында екі фазада еритін құраушы, оларда берілген температурадағы тұрақты қатынаспен бөлінеді.

Пісіру ваннасында тотықтың қандай типі түзілетіндігіне байланысты негізгі немесе қышқыл флюстерді пайдаланған жөн. Бұл ретте реакциялар келесі сұлба бойынша жүреді:

қышқылдық оксид + негізгі оксид = тұз.

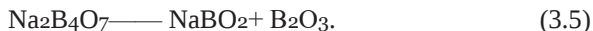
Егер металдарды пісіру барысында түзілетін тотықтар негізгі болып табылса (титан ғана бұл ережеге жатпайды), онда флюс қышқыл болуы тиіс және керісінше, егер пісіру ваннасында түзілетін тотықтардың қышқыл сипаттамаға ие болса, онда флюс негізгі болуы тиіс.

Қышқыл флюстерді көбінесе түсті металдарды, соның ішінде жез қорытпаларын және алюминий қорытпаларын пісіру барысында пайдаланады, ал негізгілерді, дәлірек айтқанда негізгілердің қышқылдармен тіркесін — кремнийдің жоғары үлесі бар және пісіру ваннасында темір тотықтарымен қатар кремнийдің қышқылдық тотығын түзетін шойынды пісіру барысында пайдаланады.

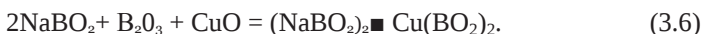
Жезді және оның қорытпаларын пісіруге арналған флюстер. Жез қорытпаларын пісіру барысында пайдаланылатын қышқыл флюстер әдетте бор қосындылары болып табылады: бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ және бор қышқылы H_3BO_3 немесе олардың қоспалары.

Пайдаланудың алдында бураны қатты қыздыру керек, себебі олай болмаған жағдайда ол ысыту барысында кебінеді, кристалдық суды бөледі және пісіру аймағында су буларының көлемін арттырады.

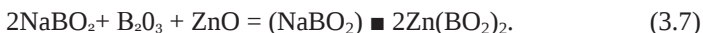
Бураның жез тотығымен ең ықтимал өзара әрекеттестігі келесі. Ысыту барысында бура метабор қышқылының тұзына NaBO_2 және бор ангидридіне B_2O_3 ыдырайды:



Кейінгілері метабор қышқылының қос тұзын түзе отырып, жез тотығымен өзара әрекеттеседі:

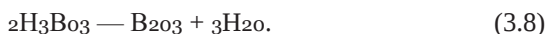


Бураның мырыш оксидімен өзара әрекеттесуі де осыған ұқсас жүреді:



Бураның таза химиялық әрекетінен басқа, бор ангидридімен борқышқыл тұздарын түзумен $\text{CuO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ и $\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ жез тотығын және мырышты тікелей байланыстыру ықтимал.

Флюс ретінде бор қышқылын пайдалана отырып, ол температураны $550\ldots 600^\circ\text{C}$ дейін ысыту барысында судан толығымен босайтынын және қышқыл қасиеттері бар бор ангидридіне айналатынын ескеру керек:



Пісіру барысында түзілетін жез тотығымен немесе мырышпен қосыла отырып, борангидридi, флюс ретінде бураны пайдалану жағдайындағыдай, борқышкыл тұздарын түзеді.

Газбен пісірудің, соның ішінде жез қорытпалардың мейлінше тұрақты сапасына флюсті қатаң мөлшерленген бірқалыпты тегіс беру барысында қол жеткізіледі. Бұл газ флюстерін, яғни жанғыш газы бар пісіру жалынына енгізілетін газтүзуші флюстеуші заттарды пайдаланумен қамтамасыз етіледі.

Метилборат пен $B(CH_3O)_3$ метанолдың CH_3OH азеотропты қоспасы, яғни құрауыштарының температурасы бірдей жәнeтолық белгілі болатын БМ-1 газфлюсі осыған мысал бола алады. Флюстеуші қоспа тобын ұсынатын бор ангидридi B_2O_3 , таза күйінде жалынға түспейді. Ол флюс буларының жануы нәтижесінде жалында түзіледі. Флюсті қатаң мөлшерлеп беру барысында жалында үздіксіз түзілетін бор ангидридi, жез және мырыш тотықтарын байланыстыра отырып, борқышкыл тұздарына белсенді және бірқалыпты әсер етеді, ол тұздар ваннаның бетіне қалқып шыға отырып, онда металды қоршаған ауаның әсерінен қорғайтын тығыз қож үлдірін түзеді.

Шойынды пісіруге арналған флюстер. Шойынды пісіру барысында пісіру ваннасында баяу балкитын кремний қышқылдық тотығы түзіледі, оны еріту үшін флюстің құрамына негізгі қасиеттері бар құрауыштарды енгізеді. Осындай құрауыштар ретінде әдетте көмірқышқыл натрийі Na_2CO_3 және көмірқышқыл калийі K_2CO_3 қызмет етеді.

Көмірқышқыл натрийінің кремний тотығымен өзара әрекеттесуі келесі түрде жүреді:



Көмірқышқыл калийінің SiO_2 өзара әрекеттесу реакциясы да осыған ұқсас түрде жүреді:



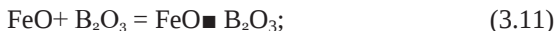
Екі жағдайда да қож түрінде байланыстырылған кремний тотығы пісіру ваннасының бетіне қалқып шығады.

SiO_2 еруі барысында сондай-ақ қос көмірқышқылды кальцийді $NaHCO_3$ және азотқышқылды натрийді $NaNO_3$ пайдалану ықтимал.

Көптеген жағдайларда сұр шойынды пісіру барысында флюс құрамына 25...50% мөлшерінде енгізілетіннен басқа, айқын көрінген қышқылдық қасиеттерге ие бура $Na_2B_4O_7$ да кіретіндігін айта кету керек.

Кейбір жағдайларда тіптен қандай да бір қосындыларсыз тек бура ғана флюс болып табылады. Бұл шойынның жоғары кремний үлесімен қоса өз құрамында пісіру ваннасын ауа оттегінен қорғауды талап ететін көміртегінің жоғары үлесі болатындығымен түсіндіріледі. Бура оны жанарғы жалынымен балқыту барысында металдың бетіне жайылады және ваннаны ауаның әсерінен сенімді қорғайтын қож үлдір түзеді.

Сонымен бір мезгілде бураның ыдырауы нәтижесінде бор ангидриді темір және марганец оксидтерін пісіру ваннасының бетіне қож түрінде қалқып шығатын борқышқылды тұздарға байланыстырады:



Металборатты метанолдың азеотропты қоспасы түріндегі флюсті пайдалану барысында пісіру ваннасын оған ауадан және жалыннан газдардың түсуінен сенімді қорғайтын тұтқыр және тығыз боросиликаттар үлдірі түзіледі.

Алюминий және оның қорытпаларын пісіруге арналған флюстер. Баяу балқытын алюминий тотығы Al_2O_3 (балқу температурасы $2\,030\,^\circ\text{C}$) өзінің бейтарап сипатына байланысты флюстеуші заттардың әсеріне нашар берілетін аса берік химиялық қосынды болуына байланысты, алюминийді пісіруге арналған флюстер жеткілікті үлкен белсенділікке ие болуы тиіс. Алюминий тотығының неғұрлым күшті әсер ететін еріткіштері литийдің галоидті қосындылары болып табылады. Осыған байланысты алюминийді пісіруге арналған флюстердің көпшілігінің құрамында хлорлы немесе фторлы литий болады. Литий тұзынан басқа алюминийді пісіруге арналған флюстердің құрамында сонымен қатар бірқатар басқа да фторлы немесе хлорлы калий, натрий және кальций тұздары болады.

Литий тұзы, соның ішінде хлорлы литий флюстің неғұрлым белсенді құрауыштары болып табылады. Құрамында хлорлы литийі бар, алюминийге арналған флюстер үлкен гигроскопиялылығымен ерекшеленеді, осыған байланысты бұл флюстерді сақтау тек тікелей флюсті пайдалану алдында ғана ашылатын қымталған банкаларда жүзеге асырылуы тиіс.

Пісіруден кейін металл жігінің және жік маңындағы аймақтың бетінде қалатын, өз құрамында хлорлы литийі бар флюстер, әрдайым металдың бетінде болатын алюминий тотығымен өзара әрекеттесуді жалғастыра отырып, металл жемірілуін туындатуы мүмкін. Осыған байланысты хлорлы литийі бар флюсті пайдаланудың міндетті шарты

пісіру қосылыстарын флюс қалдықтарынан мұқият тазалау болып табылады, бұған сым қылшақпен механикалық кетіру және жікті және жік маңындағы аймақты 2%-дық азот қышқылы ерітіндісімен HNO_3 жуу, кейіннен пісіру жалғасын сумен шаю және кептіру арқылы қол жеткізіледі.

Құрамында алюминий тотығының химиялық еріткіштері бар флюстермен қоса, бұл металды пісіру барысында тотықтардың олардың физикалық ерумен тіркесте химиялық еруін қамтамасыз ететін флюстерді пайдаланады.

Физикалық еру процесі, сұйық ваннада негізгі және қышқылды тотықтардан басқа тотықтарды балқытылған күйінде ерітудің маңызды қабілеттілігіне ие кейбір тұздар болған кезде орын алады. Мұндай тұз, соның ішінде балқыған күйде Al_2O_3 ерітетін $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ болып табылады. Алайда негізінен алюминий тотығының еру үрдісі химиялық жолмен, басым көбінде литий, калий және натрийдің хлорлы тұздарының әсер етуі жолымен жүреді.

3.1.4. Газбен пісіруге арналған қосымдық материалдар

Пісірілетін металл жиектері арасындағы саңылауды толтыру және жікті күшейту үшін пісіру ваннасына сымдар, шыбықтар, жолақтар түріндегі қосымдық материалды қосады. Жолақтарды негізгі материал құрамымен бірдей металл табақтарынан кесіп алады.

Газбен пісіру барысында жік металының қасиеттерін негізінен қосымдық металл құрамында бар шынықтырушы қоспалар есебінен жақсартады, сондықтан да қосымдық металл келесі талаптарға сай болуы тиіс:

- негізгі металдың балку температурасынан төмен немесе оған жақын балку температурасы болуы;
- шынықтырушы элементтерді шашыратусыз және буландырусыз металдың балкуын қамтамасыз ету;
- негізгі металдың төзімділігімен салыстырғанда тең дәрежелі немесе жемірілуге неғұрлым жоғары төзімділікті қамтамасыз ететін химиялық құрамы бар пісірілетін металдың қасиеттеріне жақын талап етілетін қасиеттері бар ерітілген металды алуға ықпал етеді;

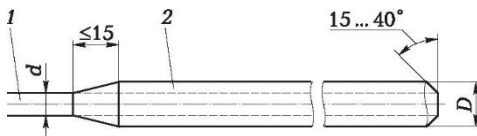
- қаяулары, газдық кеуектері және басқа да ақаулары жоқ ерітілген металдың тығыз қабатын алуды қамтамасыз ету;
- жемірілу, отқабыршақ, май және өзге де ластанулардың іздері жоқ таза және тегіс беті болуы тиіс;
- зиянды қосындылардың мөлшері өте аз болуы тиіс.

3.2. ДОҒАЛЫҚ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБЫНДЫ ЭЛЕКТРОДТАР

Электродтық жабындар. Қол доғалық пісіруге арналған электрод (3.1 сурет) бетіне жабу қабаты салынған 2, пісіру сымынан дайындалған ұзындығы 450 мм дейінгі өзекше 1 болып табылады. Ұзындығы 20...30 мм телімдегі электродтың сол ұшы электр контактісін қамтамасыз ету мақсатында оны электр ұстағышта қысу үшін жабыннан босатылған. Басқа ұшының қапталы пісіру үрдісінің басында бұйымның электродқа жанасуы көмегімен доғаны қоздыру мүмкіндігі үшін жабудан тазартылған.

МЕМСТ 9466 — 75 сәйкес, D/d қатынасқа байланысты, жұқа жабулы ($D/d < 1,2$) — М, орта жабулы ($1,2 < D/d < 1,45$) — С, қалың жабулы ($1,45 < D/d < 1,8$) — Д және ерекше қалың жабулы ($D/d > 1,8$) — Г электродтар болады.

Электродтың жабыны ионизацияны, ортаның жағымсыз әсерінен қорғауды және пісіру ваннасының металын металлургиялық өндеуді күшейтуге арналған заттар қоспасы болып табылады. Электродтың жабуына иондаушы, газ- және қож түзуші, қоспалаушы, қышқылсыздандырушы, байланыстырушы және пішіндеуші құрауыштар енгізіледі.



3.1 сурет. Қол доғалық пісіруге арналған жабынды электродтың сұлбасы:

1 — электродтық сымнан жасалған өзекше; 2 — жабын;
 d — электрод сымының диаметрі; D — жабынды электрод диаметрі

Иондаушы (немесе тұрақтандырушы) құрауыштар доғаның тұрақты жануын қамтамасыз етеді. Олар бордың, далалық шпаттың және граниттің құрамына кіретін калий және кальций, сондай-ақ натрий сынды төмен потенциалды элементтерден тұрады.

Газ түзуші құрауыштарды доға аймағының және пісіру ваннасының газ қорғанысын құру үшін пайдаланады. Оларға органикалық заттар (крахмал, ас ұны, декстрин және басқалар), сонымен қатар бейорганикалық заттар (әдетте карбонаттар, мрамор CaCO_3 , магнезит MgCO_3 және басқалары) жатады. Газ қорғанысы $200\text{ }^\circ\text{C}$ астам температура барысында органикалық заттардың және $900\text{ }^\circ\text{C}$ температура барысында карбонаттардың диссоциациясы нәтижесінде қамтамасыз етіледі. Диссоциация үрдісі электрод қапталына жақын маңда жүреді. Электродты жабындардың әдеттегі құрамында электрод өзекшесі металының әр граммына көмірқышқыл газынан CO_2 , улы газдан CO , сутегінен H_2 және оттегінен O_2 тұратын қорғаныс газының $90\ldots 120\text{ см}^3$ бөлінеді. Бұл ретте ауаның пісіру аймағынан сенімді ығыстырылуы және жік металына азоттың кішігірім көлемінің түсуі қамтамасыз етіледі ($0,03\%$ артық емес).

Қожтүзуші құрауыштарды сұйық қождарды алу үшін енгізеді. Қожтүзуші құрауыштар ретінде келесі кендер мен минералдарды пайдаланады: ильменит, рутил, қыр тасы, кремнезем, гранит, мрамор, балқытқыш шпат. Жабынның құрамындағы феррокорытпалар жабынға кіретін қожтүзуші тотықтарды қыздыру барысында беретін оттегін байланыстырады. Электродтық тамшылар мен пісіру ваннасының балқыған металын жабатын сұйық қож, олармен химиялық өзара әрекеттесе отырып, оны қышқылсыздандырады және тотықтарды тез балқитын қосындыларға байланыстырады. Сонымен бірге, қождың құрамындағы элементтермен металл жігінің қоспалануы жүреді. Сұйық металда химиялық реакциялар үрдісінде бөлінетін газдар үшін өткізгіш сұйық қож олардың кетуіне ықпал етеді және пісіру жігінің бетін қалыптастырады.

Қоспалаушы құрауыштар жік металының механикалық сипаттамаларын жақсарту үшін, оған ыстыққа және тозуға тұрақтылық, жемірілуге тұрақтылық және басқа да қасиеттер қатарын беру үшін арналған. Қоспалаушы элементтер болып хром, марганец, титан, ванадий, молибден, никель, вольфрам және басқалары қызмет атқарады. Бұл элементтерді феррокорытпалар және таза металдар түрінде жабынға енгізеді.

Қышқылсыздандырушы құрауыштарды тотықтар түрінде тұрған балқыған металдың бөлігін қалпына келтіру (қышқылсыздандыру) үшін пайдаланады. Бұл құрауыштарға темірге қарағанда оттегіне және отықтарын металл жігінен кетіруі талап етілетін басқа элементтерге үлкен ұқсастыққа ие (болаттарды пісіру барысында) элементтер жатады.

Қышқылсыздандырғыштардың көпшілігін электродтық жабынға феррокорытпалар түрінде енгізеді.

Байланыстырушы құрауыштарды баспақтам барысында электрод өзекшесіне берік қатты ұстатылатын және кептіру және қатты қыздырудан кейін берік жабынды түзетін жабынның ұнтақ құрамасын тұтқыр массаға байланыстыру үшін пайдаланады. Көбіне байланыстырушы құрауыштар болып сұйық әйнектің натрий ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$) немесе калий ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$) сулы ерітінділері қызмет атқарады.

Қалыптық құрауыштар — бұл жақпа массаға үздік илемділік қасиеттер беретін заттар (бентонит, каролин, декстрин, слюда және басқалары).

Кейбір материалдар жабында бірнеше функцияны атқарады. Осылайша, мысалы мәрмәр бір мезгілде тұрақтандырушы, қожтүзуші, және газ қорғаушы құрауыш болып табылады, ал феррокорытпалар — қоспалаушы және қышқылсыздандырушы құрамдастар болып табылады.

Электродтардың жабынына келесі талаптар қойылады:

- доғаның тұрақты жануын қамтамасыз ету;
- тиімді химиялық құрамы және қасиеттері бар металл жігін алу;
- электродтық өзекше мен жабынның бірқалыпты, тегіс балқуы;
- жоғары сапалы жіктің қалыптасуы және онда кеуектердің, қож қосындыларының және басқа да ақаулардың болмауы;
- суығаннан кейін қождың жік бетінен жеңіл бөлінушілігі;
- жақпа массасының электродтарды дайындау үрдісін қиындатпайтын жоғары технологиялық қасиеттері;
- элетродтарды дайындау және пісіру барысындағы қанағаттанарлық санитарлық-гигиеналық талаптар.

Жабынның құрамы электродтың әр түрлі кеңістіктік күйлерде (сүйеумен пісіру, қатты қыздырылған электродпен пісіру т.б.) сынды маңызды технологиялық сипаттамаларына, пісіру тогының тегіне, полярылылығына және шамасына (соңғы сипаттама сондай-ақ түзуші қождардың қасиеттеріне байланысты болады) әсер етеді. Жоғары сапалы пісіру жіктерін алу үшін электрод жабыны металл өзекшеде ұсталып тұруы тиіс және пісіру аймағының тиісті қорғанысын қамтамасыз ету үшін бүкіл электрод (тұқыл) пайдаланылмайынша, тұтас болуы тиіс.

Осының салдарынан пісіру тогының шамасымен анықталатын металл өзекше температурасы, электродтың балқуы 500 °C аспауы тиіс, ал құрамында органикалық заттары бар жабынды өзекше — 250 °C аспауы тиіс.

Балку температурасы, қатаюдың температуралық интервалы, жылу сыйымдылығы, тығыздығы, сыртқы керілісі, жылулық (желілік және көлемдік) кеңеюі - қождардың пісіру тұрғысынан маңызды физикалық қасиеттеріне жатады. Электродтық жабындардың барлық түрлерін балқыту барысында қож пісіру ваннасынан қалқып шығуы тиіс, яғни оның тығыздығы сұйық металдың тығыздығынан төмен болуы тиіс. Қождың қатаюының температуралық аралығы пісіру ваннасынан бөлінетін газдарды өткізу үшін пісіру ваннасы металының кристалдану температурасынан төмен болуы тиіс. Пісіру үшін қождар балкуының ең қолайлы температурасы 1 100... 1 200 °C құрайды.

«Ұзын» және «қысқа» қождар болады. «Ұзын» қождардың сұйық күйден қатты күйге ауысуының маңызды температуралық аралығы болады және басқа тең жағдайларда жіктің қалыптасуын нашар қамтамасыз етеді. Балқыған «қысқа» қождарда температураның төмендеуімен тұтқырлықтың өсуі тез жүреді, кристалданған қож кез келген кеңстіктік күйде пісіру барысында сұйық металдың жайылуына кедергі жасайды. «Қысқа» қождар негізгі жабыны бар электродтарды пайдалану барысында түзіледі. Қождың тұтқырлығы төмен болған сайын, оның қозғалғыштығы, сондай-ақ физикалық және химиялық белсенділігі мол және тотықтардың, сульфидтердің және т.б. физикалық еру үрдістері де тезірек. Қышқыл қождар әдетте өте тұтқыр және «ұзын» болады және де тұтқырлық қышқылдықтың артуымен өсе түседі.

Қатайған қож, егер металмен ілінісуі әлсіз болса және оның желілік кеңею коэффициенттері бірдей емес болса, жік бетінен жеңіл бөлінетін болады.

Қождардың пісіру үрдісіне маңызды әсер ететін химиялық қасиеттеріне қождың металл жігін қышқылсыздандыру, тотықтарды тез балқытын қосындыларға байланыстыру және металл жігін қоспалау қасиеттері жатады.

Электродтардың қолайлы пісіру-технологиялық қасиеттері доғаның қозу жеңілдігі, оның аталған электрод диаметрі мен маркасы үшін оңтайлы режимдер барысында тұрақты жануы, үнемі және ауыспалы ток барысында пісіру мүмкіндігі, сондай-ақ әр түрлі кеңістіктік күйлерде пісіруге жарамдылығы болып табылады.

Бүркеменің тегіс, бірқалыпты, шамадан тыс шашыраусыз және кесектердің қайырылуысыз және электродтың қалыпты балкуына кедергі жасайтын маңдайшаның түзілуісіз балқығаны қажет. Пісіру барысында түзілетін қож талап етілетін жік пішінін қамтамасыз етуі тиіс және суытқаннан кейін жеңіл кетірілуі тиіс.

Электродтық жабынның түрлері MEMCT 9466 — 75 белгіленген. Электродтар келесі түрлерде болады: А — қышқыл жабынмен; Б — негізгі жабынмен; Ц — целлюлозды жабынмен; Р — рутилді жабынмен; П — басқа түрдегі жабынмен. Аралас түрдегі жабынның болуы барысында сәйкес қос белгілеуді пайдаланады. Егер жабынның құрамында 20% астам темір ұнтағы болатын болса, онда жабын түрін белгілеуге Ж әрпін қосады.

Қышқыл жабынды электродтарда (А) қожтүзуші негізді темір (гематит — Fe_2O_3) және марганец (MnO_2) кендері, сондай-ақ кремнезем (SiO_2) құрайды. Балқыған металдың газ қорғанысы электродтың балку үрдісінде жанатын органикалық құрауыштармен жүзеге асырылады. Қышқылдандырғыш ретінде жабынға ферромарганецті енгізеді. Түзілетін қышқыл қождарда CaO болмайды және металды күкірттен және фосфордан тазаламайды. Ерітілген металда көп ерітілген оттегі (0,12% дейін), сутегі (100 г металда 15 см³ дейін), бейметалл қосындылар болады. Нәтижесінде жіктер ыстық сызаттардың түзілуіне төмен тұрақтылыққа және төмен соққы тұтқырлыққа ие. Осындай жабындары бар электродтар кремний және басқа элементтермен қоспаланған болаттарды пісіру үшін жарамсыз. Жоғары кремний құрамы бар тынық төмен көмірсутекті болаттарды пісіру барысында кеуектердің түзілуі ықтимал. Пісіру барысында марганец және кремний тотықтары бар улы шаң көп бөлінеді және металдың едәуір күшті шашырауы жүреді.

доғаның тұрақты және айнымалы токтар барысында тұрақты жануы, әр түрлі кеңістіктік жадайларда пісіру мүмкіндігі, жеткілікті үлкен балку жылдамдығы, балқыту қабілеттілігі, пісірілетін беттерде отқабыршақтар мен тоттардың болуында және доғаның кездейсоқ ұзаруы барысында кеуектердің болмауы - бұл электродтардың артықшылықтары. Бұл түрдің жабынымен әдетте МЭЗ-4 және СМ-5 маркалы электродтарды жараттандырады. Қазіргі таңда қышқыл жабынды электродтарды аз көлемде шығарады; оларды жауапсыз металл құрылмаларды пісіру үшін пайдаланады.

Карбонаттар (мәрмәр, бор, магнезит) және кальций фториді (мысалы, балқытқыш шпат CaF_2) негізгі жабынды электродтарда (Б) қожтұзуші құрауыштар болып табылады. Балқытылған металдың газ қорғанысы жабындыны қыздыру және балқыту үрдісінде кальций карбонатының диссоциациясы барысында түзілетін көмірқышқыл газбен және көміртек тотығымен қамтамасыз етіледі. Қышқылсыздандырғыштар ретінде жабынның құрамында ферромарганец, ферросилиций, ферротитан және ферроалюминий болуы мүмкін.

Бұл түрдің жабындары, әлсіз қышқылдандырылған бола отырып, балқытылған металды оттегіне үлкен ұқсастығы бар элементтермен қоспалауға мүмкіндік береді. Марганец пен кремнийдің ферромарганец пен ферросилицийден пісіру ваннасына өтуі барысында жүзеге асырылатын олармен қоспалау қосылысқа жоғары беріктікті береді. Бұдан басқа қоспалау үшін жабынға металл ұнтақтарды енгізуге болады. Жабында кейіннен қожға бөлінетін күкірт пен форосфорды байланыстыратын кальций қосылыстарының көп мөлшерде болуы құрамында күкірті және фосфоры аз ерітілген металдың жоғары тазалығын қамтамасыз етеді. Жоғары температурада балқытқыш шпат сутегін тұрақты, металда ерімейтін молекулаға HF байланыстыратын атомаралық фторды бөлумен ыдырайды. Нәтижесінде ерітілген металл құрамында сутегінің аздаған мөлшері болады (100 г металлда 4... 10 см³). Жабында белсенді қышқылсыздандырғыштарды (титан, алюминий және кремний) пайдалану жік металы құрамында оттегінің төмен мөлшерін (0,05%-дан аз) қамтамасыз етеді, сондықтан ерітілген металл ескіруге аз бейімді, кристалдаушы сызаттардың түзілуіне тұрақты және төмен температураларда илемді болып келеді.

Негізгі жабынды электродтардың пісіру-технологиялық қасиеттері өзге түр жабындары бар электродтарға қарағанда мейлінше нашар. Жабынды балқыту барысындағы фтордың теріс иондарының мол санының түзілуі доғалық разрядтың өткізгіштігінің азаюына және доғаның жану тұрақтылығының төмендеуіне алып келеді, сондықтан да негізгі жабынды электродтармен пісіруді кері полярлы тұрақты токпен жүзеге асырады. Айнымалы токпен пісіру үшін жабында қосымша иондаушы элементтері, мысалы калийі (СМ-11 және УП-1/55 маркалы) немесе арнайы екі қабатты жабыны бар (мысалы, АНО — Д маркалы электродтар) электродтарды пайдаланған жөн.

Ернеулерде ылғалдың, майдың, отқабыршақтың немесе тоттың болуы, сондай ақ доға ұзындығының ұлғаюы жік металында кеуектердің пайда болуына әкеп соқтырады. Пісіру алдында электродтарды 350...400 °С температурада 1 сағат бойы қатты қыздыру қажет.

Жоғары сапалы жіктерді алу үшін бұйымды даярлауға байланысты талаптарды қатаң сақтау керек және пісіру үрдісінің технологиялық режимін орындау керек. Кейде фторлы-кальцийлі деп аталатын, негізгі жабынды электродтар көміртекті, төмен қоспаланған және қоспаланған болаттардан жасалған жауапты құрылмаларды пісіру үшін арналған.

Целлюлозалы жабыны (Ц) бар электродтардың құрамында көп мөлшердегі газдарды түзуге арналған көп органикалық құрамдастары (целлюлоза, шөп ұны т.б.) болады (50 % дейін). Қожтүзуші құрауыштар ретінде көбіне рутилді, карбонаттарды және алюмосиликаттарды пайдаланалды, кейде асбест ($\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$) қосады, ал балқытып қапталған металды қышқылыздандыру үшін — ферромарганецті пайдаланады. Пісіру барысында электрод қапталында балқымай қалған жабыннан конустық төлке түзіледі, бұл сұйық металды доғаның астынан ығыстырып шығаратын және негізгі металдың мейлінше терең балқуын қамтамасыз ететін бағытталған газ ағындарының түзілуіне ықпал етеді. Бұл электродтарды (ВСЦ-4А маркалы және басқа) 25 м/сағ дейін жететін жоғары жылдамдықпен жоғарыдан төмен қарай сүйеу әдісімен құбырлық бұрылыс емес түйісулерінің түбірлік жік қабатын пісіру үшін пайдаланады. Олар жіктің жақсы кері жағын алуға мүмкіндік береді, бұл ішінен қайта пісіріңкіреу қажеттігін болдырмайды. Барлық кеңістіктік күйлерде төмен қоспаланған болаттардан жауапты құрылмаларды пісіру барысында толтырушы және қаптайтын жіктерді салу үшін мысалы ВСЦ-60 маркалы электродтар арналған.

Рутил жабынды электродтарда (Р) қожтүзуші негізді құрайтындар:, құрамында 45 % дейін рутил (TiO_2) бар рутил концентраты; алюмосиликаттар — слюда ($\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), қыр тасы ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$), каолин ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) және басқалары; карбонаттар — мәрмәр (CaCO_3) және магнезит (MgCO_3). Балқытылған металдың газ қорғанысы органикалық қосылыстарды (5% дейін) енгізумен, сондай-ақ карбонаттардың ыдырауымен қамтамасыз етіледі. Балқытылған металл ферромарганецпен қышқылсыздандырылады және қоспаланады. Рутилді жабында қышқыл жабынға қарағанда қышқылдық қабілеті төмен болғандықтан, ондағы марганецтің мөлшері және оның гигиеналық сипаттамалары әлдеқайда жақсы. Қышқыл жабынға қарағанда пісіру барысында аэрозольдағы марганец тотығының құрамы 3 — 5 есе төмен. Балқытылған металдың сапасы бойынша бұл электродтар қышқыл және негізгі жабынды электродтар арасында аралық жағдайды алады.

Рутил жабынды электродтар жақсы пісіру-технологиялық қасиеттерге ие: жіктің негізгі металға баяу ауысып жікті қалыптасу жағдайды, балқыманың аз шышырауын, қождың жеңіл бөлінушілігін, барлық кеңістіктік күйлерде пісуруді, тұрақты және айнымалы токтарда доғаның тұрақты жануын қамтамасыз етеді. Жік металы доға ұзындығының ауытқуы және қышқылданған немесе ластанған беттің бойымен пісіру барысында кеуектердің пайда болуына алып келеді. Балқытып қапталған металл өзінің химиялық құрамы бойынша жартылай тынық және тынық болатқа жатады. Бұл түрдегі жабын АНО-4, ОЗС-12 маркалы электродтарда болады.

Балқытып қаптау коэффициентін арттыру үшін жиі темір ұнтағын енгізеді. Оның жабындағы 35 %-дан аспайтын массалық үлесі барысында (АНО-5, ОЗС-6 маркалы электродтарда), пісуруді әр түрлі кеңістіктік күйлерде орындауға болады. Құрамында 50...65% темір ұнтағы бар жабынды электродтар (мысалы, АНО-1, ОЗС-3 және т.б. маркалы) бұйымның қалыңдығы 10...20 мм болуы барысында ұзындығы үлкен жіктерді жоғары өнімді пісіруге арналған. Пісіру ваннасының металына төмен көміртекті ұнтақпен араластыра отырып, жік металының кристалдаушы сызаттарының түзілуіне тұрақтылығын барынша арттыруға болады. Рутил қаптамалы электродтарды 490 МПа дейінгі ажырауға уақытша кедергімен көміртектес және төмен шынықтырылған болаттардан жасалған металл құрылымдар мен құбырларды пісіру үшін пайдаланады.

Аралас түрлі жабынды электродтарға қышқыл-целлюлозды (АЦ), рутилді-негізді (РБ) — рутилді-карбонатты немесе карбонатты-рутилді, қышқыл-рутилді (АР), рутил-целлюлозды (РЦ) және басқа түрлі жабындары бар электродтарды жатқызады. Қышқыл-целлюлозды жабынды электродтарға тұрақты және айнымалы токпен көміртекті және төмен қоспаланған болаттардан жасалған жұқа табақтық құрылымдарды (қалыңдығы 1.3 мм) пісіруге арналған ОМА-2 маркалы электродтарды жатқызады. Қышқыл-рутилді (ильменитті) жабынды электродтарға ОММ-5, АНО-6, АНО-6М, АНО-17 және т.б. маркалы электродтарды жатқызады. Олар жабын құрамында ильменит ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$) бар және тұрақты және айнымалы токпен барлық кеңістіктік күйлерде көміртекті болаттардан жасалған құрылымдарды пісіруге арналған.

Рутилді-негізді жабынды электродтар рутилді және негізгі қаптамалардың артықшылықтарын біріктіруге талпыныстар нәтижесінде туындады. Олар пісіру жіктері металының майысқыштығына және соққы тұтқырлығына аса жоғары талаптар қойылатын, 490 МПа дейінгі уақытша ажыраумен, көміртекті және төмен қоспаланған болаттардан жасалған бұйымдарды пісіру үшін арналған.

Рутилді-негізді жабынды электродтарға МР-3, АНО-30, ОЗС-28 және басқа маркалы электродтар жатады.

Аталған жабын түрлерінен басқа, *арнайы электродтық жабындар* бар: гидрофобтық, түсті металдарды, сондай-ақ олардың қорытпаларын пісіруге және балқытып қаптауға арналған. Гидрофобтық жабындар ерекше ылғалды жағайларда пісіру жұмыстарын орындауға арналған: ауаның жоғары ылғалдылығы барысында, су астында және т.б. оларда 10% дейін арнайы гидрофобтық полимерлерді қосымша қосады, олар полимерлену үрдісінде жабын бөлшектері арасындағы кеуектерді толтырады және оның ішкі қабаттарына ылғалдың өту жолдарын жабады.

Жататын немесе еңкіш электродпен пісіру барысында НЭ-1, НЭ-5, ОЗС-17Н және басқа маркалы арнайы электродтарды пайдаланады. Бұл ретте жабын қалыңдығы үлкен диаметрі 8 мм дейінгі ұзартылған (2м дейін) құрылмаларды жиі пайдаланады.

Жабынның және өзекшенің нақты құрамын аталған электродтың маркасы анықтайды. Оның белгіленуі жиі электродтың әзірленген ұйымының бастапқы әріптерінен және жасаудың реттік нөмірінен тұрады.

Қол доғалық пісіруге арналған электродтарды, стандарттарда келесі белгілері бойынша жіктейді: олардың пісіру үшін арналып отырған металы; жабынның қалыңдығы және типі; жік металының механикалық қасиеттері және т.б.

МЕМСТ 9466 — 75 сәйкес электродтардың 116 типі шығарылады. Болаттарды пісіруге және балқытып қаптауға арналған электродтар мақсаты бойынша келесі кластарға бөлінген:

- ажырауға уақытша кедергісі бар немесе беріктік шегі $\sigma_b < 600$ МПа (60 кгс/мм^2) — У (шарты белгілену) көміртекті және төмен қоспаланған болаттарды пісіру үшін;
- қоспаланған құрылмалық болаттарды пісіру үшін $\sigma_b >> 600$ МПа — Л;
- жылутұрақты болаттарды пісіру үшін — Т;
- ерекше қасиеттері бар жоғары қоспаланған болаттарды пісіру үшін — В;
- ерекше қасиеттері бар беттік қабаттарды балқытып қаптау үшін — Н.

Аталған стандарт электродтардың өлшемдерін, жабынның қалыңдығы мен типтерін, шартты белгілерді, жалпы техникалық талаптарды, қабылдау ережелерін және сынау әдістерін реттейді.

Пісіру немесе балқытып қаптаудың жол берілетін кеңістіктік күйлері бойынша электродтарды төрт түрге бөледі:

барлық күйлер үшін — индекс 1;

Тігінен жоғарыдан төменге қарайдан басқа барлық күйлер үшін — индекс 2;

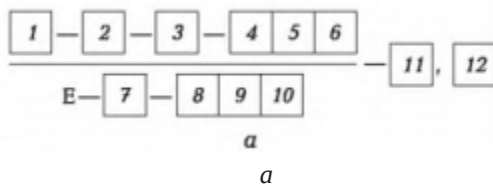
Тік жазықтықтағы төменгі, көлденең және төменнен жоғарыға тігінен үшін — индекс 3;

Төменгі және «қайықша» төменгі үшін — индекс 4.

Пісіру және балқытып қаптау барысында пайдаланылатын тегі және полярлылығы бойынша, сондай-ақ жиілігі 50 Гц айнымалы токты нәрлендіру көзінің бос жүрісінің номиналды кернеуі бойынша электродтарды 3.6 кестеде көрсетілген түрлерге бөледі.

Электродтардың шартты белгіленуі, орналасу тәртібі 3.2 суретте көрсетілген. Толық шартты белгілену электродтар салынған қорапшалардың, бумалардың және жәшіктердің таңбалануында немесе заттаңбаларында көрсетілуі тиіс.

3.6 кесте. Электродтар түрлерінің пісіру тогының тегіне және полярлылығына байланысты белгіленуі							
Тұрақты токтың ұсынылатын полярлылығы	Айнымалы токтың бос жүрісінің кернеуі, В		Электродтың белгіленуі	Тұрақты токтың ұсынылатын полярлылығы	Айнымалы токтың бос жүрісінің кернеуі, В		Электродтың белгіленуі
	Номиналды	Ауытқулар шегі			Номиналды	Ауытқулар 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



Э46А—УОНИ 13/45—3,0—УД2
Е—432 (5)—Б10

МЕМСТ 9466—75, МЕМСТ 9467—75

6

3.2 сурет. МЕМСТ 9466—75 (а) сәйкес көміртекті және төмен қоспаланған құрылмалық болаттарды пісіруге арналған Э64А (б) типті жабынды электродтардың шартты белгіленуі: 1 — типі; 2 — маркасы; 3 — диаметрі; 4 — электродтардың міндеті; 5 — жабын қалыңдығының белгіленуі; 6 — электродтар тобы; 7 — МЕМСТ 9466 — 75, МЕМСТ 10052 — 75 немесе МЕМСТ 10051—75 бойынша балқытылған металдың сипаттамаларын және металл жіктерінің сипаттамаларын көрсететін индекстер тобы; 8 — жабын түрінің белгіленуі; 9 — пісіру немесе балқытып қаптаудың жол берілетін кеңістіктік күйлерінің белгіленуі; 10 — пісіру немесе балқытып қаптау барысында пайдаланылатын тектің және 50 Гц жиілікті ауыспалы токтың пісіру доғасын нәрлендіру көзінің бос жүрісінің номиналды кернеуінің және тұрақты ток полярлылығының белгіленуі;

— болат класы бойынша стандарт (МЕМСТ 9466 — 75); 12 — электрод типіне стандарт; Е — электродтың шартты белгіленуі; (5) — тура полярлылық (электродтағы)

Барлық құжат түрлерінде электродтардың қысқартылған шартты белгіленуі келтіріледі, онда олардың маркасы, диаметрі және тобы, сондай-ақ стандарты (МЕМСТ 9466 — 75) немесе нақты электрод маркасының техникалық шарттары көрсетіледі.

Мысалы, кері полярлылықтың тұрақты тоғындағы (0), барлық кеңістіктік күйлерде пісіруге арналған (1), негізгі жабынды (Б), балқытып қапталған металл және жік металының сипаттамаларын көрсететін, МЕМСТ 9467 – 75 бойынша белгіленген, 2-ші топтың, қалың жабынды (Д), көміртекті және төмен қоспаланған болаттарын пісіру үшін пайдаланылатын диаметрі 3 мм УОНИ-13/45 маркалы Э46А (МЕМСТ 9467-75) маркалы электродтар үшін толық белгілену 3.2 суретте келтірілген, ал техникалық құжаттамалардағы қысқартылған белгілену *Электродтар УОНИ-13/45-3,0-2 МЕМСТ 9466 — 75*.

Жылу тұрақты болаттарды пісіруге арналған электродтардың белгіленуі. МЕМСТ 9467 — 75 сәйкес жылу тұрақты болаттарды пісіруге арналған электродтардың тоғыз типі қарастырылған. Электродтарды жіктеу негізіне балқытып қапталған металдың химиялық құрамы және оның механикалық қасиеттері —уақытша үзіліске кедергі,

салыстырмалы ұзару және соққы тұтқырлық салынған.

Электрод типтерінің белгіленуі Э индексінен (доғалық пісіруге арналған электродтар) және оның артынан келетін сандар мен әріптерден тұрады. Алғашқы екі сан пайыздың жүздік үлесінде балқытып қапталған металдағы көміртектің орташа мөлшеріне сәйкес келеді. Негізгі химиялық элементтердің орташа мөлшері химиялық элементтердің әріптік белгіленулерінен кейін пайыздармен 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.

Жылу тұрақты болаттарды пісіруге арналған электродтарда балқытып қапталған металдың және жік металының ұзақ беріктігінің көрсеткіштері нормаланған максималды температураны көрсететін қосымша индекс енгізіледі (0 — 450 °С төмен, 1 —

450... 465 °С, 2 — 470...485 °С, 3 — 490...505 °С, 4 — 510...525 °С, 5 — 530... 545 °С, 6 — 550...565 °С, 7 — 570... 585 °С, 8 — 590.600 °С, 9 — 600 °С астам).

Ерекше қасиеттері бар жоғары қоспаланған болаттарды пісіруге арналған электродтардың белгіленуі. МЕМСТ 10052 — 75 стандартымен мартенсит-феррит, феррит, аустенит-феррит және аустениттік кластың хромды және хромникельді болаттарын, жемірілуге тұрақты, ыстыққа берік және ыстыққа тұрақты жоғары қоспаланған болаттарын пісіруге арналған электродтардың 49 типі белгіленген. Электродтарды жіктеу негізіне балқытып қапталған металдың химиялық құрамы және химиялық қасиеттері салынған. Кейбір электрод типтері үшін жік металының құрылымында да ферриттік фаза құрамының болуы, оның кристаларалық жемірілуге тұрақтылығы және жік металының ұзақ беріктігінің көрсеткіштері реттелген максималды температура нормаланады.

Электродтардың белгіленуіндегі Э символынан кейін келетін алғашқы екі сан пайыздың жүздік үлесінде балқытылған металда көміртектің орташа мөлшерін көрсетеді. Химиялық элементтердің әріптік белгіленуінен кейінгі сандар, элементтің пайызда орташа мөлшерін көрсетеді. Егер элементтің балқытып қапталған металдағы құрамы 1,5 % аз болса, сандар салынбайды. Балқытып қапталған металда кремнийдің 0,8 % дейін және марганецтің 1,6 % дейін орташа мөлшерінде болуында С және Г әріптері салынбайды (мысалы Э-12Х11НВМФ типін қараңыз). Механикалық қасиеттердің келтірілген көрсеткіштері металды пісіруден кейін не болмаса термоөңдеуден кейін сипаттайды.

Егер балқытып қапталған металл құрылымы екі фазалы болмаса, онда балқытып қапталған металды сипаттайтын сандық индекс

тек үш саннан ғана тұратын болады. Б әрпі жабынның негізгі екендігін білдіреді; 3 саны — электродтың тік жазықтықта төменгі көлденең және тігінен төменнен жоғары күйлерде пісіру үшін жарамдылығын көрсетеді; О әрпі — кері полярлылықтың тұрақты тоғында пісіру үшін.

Ерекше қасиеттері бар беткі қабаттарды балқытып қаптауға арналған электродтардың белгіленуі. MEMCT 10051 — 75 балқытып қаптау жұмыстарына арналған электродтардың 43 типін реттейді. Бұл стандартта балқытып қапталған металдың химиялық құрамы және оның тығыздығы белгіленген. Балқытып қапталған металдың химиялық құрамының белгіленуі бұрын сипатталғанмен бірдей: көміртектің орташа құрамы пайыздың жүздік үлесінде келтіріледі, ал негізгі химиялық элементтердікі — әріптік нышаннан кейін көрсетілетін пайыздарда. Электрод типіне қарай балқытып қапталған металл қаттылығының көрсеткіштері оның не болмаса тікелей балқытудан кейінгі күйіне, не болмаса термоөңдеуден кейінгі күйіне жатады.

Балқытып қапталған металдың қаттылық сипаттамасы үшін екі сандық индекс қарастырылған. Бірінші сан HRC қаттылығын сипаттайды: 0 — 19 кем емес; 1 — 19...27; 2 — 28...33; 3 — 34...38; 4 — 39...44; 5 — 45.50; 6 — 51.56; 7 — 57.60; 8 — 61.63; 9 — 63 астам. Екінші сан реттелетін қаттылықты алу шарттарын көрсетеді: 1 — тікелей балқытып қаптағаннан кейін; 2 — термоөңдеуден кейін.

Жезді, алюминийді және олардың қорытпаларын қолмен пісіруге арналған электродтар стандарттар бойынша арнайы техникалық шарттарға сәйкес әзірленеді.

Жез және оның қорытпаларын пісіруге арналған электродтардың металл өзекшелері құрамы MEMCT 16130 — 90 реттелетін пісіру сымдары мен шыбықтардан немесе өзге құрамның құйылған өзекшелерінен жасалады. Жабындар құрамы болаттарды пісіруге арналған электродтардың жабындарындай құрауыштардан тұра алады (қож тұзуші, қышқылсыздандырғыштар және т.б.). құрғақ шихтаны сұйық әйнекте араластырады.

Алюминий және оның қорытпаларын пісіруге арналған металл өзекшелер MEMCT 7871 — 75 сәйкес. Жабын негізі ретінде сілтілік және сілтілік топырақтық металдардың галоидтық тұздары, сондай-ақ криолит қызмет етеді. Құрғақ шихтаны суда немесе ас тұзының сулы ерітіндісінде араластырады, өйткені шихта құрауыштарымен химиялық өзара әрекеттесетін сұйық әйнекті пайдалану барысында илеу тез қатайды. Бұдан басқа, кремний, сұйық әйнектен қалпына келе отырып, және жік металына ене отырып, оның қасиеттерін нашарлатады.

Шойынды пісіруге арналған электродтардың металл өзекшелері болаттан немесе жез-никель қорытпаларынан дайындалады. Бұнымен қоса, олар аралас (мысалы, жез-болатты, темірникельді) бола алады. Бұл электродтарды жабындыру үшін болат электродтарды пайдаланғандағыдай құрауыштарды пайдаланады. Болат өзекшелі электродтардың жабынына көміртегін, кремний және басқа да гра- фитизаторларды, сондай-ақ титан, ванадий және басқа карбидтүзушілерді енгізеді. Металл өзекшелері темірқорамға немесе құмдықалыпқа құйылған шойыннан жасалған электродтарды да пайдаланады. Жабынның басқа құрауыштарын сұйық әйнекте араластырады.

Электродтарды қораптау және сақтау. Электродтар жабындарының құрамында кальций қосылыстары, органикалық компоненттер және ауадан ылғалды сіңіретін басқа да гидроскопиялық қосындылар болады. Дымқыл тартқан электродтармен пісіру барысында доғаның жану тұрақтылығы нашарлайды және жік диффузиялық сутегімен қанығады, бұл кеуектер мен сызаттардың пайда болуына алып келеді. Жабындағы ылғал құрамына қоршаған ортаның ылғалдылығы және қоршаған ортаның температурасы, сондай-ақ электродтардың ауада болу ұзақтығы әсер етеді, сондықтан да оларды қымталған қораптамада сақтау керек.

Ресейлік стандарттар бойынша электродтарды жеткізуге рұқсат етілген шарттар:

- қымталған пластмасса қораптарда (пеналдарда);
- орайтын қағазға оралған электродтар бумасы бар қымталған металл қорапшаларда;
- полиэтилен пленкамен қымталған картон қорапшаларда;
- ылғал тұрақты қағазға оралған және картон қорапшаларға салынған бумаларда.

Электродтар диаметрі 2,5,3...4 деін және 4,0 мм астам болғанда бумадағы электродтар массасы 3, 5 және 8 кг аспауы тиіс .

Электродтары бар әр қорапша немесе бума келесі мәліметтері бар заттаңбамен немесе таңбаланумен жарактандырылуы тиіс: дайындаушының атауы немесе тауарлық белгісі; электродтар партиясының нөмірі, оның дайындалған күні; қорапшадағы немесе бумадағы электродтар массасы; шартты белгіленуі; пайдаланылу саласы; электродтардың диаметріне және пісіру мен балқытып қаптаудың кеңістіктік күйіне қарай пісіру тогының режимдері; пісіру мен балқытып қаптауды орындаудың ерекше жағдайлары; электродтардың шартты белгіленуінде көрсетілмеген жік металының, балқытып қапталған металдың немесе пісірме қосылысының механикалық және арнайы қасиеттері; электродтарды пайдалану алдында жабындыдағы жол берілетін ылғал құрамы;

электродтардың қайтадан қатты ысыту режимі. Аталған мәліметтер (алғашқы екі позицияны қоспағанда) нақты марканың электродтарына техникалық талаптарға және стандарттарға сәйкес болуы тиіс.

Электродтары бар бумаларды және қорапшаларды картоннан, қалыңдығы 4 мм ағаш-талшықты плиталардан немесе ағаштан жасалған жәшіктерге орналастыру керек. Аталған материалдардан жасалған қораптау жәшіктерінің брутто массасы сәйкесінше 32, 50 және 80 кг аспауы тиіс. Бұдан басқа, электродтарды жабық типті және ірі габаритті ағаш жәшіктерге салуға рұқсат етіледі. Бұл жағдайда брутто массасы 1 100 кг аспауы тиіс, ал қораптаманың биіктігі — 600 мм аспауы тиіс. Дайындаушы мен тұтынушының келісімі бойынша электродтары бар жәшіктер мен бумаларды орта тоннажды әмбебап контейнерлерге орналастыруға жол беріледі, ярустар арасындағы сөрелерге толық тиелуі және орнатылуы тиіс және де ярустың биіктігі 600 мм аспауы тиіс.

Әр жәшікке (түпше) «Абайлаңыз, сынғыш», «Ылғалдан қорқады» деген манипуляциялық белгілері бар көліктік таңбалану салынады, ал олардың бүйірлік беттерінің біріне электродтары бар бумалар мен қорапшаларға қарастырылғанға ұқсас этикетканы жапсырады.

Электродтардың әр партиясы электродтардың МЕМСТ 9466 – 75 талаптарына және аталған марка электродтарының стандартына немесе техникалық талаптарына сәйкестігін куәландыратын сертификатпен сүйемелденеді. Сертификатта көрсетілуіге тиістісі: дайындаушының атауы немесе тауарлық белгісі; электродтардың шартты белгіленуі; партия нөмірі және дайындау күні; партияның нетто массасы килограммен; стандартты немесе техникалық шарттарды көрсетумен электродтық өзекшелер сымының маркасы; балқытып қапталған металдың химиялық құрамы; нақты электрод маркасының қабылдау-тапсыру сипаттамалары болып табылатын, жік металының, бақытып қапталған металдың және немесе пісіру жалғасының механикалық және арнайы қасиеттерінің (сипаттамаларының) көрсеткіштерінің мағынасы.

3.3. ҚОРҒАУЫШ ГАЗДАРДАҒЫ ДОҒАЛЫҚ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

Инертті газдар және олардың қасиеттері. Аргон — түссіз, усыз газ, ауадан бір жарым есе дерлік ауыр (3.7 кесте). Аргон элементтердің көпшілігімен химиялық қосылыстарды түзбейді.

3.7 кесте. Газдардың физикалық қасиеттері

Газ	Атомдық масса	Молеку лярлық масса	Тығыздық, г/м ³ , 0°С температура да Және 1 033 Па қысымда	Қайнау темпе- ратура- сы, °С	жылуөткізгі штік, Вт/ (м ■ °С)	Үлестік жылуусыйымд ылық 1 т тем- пература 20 °С барысында, Дж/(кг ■ °С)
Аргон	39,944	—	1,7833	-185,5	187	0,542
Гелий	4,003	—	0,17847	-268,9	1558	5,213
Азот	14,008	28,016	1,251	-196	251	—
Оттегі	16	32	1,429	-183	262	0,9149
Сутегі	1,008	2,016	0,08988	- 259	1 754	—
Ауа	—	29	1,293	-190	280	1,006

Металдарда аргон сұйық күйде де, қатты күйде де ерімейді.

Өнеркәсіпте аргонды кейіннен терең суытумен және фракциялық айырып шығарумен таңдаулы буландыру жолымен айырушы бағаналардағы ауадан алады. Осындай жолмен алынған аргон құрамында оттегінің кейбір мөлшері болады. Одан әрі оттегінен тазалау аргонда сутегін жалынсыз өртеумен немесе басқа әдіспен жүргізіледі. Таза аргонда оттегінің, азоттың және ылғалдың аздаған мөлшері қалады. Түсті металдардың әр түрлі қорытпаларын пісіру үшін әр түрлі тазалықтағы аргон талап етілентін болғандықтан,

3.8 кесте. Газ тәрізді аргон құрауыштарының массалық үлесі, % (МЕМСТ 10157-79)

Маркасы	Аг, кем емес	O ₂	N ₂	Ылғал
		Артық емес		
А	99,99	0,003	0,01	0,03
Б	99,96	0,005	0,04	
В	99,90	0,005	0,10	

өнеркәсіпте олар үш маркада өндіріледі (3.8 кесте).

А маркалы аргонды белсенді және сирек металдарды және олардың қорытпаларын (Ti, Zr, Nb) пісіру үшін қолданылады, Б маркасы — магний алюминий негізіндегі қорытпаларды пісіру үшін, В маркасы — жемірілуге тұрақты, ыстыққа берік және отқабыршаққа тұрақты болаттарды пісіру үшін.

Аргон 15 МПа қысымда газ тәріздес күйде және немесе сұйық қайта суытылған күйде ($T < -186\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p = 0,1... 1\text{ МПа}$) болат баллондарда тасымалданады және сақталады.

Көміртекті қоспаланған болаттарды балқыған электродпен пісіру үшін құрамында 1.5 % O_2 бар аргон қажет етіледі. Мұндай аргон құрамы бойынша В маркалы аргонға жақын.

Өнеркәсіпте гелийді аргонға қарағанда аз көлемде пайдаланады. Гелий элементтердің көпшілігімен химиялық қосылыстар түзбейді. Гелий — түссіз газ, иіссіз және дәмсіз, усыз, қатты денелер арқылы жақсы диффузияланушы, ауадан және аргоннан едәуір жеңіл (3.7 кестені қараңыз). Гелийді негізінен оларды жағу жолымен табиғи газдардан алады. Пісіру үшін жоғары қоспасыздық және А сұрпының гелийін пайдаланады (3.9 кестені қараңыз).

Гелий $p = 15\text{ МПа}$ қысымда газ тәріздес күйде немесе сұйылтылған күйде $p < 2\text{ МПа}$ тасымалданады және сақталады. Гелийдің құны аргонға қарағанда мейлінше жоғары, сондықтан да оны негізінен химиялық таза және белсенді материалдар мен қорытпаларды, сондай-ақ алюминий және магний негізіндегі қорытпаларды пісіру барысында пайдаланады.

Практикада аргон және гелий қоспасын (50 % $\text{Ar} + 50\% \text{He}$ және 40% $\text{Ar} + 60\% \text{He}$) сирек қолданады. Қоспаны екі жекелеген баллоннан тандалатын екі газды араластырумен алады.

Пісірушілік өндірісте азот шектеулі пайдаланылымда. Оны жезді және оның қорытпаларын пісіру үшін пайдаланады.

3.9 кесте.гелий құрауыштарының массалық үлестері, % (ТУ-51 -689 — 75)

Сұрып	Кем емес	H2	N2	O2	Көмірсутектер	Ne
		не более				
Жоғары газалық	99,985	0,0025	0,005	0,002	0,003	0,002
А	99,950	0,008	0,02	0,005	0,007	—

3.10 кесте. Азот құрауыштарының көлемдік үлестері, % (МЕМСТ 9293-74)

Азоттың күйі	N ₂ , кем емес	O ₂ , артық емес
Газтәріздес:		
электровакуумдық	99,9	0,1
1-ші сұрып	99,5	0,5
2-ші сұрып	99,0	1,0
Сұйық	96,0	4,0

(азот оларға қатысты инертті газ болып табылады). Көптеген басқа металдарға қатысты ол белсенді, жиі зиянды газ болып табылады. Азот — түссіз газ, улы емес (3.10 кесте).

Балқымайтын электродтар. Балқымайтын электрод түрінде көбіне негізінен вольфрамнан жасалған өзекшелерді пайдаланады. Пайдаланылатын вольфрамдық электродтар МЕМСТ 23949 — 80 талаптарына сай болуы тиім. Вольфрамды электродтардың лантанның (ЭВЛ), иттрийдің (ЭВИ) тотығының, торий диоксидінің (ЭВТ) белсендіруші қосындылары болуы мүмкін. Бұл қосындылар тұтатуды жеңілдетеді және доғаның жануын ұстап тұрады, электродтың эмиссиялық тұрақтылығын арттырады. Максималды ток жүктемесіне төзетін, диаметрі 0,5...10 мм ЭВЛ және ЭВИ электродтар неғұрлым кең таралған. Вольфрамды электродтардың тотығуынан және олардың тез қирауынан қорғаныс үшін құрамында оттегі бар газдарды пайдалануға жол берілмейді.

Вольфрамды электродпен аргондоғалы пісіру тұрақты немесе айнымалы токта, қосымдық сымды берусіз немесе берумен, жергілікті немесе жалпы қорғаныспен орындала алады. Металдардың көпшілігін тура полярлылықтың тұрақты тоғында пісіреді. Алюминийді, магнийді және берилийді пісіруді айнымалы токта жүргізеді.

Тура полярлылықтың тұрақты тоғында пісіру барысында электродтың термоэлектрондық эмиссиясы үшін үздік жағдайлар қамтамасыз етіледі, оның тұрақтылығы жоғары және токтың жол берілетін шегі (3.11 кесте). Тура полярлылықтағы доға жеңіл қозады және 10.15 В кернеу барысында ток тығыздықтарының кең аумағында жанады.

Кері полярлылық доғасы маңызды технологиялық қасиетке ие: оның пісірілетін металл бетіне әсер етуі барысында металл бетінің тазалануы, сыртқы тотықтардың кетірілуі орын алады. Сыртқы тотықтарды кетіру үрдісі катодты тозаңға айналдыру (катодтық тазалау) атауына ие болды.

3.11 кесте. Вольфрам электродының диаметріне және пісіру тогының тегіне байланысты ток күші (қорғауыш газ — аргон)

Электрод	Ток тегі	Ток, А, электрод диаметрі..., мм					
		2	3	4	5	6	7
Таза вольфрам	Үнемі тура полярлылықтың	50	170	370	470	560	—
	Үнемі Кері полярлылықтың	30	40	55	65	85	110
	Ауыспалы	20	50	80	220	260	310
Лантан оксидті вольфрам	Үнемі тура полярлылықтың	150	250	500	710	1 000	—
	Үнемі Кері полярлылықтың	35	45	60	80	100	125
	Ауыспалы	100	160	220	280	340	410

Аталған қасиетті алюминий, магний, бериллий және олардың бетінде берік тотықтық үлдірі бар қорытпаларын айнымалы токпен пісіру барысында пайдаланады. Үлдірді кетіру пісірлетін бұйым катод болып табылатын кезде, пісіру тогының кері полярлылығымен, жартылай кезеңде жүреді. Осылайша, вольфрамды электродпен пісіру барысында тура және кері полярлылықтар доғасының артықшылықтары іске асырылады және электродтың тұрақтылығы және бұйымдағы сыртқы тотықтардың бұзылуы қамтамасыз етіледі.

Айнымалы токта пісіру барысында вольфрамды электродтың жұмысшы ұшын жартылай сфера түрінде ұштайды. Үнемі токта пісіру барысында электродтың ұшын екі-үш диаметрге тең ұзындықта 60° бұрыш астында немесе төртқырлы пирамида түрінде ұштайды. Вольфрамды электродтар шығыны үлкен емес. Оны азайту үшін қорғауыш газ беруді доғаның қозуына дейін 10... 15 с бұрын бастаған жөн, ал электродты газ ағыныныда суыту үшін доға үзгінен кейін 5...10 с кейін аяқтау керек. Вольфрам электродының ластануының алдын алу үшін электрод ұшын бұйымға тигізбестен, осцилляторларды немесе конденсаторлар разрядын пайдалана отырып, электр ұшын бұйымға тигізусіз немесе доға аралығын көмір өзекшемен тұйықталусыз, доғаны қоздырады.

Болаттан жасалған пісіру сымы. Болаттарды пісіру барысында негізінен сымның жетпіс бес маркасының шығуын қарастыратын, МЕМСТ 2246-70 бойынша салқын тартылған болат пісіру сымын пайдаланады. Қоспалау деңгейіне байланысты, пісіру сымы МЕМСТ 2246 — 70 бойынша төменкөміртекті, қоспаланған және жоғарықоспаланған болып бөлінеді.

Төмен көміртекті сымның алты маркасы дайындалады: Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-ЮГА және Св-10Г2.

Қоспаланған сымды отыз маркада шығырады: Св-08ГС, Св-12ГС, Св-08Г2С, Св-ЮГН, Св-08ГСМТ, Св-15ГСТЮЦА (ЭП-439), Св-20ГСТЮА, Св-18ХГС, Св-ЮНМА, Св-08МХ, Св-08ХМ, Св-18ХМА, Св-08ХНМ, Св-08ХМФА, Св-ЮХМФТ, Св-08ХГ2С, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА, Св-08ХГСМФА, Св-04Х2МА, Св-13Х2МФТ, Св-08Х3Г2СМ, Св-08ХМНФБА, Св-08ХН2М, Св-10ХН2ГМТ (ЭИ-984), Св-08ХН2ГМТА (ЭП-111), Св-08ХН2ГМЮ, Св-08ХН2Г2СМЮ, Св-06Н3 және Св-10Х5М.

Жоғары қоспаланған сымды отыз тоғыз маркада әзірлейді: Св-12Х11НМФ, Св-ЮХПНВМФ, Св-12Х13, Св-20Х13, Св-06Х14, Св-08Х14ГНТ, Св-10Х17Т, Св-13Х25Т, Св-01Х19НЭ, Св-04Х19Н9, Св-08Х16Н8М2 (ЭП-377), Св-08Х18Н8Г2Б (ЭП-307), Св-07Х18Н9ТЮ, Св-06Х19Н9Т, Св-04Х19Н9С2, Св-08Х19Н9Ф2С2, Св-05Х19Н9Ф3С2, Св-07Х19Н10Б, Св-08Х19Н10Г2Б (ЭИ-898), Св-06Х19Н10М3Т, Св-08Х19Н10М3Б (ЭИ-902), Св-04Х19Н11М3, Св-05Х20Н9ФБС (ЭИ-649),

Св-06Х20Н11М3ТБ (ЭП-89),

Св-10Х20Н15, Св-07Х25Н12Г2Т (ЭП-75), Св-06Х25Н12ТЮ (ЭП-87), Св-07Х25Н13, Св-08Х25Н13БТЮ (ЭП-389), Св-13Х25Н18, Св-08Х20Н9Г7Т,

Св-08Х21Ш0Г6,

Св-30Х25Н16Г7,

Св-10Х16Н25АМ6, Св-09Х16Н25М6АФ (ЭИ-981А), Св-01Х23Н28М3Д3Т (ЭП-516), Св-30Х15Н35В3Б3Т, Св-08Н50 және Св-06Х15Н60М15 (ЭП-367).

Мақсатына байланысты болат пісіру сымын пісіруге (балқытып қаптауға) арналған сымға және электродтарды дайындауға арналған сымдарға (шартты белгіленуі Э) бөледі. Сымды мақсаты бойынша бөлу электродтарды дайындауға арналған сымның диаметрі бойынша анағұрлым қатты шектік ауытқулармен байланысты.

Беттерінің түрі бойынша төменкөмірсутекті және қоспаланған сымды мысталмаған және мысталған (О) деп бөледі. Сым бетінің мысталуына қойылатын арнайы талаптар (жездің жиынтық құрамын ескерумен) техникалық талаптармен белгіленеді.

Тұтынушының талабы бойынша сым электрқож (Ш) не болмаса вакуумдық-доғалық (ВД) қайта балқытумен немесе вакуумды – индукциялық (ВИ) пештерде балқытып шығарылған болаттан дайындалуы тиіс. Бұл ретте сым металына қойылатын қосымша талаптар (зиянды және бөгде қоспалар құрамы бойынша нормаларды қатаңдату, газдардың, бейметалл қосындылардың құрамы бойынша шектеулерді енгізу) тараптардың келісімімен белгіленеді.

Пісіру сымының шартты белгіленуінде болаттың қорыту тәсілін, сым бетінің мақсаты мен түрін сипаттайтын, сым диаметрі мен маркасын, сонымен қатар стандарттың белгіленуін көрсетеді.

Төменкөміртекті және қоспаланған сымда күшән құрамы 0,08% артық болмауы тиіс. Тұтынушының келісімімен Св-08 және Св-08А маркалы сымда алюминийдің 0,05 % дейінгі қалдық құрамына жол беріледі. Св-08ГА, Св-ЮГА және Св-10Г2В төменкөміртекті маркалы сымда және қоспаланған сымда (алюминийменқоспаланбаған) алюминийдің қалдық құрамы 0,05% аспауы тиіс.

Молибденмен қоспаланбаған сымда молибденнің қалдыққұрамы қоспаланған сымда 0,15%-дан және жоғарықоспаланған сымда 0,25 %-дан аспауы тиіс.

Титанмен қоспаланбаған сымда титанның қалдық құрамы қоспаланған сымда 0,04%-дан және жоғарықоспаланған сымда 0,2%-дан аспауы тиіс. Тұтынушының талабы бойынша Св-04Х19Н11М3 және Св-08Х21Н10Г6 маркалы сымдарда титанның қалдық құрамы 0,1 % аспауы тиіс.

Ванадиймен қоспаланбаған қоспаланған сымда ванадийдің қалдық құрамы Св-08Х3Г2СМ және Св-10Х5М маркалы сымдарды қоспағанда (оларда ванадийдіңқалдық құрамы 0,08% дейін жол беріледі) 0,05 %-дан аспауы тиіс.

Жезбен қоспаланбаған сымда жездің қалдық құрамы 0,25 %-дан аспауы тиіс. Тұтынушының талабы бойынша жездің қалдық құрамы 0,2 %-дан артық болмауы мүмкін.

Мысталған беті бар сымды орамдарға оралған күйде жеткізеді. Орамдардың өлшемдері мен массасы 3.12 кестесінің деректеріне сәйкес болуы тиіс.

Мысталмаған беті бар сымды тікбұрышты қималы орамдарда жеткізеді. Диаметрі 1,6...3,0 мм сымдар үшін орамдардың талап етілетін өлшемдері бойынша тапсырыста келісіп алады.

Орамдардағы (катушкалардағы, кассеталардағы) сым шатаспаған қатарлармен оралған және орамның ұлпалануын немесе тарқатылуын болдырмау үшін тығыз түрде байланған бір кесіктен тұруы тиіс.

3.12 кесте. Беттері мысталған сымдар орамдарының өлшемдері және массасы

Сымның диаметрі, мм	Сым орамдарының айналымдарының ішкі диаметрі	Сым орамының массасы, кг, кем емес		
		төмен көміртекті	қоспаланған	Жоғары қоспаланған
0,3 и 0,5	150.300	2	2	1,5
0,8	200.350	5	5	3
1,0 және 1,2	200.400	20	15	10
1,4 және 1,5	300.600	25	15	10
1,6 және 2,0	300.600	30	20	15
2,5 және 3,0	400.600	40	30	20
4... 10	500..750			
12	600.800			

Сымның ұштары жеңіл табылатын болуы тиіс. Бір балқыманың сымдарының жекелеген кесектерінің түйістік түйісу пісірілуі мүмкін. Және де бұл ретте пісірме қосылысының аймағындағы сымның беті МЕМСТ 2246 — 70 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

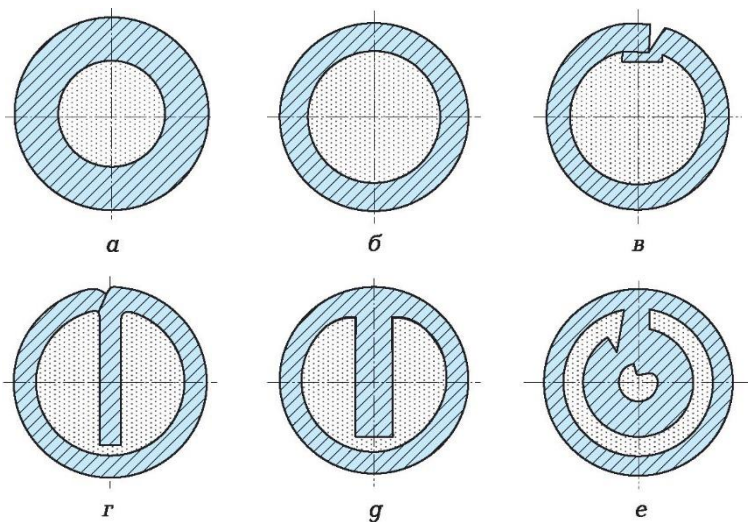
Сымның беті таза және тегіс, сызатсыз, қабыршақтарсыз, бетақауларсыз, жиырылуларсыз, қаяусыз, отқабыршақсыз, майсыз және басқа да ластануларсыз болуы тиіс. Сымның бетіндегі сызықіздерге (соның ішінде созылық), тырнақіздерге, жергілікті шұбарлақтарға және жекелеген жаншылмаларға жол беріледі.

Тұтынушының талабы бойынша сым жақсартылған бетпен жеткізіле алады. Бұл жағдайда сымның бетінде ұсақ сым созатын қатарлар, тырнақіздерге, ажарлау іздеріне, жергілікті шұбарлақтарға және жекелеген жаншымаларға (көрсетілген ақаулардың әрқайсысының тереңдігі диаметрдің шекті ауытқуының $\frac{1}{4}$ артық емес) жол беріледі.

Төменкөміртекті және қоспаланған сымның бетінде графитсіз және күкіртсіз сабын жақпасының іздерін қоспағанда технологиялық жақпалардың болуына жол берілмейді.

Тұтынушының келісімімен Св-18ХГС және Св-18ХМА маркалы сымды жемірілуден сақтандыру үшін бензинде жақсы еритін тұтас бейтарап жақпа май қабатымен жабады.

Жоғарықоспаланған сым өңделген және ағартылған күйде немесе инертті атмосферада термикалық өңдеуден кейін



3.3 сурет. Ұнтақ сымның құрылымдары:

а, б, в — қарапайым құбырлы; *г* — қабықшасының бір бүгілісімен; *д* — қабықшаның екі бүгілісімен; *е* — екіқабатты

ашық, ашық-күңгірт немесе сұр бетімен, қандай да бір май іздерісіз жеткізілуі тиіс.

Сым дайындаушы кәсіпорынның техникалық бақылауымен қабылдануы тиіс. Дайындаушы жеткізілетін сымның МЕМСТ 2246 – 70 талаптарына сәйкес болуына кепілдік беруі тиіс.

Болаттарды пісіру барысында балқитын электрод және қосымдық материал ретінде ұнтақ сымды пайдаланады. Ұнтақ сым метал қабықшадан және ұнтақ толтырғыштан (сырғығыш материалдардан, ферроқорытпалардан және металл ұнтақтардан) тұратын, диаметрі 1,2...3,6 мм үздіксіз электрод болып табылады (3.3 сурет). Металл қабықша — «жұмсақ» және «ерекше жұмсақ» күйіндегі 08кп маркалы төмен көміртекті салқын илем болаттан жасалған таспа. Ұнтақты сымды арнайы білдектерде құбырды бір мезгілде толтырумен таспаны құбырға үздіксіз жұмырлаумен дайындайды. Тігіссіз сымды (3.3, а сурет) талап етілетін диаметрге дейін созу әдісімен ұнтақ шихтамен толтырылған қатыстық кішігірім диаметрлі құбырдан әзірлейді.

Отандық өнеркәсіпте шихтаның бес түрімен сым шығарылады: рутилді-целлюлозды, карбонатты-флюоритті,

флюоритті, рутилді, рутилді-флюоритті. Өзекше массасының (шихта) сым массасына қатысын K_3 толтыру коэффициенті деп атайды, ол мына формула бойынша анықталады

$$K_3 = M_{\text{ш}} / (M_{\text{ш}} + M_{\text{об}}), \quad (3.13)$$

мұнда $M_{\text{ш}}$ — шихта массасы; $M_{\text{об}}$ — қабықша массасы.

Әдетте $K_3 = 0,15 \dots 0,4$.

Әр түрлі күрделі кималы ұнтақты сымды дайындау шихта және қабықша массасының арақатынасын реттеуге мүмкіндік береді, алайда бұл ретте сымның шихтамен толтырылу тегістілігін қамтамасыз ету қиын, құбырлы құрылымның сымын дайындау оңайырақ.

Ұнтақ сымдар өзекшенің шихта түріне қарай қосымша қорғаныспен (әдетте көмірқышқыл газбен) немесе онсыз пайдаланылады. Қосымша қорғаныс сымдарын *өздігінен қорғалатын* деп атайды.

3.13 кесте. Ұнтақты сымның сипаттамасы

Сым маркасы	Диаметрі, мм	Құрылымы	Шихтаның негізгі құрауыштары	Кеңістіктегі жіктің күйі	Пісіретін бұйымдар сипаты
ПП-АН1	2,8	Қарапайым ұзына бойғы саңылауы бар	Рутил + целлюлоза	Төменгі	Жауапты емес
ПП-АН3	3,0		Мәрмәр + балқытқыш шпат	Төменгі, тігінен «төменнен жоғары», көлденең	Жауапты
ПП-ПН7	2,3				
ПП-АН11	2,0... 2,4			Төменгі, тігінен «төменнен жоғары»	
ЭПС-15/2	2,5	Күрделі мұржалы, ұзына бойғы саңылауы бар		Көлденең, төбелік	
ПП-2ДСК	2,3			Балқитын шпат	Төменгі

Өздігінен қорғалатын сыммен пісіру барысында балқытылған металдың қорғанысы өзекше шихтасының газ- және қожтүзгіш элементтері есебінен жүзеге асырылады. Әдетте, қосымша қорғаусыз рутилді-органикалық, карбонатты-флюориттік және флюориттік сымдар пайдаланылады. Рутилді және рутилді-флюоритті типті сымдарды көмірқышқыл газында пісіру үшін пайдаланады; бұл сымдар *газ қорғаушы* деп аталады. Ұнтақты сымдардың типтерін кеңістіктегі бөлшектердің пісіру түйістерінің күйіне және пісірім қосылыстарына қойылатын талаптарға байланысты таңдауға болады (3.13 кесте).

Ұнтақты сымдарды пайдалану электрод металының жоғары шашырағыштығын – қалыпты болат электродты сымдардың ақауын (мысалы, Св-08Г2С) жоюға, сонымен қатар пісіру торабының бетінен жабысып қалған металл шашырандыларын кетіру операциясын болдырмауға мүмкіндік береді. Ұнтақты сымдардың негізгі артықшылығы — пісіру үрдісі өнімділігінің айқын артуы.

Алюминийден және алюминий қорытпасынан жасалған пісіру сымы.

Алюминийді және оның қорытпаларын бақлқытумен пісіру барысында негізінен МЕМСТ 7871 – 75 бойынша алюминийден және алюминий қорытпаларынан жасалған созылған және баспақталған пісіру сымын пайдаланады, Ол он төрт маркалы сымды дайындауды қарастырады.

Сымның сопақтығы диаметрдің шектік ауытқуларынан аспауы тиіс. Диаметрі 4 мм және одан төмен сымды бетін химиялық өңдеуге ұшыратады. Өңдеуден кейін сымның беті жылтыр болады, кедір-бұдырлық параметрі $Ra < 2,5$ мкм.

Оралған сымның сыртқы қатары диаметрі 100 мм шарғының жақтарының сыртқы шетінен 5... 7 мм арақашықтықта және диаметрі 200, 300 және 430 мм 10...12 арақашықтықа болуы тиіс.

Св-А97, Св-А85Т, Св-А5 және Св-АМц маркалы алюминий қорытпаларынан жасалған сымды уақытша үзуге кедергісі 100 МПа кем емес шегенделген күйде шарғыға орайды, ал Св-АМг3, Св-АМг5, Св-1557, Св-АМг6, Св-АМг63, Св-АМг61, Св-АК5, Св-АК5 және Св-1201 маркалы сымды тұынушының тапсыры бойынша күйдірілген және шегенделген күйде орайды.

Шарғылардағы сым бір кесіндіден тұруы тиіс. Бір балқытпаның сым кесінділерін түйіс пісіруге жол беріледі, бұл ретте пісіру жерлеріндегі сым стандарт талаптарына жауап беруі тиіс. Диаметрі 4 мм астам сымды бетін өңдеусіз, ұзындығы 1 м кем емес орамдарда немесе бумалармен жеткізеді.

Орамның іші диаметрі 750 мм астам болмауы тиіс.

Орамдардағы сым беті таза, бетақауларсыз, сызаттарсыз, жиырылуларсыз, жапырылуларсыз, қылауларсыз және күрт майысуларсыз болуы тиіс. Тереңдігі (оларды кетірген кезде) диаметрдің ауытқу шегінен асатын сымтемір беттерінің жергілікті ақауларына жол берілмейді.

Сым бетінде кедір-бұдырларсыз ақ және күңгірт түсті, сондай құбылмалы түсті дақтарға жол беріледі.

Сым партиялармен жеткізіледі. Бір диаметрлі, бір балкылмалы және бір күйдегі сымнан тұруы тиіс. Партияның массасы шектелмейді.

Сымды шарғыларды сусыздандырылған силикагель-индикатор ұнтағы салынған бақылау пакетімен бірге полиэтилен қапшыққа салады және химиялық өңдеуден кейін 30 минут бойы 20 % кем емес қоршаған орта ауасының қатыстық ылғалдылығында қымтайды. Қораптаманың қымталуын силикагель-индикатордың түсі бойынша көзбен қарап бағалайды. Егер силикагель-индикатордың түсі ашық қызыл болса, қымталуы бұзылған деп есептеуге болады.

Катушкалары бар қымталған полиэтилен қапшықтарды картон, платмасса немесе ағаш жәшіктерге қораптайды.

Өзге алюминий қорытпалардан жасалған пісіру сымы белгіленген тәртіпте әзірленген, келісілген және бекітілген техникалық шарт бойынша жасалады.

Жезден және соның негізіндегі қорытпалардан жасалған пісіру сымы. Жез және оның қорытпаларын пісіру, балқытып қаптау және дәнекерлеу барысында МЕМСТ 16130 — 90 бойынша жезден және жезді негіздегі қорытпаларды пайдаланады.

Пісіру сымын аталған стандарт бойынша жезден және оның қорытпаларынан он жеті маркада дайындайды: М1; МСр1; МНЖ5-1; МНЖКТ5-1-0,2-0,2; БрКМц3-1; БрОЦ4-3; БрАМцЭ-2; БрОФ6,5- 0,15; БрАЖМцЮ-3-1,5; БрХ0,7; БрХНТ; БрНЦр; БрНЦрТ; Л63; ЛО60-1; ЛК62-0,5; ЛКБО62-0,2-0,04-0,5.

М1; М1ри М3р маркалы жезден, БрКМц3-1; БрАМцЭ-2; БрАЖМцЮ-3- 1,5; БрОЦ4-3 және БрОФ6,5-0,15 маркалы қоладан, Л63; ЛМц58-2; ЛО60- 1 және ЛЖМц59-1-1 маркалы жезден, сондай-ақ МНЖ5-1 маркалы қорытпадан жасалған сымдар мен бумалардың химиялық құрамы МЕМСТ 859 — 2001, МЕМСТ 493 — 79, МЕМСТ 18175 — 78, МЕМСТ 5017 — 2006, МЕМСТ 15527 — 2004 және МЕМСТ 17217 — 79 талаптарына сай болуы тиіс.

Сым беті таза және тегіс, саңылауларсыз және қабыршақтарсыз болуы тиіс. Сымның және бумалардың бетінде терендігі (оларды кетірген кезде) диаметрдің шекті ауытқуларының жартысынан асатын ақауларға (бетақауларға, жиырылуларға, қабыршақтарға, тырнақіздерге, шаншуларға, жаншымаларға және т.б.) жол берілмейді. Өңдеуден кейінгі беттің қызаруы және құбылмалы түстер ақаулық белгісі болып табылмайды.

Жеткізілетін сым жұмсақ (М), жартылай қатты (Пт) және қатты (Т) болуы тиіс.

ЛК62 — 0,5 маркалы 2 мм диаметрлі жұмсақ сымның шартты белгілену мысалы:

Сым ЛК62-Ю5-М-2 МЕМСТ 16130 — 90.

Сым мен бумалар партиямен жеткізіледі. Әр партия бір марканың бір диаметрлі және бір жеткізу күйіндегі сымнан немесе бумалардан тұруы тиіс. Партияның массасы 1 000 кг аспауы тиіс.

МЕМСТ 16130—72 стандартында жезден және жезді негіздегі қорытпалардан жасалған сымның және бумалардың мақсаты көрсетілген қосымшасы болады. Жезден және басқа маркалы қорытпалардан жасалған пісіру сымы белгіленген тәртіпте әзірленген, келісілген және бекітілген техникалық шарттар бойынша дайындалады.

Басқа металдар мен қорытпалардан жасалған пісіру сымы.

Никельді және оның қорытпаларын пісіру барысында диаметрі 2...5 мм Н-1 (МЕМСТ 2179 — 75) және НП-1, НП-2 (МЕМСТ 492 — 2006) сымды пайдаланады. Қосым металл ретінде МЕМСТ 492 — 2006 бойынша НМц-2,5 қорытпасынан және нихромнан (Х20Н80) жасалған сымды пайдаланады. Никельді пісіру үшін құрамында НМцАТЗ-1,5-0,6 және НМцТК1-1,5-2,5-0,15 (ТУ48-21-284-73) маркалы титан, алюминий, марганец, кремний бар арнайы кешенді-қоспаланған сымдар әзірленген. Қорғасынды және мырышты пісіруге арналған қосымдық бумалардың құрамы негізгі металдың құрамымен бірдей.

Күмісті пісіру үшін алюминиймен қышқылсыздандырылған (0,5... 1 % А1) немесе құрамында жерде сирек кездесетін металдары бар күміс сымды пайдаланады. Басқа асыл металдарды пісіру барысында қосымдық сымның құрамы негізгі металдың құрамынан ерекшеленбейді.

Титанды пісіру сымтемірі 1...7 мм диаметрмен шығарылады. Сым өңделген газсыздандырылған күйде (сутегі құрамының болуы 0,003% артық емес) таза және ағартылған металл бетпен жеткізіледі. ВТ1-00 сымы техникалық титанды пісіру үшін пайдаланылады, сондай-ақ ВТ2св сымымен қатар — төменқоспаланған а- және жалған-а-қорытпалар үшін; СПТ-2 және СП-15 сымдары — жоғары берік (а + Р)-қорытпалар үшін.

3.4. ФЛЮС ҚАБАТЫ АСТЫНДА ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

Флюс астында доғалық пісіру үшін электродтық сымды және флюсті пайдаланады. Электродты сым ретінде балқытумен пісірудің басқа тәсілдерінде қолданылатындай сымды пайдаланады. Шыны флюс баспақталған құбырға таспадан қалыпталған сым да пайдаланыла алады. Кейінгі кездері қабықшасы – пластмасса, өзекшесі – флюс және темір ұнтақ қоспасынан болатын композиттік сымдар дайындалған. Мұндай сымның артықшылығы — ылғалды толық қабылдамаушылық.

Пісіру флюсі пісіру ваннасының электродтық металының тамшыларын және сұйық металды ауаның әсер етуінен жақсы қорғауы тиіс. Осымен қатар флюс доғаның тұрақты жануын, жіктің жақсы қалыптасуын қамтамасыз етеді және қатайғаннан кейін жіктің бетінен жеңіл бөлінетін қож қабығын түзеді. Пісіру барысында флюстен газ бен шаңның үлкен көлемі бөлінбеуі тиіс. Флюс жік металының берілген химиялық құрамын және механикалық қасиеттерін қамтамасыз етуі тиіс. Флюстерді мақсаты, химиялық құрамы және дайындалу тәсілі бойынша жіктейді.

Мақсаты бойынша флюстердің үш түрі болады:

- көміртекті және қоспаланған болаттарды пісіруге арналған;
- жоғарықоспаланған болаттарды пісіруге арналған;
- түсті металдар мен қорытпаларды пісіруге арналған.

Осы топтың ішінде флюстер электрод сымының диаметріне байланысты түйір мөлшері бойынша ерекшелене алады: сым диаметрі үлкен болған сайын, флюс бөлшектері де соншалықты ірі бола түседі. Химиялық құрамы бойынша құрамдағы сәйкес тотықтардың арақатынасына байланысты қышқыл және негізгі флюстер болып бөлінеді. Дайындалу тәсілі бойынша флюстер балқытылған және балқытылмаған болып бөлінеді. Балқытылмаған флюстерді шихта құрауышын балқытусыз дайындайды. Оларға керамикалық және табиғи минералдарды ұсақтау жолымен дайындалған флюстерді жатқызады. Керамикалық флюстерді электродтық жабыны құрамындағыдай құрауыштардан жасайды. Оларды сұйық әйнекте араластырады, содан кейін біріктіреді және уатады. Бұл флюстердің кемшілігі — олардың түйірлерінің төмен беріктігі (қалдықтар, ұсақ фракциялар көп) және араластыру барысында әр түрлі тығыздықтағы заттарды бөлу салдарынан құрамның ықтимал әркелкілігі.

Балқытылған флюстерді мейлінше жиі пайдаланады. Олардың ішінде негізінен жоғары кремнийлі және марганецті флюстерді АН-348А және ОСЦ-45 пайдаланады.

Бұл флюстер құмды (97 % SiO_2 дейін), марганец рудасын (MnO), балкитын шпатты (75% CaF_2), магнезитті (85 % MgO) балқытумен дайындалады. Флюстің сұйық қорытпасын, флюс түйіршіктенуін қамтамасыз ете отырып, құймақалыпқа немесе суға құяды.

Төмен қоспаланған және төмен көміртекті болаттарды пісіру үшін жақсартатын қоспалаушы флюстерді пайдаланады, жоғарықоспаланған болаттар үшін — фторлы кальций типтес оттегісіз қосылыстардан тұратын неғұрлым бейтарап флюстер пайдаланылады. Осындай флюстер астында жіктердің қалыптасуы белсенді компоненттері бар флюстерге қарағанда едәуір нашар. Балқытылған флюстер әйнектәріздес және пемзатәріздес болады, бөлшектерінің формасымен және қышқылсыздану дәрежесімен ерекшеленеді. Әйнектәріздес флюс пісіру аймағын жақсы қорғайды, алайда жіктің қалыптасуы пемзатәріздес флюс астында жақсырақ жүреді.

Металдың химиялық құрамы флюстің химиялық белсенділігінен электродтық сымның құрамына байланысты болады, сондықтан да нақты болатты пісіру үшін флюсті сыммен бір мезгілде таңдау керек, яғни флюс — сым жүйесін таңдау қажет. Бұл ретте жік металының құрамында 0,2 ..,0,4% кремний және марганецтің болуына талпыну керек.

Мысалы, көміртекті және төмен қалыптанған болаттарды пісіру барысында үш негізгі жүйені қолдануға болады. Олардың біріншісі бойынша төмен көміртекті сымды (Св-08, Св-08А) және жоғары марганецті, жоғарыкремнийлі флюсті (35 ..,40% MnO , 40 ..,45 % SiO_2) алады. Кремниймен және марганецпен қоспалау флюс есебінен жүретін болады. Екінші жүйе бойынша құрамында 2% дейін марганеці бар (Св-20Г2) және аздаған марганец құрамы бар жоғары кремнийлі флюсті (40 ..,42% SiO_2 және 15% артық емес MnO) алуға болады. Жікті марганецпен қоспалау сым есебінен жүретін болады, ал кремниймен — флюс есебінен. Үшінші жүйе бойынша орташа марганецті электродты сымды және орташа марганецті жоғарыкремнийлі флюсті таңдайды (30% MnO , 40,..45% SiO_2 шамасында). Марганец жікке сымнан және флюстен, кремний — флюстен өтетін болады.

Жікке ауысатын қоспалаушы элементтер саны пісіру режимінің параметрлеріне де байланысты болады. Пісіру ваннасының маңайында балқыған флюс көп болған сайын, одан жікті қоспалаушы элементтер соншалықты мол болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Газбен пісіру барысында қандай жанғыш газдарды пайдаланады?
2. Газ жалындық өңдеу барысында жанғыш газдың пайдаланылу саласын оның қандай қасиеттері бойынша анықтайды?
3. Ацетиленді алмастыру коэффициенті деген не?
4. Газ жалындық пісіру барысында флюстерді не үшін пайдаланады?
5. Ацетиленді қалай алады?
6. Св-10ГА сымының маркасы нені білдіреді?
7. Қол доғалық пісіруге арналған электродтарға қандай жалпы талаптар қойылады?
8. Пісіру электродтарына заттардың қандай типтерін енгізеді?
9. Пісіру ваннасының металын қышқылданудан сақтандыру үшін электродтық жабындардың құрамына қандай элементтерді енгізеді?
10. Электродтардың таңбалануында Э46, Э55 белгіленулері нені білдіреді?
11. Пісіру аймағын қорғау үшін қандай газдар пайдаланылады?
12. Қорғауыш газдарда доғалық пісіру барысында қандай балқымайтын электродтарды пайдаланады?
13. Ұнтақты сым деген не?
14. Ұнтақты сымдардың тұтастан артықшылықтары қандай?
15. Өздігінен қорғалатын сым деген не?
16. Флюс не үшін қызмет етеді?
17. Мақсаты және дайындау тәсілі бойынша флюстерді қалай бөледі?
18. Тиісті құрамы бар жік металын алу үшін пісіру флюсі мен электродты сымды қалай таңдау керек?

ЭЛЕКТРМЕН ПІСІРУ және ГАЗБЕН ПІСІРУ ЖҰМЫСТАРЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

4.1. ГАЗБЕН ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Газбен пісіру балқытумен пісіруге жатады. Газбен пісірудің доғалық пісіруден маңызды айырмашылығы — металдың неғұрлым бірқалыпты және баяу қызуы. Бұл бір жағдайларда кемшілік болып табылады, екіншілерінде — артықшылық болып табылады. Газбен пісірудің негізгі пайдаланылу салалары:

- аз қалыңдықты болаттарды пісіру — 0,2... 5,0 мм;
- түсті металдарды пісіру;
- шойынды, арнайы болаттарды, аспаптық болаттарды пісіру;
- балқытылмайтын жұмыстар жүргізу.

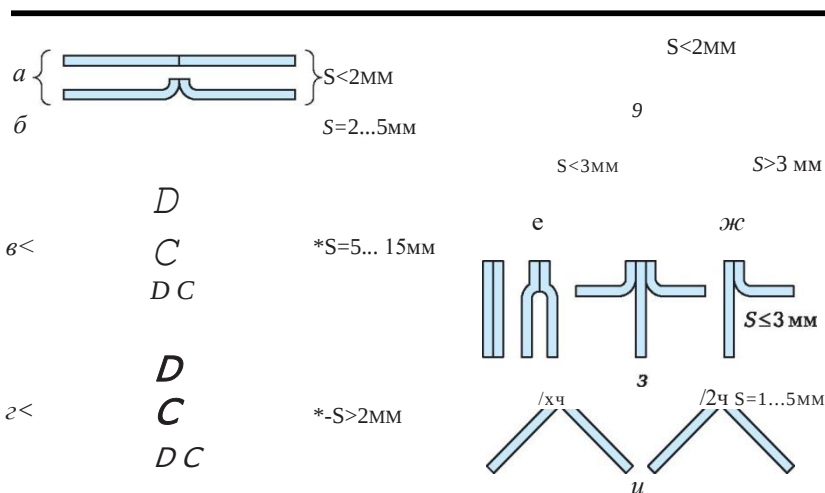
Қажетті жабдықтың әмбебаптығы, қатыстық қарапайымдылығы және портативтілігінің арқасында газбен пісіру көптеген жөндеу жұмысының түрлері үшін аса лайықы болып табылады. Металды газ жалынымен салыстырмалы баяу қыздыру металл қалыңдығын арттырумен газбен пісіру өнімділігін тез төмендетеді және қалыңдық 8...10 мм астам болуы барысында, газбен пісіру әдетте экономикалық тиімсіз. Баяулата қыздыру барысында пісіру ваннасына жапсарлас жатқан негізгі металдың үлкен көлемі қыздырылады, бұл өз кезегінде пісіріліп отырған бұйымдардың шалыстануын туғызады.

Бұл маңызды жағдай газбен пісіруді құрылыстық металл құрылмалары, көпірлер, ірі машиналардың тұғырлары сынды нысандар үшін техникалық мақсатқа лайықсыз етеді. Баяулатылған қыздыру металдың жоғары температураларда ұзақ болуына алып келеді, бұл түйіршіктердің іріленуіне және металдардың механикалық қасиеттерінің төмендеуіне әкеледі.

Газбен пісірудегі пісірім қосылыстары мен жіктерінің типтері. Газбен пісіру барысында түйістік, айқас, таврлы, бұрыштық және қаптал қосылыстарды пайдаланады (4.1 сурет).

Түйісті қосылыстар (4.1, а — г сурет) пісіру барысындағы аз қалдық кернеулер мен деформациялар, статикалық және динамикалық жүктемелер барысындағы үлкен беріктік, сондай-ақ бақылауды жүргізу қолжетімділігінің арқасында ең кең таралғандар болып табылады. Түйісті қосылысты қалыптастыруға негізгі және қосым материалдардың аз көлемі шығындалады. Қосылыстардың бұл түрі көмкерілумен, жиектерінің қиғаштануысыз, бір немесе екі жиектің қиғаштануымен (V-тәріздес) немесе екі жиектің екі қиғаштануымен (X-тәріздес) жасала алады.

Жіктің кері жағынан пісуі барысында металл жайылуының алдын алу үшін жиектерді жапырады. Жиектер арасындағы саңылау жік түбірінің пісірімін жеңілдетеді. Жоғары сапалы қосылыстарды алу үшін жіктің бүкіл ұзындығының бойымен саңылаудың бірдей енін, яғни жиектердің параллельдігін қамтамасыз етуі тиіс. Қалыңдығы кішігірім бөлшектерді жиектерін өндеместен түйіс пісіруге болады, орташа қалыңдықты — жиктерін біржақты қиғаштаумен түйіс пісіру, үлкен қалыңдықтағы бөлшектер — жиектерін екі жақты қиғаштаумен.



4.1 сурет. Пісіру қосылыстарының типтері:

a — жиектерін өндеусіз және саңылаусыз, түйістік; b — түйістік, жиектерін өндеусіз және саңылаумен; $в$, $г$ — түйістік, жиектерінің біржақты және екіжақты қиғаштануымен; $д$ — айқас; $е$ — таңбалануы бар, саңылаусыз; $ж$ — таңбалық, саңылаумен; $з$ — торцтық; $и$ — бұрыштық; S — пісірілетін материалдың қалыңдығы

Екі жақты қиғаштықтың біржақтының алдында артықшылықтары бар, өйткені бұл жағдайда пісірілетін металдың қалыңдығы бір болған кезде, балқытып қапталған металл көлемі, жиектердің біржақты қиғаштығына қарағанда 2 есеге дерлік кем, бұл ретте екіжақты қиғаштықпен пісіру аз шалыстанулармен және қалдық кернеулермен сипатталады.

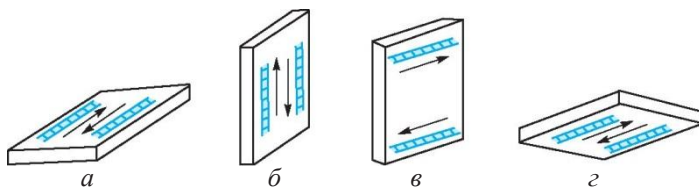
Айқас қосылыстарды (4.1, *д сурет*) қалыңдығы төмен (3 мм дейін) металдарды, үшкілдерді, қаптамаларды, құбыржолдық муфталарды т.б. пісіру барысында пайдаланады. Үлкен қалыңдықтағы металдарды пісіру барысында қосылыстардың бұл түрін пайдалануға ұсынылмайды, өйткені ол бұйымдардың шалыстануын туындатады және оларда сызаттардың түзілуіне алып келе алады.

Айқас қосылыстар жиектерін арнайы өндеуді талап етпейді (кесіп қысқартудан басқа). Мұндай қосылыстарда табақтарды мүмкіндігінше екі жақтан пісіру ұсынылады. Бұйымды құрастыру және парақтарды дайындау айқас пісіру барысында қарапайымдыландырылады, алайда негізгі және қосым металдардың шығыны аралық пісіру барысындағыға қарағанда көбірек. Ауыспалы және соққылық жүктемелер барысында айқас қосылыстар, түйістікке қарағанда, беріктігі төмен.

Таврлық қосылыстар (4.1, *е, ж сурет*) шектеулі пайдаланылымда, өйткені оларды орындау барысында металды қарқынды қыздырып отыру талап етіледі. Бұдан басқа, қосылыстардың бұл түрі бұйымдардың шалыстануын тудырады. Таврлық қосылыстарды қалыңдығы аз бұйымдар пісіруде пайдаланады, жиектерін қиғаштаусыз орындалады және бұрыштық жіктермен пісіріледі.

Қапталды қосылыстар (4.1, *з сурет*) қалыңдығы аз бөлшектерді қосу үшін, құбыржолдарды дайындау және жалғау барысында пайдаланады.

Бұрыштық қосылыстар (4.1, *и сурет*) жауапсыз мақсаттағы ыдыстарды, фланецерді, құбыржолдарды пісіруде қолданылады.



4.2 сурет. Пісіру жіктерінің кеңістіктік күйге байланысты түрлері:
a — төменгі; *б* — тік; *в* — көлденең; *г* — төбелік

*a**б**в**г*

4.3 сурет. Пісіру жіктерінің әрекет етуші күшке байланысты типтері:

a — флангілік; *б* — маңдайлық; *в* — аралас; *г* — қысық

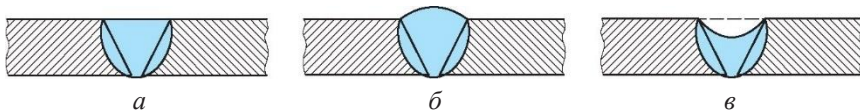
аз қалыңдықты металдарды пісіруде көмкермесі бар бұрыштық қосылыстарды және қосындылық материалды пайдалануға болады.

Пісірім қосылыстарының типіне байланысты *түйістік* және *бұрыштық* пісіру жіктері болады. Пісіру үрдісінде кеңістікте орналасуы бойынша пісіру жіктерін (4.2 сурет) *төменгі* (*a*), *тік* (*б*), *көлденең* (*в*) және *төбелік* (*г*) деп бөледі. Пісіру жігін қалыптастыру және қосылыстарды түзуге арналған ең үздік жағдайлар төменгі күйде пісіру барысында орнайды, сондықтан да кеңістіктегі өзге күйлерді тек ерекше жағдайларда ғана пайдаланған жөн.

Әрекет ететін күшке қатысты орналасуы бойынша жіктерді күштің әрекет ету бағытына параллель орналасқан *флангілікке*, күш әрекетінің бағытына перпендикуляр орналасқан *маңдайлыққа*, *аралас* және *қиғашқа* (4.3 сурет) бөлінеді.

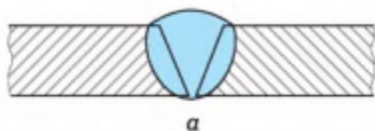
Көлденең қима бейіні және дөңестік дәрежесі бойынша жәктер қалыпты, дөңес және ойыс бола алады (4.4 сурет). Қалыпты жағдайларда дөңес және қалыпты жіктерді пайдаланады, ойыс жіктер — көбіне көп іліндіру кезінде пайдаланылады.

Балқытып қапталған қабаттар саны бойынша жіктер бірқабатты және көпқабатты (4.5 сурет); ұзындығы бойынша — үздіксіз және үзік-үзік болып бөлінеді (4.6 сурет).

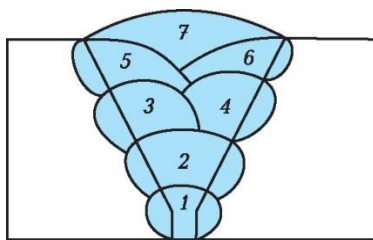


4.4 сурет. Пісіру жіктерінің пішініне байланысты типтері: *a* —

қалыпты; *б* — дөңес; *в* — ойыс



а



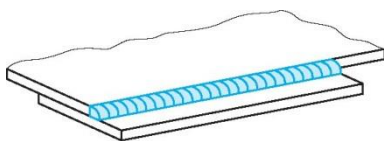
б

4.5 сурет. Бірқабатты (а) және көпқабатты (б) жіктер (сандармен қабаттарды салу бірізділігі көрсетілген)

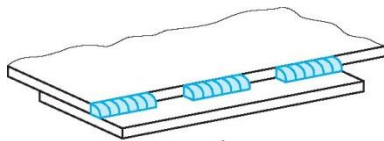
Бөлшектерді пісіруге дайындау. Пісірілетін бұйымның жиектерін және оларға жапсарлас жатқан ені 20... 30 мм аймақты отқабыршақтан, тоттан және басқа да ластардан тазарту керек. Жиектерді отқабыршақтан, бояудан және басқа да ластанулардан механикалық тәсілмен немесе химиялық өңдеумен тазалайды. Соңғы тәсілді негізінен түсті металдар мен қорытпалар үшін пайдаланады.

Негізгі металл бетінде ластанулардың болуы жікте шалапісірілімдердің, газ және қож қоспаларының түзілуіне алып келуі мүмкін. Сериялық өндіріс жағдайларында жиектерді механикалық өңдейді (мысалы, жоңғылау немесе сүргілеу білдегінде), дара бөлшектер үшін — қолмен (пневмокескішпен, қашаутаспен немесе егеуқұм шеңберімен).

Қалыңдығы әр түрлі бөлшектерді аралық пісіруде қалыңдығы үлкен бөлшекті S_i неғұрлым жұқа бөлшек қалыңдығы S алынғанша өңдейді (4.7 сурет). Бұнымен олардың пісіру барысындағы бір мезгілде балкуы қамтамасыз етіледі. Қалыңдығы үлкен бөлшекті біртіндеп жіңішкелеу

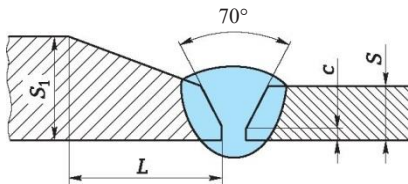


а



б

4.6 сурет. Үздіксіз (а) және үзік-үзік (б) пісіру жіктері



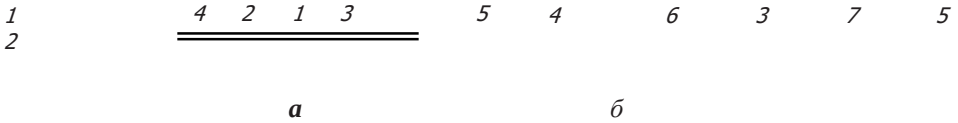
4.7 сурет. Бөлшектердің қалыңдығы әр түрлі болуы барысында V-тәріздес біржақты қиғаштықпен түйіс қосылу:
 S, S_1 — бөлшектер қалыңдығы; L — қалыңдығы үлкен бөлшек жиегінің қиғаштық ұзындығы; c — жиектердің қайырылу өлшемі

оның $L [L > 5(S_1 - S)]$ ұзындығында орындала алады. Егер қосылатын элементтер қалыңдығының айырмасы жұқа бөлшектің қалыңдығынан 30 % *аспайтын болса*, (5 мм артық емес), қалыңдығы үлкен бөлшекті алдын ала жіңішкелеусіз түйіс жіктерін пайдалануға жол беріледі.

Пісірілетін бөлшектерді шама келгенше арнайы жабдықтарда жинау керек және пісіру үрдісінде олардың дұрыс орналастырылуын қамтамасыз ету үшін қысқа жіктермен іліністіру керек. Іліндіруді негізгі пісіру орындалатын режимдерде орындайды. Іліндірудің ұзындығы және олардың арасындағы арақашықтық пісірілетін металдың қасиеттеріне және қалыңдығына, сондай-ақ жік ұзындығына байланысты болады. Жұқа металдан орындалған кішігірім тораптарды пісіру барысында іліндіру ұзындығы 5 мм артық болмайды, ал олардың арасындағы арақашықтық 50... 100 мм. Маңызды қалыңдықтағы металды пісіруде және жік ұзындығы үлкен болғанда жекелеген іліндірудің ұзындығы 20...30 мм дейін жете алады, ал олардың арасындағы арақашықтық — 300...500 мм. Іліну жеріндегі жік биіктігі (қалыңдығы) негізгі металл қалыңдығының 0,5...0,7 құрауы тиіс. Ілінулер салынған жерлерде металдың толық пісірімін қадағалап отыру керек, өйткені пісіру барысында олар бүкіл қалыңдыққа балқымауы мүмкін. Ілінулерді салу тәртібі негізгі металл қалыңдығына және жік ұзындығына байланысты болады. Шалыстыруды болдырмау үшін үлкен ұзындық қосылыстарын әдетте белгілі бір сұлба бойынша іліндіреді (4.8 сурет).

Пісіру режимі пісірілетін металдың түріне, сыртауқым өлшемдеріне және бұйымның пішініне байланысты болады.

Пісіру тәсілі металл қалыңдығымен, кеңістіктегі жік күйімен және т.б. анықталады. Жанарғының қозғалыс бағытына байланысты газбен пісірудің екі тәсілі болады — сол және оң. Көбіне жиі қолданылатын *сол тәсіл* барысында (4.9, а сурет) жанарғы жалынын әлі пісірілмеген металл жиектеріне бағыттайды,



4.8 сурет. Ұзын жікте тұтқыштарды салу тәртібі:

a — центрден; *б* — жиектен; 1 — 7 — тұтқышты салу бірізділігі

ал қосымдық сымды жалынның алдына орналастырады. Пісіру ваннасының біркелкі қызуы және жанарғы мен сымға орын ауыстыруы үшін жанарғының бір бағытқа қозғалуы барысында сым қарама-қарсы жаққа қозғалатындай дәрежеде, тербелістік қозғалыстарды жікке көлденең береді. Сол тәсілді қалыңдығы аз металдарды (4...5 мм дейін), сондай-ақ салыстырмалы төмен балқу температурасы бар металдарды пісіруде пайдаланған мақсатқа лайықты (4...5 мм дейін). Сол тәсіл барысында жік металының үздік қалыптасуы қамтамасыз етіледі.

Пісірудің *оң тәсілінде* (4.9, *б сурет*) жалынды пісірілген жік бөлігінен бағыттайды, ал сымды, оның ұшын балқытылған металл ваннасынан шығармастан, серіппе бойымен жалыннан кейін орналастырады. Жанарғыны тура сызықпен орналастырады. Көлденең тербелістерді жанарғыға тек пісірудің оң тәсілі барысында ғана береді. Пісірудің оң тәсілін пайдалану жалын жылуын мейлінше толық пайдалану есебінен газдың үлестік шығынын бір мезгілде төмендетуде үрдіс өнімділігін арттырады, сондай-ақ қыздырудың үлкен шоғырлануы салдарынан металдың шалыстануын азайтады.



4.9 сурет. Пісіру тәсілдері:

a — сол; *б* — оң; 1 — қосым шыбық; 2 — газ жалыны; 3 — жік; 4 — пісіру ваннасы; 5 — пісірілетін металл

Қосымдық сым механикалық қасиеттері мен химиялық құрамы бойынша негізгі металға сәйкес болуы тиіс. Қосымдық сымның диаметрі d тандалған пісіру тәсіліне және негізгі металдың қалыңдығына S байланысты болады. Пісірудің оң тәсілі үшін $d = S/2$; сол тәсіл үшін — $d = S/2 + 1$.

Газбен пісірудің анықтауша параметрі *жанарғы ұштығының нөмірі* болып табылады, ол жалынның қажетті қуаттылығын қамтамасыз етеді. Жалынның қуаттылығы пісірілетін металдың қалыңдығына және оның жылуфизикалық қасиеттеріне байланысты мына формула бойынша анықталады

$$M = CS, \quad (4.1)$$

мұнда M — жалынның қуаттылығы; C — 1 мм металл қалыңдығына газ шығынының үлестік жылу коэффициенті; S — пісірілетін металдың қалыңдығы.

Пісірілетін металдың 1 мм қалыңдығына ацетилен шығынының үлестік жылу коэффициенті 4.1 кесте бойынша анықталады. Ұштықтың тікелей нөмірін инжекторлы жанарғылардың техникалық сипаттамалары берілген 4.2 кесте бойынша белгілейді (МЕМСТ 1077 — 79Е).

Пісіру жігінің сапасына және геометриялық параметрлеріне әсер ететін газбен пісірудің қосымша параметрлері - пісіру жылдамдығы, жалын түрі, жалын ядросынан пісіру ваннасының түбіне дейінгі арақашықтық болып табылады.

Пісіру жылдамдығын қажетінше өзгерту керек, өйткені өзгермейтін пісіру жылдамдығы барысында металды қатты қызыдырып жіберуге немесе тіпті күйдіріп алуға және күйікке шалынуға болады.

Жалын түрі сондай-ақ пісіру режиміне әсер етеді. Пісіру үрдісінде қалыпты жалын уақыт өткен сайын жанарғылардың құрылымдық ерекшеліктері салдарынан қышқылдандырғышқа ауысады. Нақты жағдайда жалындағы артық оттегі керек емес болуы мүмкін, сондықтан да пісіруші қажеттілік шегіне қарай, ацетилендік бұранданы саусақпен реттей отырып, жанғыш газдың берілуін арттырады. Жұмыс үрдісінде маман емес адам үшін байқалмайды дерлік.

Ұштықтың еңіс бұрышы металл қызуына байланысты өзгеріп отырады. Ол жалын қуаттылығының қосымша факторы болып табылады. Ванның пішінін (ойыстығын немесе дөңестігін) бағалай отырып, пісіруші бұрышты өзгерту туралы бір сәтте шешім қабылдайды. Кейде мейлінше тура бағалау үшін ол бір сәтке жалынды пісіру ваннасынан алып кетеді.

Жанарғы мундштугінің еңісі пісіру үрдісінде өзгере алады. Алғашқы пісіру сәтінде металдың жақсы қыздырылуы үшін және пісіру ваннасының тез түзілуі үшін

4.1 кесте. 1 мм-ге ацетилен шығынының үлесік коэффициенті

Көрсеткіш		Пісірілетін	
		Көміртекті болат	Шынықтырылған болат
Үлестік шығын, дм ³ /сағ, 1 мм металл қалыңдығына	Ацетилен	100...130	75
	Оттегі	110... 140	80...85
Ацетилен және оттегінің арақатынасы		1 : 1,1	1: 1,1

4.2 кесте. Инжекторлы жанарғылардың техникалық сипаттамалары

Параметр	Параметр мәні				
	0	1	2	3	4
Пісірілетін болат қалыңдығы, мм	0,2.0,5	0,5.1,0	1.2	2.4	4.7
Ацетилен шығыны, дм ³ /сағ	40.50	65.90	130.180	250.350	420.600
Оттегі шығыны, дм ³ /сағ	44.55	70.100	140.200	270.380	450.650
Жанарғыға кіретін жердегі ацетилен шығыны, МПа	0,001.0,1				
Жанарғыға кіретін жердегі оттегі қысымы, МПа	0,15.0,3				

еңіс бұрышын кішігірім етіп орнатады (80...90°); пісіру үрдісінде бұрыш пісірілетін металдың қалыңдығына және түріне сәйкес болуы тиіс (4.10 сурет).

Жалын ядросының ұшынан пісіру ваннасының түбіне дейінгі арақашықтық тұрақты болуы тиіс. Ядро ұшын балқытылған металл ваннасына тигізуге болмайды, өйткені бұл ретте балқытпа көміртегімен қанығатын болады. Алау ядросының ұшынан пісіру ваннасының түбіне дейінгі арақашықтық ядро ұзындығына жақын тең немесе болмашы аз болуы тиіс. Пісіру сымы жұмысшы (қалпына келтіруші) аймақта немесе пісіру ваннасының шетінде болуы тиіс.

Пісірілетін металл қалыңдығы

металл

Шойын	Жез	Латунь	Алюминий және оның қорытпалары	Мырыш	Қола
100... 120	150... 200	100.130	75	15.20	70.150
90... 110	165... 220	135.175	80 88	20.25	80.165
1 : 0,9	1 : 1,1	1 : 1,3	1 : 1,1	1 : 1,1	1 : 1,1

(МЕМСТ 1077—79Е)

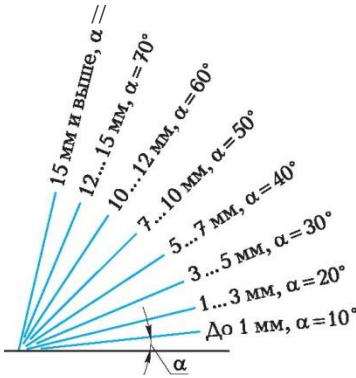
Ұштық нөмірі

5	6	7	8	9
7 .11	17 11.	17.30	30.50	Более 50
700.950	1 130.1 500	2 500 1 800.	2 500.4 500	4 500 .7 000
750. .1 000	1 650 1 200.	2 000.2800	3 000.5 600	4 700 .9 300
		0,01..0,1	0,03.1	
		0,2. 0,35	0,25.0,5	

Пісіру барысында газбен пісіруші жанарғы ұшымен бір мезгілде екі қимылды жасайды: тік және ілгерілемелі. Көлденең қимыл негізгі металл және қосым сым жиектерін тегіс қыздыру үшін қажет. Ілгерілемелі қимыл түйісті біртіндеп толтыру және тартылған жікті алу үшін қажет.

Болат қалыңдығы 3 мм астам болғанда жиектерді өңдеусіз, төменгі жағдайда пісіру барысында немесе сол тәсілмен салыстырмалы үлкен қалыңдығы бар болатты пісіру барысында (жиектерді өңдеумен немесе онсыз) жанарғының және қосым сым ұшының ең көп таралған қимылдары

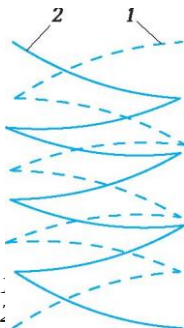
4.10 сурет. Болат қалыңдығы на байланысты жанарғы мундштугының ылди бұрышы α



4.11 суретте көрсетілген. Бұл жағдайда қосым сым ұшымен пісіру жанарғысының қимылына кері қимылдарды жасайды. Бұрыштық жіктерді орындау барысында олардың қалыпты пішіні үшін жанарғымен және қосым сымның траекториялары 4.12 суретте келтірілген қимылдарды жасайды. Бұл жағдайда пісіруші жалынды және сымның ұшын жіктің ортасы бойымен тез ауыстырады және олардың шеттерін ұстап қалады.

Қалыңдығы 5 мм металды оң тәсілмен пісіру барысында жанарғыларды жік өндеуіне тереңдетеді (4.13 сурет) және тербелісті қозғалыстарсыз жіктің ұзына бойымен орын ауыстырады.

Жиектерінің көмкермесі жоқ қалыңдығы аз болатты пісіру барысында, пісіру үрдісі қосым сыммен жүргізілген кезде, пісіру ванналарының біртіндеп түзілу тәсілі кең таралуға ие болды. Оның мәні пісіруші, пісіру ваннасын түзе отырып, (болаттың аз қалыңдығы барысында пісіру ваннасының диаметрі 4...5 мм құрайды),

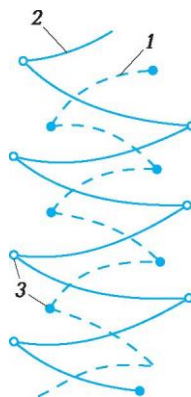


4.11 сурет. Төменгі күйде 3 мм астам қалыңдықта болатты пісіру барысында жанарғы және сымтемір қозғалысының траекториялары:

- сымтемір қозғалысының траекториясы;
- жанарғы қозғалысының траекториясы

4.12 сурет. Бұріштік жіктерді пісіру барысындағы жанарғы және сымтемір қозғалысының траекториясы:

1 — сымтемір қозғалысының траекториясы;
 2 — жанарғы қозғалысының траекториясы;
 3 — қозғалысты тежеу жеплені



оған қосым сымның ұшын енгізеді және қосым металдың аздаған көлемін балқыта отырып, қосым сымның ұшын ваннадан жалынның ортаңғы аймағына алып шығады, ал жанарғымен (оны металл бетіне біркелкі жақындата отырып), оны келесі позицияға ауыстыра отырып, күрт шеңберлік қозғалыс жасайды. Бұл ретте әр кейінгі ванна алдыңғысын оның диаметрінің $1/3$ бөлігіне жабады (4.14 сурет). Пісіру үрдісі бұл жағдайда сол тәсілмен жүргізіледі. Жіктің тек қана тегіс және жазық бетін қамтамасыз ететін осы пісіру тәсілімен пісіруді сапалы орындау екі негізгі шарттың орындалуын талап етеді:

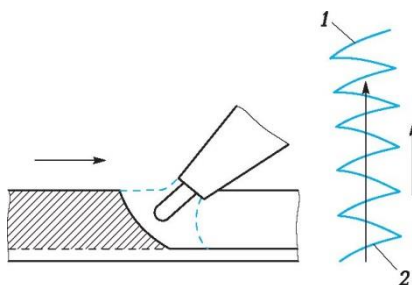
- 1) Қосым сымның ұшын, қышқылдануды болдырмау үшін, жалынның ортаңғы аймағының шегінен шығармау керек;
- 2) Жалын ядросы оның пісіру ваннасына жақындауы барысында жік металының көміртектендіруін болдырмау үшін оның бетіне тимеуі тиіс.

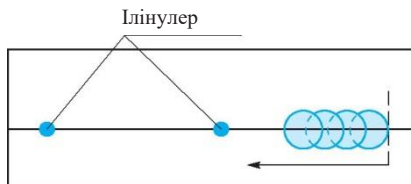
4.13 сурет. Жиектерін өңдеумен

Оң тәсілмен пісіру барысында

Жанарғы және сымтемір траекториясы:

1 — сым қозғалысының траекториясы; 2 — жанарғы қозғалысының траекториясы

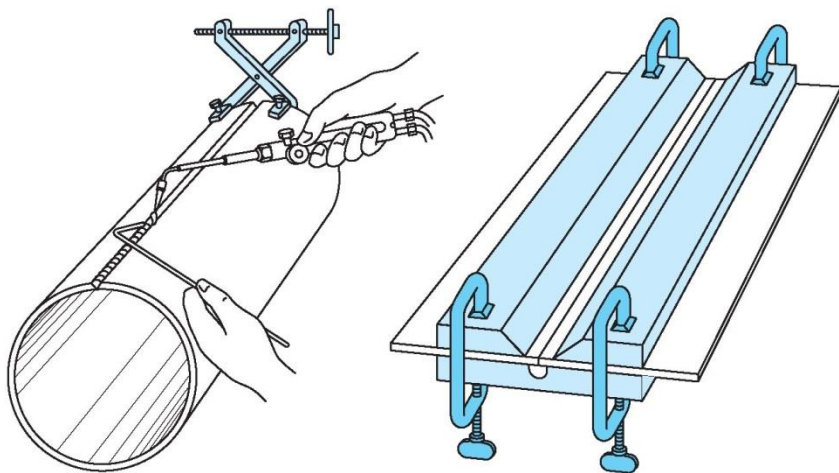




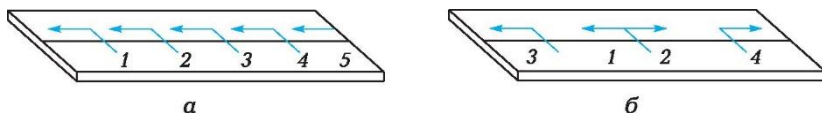
4.14 сурет. Ванналарды бірізді түзумен пісіру үрдісінің сұлбасы

Пісіру ваннасын бірізді түзу тәсілі немесе кейде оны «тамшылармен пісіру» деп атайды, пісіру жігінің аса жоғары сапасына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Шалыстануды азайту және сызаттардың пайда болуының алдын алу үшін пісіру барысында табактарды жік ұшында ол оның ұзындығының 2...4% құрайтындай етіп, жиектер арасында саңылауды кеңейтумен салады. (4...6 мм артық емес). Пісіру жігінің түзілу шегіне қарай қысқыш сайманды (4.15, а сурет) біртіндеп босатады және орындалған жік телімінің металын шөгу салдарынан саңылау талап етілетін шамаға дейін азаяды. Саңылаудың шамасын не ілінулермен, не болмаса түйіске құрамдастырылатын және орындалу шегіне қарай жиектердің бойымен жылжытылатын сынаның көмегімен белгілейді.



4.15 сурет. Айнымалы (а) және тұрақты (б) саңылаулармен пісіруге арналған қысқыш жабдықтар



4.16 сурет. Кері сатылы пісіру:

а — жиектен; *б* — ортасынан; 1 — 5 — жік телімін пісіру бірізділігі

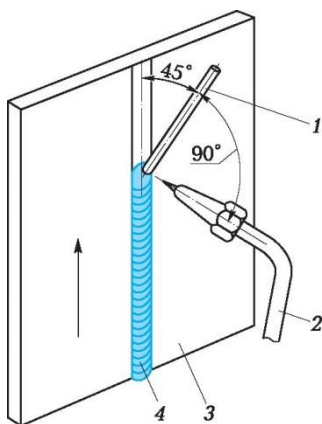
Егер ілінулер бұйымның шалыстануына алып келсе, онда пісіруді нақты өзара жиек орнатумен арнайы қысқыш саймандарда орындайды (4.15, б сурет).

Пісіру кернеулерін төмендету үшін, демек шалыстануды азайту үшін, сатылы және керісатылы пісіру әдісін пайдалануға болады. Бұл ретте жікті ұзындығы бойынша белгілі бір тәртіпте пісірілетін телімдерге бөледі (4.16 сурет). Әрбір кейінгі телім пісірілетін металдың қалыңдығына қарай, алдыңғысын 10...20 мм жабады. Әр кейінгі пісірілетін телімнің деформациясы толығымен немесе ішінара алдыңғы телімнің деформациясын шешеді. Керісатылап пісіру барысында бір жерге тұрақтандырылған және бір мезгілде илемдік күйге дейін қыздырылатын металл көлемі азаятындықтан да шалыстану қысқарады.

Әр түрлі күйлерде жіктерді пісіру ерекшеліктері. Газбен пісіру барысында жіктердің қалыптасу үрдісі газ жалынының қысымына, қосым сым ұшының қозғалысына, тамшы ауырлығының күшіне, сондай-ақ металдың сыртқы керу күшіне байланысты болады. Тік және төбелік жіктерді пісіру барысында жалынның газ ағынының қозғалысы және қосым сым қозғалысы ваннада сұйық металды ұстап қалуға ықпал етеді. Бұл жағдайда жіктің қалыптасуына басқа екі фактор да әсер етеді: сұйық ваннадан тамшының үзілуіне және ағуына ықпал ететін тамшы ауырлығының күші және кері бағытқа бағытталған және тамшыны ваннада ұстап қалуға тырысатын сыртқы тарту күші.

Пісіру тәсілін таңдау (оң және сол) жіктің кеңістіктегі күйіне байланысты. *Тік жіктерді* төменнен жоғары пісіру барысында сол тәсілді пайдаланған дұрыс (4.17 сурет).

Жекелеген жағдайларда бұл жіктерді төменнен жоғарыға оң тәсілмен де пісіруге болады, яғни қос білікше деп аталатын құралмен пісіруге болады (4.18 сурет). Бұл ретте пісіруші металда тура саңылауды күйдіреді және төменнен оны төменгі жиекке балқытпамен толтырады. Жиектердің қиғаштығы жасалмайды.

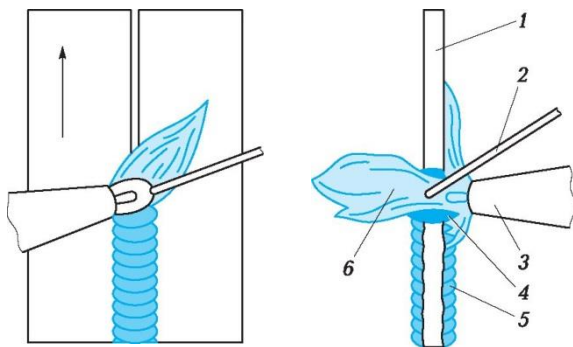


4.17 сурет. Тігінен төменнен жоғары жігін пісіру (сол тәсіл):

1 — қосым шыбық; 2 — жанарғы; 3 — бөлшек; 4 — жік

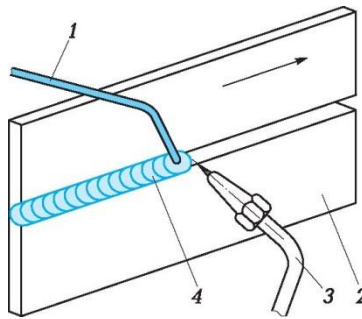
Бөлшектерді пісірілетін металдың қалыңдығының жартысына тең саңылаумен жинайды және тік күйге орнатылады. Жік бірден металдың бүкіл қалыңдығына қалыптасады және де түйістің екі жағынан да жіктік күшеюі түзіледі. Жік металы бұл жағдайда тығыздығы бойынша төменгі күйде пісірілген жіктен қалыспайды.

Көлденең жіктерді жалынның газ ағыны тікелей оларға бағытталған және сонымен пісіру ваннасы металының жайылуына кедергі болатын оң тәсілмен орындаған жеңіл. Пісіру ваннасын жік қалыптасуын жеңілдететін кейбір бұрыш астына орналастырады (4.19 сурет).



4.18 сурет. Тура білікшемен пісіру:

1 — стык; 2 — присадочный жанарғы; 4 — сварочная пруток; 3 ванна; 5 — шов; 6 —



4.19 сурет. Көлденең жік пісіру:

1 — қосындылық шыбық; 2 — бөлшек; 3 — жанарғы; 4 — жік

Төбелік жіктерді оң тәсілмен орындаған жеңіл, өйткені бұл ретте қосым өзекше ұшы және газ ағынының қысымы металдың жайылуына кедергі болады. Мұндай жіктерді сол тәсілмен алу әдетте металл жұғындарына және білікшенің сапасыз түзілуіне алып келеді. Төбелік пісіру барысында металды үрлемейтін неғұрлым «жұмсақ» жалынды пайдаланған жөн.

Пісіру жіктерінің ақаулары. *Шалапісірілім* себептері негізгі металл жиектері бетінің ластанушылығы, пісірілетін табақтар арасындағы аз саңылау, жиектерді тиімсіз өңдеу, жалынның жеткіліксіз күштілігі немесе аса үлкен пісіру жылдамдығы. Түйістік қосылуда шалапісірілім, аз қиғаштық бұрышы, өңдеу бұрышының аса үлкен қайырылуы немесе пісірілетін табақтар арасындағы жеткіліксіз саңылау нәтижесі ретінде жиектерді өңдеу бұрышының шыңынан табылады.

Тілікшелер жік шеттерінің бойымен жырашықтардың болуы бойынша табылады. Тілікшелердің себептері жалынның шамадан тыс үлкен қуаттылығы және жанғыш қоспаның таусылу жылдамдығы, қосым металдың бейтегіс балқуы, көлденең тербелістер барысында жік шеттерінің бойымен қосым өзекшенің ұшын жеткіліксіз ұстап қалу және т.б. болып табылады. Тілікшелер қауіпті, себебі жік қимасын әлсіретеді.

Күйдіріп жіберу — металдың оттегі бар кездежоғары температуралы қызуымен байланысты болатын ақау. Металлдың күйіп кетеуі балқытылған металл ваннасына жалынның ұзақ уақыт бойы әсер етуінен болады.

Металлдың күйіп кетуі (соның ішінде болаттың) жіктің сыртқы түрі бойынша жеңіл байқалады. Күйіп кету барысында пісіру үрдісінде пісіру ваннасында металдың қарқынды қайнауы және қатаю барысында оның шырмалуы байқалады, оның нәтижесінде пісіру жігінің бетіндегі түйір жырашықтары үлкен тегіссіздігімен ерекшеленеді және кеуекті массаның аса сипатты түрін алады. Металлдың күйіп кетуі металлографиялық зерттеумен жеңіл анықталады.

Металлдың қызып кетуі металды кристалдық құрылымды өзгерту температурасында ұзақ уақыт бойы жалынмен қыздырудан болады. Әдетте қаты қызу металдың үлкен қалыңдығында орын алатын баяулатылған пісіру жылдамдығымен туындайды.

Қатты қызу пісіру жігінің өзінде де, сонымен қатар пісіру ЗТВ да табылады. Үлкен қалыңдықтағы болатты газбен пісіру барысында қатты қызған металл аймағы ерекше ұлғаяды. Бұл ретте жік металы ірікристалды құрылыспен сипатталады, демек видманштеттік құрылыммен сипатталады. Қатты қызуды пісіру жалғасын металлографиялық зерттеу жолымен анықтайды.

Жіктің кеуектігі пісіру ваннасында жүретін химиялық реакциялар барысында газ бөлу нәтижесінде, сондай-ақ сұйық металда жалын құрамында болатын кейбір газдардың, соның ішінде сутегінің еруі салдарынан түзіледі. Алайда газбен пісіру барысында пісіру ваннасы металының баяу қатаюының арқасында белгілі бір дәрежеде ваннаның бетіне шығып үлгереді, сондықтан да металл жігінің кеуектік сипаты газбен пісіру үрдісінен ақау болып табылмайды.

Қожды қоспалар пісірілетін жиектердің және қосым сымның беттерінің ластануы, пісіру үшін қышқылдандырғыш жалынды пайдалану, пісіру барысында сұйық металды нашар араластыру, металдың жеткіліксіз қызуы салдарынан ваннаның тез қатаюы нәтижесінде туындауы мүмкін. Қожды қосындылар жік металын әлсіздендіреді және пісірудің маңызды ақауы болып табылады. Оларды бұзбайтын бақылаудың физикалық әдістерімен анықтайды.

Сызаттар пісірім қосылысының ең қауіпті ақауы болып табылады. Олар жіктің өзінде де, ЗТВ-дағы негізгі металда да туындай алады. Жарықтардың туындауымен күресу шегі пісірілетін торап пен бөлшекті тегіс қыздыру және баяу салқындату, сондай-ақ пісіруді кез келген күйде орындау, пісірілетін элементтерді қатты бекітпелерсіз немесе қосым материалдар мен флюстерді сәйкес таңдау болып табылады.

4.2. ҚАПТАМАЛЫ ЭЛЕКТРОДТЫ ДОҒАЛЫ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Бөлшектерді пісіруге дайындау. Пісірілетін бөлшектердің қалың жиектерін даярлауды өттекті кесумен не сүргілеу немесе фрезер білдегінде өңдейді. Жұқа табақталған металды даярлау үшін жиекбұгуші баспақ немесе арнайы білдектер қолданылады. Бөлшектер мен дайындамаларды бұғуді матлбұгуші біліктерде дайындайды. Тап осында цилиндр пішінді ыдыстарды пісіруге арналған ернеушелер жасайды. Дегенмен, металды әрдайын өнеркәсіптік жабдықтар арқылы орындау мүмкін бола бермейді (мысалы, құрылыс-монтаж жұмыстары кезінде бөлшектерді жинайды және орналасуы бойынша жымдайды).

Қол доғалы пісірумен орындалатын болаттан жасалған пісіру жалғастарының негізгі түрлері, құрылымдық элементі және өлшемдері 5264 – 80 МС-да бекітілген, және пісірілетін бөлшектердің қалыңдығына қарай, төрт жалғас түрі қарастырылған. Дайындалған бөлшектердің пішініне қарай, жалғастар жиекті ашумен, жиек қиғаштығынсыз және жиек қиғаштығымен (бір не екеу) болады. Жіктерді бір жағынан да (біржақты) не екі жағынан да (екіжақты) орындауға болады.

Пісірілетін бөлшектерді бұрышты орналастыруда пісіру жалғастарының негізгі түрлері, құрылымдық бөлшектері және жіктердің өлшемдері МС 11534 – 75 анықталады, ол жиектерді дайындау пішіндерін және бұрыштық және таңбалы жалғастардың жіктерінің геометриялық өлшемдеріне талаптар бекітеді.

Пісірілетін жиектердің бетінің қалпына көбінесе пісіру жіктерінің сапасы байланысты. Жиектерді пісіруге даярлау оларды тоттан, қақтан, бояудан, майдан және өзге де ластанудан әбден тазалаудан құралады. Жиектерді болатты айналмалы қылшақпен, сукұмарынды және бытыралақтыру тәсілдерімен, ажарлауыш шарықпен, пісіру жанарғысының отынымен, қышқыл және сілті ертіндіде өңдейді.

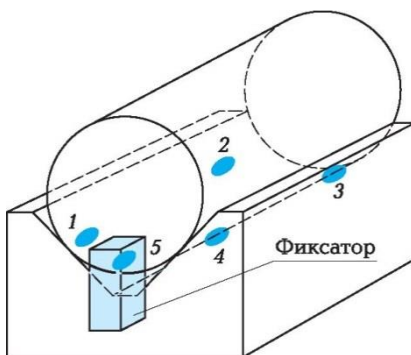
Дайын бөлшектерді пісіруге жинайды. Жинауда қажетті саңылауларды және жиектердің талап етілетін қиыстарын сақтау маңызды. Құрастырманың дәлдігін қалыптармен, өлшеуіш сызғыштармен және қуыс бұрғымен тексереді. Жинауды арнайы аспаптарда немесе салыстыра тексерілген стеллаждарда орындайды. Бөлшектерді уақытша бекітуді бұрандама қысқыштармен, қапсырмамен немесе қысқа жіктердің тұтқышымен жүргізеді. Тұтқыштардың санын және олардың өлшемін технологиялық жағдайларға қарай анықтайды.

Пісірілетін бөлшектерді базалау тәртіптері бойынша аспапта орналастырады. *Базалау* — бұл бөлшекті аспапта олардың беткі жақтары (технологиялық база) аспаптың қондырғыш беттеріне тірелетіндей етіп орналастыру.

Базалаудың негізгі сызбаларын қарастырайық. Призмалық бөлшек үш өлшемді координаттағы үш базаға негізделуі тиіс. Қондырғыш бтте бөлшекті үш нүктеге бекіледі, бағыттаушыда – екеу, тіректе – бір нүктеде. Осылайша, егер бөлшекті барлық алты нүктеге бекітсек, онда ол қатаң анықталған күйде орналасады.

Цилиндрлі бөлшектер әдетте призма бойынша базаланады (4.20 сурет). Бөлшек тек өзінің бойлық осі бойынша айнарудан басқа, барлық бағытта қозғалу мүмкіндігінен айырылған. Егер цилиндрлі бөлшекті өз бойлық осі бойынша аналудан шектесек, онда ол да қатаң анықталған күйде орналасады. Цилиндрлі саңылаулары бар бөлшектерді, әдетте, бөлшектің түбіне енетін аспаптың саусақ-ұстатқыштарына базалайды. Екінші база – саңылаудың осіне перпендикулярлы бөлшек жазықтығы болып табылады.

Қондырмалы элементтер - таяныштарды құрастыру айлабұйымында пісіру торабының бөлшектерін дәл орналастыру үшін қолданады. Тораптың құрылымы бөлшектерді аспапқа ыңғайлы



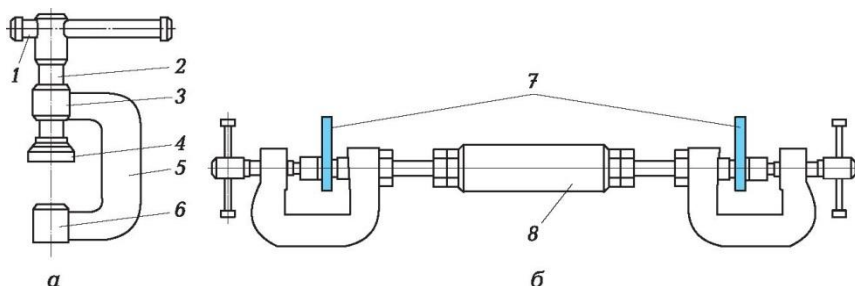
4.20 сурет. Цилиндрлі пішінді бөлшектің базалануы:

1 — 4 — призма жазықтығындағы тірек нүктелері; 5 — бекіту нүктесі

Қысқыш пен бастырық жататын қыспа элементтері пісірілетін бұйымның бөлшектерін жинау және пісіру барысында қондырма базаларға қаысты қозғалтпай бекіту үшін арналған. Қысқыш пен бастырық құрылымы жұмыстың тезәрекеттілігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуі тиіс. Тасымал құрастыру аспаптарын пісіру түйіндерін жинауда, бұл мақсатқа үлгілік аспаптарды қолдануға мүмкін емес кезде, қолданылады. Тасымал аспаптарына бұрандама қысқыш, тұтастырғыш, арнайы фиксаторлар, кергіш, көтергіш және т.б. жатады. Ең жиі қолданылатыны – бұрандама қысқыштар, олар екі не одан да көп бөлшектерді бір-біріне бастыруға арналған – бастырық (4.21,а сурет) немесе бөлшектерді белгілі бір күйде қондыру және бекітуге – қондырмалы (4.21, б сурет). Қондырғыш бұрандама қысқыш екі бұрандалы қысқыштан және талреп деп аталатын оң жақ нақышы бар сомыннан құралады.

Тәжірибелік және ұсақ сериялы өндірістерде пісіру түйіндерін немесе құрылымдарды дайындау үшін құрастырмалы-ағытпалы аспаптарды қолданады. Мұндай аспаптарды бастырық аспаптарды қондыруға арналған науашалары бар үлгілік блок тақтадан жинайды. Блок такталарды пісіру бұйымының өлшемі бойынша жиынтыққа біріктіреді. Ұсақ бөлшектер мен түйіндерді пісіру үшін пісіру алдында бөлшектерді бекітуге арналған баламалы саңылаулары бар пісіру үстелдерін қолданады.

Манипуляторлар цилиндр пішінді бөлшектерді пісіру кезінде пісіруге жиналған түйінді берілген жылдамдық бойынша айналдыруға, және де айналу осінің көлбеулену бұрышын өзгертуге мүмкіндік береді.



4.21 сурет. Бастырық (а) және қондырма(б) бұрандама қысқыш:

1 — сап; 2 — бұранда; 3 — сомын; 4 — тірек; 5 — тұрқы;
6 — таяныш; 7 — берілген күйде бекітілген бөлшектер; 8 — талреп

Ірі габаритті жайма құрылымдарды пісіру үшін әр түрлі кезеулеткіштерді, текшелерді, жиектеуіштерді қолданады. Жинақтаушы аспаптар, кезеулеткіш және жиектеуіштерден басқа құрылым бөлшектерінің және элементтерін зара орналастырып бекіту үшін доғалы пісірумен орындалған жиі тұтқыштарды (қысқа жіктер) қолдынылады. Тұтқыш жіктердің ұзындығы әдетте 10... 100 мм.

Тұтқыштардың қималары негізгі жіктердің тиесілі өлшемдерінің 1/3 аспауы тиіс (пісірілетін металдың қалыңдығы 5 мм артық болса). Тұтқыштардың бетін қокыс пен ластанудан сақтау қажет. Ақау тапса оларды қажақты құралмен жояды және тұтқыштарды қайтадан орындайды.

Пісірумен жиналған бұйымдарды түйісетін және габаритті өлшемдері бойынша бақылайды. Пісіруден кейін бұйымдар пісіру жіктері мен олардың өлшемдеріне қойылатын талаптары көрсетілген пісіру бұйымына қойылатын техникалық шарттармен бақылайды.

Пісіру режимін таңдау. Пісіру режимі дегеніміз – доғаның жануы және берілген өлшемді, пішінді және қасиетті жіктерді алуы қамтамасыз етілетін көрсеткіштердің жиынтығы. Режим көрсеткіштері негізгі және қосымша болып бөлінеді. Негізгі көрсеткіштерге: электродтың диаметрі, пісіру тоғының күші, тегі және кереғарлығы, доғаның кернеуі; ал қосымшаларға – жабынның құрамы мен қалыңдығы, кеңістіктегі жіктің орналасуы, өту саны жатады.

Электродтар диаметрін металдың қалыңдығына, жік катетіне, кеңістіктегі жіктің орналасуына қарай таңдайды. Төменнен жікті пісіру кезіндегі металдың қалыңдығы S электрод диаметрінің d арасындағы қатынас келесідей:

$S, \text{мм}$	1...2	3...4	5... 10	12...24	30...60
$d, \text{мм}$	2.3	3.4	4.5	5.6	6-дан артық

Тік, көлденең және төбе жіктерді пісірілетін металдың қалыңдығына қарамастан, кішкене диаметрлі (4 мм) электродтармен орындайды, өйткені, бұл кезде пісіру астауынан сұйық метал мен қождың ағуы аздау.

Пісіру тоғының көлемін, әдетте, таңдалған электрод диаметріне қарай қондырады. Жіктерді төменнен пісіру кезде оны эмпирикалық формула арқылы есептейді:

$$I_A = Kd, \quad (4.1)$$

мұнда K — электрод диаметріне тәуелді коэффициент; d — электрод диаметрі, мм.

Коэффициент K_d қарай келесі шектерде өзгереді:

$d, \text{мм}$	2	3	4	5	6
K	25... 30	30... 45	35... 50	40...45	45...60

Көлденең жазықтықта пісіру кезінде тоқты 10.. . 15%, ал төбедегі жайында — на 15... 20% птөменгі жайға таңалған көрсеткішке қарай азайтады. Тоқтың тегін және кереғарлығын пісірілетін металдың түріне және қалыңдығына қарай орнатады. Кері керғарлы тұрақты токпен пісіру кезінде электродта молырақ жылу бөлінеді. Жайма болатты түйіс жалғасты қолмен пісіру режимі 4.3 кестеде көрсетілген.

Қолмен доғалы пісіру кезінде доғаның кернеуі 20-дан 36 В өзгереді және режимді есептеу кезінде ережеленбейді. Қолмен пісіруді жіктің кез-келген кеңістікті жайында орындауға болады, дегенмен, төменгі жайдан пісіру артық көріледі.

Жікті орындау әдістері. Қолмен доғалы пісіру технологиясы келесідей операцияларды орындауды қарастырады: доғаның қозуы, пісіру барысында электродтың орын ауыстыруы, тәртібі пісіру жалғастарына тәуелді жік салу.

Пісіру кезінде доғаның тұрақты ұзындығын қамтамасыз ету қажет. Доғаның ұзындығы пісіру жігінің сапасына және оның геометриялық пішініне біршама әсер етеді. Ұзын доға балқытылатын металдың қарқынды қышқылдануы мен азотталуына септігін тигізеді, шашырауды арттырады, ал негізгі түрлі қаптамалы жлектродпен пісіру кезінде металдың кеуектілігіне әкеледі.

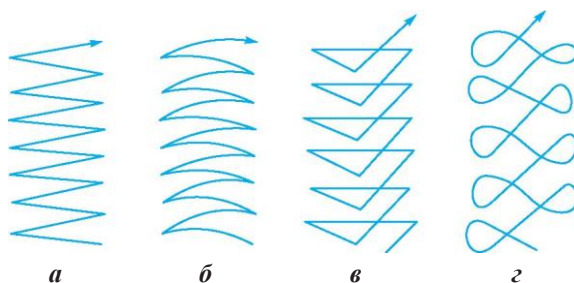
4.3 Кесте. Болат жайманың түйіс жалғастарын доғалы пісіру (төменгі жайдан) режимдері.

Жайманың қалыңдығы, мм	Электрод диаметрі, мм	Пісіру тоғы, А	Жайманың қалыңдығы, мм	Электрод диаметрі, мм	Пісіру тоғы, А
1... 4	1,5	25.40	6.12	4	160.200
	2	60.70		5	220.280
3	3	100.140	13 и более	5	220.280
4.5	3	100.140		6	280.340
	4	160.200		7	350.400

Пісіру жігін жасау үшін үш қозғалыстың қисындастырулары болып табылатын күрделі қозғалыс беріледі. Біріншісі – оның балқу жылдамдылығымен өзінің осіне қарай, белгілі бір доға ұзындығын қамтамасыз ететін ілгерілемелі қозғалысы. Екіншісі – пісіру жылдамдығымен орындалатын электродтың жіктің осі бойы қозғалысы. Осы екі қозғалыстың нәтижесінде ені диаметрдің 1,5 аспайтын жіңішке, жіпті деп аталатын жік пайда болады. Мұндай жіктермен жіңішке металды және көпқатпарлы (көпөтпелі) пісіру кезінде жік түбі пісіріледі. Үшінші қозғалыс – электродтың ұшының жіктің осіне кесе ауытқуы, бұл белгілі бір ені бар белдіктің ауытқуына, жиектерді жақсы пісіріміне және пісіру астауының сууын баялату үшін қажет. Электродтың жіктің осіне кесе ауытқу қозғалыстары (4.22 сурет) пішініне, өлшеміне және кеңістіктегі жіктің орналасуына қарай әр түрлі болуы мүмкін.

Доғаның үзілуі кезінде металда бейметалдық кірмелердің жиналуы және жарылулардың артықшылықты пайда болу кратері пайда болады. Доғаны қайта қосқанда, мысалға, электроды ауыстыруда, қатқан кратер металын қайта балқытып, тек содан кейін пісіру үдерісін жалғастыру қажет. Пісірудің кратерді пісірумен аяқтайды. Бұл үшін электродты доғаның табиғи үзілуіне дейін қозғалтпай ұстайды немесе доғаның ұзындығын тіпті жиі қысқа тұйықталуға дейін азайтып, сонан соң лезде үзеді.

Жиек қиғаштығынсыз түйістіре пісіру кезінде жіктің жалғастың бір немесе екі жағынан кішкене кеңейтуі болуы тиіс. Бір немесе екі



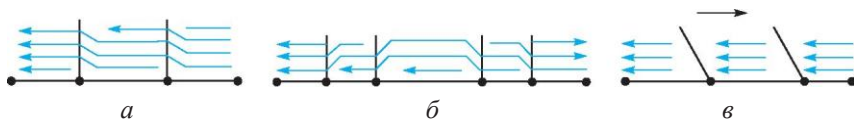
4.22 сурет. Қолмен доғалы пісіру кезіндегі электродтың ұшының жіктің осіне кесе ауытқуының траекториясы:
а, б — пісірудің жай тәртібі; в, з — жиектерді қарқынды ысыта пісіру

жиектің қиғаштығы бар түйіс жалғастарды бір не көпқатпарлы жіктермен пісіреді. Көпқатпарлы жіктермен пісіру кезінде доғаны жиектің қиғаш шетіне қоздырады, содан соң, оны төменге ауыстырып, жіктің түбін пісіреді. Жиек қағаштығында оларды жақсырақ пісіру үшін электродтың қозғалысын баяулатады. Доғаның бір жиектен екіншісіне көшу кезінде электродтың қозғалысын жиектер арасындағы саңылаудың күйіктеспесін болдырмау үшін арттырады.

Көпқатпарлы жіктерді пісіруді жіктің түбін диаметрі 4 мм апайтын электродпен мұқият пісіруден бастайды, одан кейінгі жіктерді кеңейтілген белдіктермен, диаметрі көбірек электродтармен жабыстырады. Түйіс жіктерді пісірудегі қатпарлардың саны жайманың қалыңдығына қарай таңдалады :

Жайманың қалыңдығы, мм.	1—5	6	8	10	12	14	16	18
Қатпар саны	1	2	2—3	3—4	4	4—5	5—6	5—6

Қалыңдығы үлкен (25 мм астам) жауапты құрылымдардың жалғастарын пісіруді, көлемді кернеу пайда болғанда және жарылулардың пайда болу қаупі туғанда, жіктерді блоктармен немесе үзбей толтырудың арнайы тәсілдерін қолдану арқылы орындайды (4.23 сурет). Үзбей пісіру кезінде алдымен жиекті бөлшектеуде кішкене ұзындықты қатпарды (200..300 мм) жабыстырады, сонан соң, біріншіні жабатын және ұзындығы шамамен екі есе артық екінші қатпар жабыстырылады. Үшінші қатпар екіншіні жабады және одан 200.300 мм ұзынырақ. Осылайша қатпарларды бірінші қатпар үстіндегі кішкене аумақтағы бөлшектеу толтырылғанша жабыстырады. Осылайша, пісіру зонасы ұдайы ыстық күйде болады және осының арқасында жарылулардан сақталған. Блокты әдіс кезінде керіс көпқатпарлы жікті бөлек телімдермен, әрқайсысын толықтай жабыстыру арқылы жүзеге асырылатын сатылы пісіруді қолданады.

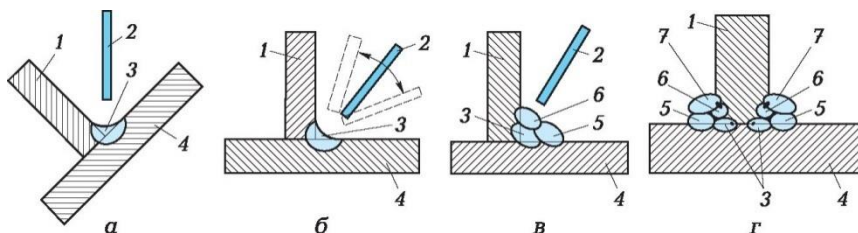


4.23 сурет. Жиектердің бөлшектеулерін толтыру әдістері:

a, б — тиісінше біржақты және екіжақты үзбеумен; *в* — блоктармен

Бұрыштық жіктерді бұрыштық, таңбалы және айқасқан жалғастарды пісіруде қолданады. Бұрыштық жіктерді пісіру «қайықшамен» немесе көлбеу электродпен өткізеді.

Бұрыштық жіктерді «қайықшамен» пісіру кезінде жабыстырылған металл қабырға мен сөре арасында пайда болатын науашада орналасады. Бұл жіктің дұрыс қалыптасуын және оның түбінің және қабырғасының тілікшеленуінсіз жақсылап пісірілуі қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, бірбір өтім арқылы үлкен қималы жіктерді жабыстаруға мүмкіндік бар. Дегенмен, бөлшектерді «қайықша» күйіне орналастыру мүмкін бола бермейді (4.24, а сурет). Көбінесе, таңбалы жалғастарды бір бөлшек көлденең, ал екіншісі – тік орналасқан күйінде жабыстырады. Мұндай күйде бұрыштық жіктерді пісіру көлбеу электродпен орындайды (4.24, б сурет). Осы кезде жіктің түбінің немесе көлденең бөлшектің жиектерінің толық емес балқытылуы болуы мүмкін. Пісірілмеуді болдырмау үшін доғаны көлденең сөреде жік шетінен 3...4 мм алшақтай отыра қоздырады. Содан соң, доғаны жіктің шыңына апарып, түбін жақсырақ пісіру үшін тоқтатады, содан кейін жоғары көтеріп тік сөрені пісіреді. Тап осыдай үдерісті электроды біршама алға ауыстыра отыра кері бағытта да қайталайды. Пісіру барысындағы электродтың көлбеу бұрышы доғаны қай жерде жанып тұрғанына байланысты өзгертеді. Пісіру үдерісін тік қабырғада бастауға болмайды, себебі электродтағы балқытылған металл суық көлденең сөренің үстеліне тамшылайды,



4.24 сурет. Т-тәрізді аркалық темірдің бұрыштық жалғастарын пісіру :

а — «қайықшамен» бірқатпарлы жікпен; б — электрод ауытқуымен бірқатпарлы жікпен; в — көпқатпарлы жікпен; г — екі көпқатпарлы жікпен; 1 — қабырға; 2 — электрод; 3 — түпкі (бірінші) қатпар; 4 — сөре; 5, 6 — жіктің бірінші және екінші қатпары; 7 — төртінші қатпар; ----- электродтың дәйекті орналасуы

нәтижесінде пісірілмеу пайда болады. Тік қабырғада тілікше пайда болуы мүмкін.

Қопқатпарлы пісіруде түбін жақсылап пісіру үшін бірінші қатпарды жіңішке немесе жіпті жікпен қалыңдығы 3...4 мм ауытқымайтын электродпен орындайды. 8 мм астам катеті бар жіктерді жабыстыруда пісіруді екі және одан да артық қатпармен жүргізеді (4.24 в сурет)

Бұрыштық жіктерді пісіруде қатпарлардың саны пісірілетін металдың қалыңдығына байланысты:

Пісірілетін металдың

қалыңдығы, мм.....	1...5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Қатпарлар саны.....	1	1	1, 2	2	2, 3	3, 4	5	5, 6	5, 6	6, 7

Тік элементтің жиектерінің біржақты не екіжақты қиғаштығындағы бұрыштық жіктерін (4.24,г сурет) бір немесе бірнеше қатпармен пісірілетін металдың қалыңдығына қарай пісіреді.

0,5.3 мм жаймаларды пісіру кезінде металды электр жоғасымен өткел балқытып (күйіктеспе) оны әрі қарай пісіруге қиын болатын саңылаулар пайда болуы мүмкін. Сонымен қатар, жиектердің қызуын қадағалау қиындықтары кесірінен күйіктеспелерден бөлек, мұндай жіктерде шалапісірілімдер, қаяулар және т.б. пайда болады. Жұқа жаймалы металды қажетті сапалы пісіру үшін жиектерді ашуды немесе уақытша жылу әкетуші төсеніштерді, қалатын төсеніштерді немесе балқымалы элементтерді, арнайы жабыны бар электродтарды және арнайы пісіру жабықтарын қолданады.

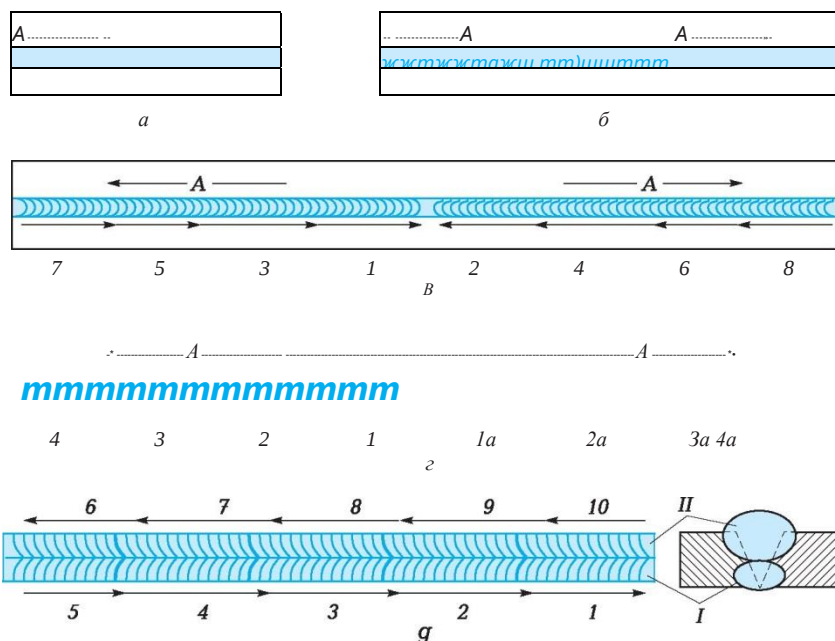
4.4 кесте. Жұқа жаймалы болаттың түйіс жалғастарын пісіру режимдері

Жайма қалыңдығы, мм	Электрод диаметрі, мм	Пісіру тоғы, А	Жайма қалыңдығы, мм	Электрод диаметрі, мм	Пісіру тоғы, А
0,5	i	$0 \frac{0}{Z}$	2	2,5	50.65
i	1,6...2,0	30.35	2,5	2,5.3,0	65.100
1,5	2	35.45			

Жұқа жаймалы болатты пісіру кезінде электродтың диаметрін және тоқтың көлемін таңдау үшін 4.4 кестені қолдануға болады.

Уақытша жылу әкетуші төсеніштер ретінде шомбал мыс және қола тақталары (кесектері) қолданылады. Аралық жинауды саңылаусыз, пісірілетін жаймаларды төсенішке тығыз жабысып тұруын қамтамасыз ете отыра жүзеге асырады.

Қашықтығы бойынша жіктерді қысқа — 300... 350 мм, орташа — 350.1 000 мм және ұзын — 1 000 мм астам деп бөледі. Қысқа жіктерді бір шетінен екіншісі «өткелге» пісіреді; орташа жіктерді — жалғастың ортасынан соңына; ұзын жіктерді — кері сатылы әдіс арқылы пісіреді, бұл кезде пісіру жігін бірінен соң бірі орналасқан телімдер бойынша жіктің артылысына кері бағытта (4.25 сурет) орындайды



4.25 сурет. Жіктерді орындау әдістері:

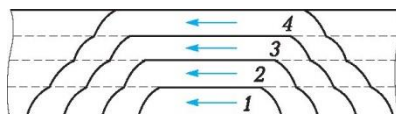
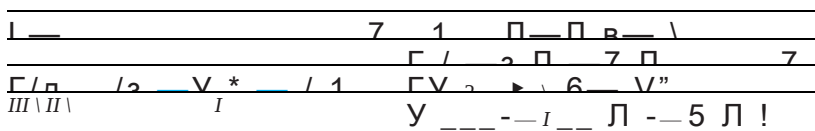
a — «өткелге» пісіру; $б$ — ортасынан соңына пісіру; $в$ — созымалы жіктерді керісатылы пісіру арқылы; 1—10, 1а—4а — электродтың пісіру бағытына қарай қозғалысы (сызықтармен көрсетілген); A — пісірудің жалпы бағыты; I , II — жік қатпарлары

Сатының (телімнің) ұзындығы — 100... 350 мм (жұқа металды пісіруде сатылар қысқа, ал қалың металды пісіруде - ұзынырақ).

Керісатылы пісіруді жалпы А бағытында ортасынан соңына қарай жүргізеді. Пісіру бір немесе екі пісірушімен жүргізілуі мүмкін (4.25, г сурет, телімдер 1, 1а, 2, 2а). Көпқатпарлы жіктерді орындауда да керісатылы тәсіл қолданылады; жоғары жатқан қатпарлардың сыбайлас телімдерін төмен жатқан жіктерді пісіруге кері бағытта пісіреді. Сыбайлас телімдер жіктерінің ұшы 25. 30 мм. жылжуы тиіс.

Металдың қалыңдығы артқан сайын (15.20 мм астам) пісіру жалғастарында көлемді пісіру кернеуі артады, олар жіктерде тілімдердің пайда болу және даму қаупін тудырады. Мұндай жағдайдан сақтану үшін, қалың жаймалы металды пісіруді әр түрлі тәсілдер арқылы жүргізеді (4.26 сурет). Қалыңдығы 15.20 мм металды екі қатпарлы тәсіл арқылы пісіреді. Телімде (4.26,а сурет) ұзындығы 250.300 мм болатын бірінші жікті жабыстырады, лезде қождан тазалап, бірінші қатпардың ыстық металына (температурой 150.200 °С төмен болмайтын) екінші қатпарды жабады. II, III және т.б. телімдерді тап осылай жікті пісіреді.

Қалыңдығы 25.25 мм және одан астам металды блоктармен не каскадпен (секциямен) пісіреді. Блоктармен пісіру кезінде (4.26, б сурет) көпқатпарлы жік бөлек телімдермен орындайды, ал олардың арасындағы аралықтарды барлық жікті пісіру аяқталғанға дейін толтырады. Каскадпен пісіруде (4.26, в сурет) көпқатпарлы жіктің әр келесі телімі бұрынғы қатпарды немесе оның бөлігін қайта жабады.



В

4.26 сурет. Қалыңдығы үлкен метал бөлшектерін пісіру:

а — екі қатпармен; б — блоктармен; в — каскадпен; I— III — пісіру жіктерінің телімі; 1 — 8 — әр түрлі әдістермен пісіруді орындау дәйектілігі

Жиектерді U-тәріздес дайындықта каскадты пісірудің секциясының ұзындығы 300...400 мм, X-тәріздес дайындықта – 500..800 мм. секциясының әр қатпарын ұзындығы 150,200 мм болатын сатыларға бөледі және пісіруді керісатылы әдіспен орындайды. Металдың қалыңдығын арттырғанда секцияның ұзындығын қысқартады. Қалыңдығы 30 мм және ода настам металды жалғастың екі қарам-қарсы жағында отырған бір уақытта екі дәнекерлеуші пісіреді.

Әр түрлі кеңістікті жағдайдағы пісірудің ерекшеліктері. Кеңістікте жіктердің орналасуының келесідей негізгі түрлерін ажыратады: төменгі, тік, көлденең (тік жазықтықта) және төбелік. Кеңістікте орналасуына қарай, жіктің білігінің қалыптасу жағдайы, оның сырт келбеті және сапасы және де пісірудің өнімділігі біраз өзгереді.

Төменгі күйде пісіру ең ығайлысы, өйткені электродты металл тамшылары өз салмағының ауырлығынан пісіру астауына жеңіл көшеді және сұйық металл одан ағып кетпейді. Пісіру кезінде электродты пісіруге 10.20° бұрышта көлбеулетеді.

Тік күйде пісіру кезінде балқыған металл төменге ағып кетуге ұмтылады, сондықтан тік жіктерді өте қысқа ддоғамен төменнен жоғары да жоғарыдан төмен де орындайды. Бірінші жағдайда доға орналасқан тік жаймаларға қатысты ең төменгі нүктеде қозады. Сұйық металл астауының құрылуынан соң, алғашқыда көлденең қондырылған электродты біршама жоғары апарады. Сонымен бірге жіктің суыған металда металдың келесі тамшыларын ұстап қалатын сөрелер пайда болады. Астаудан сұйық металдың ағып кетуін болдырмау үшін электродпен жіктің осіне көлденең жоғары бұра отыра ауытқымалы қозғалыстарды ретімен екі жаққа да жасау қажет.

Жоғарыдан төмен қарай пісіруді металдың аз қалыңдығында немесе көпқатпарлы пісіру кезінде бірінші қатпарды жабыстыру кезінде қолданады. Бұл кезде доғаның астына ағатын сұйық металл өтпелі саңылаулардың пайда болуы мүмкіндігін азайтады. Сұйық металл астауы пайда болғаннан соң, электроды 15.20° доғасы негізгі және жабыстырылған бағытталып, жабыстырылған болатындай етіп көлбейді.

Жіктің қалыптасу жағдайын жақсарту үшін, ауытқу амплитудасы аз, ал балқыған метал тамшылары төменге ақпауы үшін доға – өте қысқа болуы тиіс.

Қалыңдығы мол металдағы жиектердің Х-тәріздес дайындығы бар тік жіктерді жоғарғы жағынан бастап пісіреді. Екі дәнекерлеуші жұмыс істегенде, біреуі пісірілетін секцияда бірінші қатпарды орындайды және лезде жалғастың басқа жағынан жіктің түбін алып тастайды, ал екіншісі өзі секциясының жағында орналасқан барлық жіктерді салады. Тап осы дәйектілікте барлық алдыңғы секцияларды пісіреді. Пісіруді үзіліссіз алдыңғы ыстық қатпардың үстіне жүргізеді.

Көлденең жағдайда жіктерді орындауда сұйық металдың ағуының алдын алу үшін жиектердің қиғаштығын әдетте тек жоғарғы бөлшекте жасайды. Бұл кезде доға төменгі көлденең жиекте қозады, содан соң бөлшектердің мұқалтуына көшеді және әрі қарай жоғары жиекке ағатын метал тамшысын жоғарыға әкетеді. Электродпен ауытқу қозғалыстарды шиыршық бойымен орындайды. Көлденең пісіру жіктерімен түйіске қарағанда, айқасқан жалғасты орындау жеңіл, себебі, жайманың көлденең жиегі балқыған металды төменге ағудан тоқтатуға септігін тигізеді. Ұзындығы үлкен көлденең жіктер жиектерді Х-тәріздес дайындау (бір жиектің екі симметриялық қиғаштығы, әдетте жоғары) екі дәнекерлеуші аталған телімде екі жақты жікті бір ауысымда орындай алатындай етіп телімдерге бөледі.

Төбедегі жағдайда жіктерді орындау – еңбекті мол қажет ететін операция, өйткені, атртылыс күші металды электродтан пісіру астауына көшіруге кедергі болады, ал балқыған металл астаудан төмен ағып кетуге душар. Нәтижесінде, пісіру барысында пісіру астауының көлемін кішкене қылуға ұмтылу қажет. Бұған диаметрі кішкене (3...4 мм аспайтын) электродтарды және кішкентай пісіру тоғын қолдану арқылы қол жеткізеді. Сапалы жікті алудың негізгі шарты – электродты астаудағы сұйық металмен қайта-қайта қысқы тұйықталу арқылы ең қысқа доғаны ұстап отыру. Тұйықталу кезінде металл тамшысы беткей кернеу күштерінің әсерінен пісіру астауына кері тартылады. Электродты жою кезінде доға сөнеді және металл жігі қатайды. Қатарлас уақытта электродқа жікке көлденең ауытқымалы қозғалыстар хабараланады. Бөлшек бетіне деген электродтың көлбеуі пісіру бағытына қарай 70.80° болуы тиіс.

Қаптамалы электродты қол пісірудің өнімділік деңгейін арттыру әдістері. Қаптамалы электродты қол пісірудің өнімділік деңгейін арттырудың көптеген әдістері бар. Олардың ішіндегі ең тиімдісі – жабын құрамына темір ұнтағын енгізу, ал бұл жабыстыру коэффициентінің 18 г/(А·ч) артуына әкеледі және кәдімгі электродтармен пісірумен салыстырғанда әлдеқайда өнімді болып келеді. Бұл кезде жікті жасауда тек электрод өзегінің металлы ғана емес, жабын құрамына темір ұнтақ түрінде енгізілген металда қатысады. Мысалға, электродтардың рутилды жабынындағы темір ұнтақтың үлесін 20-дан 50...60% дейін арттырғанда төменгі жағдайдағы пісірудің өнімділігі шамамен 1,5 — 2 есе артады. Мұндай жабыны бар электродтарға АН-1, ОЗС-3 және басқаралары жатады. Олардың қолданылуы пісіру жұмыстарының өнімділігін біршама арттырады.

Еңбек өнімділігін арттырудың басқа әдісі – терең кернеуі бар пісіру. Бұл кезде пісіруді электрод жабынының маңдайшасын пісірілетін металдың жиектеріне тіреп жүргізеді. Жабынның массасы өзектің диаметріне электрод диаметрінің 1,5,1,6 қатынаста өзек массасының 60.80% құрайды. Жік сызығына электроды 70.80° бұрышпен көлбеу нәтижесінде доғаның қысымы сұйық металды пісіру астауынан білікшеге қарай ығыстырады. Бұл кезде балқыту тереңдігі артады, жік металындағы электродты металдың үлесі азаяды, және осының нәтижесінде өнімділік артады. Осылайша, біржақты аралық пісіруді қалыңдығы 8.10 мм болатын болат жаймалардың иектерін өңдеуінсіз және қалыңдығы 16.18 мм дейінгі жаймалардың екіжақты пісіруін орындауға мүмкіндік туады.

Пісіру үдерісінде алма-кезекжанып тұратын үш пісіру доғасы әрекет етеді: екі электрод және негізгі металл арасында, және біреуі электродтар арасында. Бөлінетін жылудың көлемі және сәйкесінше өнімділік бірфазалы доғамен пісірумен салыстырғанда 2-3 есе артады.

Көлбеу электродпен пісіру де еңбек өнімділігін арттыруға көмектеседі. Бұл әдіс кезінде пісірілетін металдан электрлі оқшауланған қарнақтан, және пісіру доғасының нәрлендіру көзінен ток тартылатын құрсаудан тұратын аспап қолданылады. Балқытын жабынды электродты пісірілетін жиектер бойымен көлбеу қондырады және электродтың балку кезінде ауырлық күшінің әсерінен қарнақта сырғанайтын құрсауда бекітеді.

Және де доға қарнаққа қарай бағытта жылжып, жік пайда болады.

Әдетте доғаны электрод өзегін пісірілетін металға қосымша бұрыштық электрод арқылы тұйықтау арқылы оттандырады, содан соң доғаның жануы және электродтың балқуы дәнекерлеуші қатысуынсыз ерікті жүреді. Бұл әдіс кезінде серіппелі аспаптарды немесе біріктірілген құрылғыларды қолданады. Қарнақ немесе серіппелі аспаптың базасын бекіту үшін бұрандама қысқыштарды не тұрақты магниттерді қолданады. Электродтың диаметрі 4...8 мм кезінде оның ұзындығы 450...1000 мм құрайды; диаметрі 6.10 мм болса – 700.1200 мм. Электродың көлбеу бұрышы қарнақты аспапты қолдану кезінде 25.30° тең, серіппелі – 5.10° . пісіру тоғын электродтың 1 мм диаметріне 40.45 А қатынасында таңдайды. Ұзын өлшемді жіктерді пісірілетін жиектер бойына бірнеше аспаптарды қондыру кезінде орындайды. Бір дәнекерлеуі бір уақытта үш-төрт орынға қызмет көрсете алады, және де қолмен пісірумен салыстырғанда өнімділік 2,5-3 есе артады.

Жатқан электродпен пісіру – өнімділікті арттырудың тағы бір тәсілі. Жабынды балқитын электрод пісірілетін жиектер бойынша жабылады. Доғаны бұрыштық электродпен немесе өзге бір тәсілмен тұтандырады. Доғаның ұрақты жануы өзін-өзі реттеу арқасында жүзеге асырылады.

Электродтар метал өзектен, жағылған жабын қатпарынан және бар дөңгелек не басқа пішінді қабықтан, үдерісті тұрақтандыруға арналған бойлық кілтесінен құралады. Электродың 4 және 8 мм диаметрі кезінде жабын қалыңдығы сәйкесінше 1,5 және 3 мм құрайды; электродтардың ұзындығы – 700.900 мм.

Тоқ әр 500.800 мм сайын қондырылған түйіспесі арқылы жеткізіледі. Олардың қондырылған жерлерінде электродтан жабынның беткі қатпарын тазалайды. Ұзын жіктер жасау үшін электрод өзектерін метал ендірмелермен қосады.

Көпқатпарлы пісіруді үш не одан да көп электродтарды жиек өңдемесіне немесе бұрышқа «қайықша» күйіне жаба отыра орындайды. Үдерітің тұрақтылығы үшін электродтарды жайма мыс жалатылған болат қаптамамен, астына қаптаманы жанудан сақтайтын қағаз төсей отыра жабады. Стандартты жабынды дара электродтармен пісіруде аталған қаптамаларды қолдану қажет.

Жатқан электродпен пісіру кезінде дәнекерлеуші бір уақытта бірнеше орындарға қызмет көрсетуі мүмкін, ал бұл өнімділікті көтереді.

4.3. ҚОРҒАУЫШ ГАЗДАРДАҒЫ БАЛҚИТЫН ЭЛЕКТРОДТАРМЕН ДОҒАЛЫ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Қорғауыш газдардағы балқитын электродтармен доғалы пісіру – бұл металдарды ұдайы балқымалы электрод және бөлшек арасындағы жанып тұратын электр доғасымен балқыту арқылы қосу процесі. Доғаның жану аймағы газ арқылы қорғалады. Қорғауыш газ және қозғалмалы балқитын электрод – осы үдерістің екі міндетті қатысушысы.

Көптеген металдар оттеппен қосылуға тұрақты беталысқа ие (оксид құрайды) және азотқа өте аз қосылады (нитрид құрайды). Оттек металдағы көміртекпен әрекеттеседі, және көміртек оксидін құрайды. Оксидтер және металл нитридтері және де көміртек оксиді жіктің металында ерігенде пісіру жігінің ақауларын тудырады. Балқыған металға атмосфераның әсері өте жоғары өткені онда 80 % азот және 20 % оттек бар. Қорғауыш газдың негізгі қызметі – балқытылған металды қоршаған атмосферамен байланысын болдырмау.

Пісіру астауын қорғаудан басқа, қорғауыш газ әсер етеді:

- Доғаның сипаттамасына;
- Электродты металды тасымалдау тәсіліне;
- Пісіру жігінің балқыту тереңдігі мен профіліне;
- Пісірудің өнімділігі;
- Күйдіруге бейіміне;
- Пісіру жігін тазалау шамасына.

Балқымалы электродпен пісіру кезінде жік негізгі металды балқыту және қосымша металды – электроды сымды балқыту нәтижесінде пайда болады, сондықтан жіктің пішіні мен өлшемі бәрінен бетер (пісіру жылдамдығы, электродтың кеістікте орналасуы және т.б.) балқыту сипатына және электроды металды пісіру астауына көшіруге тәуелді. Электродты металды көшіру сипаты

электрод материалымен, қорғауыш газ құрамымен, пісіру тоғының жиілігімен және өзге факторлар қатарымен анықталады.

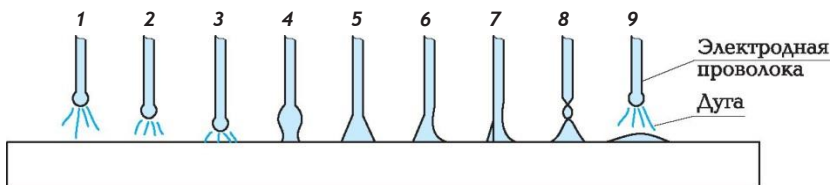
Балқытылған металды көшіру сипаты қорғауыш газда балқытылған электродпен пісіру кезінде пісіру жігінің қалыптасуына зор маңызға ие. Бұл үдерісті әр түрлі әдістермен басқару арқылы (арнайы пісіру үдерістерін қолдана отыра) әрдайым сапалы пісіру жалғастарын алуға болады. Қорғауыш газдарда балқытылған электродтармен пісіруде электроды балқыту және металды пісіру астауына көшірудің бірнеше негізгі режимдерін атауға болады:

- Шашыратпай, қысқа доғамен пісірудің циклді режимі;
- Оңтайландырылған қысқа доғамен пісіру режимі;
- Ірітамшылы пісіру режимі;
- Импульстік пісіру режимі;
- Металды бүріккіш көшіру режимі;
- Металдың айналмалы көшіру режимі (ротациялық көшіру).

Бүріккіш және ірітамшылы, және де үзіліссіз айналмалы металды көшіру режимдері доғаның салыстырмалы жоғары қуатымен байланысты. Олардың қолданылуы әдетте төменгі және көлденең күйде қалыңдығы 3 мм аспайтын металды пісірумен шектелген. Шашыратпай қысқа доғамен пісірудің циклді режимі төмен қуаттық көрсеткіштерге ие, бірақтан, қалыңдығы 3 мм дейінгі металды барлық кеңістіктік күйлерде пісіруге мүмкіндік береді.

Шашыратпай қысқа доғамен пісірудің циклді режимі (қайта-қайта қысқа тұйықталумен пісіру үдерісі). Аталған үдеріс диаметрі 0,5...1,6 мм электродты сымдармен кернеуі 15...22 В және тоғы 100.200 А қысқа доғада пісіруге сипатты. Кезекті қысқа тұйықталудан соң (4.27 суреттегі 8 және 9 сатылар) беткі керілістің күші балқыған металды электродың бүйіржағында тамшыға дейін керіп, оны дұрыс сфераға жақындатады (1-3 саты) және осылайша пісіру астауымен жайлап қосу үшін оң жағдай жасайды.

Үдерістің барлық сатыларында электродты сымның жеткізілу жылдамдығы тұрақты, ал балқу жылдамдығы өзгереді. 3-4 сатыларда ол жеткізу жылдамдығынан төмен, сондықтан тамшысы бар электродтын



4.27 сурет. Шашыратпай қысқа доғамен пісірудің циклдік режимі:
1—9 — үдеріс сатылары

бүйіржағы пісіру астауына (доға ұзындығы мен оның кернеуі азаяды) қысқа тұйықталу болғанша (4 саты) жақындайды. Қысқа тұйықталу кезінде балқыған электродты металдың тамшысы пісіру астауына көшеді. Әрі қарай үдеріс қайталады.

Қысқа тұйықталу кезінде пісіру тоғы 150..200 А дейін лезде өседі, нәтижесінде электромагнитті күштердің қысу әрекеті артады (6,7 сатылар), олар электрод пен бөлшек арасындағы сұйық металдың бөгетін үзеді. Тамшы, әдетте, бұзылып жан-жаққа ұшып, лезде ажыратылады, ал бұл ашырауға әкеледі. Сонымен қатар, мұндай көлемдегі ток астау мен тамшының арасында пайда болған жіңішке бөгетке өтуге тырысуы металдың ыршығына әкеледі.

Электродты металдың шашыруын азайту үшін өткізгіште қысқа тұйықталу кезінде пайда болатын қысқыш күшті бірсарынды қылу қажет. Бұл пісіру тоғының көзіне реттелетін индуктивтілік шарғысын енгізу арқылы жүзеге асырылады. Индуктивтілік көлемін қысқыш күштің өспелі жылдамдығын анықтайды.

Аз индуктивтілік кезінде тамшы тез әрі қатты қысылып электрод шашырата бастайды. Пісіру жігінің білігі дөңес болады. Пісіру доғасының температурасы төмен. Аз индуктивтілік тек ашық аймақтарды тұрақты доғамен пісіруде қолданылады.

Жоғары индуктивтілік кезінде біртіндеп пісіру астауына өтетін тамшының ажырау уақыты артады. Пісіру астауы сұйығырақ. Пісіру жігі жазық әрі таза, ал пісіру жігінің білікшесі — түзу болып шығады. Балқытудың үлкен тереңділігі қамтамасыз етіледі.

Пісірудің циклдік режиміндегі доғалық аралықтың кезеңдік тұйықталулардың жиілігі

90...450 с⁻¹ аралығында өзгеруі мүмкін. Электродты сымның әр диаметрі үшін (материалға, қорғауыш газға және т.б. байланысты) қысқа тұйықталумен пісіру үдерісі мүмкін болатын пісіру тоқтарының диапазоны бар. Аталған режим жіңішке жаймалы металды пісіруге ыңғайлы және барлық кеңістіктегі күйлерде ажртылай автоматы пісіруге жарамды. Үдерістің оңтайлы көрсеткіштері кезінде шашырауға электродты металды жоғалтуы 7% аспайды.

Оңтайландырылған қысқа доғамен пісіру режимі. Үдеріс қысқа доғамен циклді пісіру режимі мен пісіру сымын берудің өте жоғары жылдамдығының ұйқасынан құралған, ал бұл қысқа және күшті доғаны (доғадағы кернеу 26 В 300 А тоқта) қолдануға мүмкіндік береді. Аталған режимі ең төмен жылусалу және жіктің металын төмен оксидтеу арқылы пісіру қосындыларын алуға мүмкіндік береді.

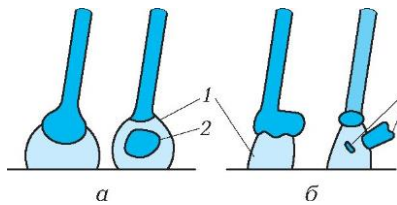
Пісірудің ірітамшылы режимі. Пісіру тоғының жиілігін және доғаның кернеуін арттыру (доғаның кернеуі 22-28 В дейін және тоқ 200-ден 290 А дейін) балқытудың сипатының өзгеруіне және электроды металдың көшірілуіне, қысқа тұйықталумен қысқа доғалы пісіруден сирек қысқа тұйықталу немесе тіпті тұйықталусыз үдеріске көшуге әкеледі. Пісіру астауына электроды металл тұрақты емес, көзге жақсы көрінетін әр түрлі көлемдегі бөлек ірі тамшылармен көшіріледі. Доғаның техникалық қасиеттері төмендейді, төбелік күйдегі пісіру қиындайды, ал электродты металдың қалдық және шашырауға шығындары 15%-ға дейін артады.

Пісірудің ірітамшылы режимі пісіру жігінің сапасыз қалыптасуымен сипатталады.

Оң электродтан қорғауыш газ түріне қарамастан, металды ірітамшылы көшіру тоқтың төмен жиілігінде жүргізіледі. Ірітамшылы көшіру даиметрі электродтан артық тамшы көлемімен сипатталады.

Инертті қорғауыш газдарды қолдануда электроды металды шышыратпай осеобағытталған көшіру жүзеге асырылады. Бұл кезде доғаның ұзындығы электрод балқытылған металға тиместен бұрын тамшының ажырауын кепілдендіретіндей жеткілікті болуы тиіс (4.28 сурет)

Көмірқышқыл газын ірітамшылы көшіру кезінде қорғаушы орта ретінде қолдану метал тамшыларын бағыттылмаған көшіруді береді. Бұл балқытылған тамшылардың түбіне электромагнитті итеруші әрекеттің нәтижесі болып табылады. Көмірқышқыл қорғау кезінде электродты сымның ұшы

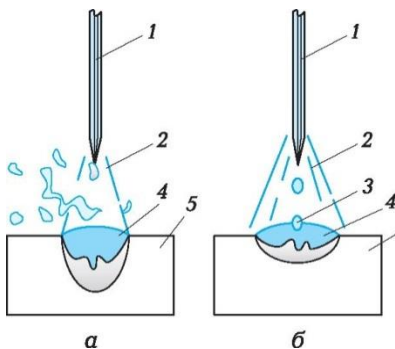


4.28 сурет. Пісіру кезінде металды ірітамшылы көшіру:
a — инертті газдарда пісіруде электродты металды бағытты көшіру; *б* — көмірқышқыл газымен пісіруде электродты металл тамшыларын бағытталмаған көшіру;
 1 — доға; 2 — металл тамшысы

балқытылған тамшы арқылы берілген доға жылуымен балқиды. Доға арқылы еркін қозғалатын пішінсіз шарлар түріндегі тамшылар қатты шашырау береді (4.29, *a* сурет). Пісіру жігі бұдыр, беті толқынды болып шығады.

Әдетте тұрақсыз доға сипатты сатыр-сұтырмен қосарлана жүреді. Шашыратуды азайту үшін электродтың ұшы металдың бетінде, бірақ доғамен жасалатын қуыст шегінде болуы қажет. Доғаны қуатының көп бөлігі төменге бағытталғандықтан, жік өте терең балқытуға ие.

Импульсивті пісіру режимі. Доғаны технологиялық қасиеттерін жақсарту үшін доғаларды қайта-қайта оның лезде қуатын өзгертеді



4.29 сурет. Электродты металдың ірітамшылы (*a*) және бүріккіш (*б*) көшірулер:
 1 — электродты сым; 2 — доға; 3 — металл тамшысы;
 4 — пісіру астауы; 5 — негізгі металл

(импульсивті-доғалы пісіру). Негізгі доғамен бөлінетін жылу электроды сымның оның берілу жылдамдығына тең жылдамдықпен балқыту үшін жеткілікті. Осының нәтижесінде, доғалық аралықтың ұзындығы азаяды.

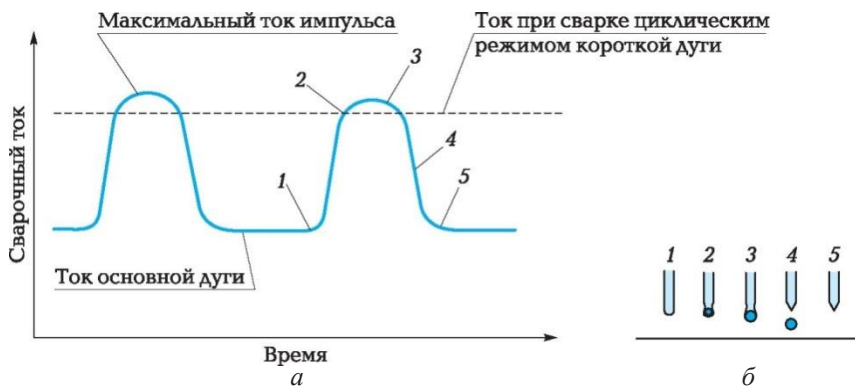
Тоқ импульсінің әсерінен ұшында тамшылардың қалыптасуын қамтамасыз ететін электродты жылдам балқуы жүреді. Электродинамикалық күштердің лезде өсуі тамшының мойынын тарылтады және оны кез-келген кеңістікті күйде пісіру астауына қарай лақтырады, яғни импульсивті пісіру режимі – бұл балқыған металдың тамшылары электр импульстарымен мәжбүрлі ажыратылатын режим. Соының арқасында, ірі тамшылы көшіруге қатысты тоқтарда сапалы пісіру жіктерін қалыптастыруға болады (шашыратпай доғамен пісірудің циклдік режимі іспеттес).

Импульсивті режим ұқсас не әр түрлі параметрлі импульстарды дара немесе топпен қолдануды қарастырады. Соңғы жағдайда бірінші импульстар электродтың балқуын жылдамдатады, ал содан кейінгілері электродты металдың тамшысын пісіру астауына лақтырады. Осының арқасында металл шашырамай кішкене тамшы бөліктерімен көшіріледі. Одан басқа, импульсті технологияны қолданудың арқасында пісіру асауының дірілі пайда болады, нәтижесінде, газ көпіршектері одан шығады және пісіру жіктері жоғары тығыздыққа ие болады.

Импульсивті пісіру режимінің тұрақтылығы негізгі көрсеткіштердің қатынасына (импульстар және үзілістердің көлемі мен ұзақтығы) байланысты. Негізгі доғаның және импульстің тоғын сәйкесінше таңдай отыра, электродты сымның балқу жылдамдығын арттыруға, жіктің көлемі мен пішінін өзгертуге, және де доғаның тұрақты жануы қамтамасыз етілетін пісіру тоғының төменгі шегін азайтуға болады.

Аталған тәсілдің артықшылығы – төмен жылу салу, ал бұл жұқа материалды пісіруде маңызды. Импульстік режим төменкөміртекті және азқоспалы болаттардың жоғары сапалы пісіруін қамтамасыз етеді. Алюминийді пісіруде даиметрі үлкен электродты сымбы қолдануға болады, бұл кезде төмен кеуектілігі қамтамасыз етіледі. Үдерістің негізгі кемшілігі – күрделі қорек блогы.

Импульсивті режим қысқа доғамен шашыратпай циклді пісіру режиміне қарағанда, балқытылатын металға жылу салудың жоғары көрсеткішін қамтамасыз етеді және доғадағы кернеуі 28-35 В және 300-350 А тоқ кезінде жүзеге асырылады.



4.30 сурет. Импульсивті пісіру режимі: уақытта пісіру тоғын өзгерту (а) және металды көшіру (б) (1 — 5 — пісіру тоғының мәніне қарай электродта тамшының қалыптасу сатылары)

4.30 суретте тоқтың өзгеру графигі және металды көшіру үдерісі көрсетілген.

Металдың бүріккіш көшірілу режимі. Кері полярлы пісіру тоғының жеткілікті түрде жоғары жиілігінде (импульсті немесе импульссіз) және инертті газдарда доғаның жануында (аргонның үлесі 80% кем емес) электродты металды өте ұсақ тамшылы көшірілуі байқалуы мүмкін. Оны бүріккіш деп те атайды, өйткені көзбен қарағанда балқытылған металл пісіру астауына электрод бүйіржағынан тоқтамсыз ағынмен ағатын сияқыт.

Тамшылар ағыны қатаң түрде электродтан пісіру астауына қарай өсіне қарай бғаттылаған, доға өте тұрақты әрі түзу, шашырау төмен (4.29, б сурет). Пісіру жігінің білікшесі жатық бетке ие.доға конус формасына ие болады, сондықтан балқытылатын металл беткі қосылуға ие болады. Балқыту тереңдігі қысқа доғамен пісірудің циклді режимінен артық, бірақ ірітамшылы көшіруден аз.

Шектік ток мәні электродты белсендіруде (оның бетінежеңілондалатын заттектерді жағуда) және оның ұшуының артуында азаяды. Қорғауш газдың құрамының өзгеруі де ықпал етеді. Мысалға, аргонға 5 % оттег қосу шектік тоқтың мәнін азайтады. Көрміртек газы арқылы пісіруде арнайы шараларды қолдануынсыз электродты материалдың бүріккіш көшіруі мүмкін емес;тік полярлы тоқты қолдану кезеңінде де оны алу мүмкін емес.

Бүріккіш көшіруге ауысуда, электродтан пісіру астауына бағыттағы газ бен металдың ағыны электромагнитті күштердің қысу әрекеті арасында лезде қарқындайды. Нәтижесінде, доға астындағы сұйық метал қаттамы азаяды, ал пісіру астауында жергілікті тереңдік пайда болады. Негізгі металға жылу беру артады, жік осі бойынша балқыту тереңдігі ұлғаяды. Бүріккіш көшіруде доға өте тұрақты – пісіру тоғының ауытқулары және кернеу байқалмайды.

Металдың бүріккіш көшіру үшін доғаның жіңішке бағаны және балқытын электродты сымның ұшталған ұшы тін. Балқытылған сымның металлы доға арқылы кішкене тамшылар түрінде (секунына бірнеше жүзге дейін) беріледі. Тамшылар диаметрі аз немесе электродтың диаметріне тең. Сымның еру жылдамдығы – 42...340 мм/с

Металдың бүріккіш көшірілуі тұрақтылығы жоғары доғада жүреді (доғадағы кернеу 28,40 В тоғы 290,450 а) және тоқтың жоғары мәнінде сапалы пісіру жіктерін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Аталған режим қалыңдығы 5 мм астам металдарды пісіруге арналған.

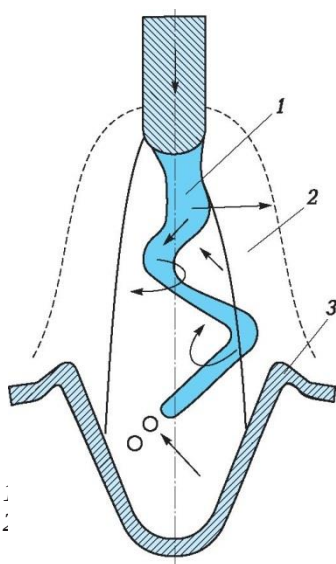
Металды үзіліссіз айналмалы көшіру режимі (ротациялық көшіру). Металды ротациялық көшіру балқытылытаны электродтың ұшінда сұйықтықтың ұзын бағанының қалыптасуы кезінде пайда болады. Өте үлкен тоқтың (доғадағы кернеу 40.50 В, ток 450.650 А) және электродының үлкен ұшуы кезінде нәтижесінде пайда болатын тамшының температурасының жоғарылығы сонша, тіпті электрод доғаның қатсуынсыз балқиды. Токжүргізуші мүштікке дейінші арақашықтық бұл кезде 25.35 мм құрайды. Көлденең мегниттік өрістің болуына байланысты, сұйықтық бағаны өз осі бойымен айналады және конустық кеңейеді (4.31 сурет). Тамшылар салыстырмалы түрде жазық және кең балқытуды жасайды.

Пісірілетін металға және ооның қалыңдығына қарай, қорғауыш газдар ретінде не инертті, не белсенді газдарды қолданады. Доғаның тұрақтығы және оның технологиялық қасиеттері кері кереғарлығындағы тоқты тұрақты қолдану кезінде жоғары. Тікелей кереғарлы тоқта жазылатын электродты металдың саны 25.30% артады, бірақ доғаның мүмкіндіктері азайып, металды шашыратуға жоғалту қаупі артады.

Аргон, гелий және осы инертті газдардың қосындысы түсті металдарды пісіруде міндетті түрде қолданылады, және сонымен қатар, жемір төзімді және төмен қоспаланған болатты пісіруде кең қолданылады. Аргон мен гелий арасындағы негізгі айырмашылық олардың тығыздылығымен, жылуөндіргіштігімен және доғамен қамтамасыз етілетін сипаттамаларымен байланысты. Аргонның тығыздығы шамамен ауаның тығыздығынан 1,4 есе артық, ал гелий ауадан 0,14 есе жеңіл. Пісіру астауын қорғау үшін ауыр газ тиімдірек, сондықтан пісіру астауын гелий газымен қорғау әсерін алу үшін 2-3 есе артық газ шығынын талап етеді.

Гелий аргонға қарағанда мол жылуөткізгіштікке ие, және гелий доғасындағы энергия біркелкі үйлестіріліген. Аргон доғасының плазмасы ортасында өте жоғары ал шеттерінде төмен энергиямен сипатталады. Бұл айырмашылық пісіру жігінің бейініне зор әсер етеді. Гелий доғасы терең, кең, парабодалық пісіру жігінің бейінін береді. Аргон доғасы жиі емшек тәрізді пісіру дігімен сипатталады (4.32 сурет).

Электродты сымды кез-келген жеткізу жылдамдығында аргон доғасындағы кернеу гелийдікіне қарағанда біршама аз болады.



4.31 сурет. Үзіліссіз айнаlmалы метал көшіруінің режимі:

— электродты сым;
— доға; 3 — пісіру астауы

Нәтижесінде, доғаның ұзындығы бойынша кернеу де азырақ өзгереді, ал бұл өз алдына доғаның зор тұрақтануына әкеледі. Аргон доғасы (төмен, және 80% аргон қосындысы) электродты металдың сорғалау тасымалын жүзеге асырады.

Гелий доғасы жұмыс диапазонында металдың ірітамшылы көшірілуін қамтамасыз етеді. Нәтижесінде, оған электродты металды қатты шашырату және балқытудың аз тереңдігі тән. Жеңілдіондалатын аргон доғаның тұтануын жеңілдетеді және кері кереғарлықпен пісіруде(электродта «плюс») пісіру жігінің өте таза бетін алуға мүмкіндік береді.

Көптеген жағдайда таза аргон түсті металдарды пісіруде қолданылады. Дегенмен, гелий доғасымен алынатын пісіру жігінің қажетті бейінін (терең, кең, парабодалық пішінді) аргон мен гелийді араластырып алуға болады. Сонымен қатар, электродты металды көшіру сипаты аргонды доғадағыдай болады.

Гелий мен аргонның қосылысы гелийдің 60..90% үлесінде негізгі металға ең жоғары жылусалу және балқуды жақсарту үшін қолданылады. Кейбір металдар үшін, мысалға, жемірілуге төзімді және төменқоспаланған болатта, көрміқышқыл газын гелийге ауыстыру жылусалуды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Себебі гелий - инертті газ болғандықтан, пісірілетін металдың қасиеттері өзгермейді,

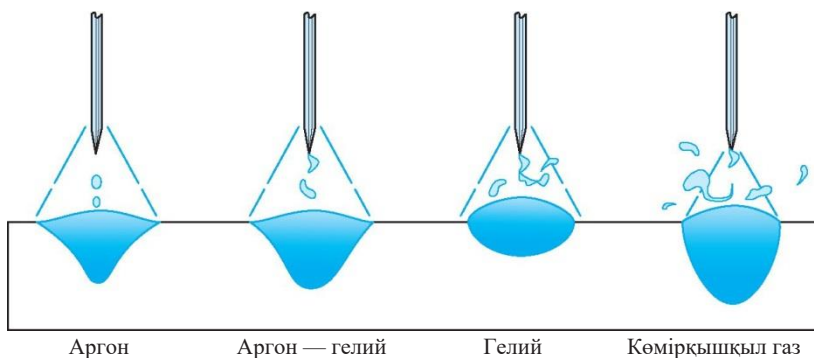


Рис. 4.32 сурет. Пісіру жігінің пішіндері және балқыту ретрендігі әр түрлі қорғау газдарында

Таза аргон және гелий қорғанысы түсті металдарды пісіруде керемет нәтиже береді. Қара металдарды пісіргенде шаруа әлдеқайда нашар. Гелий доғасы шашыратумен дүретін басқарылмайтын режимге көшуге ұмтылады. Аргон доғасы күйдіруге беталысы бар. Аргонға 5% оттектен немесе 3-10% көмірқышқыл газын қоссақ оның сипаттамаларын біраз жақсартады.

Инертті газға қосылатын оттектің және көмірқышқыл газының көлемі негізгі металдың беткі жағдайына (қақ болуы), пісіру жігінің талап етілетін бейіні, кеңістікте орналасуы және пісірілетін металдың химиялық құрамына байланысты. Әдетте 3% оттектен пен 9% көмірқышқыл газын қосу сапалы пісіру өткізу үшін жеткілікті. Аргонға көмірқышқыл газын қосу пісіру жігінің алмұрт тәріздес бейінін алуға мүмкіндік береді. Әр түрлі қолданылатын газдар және газ қоспалары туралы деректер 4.5, 4.6 кестелерде көрсетілген.

Кез-келген доғалы пісірудің түрі сияқты, балқитын элеткродпен пісіруқорғаныс мақсатында доғаны жағудан басталады. Доғаны жеңіл қосу үшін электрод (электродты сым) пісірілеті бетімен жақсы байланыс орнатады. Ол үшін пісірілетін бетте май, лас, қақ және өзге де байланысты тоқтататын басқа да заттектер болмауы тиіс. Сымның ұшуы 4.33 суретке қатысты қондыру қажет. Сымның ұшуын 4.33 суретке қатысты қондыруыңызға болады, себебі электродтың молырақ ұшуы кезінде доғаны анықтау қиын болады. Жанарғының көлбеу бұрышы 5...20° құрауы тиіс.

Жеткізіуші жең және пісіру кабелді (бөлек жеткізуде) жанарғымен жеңіл қолдану үшін иыққа ілген жөн. Жанарғыны дайындамаға апарып, бірақ оған жақындатпау шарт. Әрі қарай жәнекерлеу бетпердесін жауып, триггердің батырмасын басу қажет. Осылайша пісіру тізбегі қосылып, қорғау газының жеткізілуі қамтамасыз етіледі. Электродты сымды жеткізу қозғалтқышы электрод бөлшекпен байланысқа түскенше қосылмайды.

Жанарғыны бөлшекке қатысты, электродты сыммен беткі жағына «жырғандай» етіп тигіземіз. Сымның жабысуын болдырмау үшін, жанарғыны жылдам 10.15 мм пісірудің бағытына қарама қарсы бағытта тартып, оны көтеру қажет. Сым мен бұйым арасында байланыс орнаған сәттен, сымбы жеткізу механизмнің электр қозғалтқышы қосылады және триггер бастырмасы басылған сәттен жұмыс жасай береді.

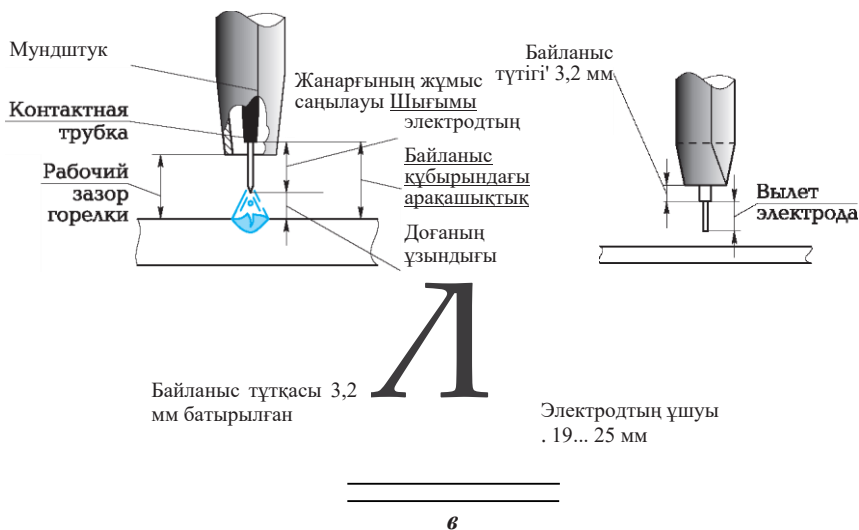
4.5 кесте. Шашыратпай қысқа доғамен пісірудің циклді режиміне қорғауыш газ бен газ қосындыларын таңдау

Пісірілетін металл	Қорғауыш газ	Қолдану нәтижесі
Көміртекті болат	75 % аргон + 25% көмірқышқыл газы	Қалыңдығы 3 мм дейін металды күйдірмей пісірудің жоғарыжылдамдығы, ең төмен түр өзгеру және шашырату.
		Қалыңдығы 3 мм астам металды пісіруде ең төмен шашырау, жазық пісіру жігі, пісіру астауын тікжәне төбелік күйінде жақсы басқару
	Көмірқышқыл газ	Глубокое проплавление, высокая скорость сварки
Жемірілуге төзімді болат	90 % гелий + 7,5 % аргон + 2,5 % көмірқышқыл газы	Балқытылған металдың қышқылдануының болмауы, жіңішке жік айналасы, күйдірудің болмауы бөлшектердің ең төмен өзгерістері.
Төмен қоспаланған болат	60... 70 % гелий + 25... 35 % аргон + 4... 5 % көмірқышқыл газы	Ең төмен реакциялық қаблет, жоғары соққы тұққырлығы, доғаның жоғары тұрақтылығы, жіктің жақсылап қалыптасуы, пісіру жігінің контуры бойынша шамалы тамшылар
	75 % аргон + 25% көмірқышқыл газы	Қажетті төзімділік, доғаның жоғары бекемдігі, пісіру жігінің контуры бойынша аздап тамшылар.
Алюминий және алюминий құйындылары, мыс және мыс құйындысы, никель және никелді құйынды, магний құйындылары	Аргон немесе аргон + гелий	Аргон жайма металды пісіруге арналған, аргон мен гелий қалыңдығы 3 мм астам металды пісіруге жарайды.

4.6 кесте. Қорғауыш газдарды және газ қосындыларын электродты металды бүріккіш көшіру үшін таңдау

Пісірілетін металл	Қорғауыш газ	Қолдану нәтижесі
Алюминий и алюминий құйындысы	Аргон	Доғаның жоғары тұрақтылығы және қалыңдығы 25 мм дейінгі бөлшектерді пісіруде жақсы жеткізу
	35 % аргон + 65 % гелий	Жоғары жылуенгізу, таза аргонмен пісіруге қарағанда, жіктің қалыптасуын жалғастыру; қалыңдығы 25..75мм бөлшектерді пісіруге арналған
	25 % аргон + 75 % гелий	Ең жоғары жылусалу, ең төмен кеуектілігі, қалыңдығы 75 мм астам бөлшектерді пісіруде қолданылады
Магний құйындысы	Аргон	Высокое качество шва
	Аргон + 1 ...5 % оттек	Доғаның жақсартылған тұрақтыығ, сұйықтау пісіру астауы, жік білікшесінен негізгі металға көші, ең төмен күйдірулер, таза аргонмен пісіруге қарағанда пісіру жылдамдығы артығырақ
	Аргон + 3... 10 % көмірқышқыл газы	Пісіру жігінің білікшесінің жақсы формасы, шашыраудың ең төменгі болуы

Төмен қоспаланған болат	Аргон + 2 % оттеқ	Күйдірудің ең төменгі ықтималдығы, пісіру жалғастарының жоғары ымқтылығы
Жемірілуге төзімді болат	Аргон + 1 % оттеқ	Доғаның жоғары тұрақтылығы, сұйығырақ пісіру астауы, пісіру жігін жақсылап қалыптастыру, күйдірудің пайда болудың ең төменгі ықтималдылығы
	Аргон + 2 % оттеқ	Доғаның тұрақтылығы мен пісіру жылдамдығының 1% оттеқ құрамына қарағанда, жоғары деңгейі; жұқа бөлшектері пісіруге арналған
Мыс, никельжәне олардың құйындысы	Аргон	Жікті жақсылап қалыптастыру, пісіру жігінің металының төмен аққыштығы; қалыңдығы 3 мм бөлшектері пісіру үшін қолданылады.
	Аргон + 50... 75 % гелия	Артық жылусалу
Титан	Аргон	Жоғаның жоғары тұрақтылығы, пісіру жігінің металының ең төменгі ластануы; екінші жағынанжікті инертті газбен қорғауд талап етпейді



4.33 сурет. Пісіру жанарғысының мүштігінен электродты сымның шығуы (а), байланыс тұтқасының жанарғы шүмегінде қысқа доғамен пісірудің циклді режимінде орналасуы (б) және металды бүркікш көшіру(в)

Дұрыс қондырылған доға жұмсақ, ызың дыбысқа ие. Электродты сымды жеткізу жылдамдығын реттеу доға бұрыс дыбыс шығарғанда ғана қажет. Мысалға, қатты сатыр-сұтыр сымның жеткізу жылдамдығы жоғары екендігін көрсетеді. Сым пісіру астауына тиеді және қысқа уақытқа сөнөді. Жұмыс тәжірибесін жинай отыра, доғаның ұзындығын дыбысы арқылы оңай ажырату қабілеті келеді,

Доғаны сөндіру үшін триггер батырмасын жіберу қажет. Бұл пісіру тізбегін сөндіріп, электродты жіберу қозғалтқышы тоқтайды. Егер пісіру кезінде электродтың жабысуы орын алса, триггердің батырмасын жіберіп және қырларын кескішпен сымды тістеді.

Қорғау газында пісіру кезінде балкитын электродтарға пісірілетін бөлшектеріне қарай жанарғыны орналасады. Егер пісірілетін бөлшектер қалыңдығы бойынша тең болса, онда жанарғы мен бөлшектер арасындағы көлденең бұрыш 90° болуы тиіс. Егер бөлшектер қалыңдығы бойынша әр түрлі болса, онда жанарғыны жұқа металға қарай көлбейді (көлденең бұрыш азаяды). Қима бұрышы электродты металдың тасымалдау сипатына қарай $5...25^\circ$ шегінде болуы тиіс.

Пісіру бұрышпен алға да, артқа да өткізілуі мүмкін. Бұрышпен артқа пісіру дегеніміз –электродты сымның берілуі жанарғының орын ауыстыруына кара қарсы бағытта болатындай етіп жанарғыны қондыру. Бұрышпен пісіру – бұл электродты сымды беру бағыты жанарғының қозғалысының бағытымен сәйкес келетіндігін білдіреді. Пісіру әдісін өзгерту үшін жанарғының қозғалыс бағыты өзгертудің қажеті жоқ, тек оның көлбеуін көлденең бағытта өзгертсе жарайды.

Пісіру жанарғысының қозғалыс жылдамдығы пісіру жылдамдығын анықтайды, ол минутына метрмен анықталады. Пісіру жылдамдығына ықпал етеді:

- Пісірілетін бұйымның қалыңдығы (металдың қалыңдығы артқан сайын пісіру жылдамдығы азаяды, және керісінше);
- Электродты сымды жеткізу жылдамдығы (жеткізу жылдамдығын арттыра отыра пісіру жылдамдығы да артады);
- Пісіру бағыты (бұрышпен алға қарай пісіруде пісіру жылдамдығы жоғарырақ).

Бұрышпен артқа пісіру кезінде доғаның жоғары тұрақтылығы және аз шашырау қамтамасы етіледі. Бұрышпен артқа пісіру қалың металды қосу үшін қолданылады; және де балқытудың тереңкөрсеткішіне қол жеткізіледі. Сонымен қатар, пісіруші пісіру астауын көріп отырады, ал бұл пісіру сапасын арттырады. Бұрышпен алдыға пісіру жұқа металды қосу үшін қолданылады. Бұл кезде балкудың аз тереңдігі қамтамасыз етіледі, дегенмен, пісіру жылдамдығы жоғарырақ.

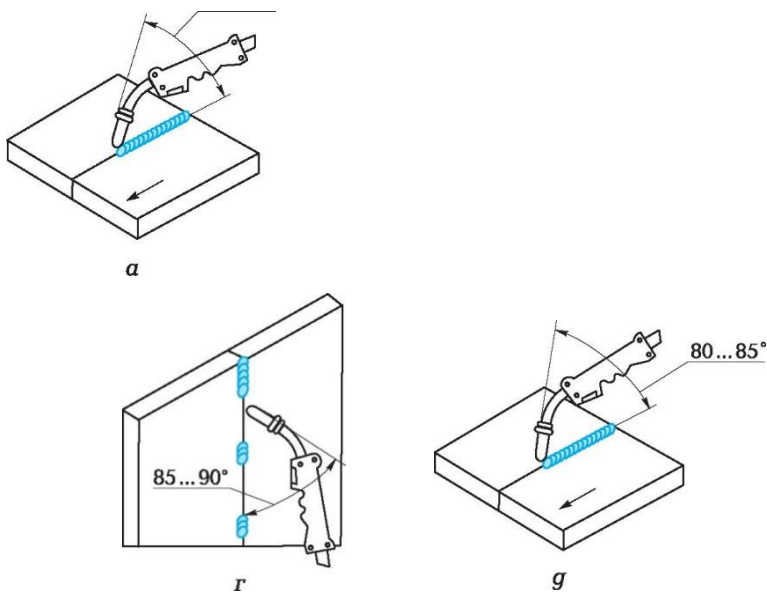
Пісіруді төменгі күйден орындаған жеңіл, әсіресе пісіру қосылысының сапасы ең жақсы болып шығады. Төменгі күйде балқыған металдың жайылыуы және газ қорғанышы жақсырақ. . төменгі күйдегі пісіруді иемдене отыра, оны өзге де кеңістікті жағдайларда өткізуге болады. Көлденең, тік төменнен жоғары қарай және тік жоғарыдан төмен қарай пісіру 10% азайтылған пісіру тоғында жүргізіледі. 4.34 суретте пісіру жанарғысының әр түрлі кеңістікті күйден пісіру кезіндегі қажетті көлбеу бұрышы көрсетілген, ал 4.35 суретте – көпөтпелі пісіру жігін орындау кезінде білікшелерді салу тәртібі бейнеленген.

Бұрыштық жіктерді тігуде пісіру жанарғысының көлбеу бұрышы 45° тең болуы тиіс. Түйіс жіктерді пісіруде осы бұрыш бірнеше градуусты құрауы тиіс. Әйтпесе, түйістің бүйір жағындағы металдың балкуы

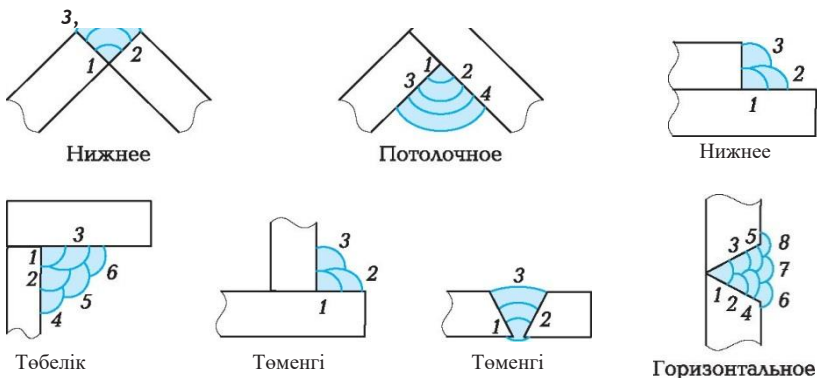
төмендеп кетеді және нәтижесінде жіктің металының және негізгі металдың қосылуы орынд алуы мүмкін.

Тік күйде пісіру жоғарыдан төмен де, төменнен жоғарыда жүргізілуі мүмкін, бірақ мұнда маңыздысы – жанарғының орналасуы. Пісіру металдың толықтай балқауын қамтамасыз ететін жағдайда өтуі тиіс. Доға пісіру астауының алдың шетінде орналасуы тиіс.

Балқыту — негізгі металды балқыту тереңдігі. Пісіру тоғының көлемі балқыту тереңдігіне ықпал ететін негізгі көрсеткіш. Тоқтың азаюы не көбеюін сәйкесінше балқыту тереңдігінің азаюы және ұлғаюы. Балқыту тереңдігін жанарғының тұрақты қозғалыс жылдамдығы кезіндегі электродты сымның жеткізілуі жылдамдығын арттыруға болады. Бұл кезде доғаның ұзындығы қысқарады және сәйкесінше, пісіру тоғы және т.б. артады, яғни балқыту тереңдігін өзгертуге болады



4.34 сурет. Қысқа доғамен циклді пісіру кезінде әр түрлі жіктерді төменгі және тік күйде әр түрлі тігісі жіктерін орындауда (а—г) металды бүріккіш өкшіру кезіндегі (д) пісіру жанарғысының көлбеуі



4.35 сурет. Төменгі, төбелік және көлденең күйлерде көпөтпелі жікті орыдау кезіндегі білікшелерді жабыстыру тәртібі (сандар білікшелері жабыстыру кезектілігін білдіреді).

Пісірудің қалған көрсеткіштерін өзгерту балқыту тереңдігіне біршама әсер етеді. Кернеудің төмендеуімен балқыту тереңдігі азаяды және керісінше. Доғаның тұрақсыздығы балқыту тереңдігіне кедергі жасайды.

Пісіру жанарғысының қозғалу жылдамдығының өзгеруі, яғни пісіру жылдамдығының өзгеруі нәтижелері бойынша доғаның кернеуінің өзгеруіне ұқсас: балқыту тереңдігі белгілі бір пісіру жылдамдығында максималды және оның төмендеуіне қарай азайып, артуына қарай ұлғаяды. Төменгі жылдамдықтарда пісіру жігінің балқытылған металдың көп бөлігі доға мен негізгі метал арасында «жастық» жасап, әрі қарай балқуға кедергі туғызады. Пісірудің жоғары жылдамдықтарында бөлінетін жылу негізгі металды жеткілікті түрде терең балқытуға үлгермейді. Пісіру жанарғысының көлбеулігін пісіру кернеуі мен жылдамдығына қарағанда шамалы өзгерту балқыту тереңдігіне әсерін тигізеді. Ең жоғарғы балқыту 25° көлденең көлбеу бұрышында және бұрышпен кері қарай пісіруде мүмкін болады. Үлкен бұрышқа көлбеуленуде доғаның тұрақтылығы нашарланып, балқытылған металдың шашыратылуы артады.

Пісіру жігінің білікшесінің көлемі. Пісіру жігінің білікшесі биіктікпен (дөңестік) және енімен сипатталады. Осы көрсеткіштерді берілген аралықтарда ұстану пісіру жігінің, әсіресе көпөтпелі пісіруде, ең төменгі ақаулар санын кепілдендіреді. Көпөтпелі пісіру кезіндегі жіктің дөңестігінде келесі жікті сапалы қосылуды қамтамасыз ете отыра салу қиын.

Өте тарылған жік метал жігінің және негізгі металдың сапалы қосылуын қамтамасыз етпейді.

Пісіру жігінің өлшемін өзгерту үшін (балқытылған металдың жіктің кума метріне саны) пісіру режимін өзгерту қажет. Пісіру жігіне пісіру тоғының көлемі мен пісіру жанарғысының қозғалыс жылдамдығы негізгі ықпал етеді. Пісіру жігінің өлшемі пісіру тоғына тік шамалас, және жанарғының қозғалыс жылдамдылығына кері шамалас.

Пісіру тоғының және жанарғының қозғалыс жылдамдығын өзгерту пісіру жігінің өлшемін өзерткенімен, оның пішініне әсері шамалы.

Доғадағы кернеуді (доғаның ұзындығын) өзгерте отыра пісіру жігінің пішінін өзгертуге болады. Доғаның ұзындығын жіктің енінің артуына және биіктігінің азаюына әкеледі, және де жік көлемі (ұзындық бірлігіне балқытылған металл саны) өзгеріссіз қалады. Пісіру жігінің білікшесінің ені артады, дөңестік азаяды, пісіру жігінің сұйықтау металлы негізгі метален тиімдірек қосылады және т.б.

Доғаның ұзындығын пісірудің өнімділігін (жабыстыру жылдамдығы) арттыру үшін жік еніне қарағанда дөңестіктің артуына әкеледі. Пісіру жігінің білікшесі артық дөңес болып кетеді. Бұрышпен кері қарай пісіру де пісіру жігінің жіңішке әрі биік білікшесін береді. Бұрышпен алға қарай пісіру жазықтау әрі кең пісіру жігінің білікшесін береді.

Пісіру жанарғысын бақылау. Пісіру технологиясын сипаттау пісіру жанарғысын бақылау тәсілдерін қарастыруынсыз толық болмайды. Алда берілетін нұсқаулар бағытталушы болып табылады. Әр дәнекерлеуші санатын көтеруіне қарай, жанарғыны қозғалтудың өзіндік тәсілдеріне ие болады.

Төменгі күйдегі пісіру. Бір өтпелі жікті орындауда ара тәріздес, кішкене артқа шегінісі бар жанарғыны қозғалтулар жүзеге асырылады. Жиектері өңделетін көпөтпелі пісіру жігінің барысында түпкі жікті орындауда жанарғының бұлталақ ауытқулары жасалады, және де күйдіру болдырмайын қадағалау қажет. Толтырушы және қаптайтын жіктер тап осындай, тек аздап кең ауытқулармен орындайды. Айырмашылық – осы жіктерді орындауда жанарғының көлденең көлбеуін жүргізеді

және шеткі күйде жанарғыны ұстап қалып, жасырақ балқуды қамтамасыз етеді.

Төменгі жағдайдағы бұрыштық жікті пісіру жанарғысымен шеңбер бойымен қозғалыстар жасай отыра орындайды.

Көлденең күйде пісіру. Көлденең күйдегі түйіс жігін төменгі күйде түйіс жігін орындауда сияқты тап сол технологияны қолдана отыра дайындайды. Айырмашылығы тек - толтырушы білікшелер көлденең пісіруде тарлау. Пісіруді орындау кезінде жанарғының көлбеу бұрышы пісіру жігінің білікшесі жабылатын жазықтыққа 90° құрауы тиіс екенін ұмытпаған жөн.

Тік күйде пісіру. Бір өтпелі түйіс жігін жиектерін өндемей төменнен жоғары қарай күйде пісіру жанарғының ара тәріздес ауытқулары жолымен жүзеге асырылады. Түпкі жікті көпөтпелі пісіру кезінде жанарғының бұлырақ қозғалыстары арқылы орындайды. Толтырма білікшелер және қаптама жік жанарғының сатылы қозғалысы кезінде орындайды. Көлдене қозғалыста шекті нүктеге жеткенде, жанарғыны тоқтатып, электродты сымның даиметріне тең өлшемге төменге түсу қаже, және содан соң жоғары көтеріліп, көлденең бойымен қарама қарсы бетке өт қажет. Ол жақта қайтадан тоқтап, төменге түсіп және т.б.

Бұрыштық жікті тік күйде төменнен жоғары қарай пісіруды жанарғыны онымен «шырша» бейнеленгендей етіп, бөлшектердің бүйіржақ беттерін аздап кідіріп қозғалтады.

Жиектері өңделетін жоғарыдан төменге күйдегі түйіспе пісіру жігі – түбірлі; толытрушы және қаптаушы жіктерді пісіру жанарғысын шеткі нүктелерге кідіртіп бұлталақ қозғалту арқылы орындайды. Жанарғының көлденең көлбеулігі пісіру бетіне қарай 90° құрайды. Жанарғыны бақылауда доға пісіру астауының алдың шетінде орналасуын қадағалау қажет. Балқытылған металды доғаның алдына айдауды болдырмау керек, себебі бұл пісіру сапасын нашарлатады.

Төбе күйіндегі пісіру. Жиектері өңделетін түйіспелі жіктерді төбе күйінде орындауда пісіру жанарғысының бұлталақ қозғалыстарын жасау қажет. Жанарғының көлденең көлбеуі пісіру бетіне қарай 90° құрайды. Қозғалыстың шеткі нүктелерінде аздап кідіру қажет. Жоғарыда айтылғандардың барлығы түбірлі де, толтырмалы да, қаптамалы да жіктерді орындауда қолданбалы.

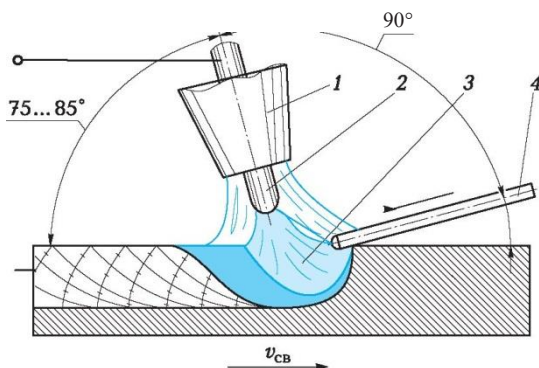
4.4. ҚОРҒАУЫШ ГАЗДАРДА БАЛҚЫМАЙТЫН ЭЛЕКТРОДПЕН ДОҒАЛЫ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Вольфрам электродпен доғалы пісірумен түрлі кеңістіктік жағдайдағы қосылыстардың алуан түрлі типтерін пісіруге болады. Бұл тәсілді қалыңдығы 5...6 мм-ге дейінгі металды біріктіру кезінде қолданған тиімді, бірақ оны қалыңдығы одан да үлкен металды пісіру үшін пайдалануға да болады. Пісіруді қоспа металсыз да (бұл кезде жік металл жиегін балқыту арқылы қалыптастырылады), доға аймағына пісіру сымы ретінде берілетін қоспа металмен де орындалады. Әдетте, пісіруді доғаның кернеуі 22...34 В болған кезде жүргізеді, ол кезде доға ұзындығы 1,5...3 мм болуы керек. Шүмектен электрод артының шығып тұруы 3...5 мм-ден аспауы, ал бұрыштық жіктер мен бөлінген түйіспелерді пісіру кезінде 5...7 мм болуы керек.

Қалыңдығы 10 мм-ге дейінгі металды қолмен пісіруді сол тәсілмен (4.36-сурет) орындайды. Қорғауыш газының ағыны пісіру ваннасының барлық аймағын және қоспа сымдардың қыздырылған бөлігін сенімді түрде камтып тұруы керек. Пісірілетін металл қалыңдығы азайған кезде жандырғы пен бұйым арасындағы бұрыш та азаяды. Қалыңдығы 10 мм-ден асатын материалды пісіру үшін пісірудің оң тәсілін пайдаланған дұрыс, ал жандырғы мен бұйым арасындағы бұрыш 90°-қа жақын болуы керек. Жандырғының бұйымға қатысты мұндай қалпы бұрыштық қосылыстарды пісіру кезінде де ұсынылады. Жұқа табақ металдарды пісіру кезінде сымды доғаға тігінен емес, бүйірінен енгізеді де онымен қайтымды-ілгерілеме қозғалыс жасайды. Көпқабатты жіктерді пісіру кезінде жекелеген білікшені бөлікшенің тұтас еніне орындамау керек.

Балқымайтын вольфрам электродымен пісіру кезінде доға аралығы арқылы балқыған металдың тасымалы болмайды. Бұл доғаның жану жағдайын оңайлатады да оны барынша тұрақты етеді.

Қоспа металл қажеттілікке байланысты пісіру ваннасының бас жағына беріледі. Пісіруші пісіру жанарғысының орын ауыстыруы мен сымдардың берілісін қолмен қадағалайды. Балқымалы электродтармен пісіруге қарағанда қоспа металды балқыту жылдамдығы пісіру тогы шамасына қатаң тәуелділікпен байланысты емес. Ваннаға берілетін қоспа металдың саны жік қалыптастыруға қоспа металдың талап етілген үлесінің қатысуы шартымен таңдалады. Жиектерін бөлшектемей жікті қосылыстарды пісіру кезінде қоспа металл негізінен жіктің дөңестігін қалыптастыру үшін қажет.



Сурет 4.36. Вольфрам электродымен қолмен пісіру схемасы:
 1 — қыздырғыш шүмегі; 2 — вольфрам электрод; 3 —
 доға; 4 — қоспа металл; $v_{св}$ — пісіру жылдамдығы

Қоспа металдың пісіру ваннасына доғалық аралық арқылы берілмеуі оның шашырауын болдырмайды. Бұл кезде буланудан шығын азаяды да балқыған металдың доға бағаны газымен өзара әрекеті шектеледі. Тұрақты токта пісіру кезінде доға толық тыныштықта (сатыр-сұтырсыз, шертусіз және ызыңсыз) жанады.

Балқымайтын электродпен пісіру үдерісінің негізгі кемшілігі - өнімділігінің төмендігі. Сонымен қатар пісірушінің біліктілігі жоғары болуы керек. Балқымайтын вольфрам электродымен пісіру үдерісінің қаптамалы электродпен пісіруге қарағандағы кемшілігіне доғаның жарық және жылу радиациясына қарсы қосымша қорғаушы шараларын қолдану қажеттілігі жатады.

Балқымайтын вольфрам электродымен пісіру «электродтағы минус» полярлығымен орындалады. Тұрақтанған доғада электрондар ағыны жандырғының теріс электродынан оң электродына (бөлшекке) қарай қозғалады, ал оң зарядталған иондар ағыны электродқа қарай жүреді. Кері полярлықта пісіру кезінде жылудың шамамен 70% анодта шоғырланған, және бұл жылудың айтарлықтай бөлігі пісіру аймағына беріледі.

Тура полярлықта пісірудің жоғары жылдамдығы мен терең балқуды қамтамасыз ететін тар, шоғырланған доғаны алуға мүмкіндік береді.

Электрод доғаның жылу энергиясының аз бөлігін алады да сәйкесінше ауыспалы токпен пісіру кезінде немесе кері полярлықты токпен пісіру кезіндегіге карағанда температурасы аз болады, бұл өз кезегінде вольфрам электродының диаметрін кішірейтуге және қорғауыш газының шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

Кері полярлық кезінде электрондар ағыны теріс электродтан оң электродқа қарай, бірақ бұл жағдайда электродтан бұйымға қарай қозғалады. Сәйкесінше, вольфрам электрод маңайындағы доғада жылу көбірек шоғырландырылған. Электрод кері полярлықта пісіру кезінде жылуды көбірек алатындықтан, электродтың қызуын болдырмас үшін диаметрі ұлғайтылған электродты пайдалануға және пісіру тогын азайтуға тура келеді. Кері полярлықта пісіру кезінде пісірілетін бөлшек жылуды аз алады, себебі балқу тереңдігі аз болады.

Кері полярлықта пісіру кезіндегі тағы бір кемшілік магнитті үрлеуден туындайтын доғаның кезуі болып табылады. Магнитті үрлеу тура полярлықта пісіру кезінде туындауы мүмкін, бірақ кері полярлықта пісіру магнитті үрлеуге көбірек ұшырайды.

Кейбір түсті металдар, мысалы алюминий мен магний бетінде тотықты қабықша тез пайда болады. Алюминийді пісірмес бұрын балқу температурасы негізгі металды балқу температурасынан едәуір жоғары болатын тотықты қабықшаны алып тастау керек. Тотықты қабықшаны алып тастау механикалық түрде, мысалы қылшақпен немесе химиялық түрде – өңдеу арқылы жүзеге асырылады, қабықша алынып тасталған бетте металл қайта тотығып пісіру жұмысын қиындата түседі.

Металл бетіндегі тотықты қабықшаны кері полярлықта пісіру кезінде доғаның өзі де алып тастай алады. Оң зарядталған иондар мұндай полярлықта электродтан бұйымға қарай қозғалады. Бұйым бетіне жеткілікті күшпен соғылған олар нәзік тотықты қабықшаны бөлшектеп, жарықшақтандырады да бетті тазарту жұмысын жүргізеді.

Кері полярлықта пісіру кезіндегі доғаның тазартқыш әсері алюминий, магний және олардың қорытпаларын пісіруге жақсы келеді. Пісірудің бұл тәсілінің маңызды кемшілігі бар. Мысалы, 100 А пісіру тогы кезінде диаметрі 6 мм болатын электродты (қызу шарты бойынша) пайдалану керек. Ондай үлкен электрод ұлғайтылған пісіру ваннасын құрады. Салдарынан доға жылуы бұйымның үлкен ауданында ыдырайды да, балқыту тереңдігі аз болады. Диаметрі 2,5 мм электродты пайдалану кезінде шоғырланған доға алынады да қанағаттандырылатын балқыту орын алады, бірақ электрод қызып кетеді. Балқыту тереңдігінің жеткіліксіздігі мен үлкен диаметрлі вольфрам электродын пайдалану керектілігінен кері полярлықта балқымайтын электродпен пісіру сирек пайдаланылады.

Доғалық аралықта газдың иондануы доғаның тұтануы және жануының негізгі шарты болып табылады. Иондану үдерісі деп бейтарап атомдар мен молекулалардан оң және теріс иондар пайда болатын үдерісті айтады.

Жоғары температурада газ молекуласының көптеген бөлігі соқтығысу кезінде бейтарап молекулалардың иондарға бөлшектенуі орын алуына жеткілікті энергияға ие болады. Әдепкі температурада иондауды газда бар электрондар мен иондарға электр өрісі көмегімен үлкен жылдамдықты жеткізгенде ғана шақыруға болады. Үлкен энергияға ие болған бұл бөлшектер бейтарап атомдар мен молекулаларды иондарға бөле алады.

Әдепкі жағдайда ауа басқа да газдар тәрізді барынша әлсіз электр өткізгіштігіне ие болады, бұл бос электрондар мен иондар шоғырлануы аз екенімен түсіндіріледі. Сәйкесінше ауада не газда қуатты электр тогын, яғни электр доғасын тудыру үшін электродтар арасында ауа кеңістігін (немесе басқа газ тәріздес орта) иондау керек.

Электродтарға жоғары кернеу берілсе иондауды жүргізуге болады, онда газдағы бар бос электрондар электр өрісі бойымен қуылады да үлкен энергияны иемденіп, бейтарап атомдар мен молекулаларды иондарға бөле алады.

Пісіру кезінде қауіпсіздік техникасы түсінігі бойынша жоғары кернеуді қолдануға болмайды, сондықтан иондау үшін термо-автоэлектронды эмиссия құбылысын қолданады да нәтижесінде металда бос электрондар көп пайда болады. Жеткілікті кинетикалық энергияны иемденіп, олар электрод аралық кеңістіктегі газ ортасына ауысады да оның иондануына ықпал етеді.

Қорғауыш газымен пісіру кезінде доғадан бөлінетін жылу газды иондауға жеткілікті. Алайда ауыспалы синусоидальды токта пісіру кезінде токтың нөлдік жылу мәні арқылы өту барысында доғадан бөлінетін жылу жеткіліксіз болады да доға сөнеді.

Бұл құбылысты болдырмас үшін ауыспалы синусоидалды токта пісіру кезінде және электродтың қысқа тұйықталуынсыз доғаның бастапқы жануы үшін осциллятор қолданылады. Олар электрод пен бөлшек арасында ұшқынды разряд туындатуға қабілетті жоғары кернеу мен жоғары жиілік көзі болып табылады. Электрод арасында ұзындығы 1 мм етіп тесіп шығуы үшін ауада 1...3 кВ шамасындағы кернеу талап етіледі; аргонда тесіп өту кернеуі азаяды.

Сериялық осцилляторлар мен қоздырғыштарды 2.20 кВ кернеуде дайындайды. Разряд тогы 1... 10 А құрайды, ал оның энергиясы — 0,05...1 Дж. Электрод аралық тесіп өту оның иондануына әкеледі, соның арқасында негізгі көзден доға пайда болады. Сериялық осцилляторлар мен қоздырғыштарда разряд жиілігі 16 кГц-тен 1 МГц-ке дейін болады. Мұндай жиілікте жоғары кернеу пісіруші үшін қауіпсіз, себебі жоғары жиілікті ток дененің беткі бөліктерінен өтіп, қанды электролиздемейді және өмірлік маңызды органдарды зақымдамайды.

Ауыспалы токта пісіру кезінде, ережеге сай доғаның ұзындығы электрод диаметріне тең болуы керек. Электродтың қайралған ұшымен тура полярлықта тұрақты токта пісіру кезінде доға ұзындығы электрод диаметрінен айтарлықтай аз бола алады.

Пісіру аймағының керекті газдық қармауын қамтамасыз ету үшін шүмектің шығыңқы диаметрі вольфрам электродының үш еселенген диаметрінен аз болмауы керек.

Электродтың шығысы — бұл электродтың шүмектен шығып тұратын қашықтығы. Электрод шүмектің қапталынан да шығып тұра алады, бірақ ол шүмектің шығыс диаметрінен аспайтын шамаға шығып тұруы мүмкін. Одан үлкен мөлшерде шықса, пісіру ваннасына, пісіруші беріп отыратын пісіру сымдарына немесе бұрыштық жіктің бүйір бетіне жанасу ықтималдығы туындайды. Жалпы ереже: пісіруді электрод диаметрімен тең шығыстан бастайды. Жіктік және бұрыштық жіктердің түбін пісіру кезінде электрод шығысы ұлғаяды.

Доғаның тұтануы. Заманауи құрылғылар доғаның түйіспелі жоғары жиілікті тұтануы мен доғаның түйіспелі жануын жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Доғаның түйіспесіз жануы ауыспалы токта пісіру кезінде, түйіспелі — тұрақты токта пісіру кезінде жүргізіледі.

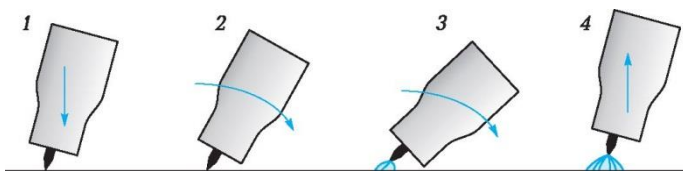
Доғаны түйіспесіз жағу үшін жанарғы электродын бөлшекке жақындату керек те, оған тигізбей триггерді қосу нүктесін басу қажет (бұл кезде доғалық аралықтың иондануы және доғаның қозуы орын алады). Егер 1 с ішінде доға жанбаса, электронды сұлба осцилляторды сөндіреді. Триггер нүктесін босатып және оны қайта басып, доғаны жағудың екінші талпынысын орындайды. Көптеген жағдайда егер шүмек шетімен бұйымға тигізсе, доғаның қозуы оңайлатылады.

Доғаның түйіспелі жануы кезінде электрод пісіру басталатын жерде бөлшекке жақындайды да, бөлшек бетін 1...2 с жанап өтеді, бұл кезде электродтың қайралған ұшы қыза бастайды. Вольфрам электродының қыздырылған ұшы электрондардың жақсы көзі болып табылады. Доғалық аралықтың иондануы мен доғаның қозуы орын алады: электрод көтерілгенде доға қалыптасады.

Түйіспелі жану режимінде электродпен бұйымға тию кезінде пісіру тогы шектеледі. Бұл вольфрам электродын қызып кетуі мен жабысуыдан, пісірінді жік металын – ластанудан қорғайды.

Доғаның түйіспелі жануының сипатталған әдісі белгілі бір дағдыны талап етеді. Айтарлықтай қарапайымырақ тәсіл 4.37-суретте берілген. Доғаны жағу үшін бұйымға болмашы тигізіп, (1-қалып) триггер нүктесін басу керек. Бұл кезде газ беріле бастайды да шағын ток электрод арқылы өтеді. Одан әрі жанарғыны шүмегі бұйымға тиетіндей етіп, жайлап қисайту керек (2-қалып), электрод бұйымнан ажыратылатындай етіп қисайтуды жалғастыру керек. Доға тұтанады (3-қалып). Одан әрі жандырғыны көтеру керек. Ток белгіленген өсу уақыты бойында берілген деңгейге дейін артады (4-қалып).

Пісірінді жік алу. Доғаны тұтандырған соң жанарғыны бұйым бетіне перпендикуляр ұстап тұру керек те, пісіру ваннасы қалыптасқанша шағын шеңбер қозғалыс жасауы керек. Қажетті өлшемді пісіру ваннасы қалыптасқан соң, жанарғыны бұйым бетіне 75° бұрышқа қисайтып, пісірінді жігі бойымен баяу әрі тегіс қозғалту керек. Қозғалыс жылдамдығы пісіру ваннасы әрқашан ашық және сұйық болып қалатындай етіп таңдалады; алдыға тұрақты қозғалыстан басқа ешқандай тербелістер немесе орын ауыстырулар жүргізілмейді.



Сурет 4.37. Доғаның контактілі жануы

Жанарғыны пісіру ваннасының артқы жағына ауыстыру және қоспа сым металын қосу сыммен пісіру ваннасының сыртқы жағын тез жанасумен болады, бұл кезде қоспа сымды бөлшек бетіне 15° бұрышта ұстау керек.

Одан әрі қоспа сымды алып тастап, доғаны пісіру ваннасының сыртқы жағына ауыстыру керек. Пісіру ваннасы ашық әрі сұйық болған кезде қоспа металл қосу операциясын қайталау керек. Пісірінді жігі білікшесінің биіктігі мен ені пісіру жылдамдығына (бойлық қайтарымды қозғалысқа), жанарғының көлденең қозғалысына және пісіру ваннасына енгізілетін қоспа металдың санына байланысты болады.

Пісіру кезінде қоспа сымның ыстық ұшы қорғауыш газының қармауыш аймағынан шықпауы керек. Пісіруді аяқтаған соң бірқатар уақыт бойына тек электрод пен пісіру ваннасы ғана емес, қоспа сымның ыстық ұшы да инертті газ ортасында болуы керек.

Төменгі жағдайда шеттерін бөлшектемей түйіскен жіктерді пісіру. Төменгі жағдайда түйіскен жіктерді пісіру пісірінді жікті алудың сипатталған әдістемесі бойынша жүргізіледі. Пісіруді орындау кезінде доға әрдайым түйісу сызығы бойынша орналасуын қадағалау керек. Пісіру жылдамдығы балқытудың қажетті тереңдігімен анықталады. Жікті аяқтап, кратерді пісіру үшін жанарғының көлбеу бұрышын азайтып, қоспа метал санын арттыру керек.

Төменгі жағдайда қосылысты үсті-үстіне пісіру. Доғаны қоздырып, пісіру ваннасын ол жоғары табақ шетжағы мен төменгі табақ бетін тең жақты үшбұрыш құрып жабатындай етіп қалыптастыру керек. Жоғары табақтың балқыған беті тесік қалыптасуымен ағып кетуге ұмтылатын болғандықтан, жанарғы еңкіштігінің дұрыс бұрышын таңдап алған жөн. Қоспа сым пісіру ваннасының алдыңғы жағына әр 5...6 мм сайын, толық бейінді жік қалыптастыруға жетерліктей мөлшерде беріліп тұрады. Пісірінді жікті түйіспе қосылыстағыдай, кратер болмайтындай етіп аяқтау керек.

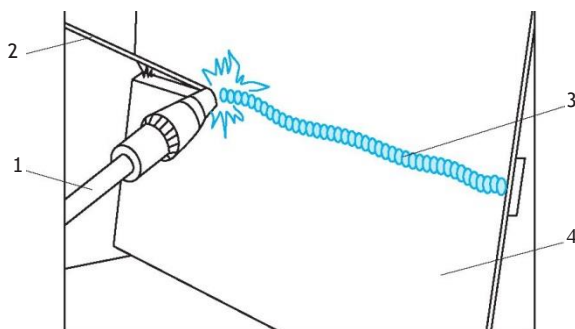
Төменгі жағдайда таврлы қосылыстың бұрыш жігін пісіру. Пісіру кезінде бүйір (тік) бет күштірек қызып, жылдам балқи бастайтынын ескеру керек. Жандырғының еңкіш бұрышы жылудың көп бөлігінің көлденең бетке берілетінін қамтамасыз етуі керек. Қысқа доғаны ұстап тұру және жік түбін пісіру мүмкіндігіне қол жеткізу үшін электрод шығысын ұлғайту керек. Қоспа сымды пісіру ваннасының шетіне, металл балқыту басталатын жеріне беру керек. Жандырғы еңкіш бұрышын және қоспа сымды орналастыру үдерісіне түзету енгізу кесіндіні болдырмауға көмектеседі. Сонымен қатар пісіру ваннасының ойысы жіктің майыспауы үшін қоспа сыммен толтырылуы керек.

Төменгі жағдайда бұрыштық қосылысты және «шынтақтай» пісіру. Шынтақтай жікті орындауды төмен жағдайда бұрыштық түйісуді кері жағынан пісіру мысалында қарастырамыз. Жапсарлас бөлшектердің екі басы да балқытылуы керек, ал пісіру ваннасы орташа сызық бойымен өтуі керек. Қоспа металл шығыңқы жік алуға қажетті мөлшерде қосылады. Жұқа материалдарды пісіру кезінде түйістірілетін бөлшектердің шеттерін балқыту арқылы қоспа материал пайдаланбауға болады.

Қосылыс типі мен оның кеңістікте орналасуына тәуелсіз пісіру үдерісінде барлық назар пісіру ваннасына аударылуы керек. Пісіру ваннасында металдардың балқуы және қосылуы орын алады. Пісіру ваннасы мен балқыту тереңдігін басқару кез келген кеңістіктік жағдайда пісіру кезінде аса маңызды міндет болып табылады.

Кез келген кеістіктік жағдайда сапалы қосылысты орындау үшін ережелер төменгі жағдайдағы пісіру кезіндегідей болып қала береді. Негізгі ережелер: пісірілетін беттің тазалығы, пісіруге арналған бұйымның дұрыс жиналуы, алдын ала қыздыру (егер қажет болса), қорғауыш газының жетерліктей ағыны және дұрыс таңдалған пісіру тоғы. Сонымен қатар пісіру кезінде (төменгі жағдайда пісіруден басқа кезде) үлкен пісіру тоғын пайдалану және пісірім жігінің үлкен білікшесін балқыту керек. Доғаны пісірілетін бөлшектің қызып кетуін болдырмайтындай етіп бағыттау керек. Қызып кету жік металының жалбырауына не күйіктеспе болуына әкеледі. Пісіру жігі білікшесінің өлшемі мен қоспа металды қосу бойынша әрекет кезектілігі қосылатын металдың толық бірігуіне кепілдік беретіндей болуы керек.

Көлденең жағдайда пісіру. Көлденең жағдайда пісіру кезінде доғаны жік шетінен тұтату керек, одан әрі жанарғыны жайғастыру керек: көлбеуден төменге 15° , артқа 15° (пісіру бағытынан) ауытқу. Пісіру ваннасын қалыптастырған соң пісіретін сымды пісіру ваннасының сыртынан бөлшек бетіне апару керек, одан әрі жанарғыны пісіру барысында жылжыту керек (4.38-сурет). Дұрыс таңдалған доға ұзындығы мен оған сәйкес пісіру жылдамдығы күйіктеспе мен тесіп балқытуды болдырмайды.



Сурет 4.38. Көлденең жағдайда пісіру:

1 — жанарғы; 2 — қоспа сым; 3 — жік; 4 —
пісірілетін бөлшектер

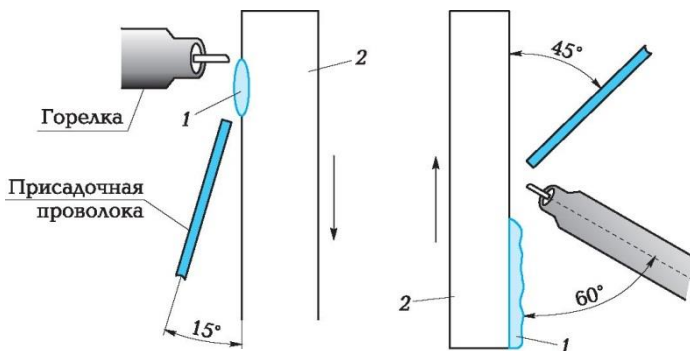
Тік жағдайда пісіру. Тік жағдайда – төменнен жоғарыға пісіру кезінде пісірім қосылыстың астынан үстіне қоспа металды қосып отырып жүргізеді. «Сөрешік» құруға тырысу керек те пісіру сымын әр тигізген сайын оны жоғары көтеріп отыру қажет. Әрдайым қоспа металдың келесі порциясын қосатын алаңқай болуы керек. Егер пісірім жік кең болса, онда «сөрешікті» жіктің бір жағынан құрып, одан соң екінші жағынан құрып, кейін оларды айқастыра отырып жалғау керек.

Шеттері бөлшектенетін айқаспа жікті пісіру кезінде электрод шығысын арттыру керек, шүмектің шетжағы жіктің шетіне сүйкенуі мүмкін. Жандырғымен жоғары төмен шағын тербелістер жүргізеді. Пісірудің бұл техникасы қолдың тұрақтылығын қамтамасыз етеді, бірақ пісіру ваннасын қадағалауды қиындатады.

Жоғарыдан төменге пісіру кезінде балқытылатын металдың беткі керілуі мен балқытылатын металды пісіру ваннасында ұстап тұратын доға қысымын қолдану керек. Тік жағдайды жоғарыдан төменге пісіруді жұқа металға қолданылған тиімді. 4.39-суретте тік жағдайда пісіру кезіндегі жандырғы мен қоспа сымының қалпы көрсетілген.

Тік жағдайда біріккен жіктердің шеттерін бөлшектеп те, бөлшектемей де пісіруді игеру пісірушіге құбырды пісіруді меңгеруге айтарлықтай көмектеседі, себебі барлық құбырлар осы технология бойынша пісіріледі.

Төбе жағдайында пісіру. Төбе жағдайында пісіру көптеген пісірушілер үшін едәуір қиын. Тік жағдайда пісіру секілді балқытылатын металды пісіру ваннасынан ағып кетуіне мәжбүрлейтін ауырлық күші пісіруді қиындатады.



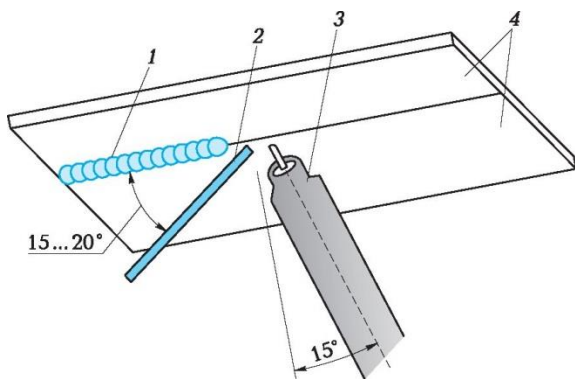
Сурет 4.39. Тік жағдайда пісіру кезіндегі жандырғы мен қоспа сымдардың қалпы:
1 — жік; 2 — негізгі металл

Көлденең жағдайда төменнен жоғарыға пісіруде сөрешік құрып оны біртіндеп өсіре отырып, пісіру жігін алатын болса, төбе жағдайында пісіру кезінде тек пісіру ваннасының балқытылған металының беткі тартылысына, доға қысымына, сондай-ақ пісіру тогы мен пісіру жылдамдығын дұрыс таңдалуына сүйенеді.

Төбе жағдайында шеттері бөлшектенбеген түйістелген жіктер мен бұрыштық жіктерді пісіру кезінде электрод шығысын арттыруға болады және жанарғы шүмегінің шетжағымен жіктің бір не екі шетіне сүйенуі керек. Пісіру үдерісінде пісіруші бірнеше саусақпен немесе жандырғыны не қоспа сымын ұстап тұрған қолмен пісірілетін бөлшек бетіне сүйене алады, бұл қолға тұрақтылық береді.

Төбе жағдайында пісіру кезінде пісіру ваннасына жылу беру деңгейі аса маңызды пісірілетін жікке жылу беру көлденең не төменгі жағдайдағыдан аз болуы керек, яғни пісіру тогын 5...10% дейін азайту керек. Бұл пісіру ваннасының кіші өлшемін қамтамасыз етіп, сонымен пісіру ваннасынан пісірім жігінің балқыған металының ағып кетуін болдырмайды. Сонымен қатар шағын пісіру ыдысы оңай басқарылады.

Қорғауыш газы ағынын керісінше көбейту керек. 4.40-суретте тік жағдайында пісіру кезіндегі жандырғы мен қоспа сымының қалпы көрсетілген. Төбе жағдайында пісіру өте қиын және пісірушіні шаршататыны сөзсіз. Пісіру көп уақытты алады.



Сурет 4.40. Төбе жағдайында пісіру кезіндегі жанарғы мен қоспа сымының қалпы:

- 1 — жік; 2 — қоспа сым; 3 — жанарғы;
4 — пісірілетін бөлшектер

Төбе жағдайында пісіру кезінде ыңғайлы қиналмайтын қалыпты қабылдауға тырысыңыз. Бұл жанарғыны берік және түзу ұстауға және қоспа сымын басқаруға көмектеседі.

Құбырларды пісіру. Құбырларды балқымайтын вольфрам электродымен пісіру минималды деформациямен аса жоғары сапалы жік алуға мүмкіндік береді. Тек барлық кеңістіктік жағдайларда біріккен жіктерді пісіруді меңгеріп барып қана құбырларды пісіру жұмысын сапалы орындауға болады.

Көп жағдайда құбырларды пісіру саңылаумен жүзеге асырылатындықтан, пісірім жікті қорғау керек. Бұны құбырға түпкі бітеуіш кигізіп ішіне қорғауыш газын жіберу арқылы жасауға болады. Құбырдың шетжағын жай ғана қағазбен жауып, скотчпен нығыздауға және ішіне міндетті түрде қорғауыш газын жіберуге де болады.

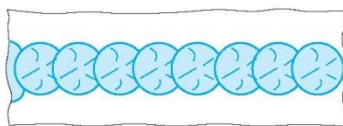
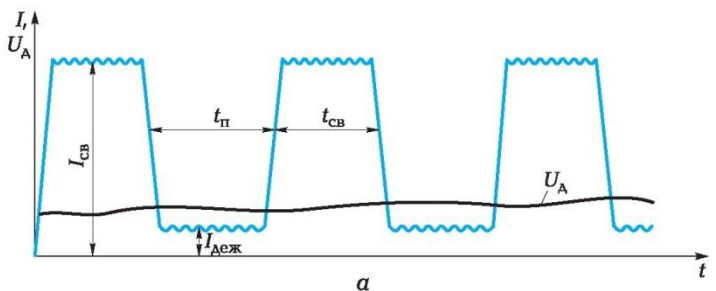
Құбырларды пісіру үшін 1,5% лантан немесе 2% торийден тұратын вольфрам электродын ғана қолдану керек. Сонымен бірге электродтың конусты жүзі 0,5 мм диаметрге жапырылуы керек; мұндай шағын жазықтық доғаны біріктіру шеттерінде тегіс таратуға көмектеседі.

Пісірудің барынша танымал техникасы – шүмекті пісіретін қосылыс шетіне сүйкеу. Бұл техника аса үлкен газдық шүмектері үйлескен жандырғыны басқарудың ерекше тәсілін қолданады және пісірушіні шаршатпай пісірім жікті жақсы қалыптастыруға мүмкіндік береді. Құбыр жетегінің секцияларын пісіру кезінде олардың арасында саңылау қалады, ол қоспа сымының диаметрінен аз болуы керек. Сым саңылау шетіне сүйеніп, ішіне сырғымауы керек.

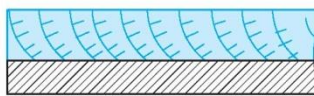
Түбіне өту үшін жанарғыны пісіру жігінің бір шетінен екіншісіне айналдыра отырып, екі шетке газ шүмегімен сүйкену керек. Пісіру ваннасын қалыптастырған соң жанарғыны алға-артқа ақырын, асықпай айналдыра отырып, біртіндеп пісіру қадамы бойынша жылжыту керек.

Пісіру сымын жүйелі түрде пісіру ваннасына батыра бермейді, тек оны үнемі алдыңғы шетінде ұстайды. Түпкі өткелді аяқтаған соң, жанарғыға үлкен шүмек орнатады, ол саңылау шетіне және түпкі өткел жігінің бетіне сүйенетіндей болуы керек. Пісіру кезінде жанарғыны асықпай ақырын алға-артқа айналдыра отырып, пісіру қадамы бойынша біртіндеп жылжытады. Пісіру сымын пісіру ыдысының алдығы шетінде ұстайды, оны балқыған металға батырмайды. Келесі өткелдерді де дәл осылай орындайды.

Құбырды шүмекті жік шетіне сүйеп пісіру әдістемесі электрод шығысын ұлғайтуды талап етеді, бірақ электрод пісіру ваннасындағы балқытылған металға тимеуі керек.



б



в

Сурет 4.41.импульсті аргондоғаны пісіру кезінде ток күшінің өзгерісі (а) және табак жазықтығындағы (б), бойлық кимадағы (в) жіктің формасы:

I_{CB} — импульстағы доға тогы; $I_{ДЕЖ}$ — кезекші режимдегі доға тогы (паузада); t_{CB} — импульс ұзақтығы, $t_{П}$ — паузаның ұзақтығы; U_A — доғадагі кернеу

Пісіру үдерісі аяқталған соң доғаны пісіру тогын төмендетіп не біртіндеп арттыра түсіп ажыратып алу керек.

Импульсті доғамен пісіру. Вольфрам электродпен пісіру кезінде доға пісіру тогының тұрақты күші кезінде де, оның белгілі бір бағдарлама бойынша өзгерісі кезінде де бірдей жанады. Бұл тәсіл қалыңдығы 3...4 мм-ге дейінгі қалыңдықтағы металды пісіру кезінде қолданылады. Доғаның тұрақты жануы үшін жеткілікті және жүйелі түрде пайдаланылатын (импульстармен), секундына 25 импульске дейінгі жиілікті токты пайдалану пісіру ваннасының өлшемін кішірейтеді (4.41-сурет). Жік жекелеген балқыған ванналардан пайда болады. Ток импульстары арасындағы үзілісте пісіру ваннасы ішінара кристалданады, бұл күйкеспе ықтималдығын азайтады. Алайда импульстар арасында үзіліс ұзақ болса, доғаның аралық заряд (ион) тасымалдағыштарынан айрылады, доғаның қайта қозуы қиындайды. Бұл фактордың әсерін азайту үшін импульстар арасындағы үзілістерде тогы азайтылған кезекші доға қолданылады. Негізгі доға тогы I_{CB} мен кезекші доға тогы $I_{деж}$ арасындағы қатынасты t_{CB} импульс ұзақтығы мен t_n үзіліс ұзақтығында реттей отырып, жік пішіні мен өлшемін өзгертеді. Бұл тәсіл барлық кеңістіктік жағдайда «таразыдағы» біріккен қосылыстарды пісіруге мүмкіндік береді.

4.5. ҚЫСЫЛҒАН ДОҒАМЕН ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Қысылған доғамен пісіру жоғары шынықтырылған болаттан, титаннан, алюминий мен оның қорытпасынан, молибденнен, вольфрам мен басқа да көптеген металдар мен олардың қорытпаларынан бұйым дайындау кезінде қолданылады.

Қысылған доғамен пісіру кезіндегі қызу теңбіліне арнайы шүмектерді қолданумен түрлі пішіндер берілуі мүмкін. Егер қызу теңбіліне созыңқы пішін беру керек болса, шүмекте екі қосымша саңылау жасайды, солар арқылы суық плазма түзгіш газ түседі. Суық плазма түзгіш газдың арқасында қызу теңбілінің көлденең өлшемі кішірейеді де, теңбілге созыңқы пішін беріледі. Мұндай шүмекпен пісіру кезінде термиялық әсер аймағы тарылады да, пісіру жылдамдығы 50... 100%-ға өседі.

Қосымша саңылаулы шүмекпен бұрыш бойымен доға бағанының өсіне бағытталған және доғаны қосымша сығатын фокустаушы газ ағынын құрады.

Плазмалық пісіру кезінде 3... 300 А күшті пісіру тогы мен 25...35 В доға кернеуі қолданылады. Аргон шығыны еркін доғаны пісіру кезіндегіге қарағанда 5-6 есе аз. Қысылған доғамен қалыңдығы 0,01...10 мм бөлшектерді пісіреді, балқыту тереңдігінің жік еніне (жік пішінінің коэффициенті) қатынасы пісіретін бөлшек қалыңдығы 3...10 мм болғанда 3:1-ді құрайды.

Қысылған доғамен пісіру ваннасында үстінен қарағанда кілтті ұңғымаға ұқсас саңылау жасап, терең балқытатын пісіруді жүзеге асырады. Доға бағаны сұйық металды басып, бөлшек шетінің барлық қалыңдығымен ваннаға жүктеледі. Доға қозғалысы кезінде балқытылған металды ваннаның түп жағына бағыттап, жылжытады. Үдеріс плазмалық кесуге ұқсас, алайда сұйық металл ыдыстан алынбайды. Теріс жағынан саңылау арқылы салқындатылған газ алауы кіреді. Пісірудің мұндай тәсілі пісіру режимін нақты ұстануды және жікті сапалы дайындауды талап етеді, себебі металл ваннада беткі тартылыс күші есесінен ғана ұсталып тұрады.

Плазма түзгіш газ шығынын оның шүмекте таусылуы құйындатылмай, тыныш болатындай орнатылады. Плазмалық ағыс қысымы пісіру ваннасының бетінде жік қалыптастыруға зақым келтірмеуі керек.

Қысылған доғамен аралықты қалыңдығы 9,5 мм-ге дейін, жекелеген жағдайда 13 мм-ге дейін болатын табақшалардың шеттерін бөлшектемей және қоспа металсыз бір жүріп өткенде пісіреді; бұл жағдайда қысылған доға ерекше тиімді. Қысылған доға кез келген кеңістіктік жағдайда пісіруге болады.

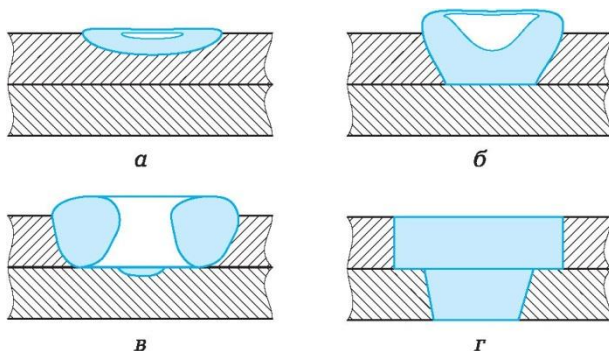
Қалыңдығы 25 мм-ге дейінгі табақшаны пісіру кезінде шеттерін V-немесе U- тәрізді бөлшектеу керек. Бөлшектеу тереңдігі мен бұрышы аргонда ашық доғамен пісіру кезіндегіге қарағанда айтарлықтай аз. Қысылған доғамен пісіру кезінде қоспа металдың саны шамамен 3 есе азаяды. Жік металын тотығудан сақтандыру үшін жіктің теріс жағын инертті газбен қорғау ұсынылады. Осы мақсатта төселетін жырашық тақтайша қолданылады.

Қысылған доғамен пісіру кезінде доғаны пісіру режимінің жалпыға белгілі параметрлерінен басқа плазмотрон шүмегі диаметрі, сондай-ақ плазма түзгіш газ құрамы мен шығыны да маңызды (4.7-кесте).

Құбырларды пісіру кезінде қысылған доғаның өнімділігі күрт өседі. Тотықты-берік болаттан жасалған қабырғасының қалыңдығы 2,3...7 мм болатын құбырларды ашық доғаны аргонды доғаны пісіруді қысылған доғаны пісіруге ауыстыру пісіру жылдамдығын 50...200%-ға арттырады.

Кесте 4.7. кейбір құрылмалық материалдарды қысылған доғамен пісіру режимдері

Металл	қалыңдығы, мм	Пісіру жылдамд ығы, м/мин	Шүмек диаметрі, мм	Пісіру тогы, А	Плазма түзгіш газ		Қорғауыш газ	
					Құрамы	Шығыны, м ³ /ч	Құрамы	Шығыны , м ³ /ч
Тотыққыш-берік болат	3,2	0,97	—	145	Ат + 7,5 % Н ₂	0,28	Аг + 7,5 % Н ₂	0,99
	6,4	0,36	—	240		0,5		1,41
	12,7	0,19	2,4	305		0,14		1,41
Титан	3,2	0,51	2,4	185	Аг	0,23	Аг	0,85
	12,7	0,25	2,4	285	Аг	0,11	Аг	0,85
Алюминий	6,4	0,25	2,4	85	Не + Аг	0,085 + 0,028	Аг	0,85



Сурет 4.42. Қысылған доғамен нүктелі пісіру:

а — үдерістің басталуы; *б* — металды пісіру ваннасына басу; *в* — үстіңгі бөлшекте саңылаудың орын алуы және төменгі бөлшектің балқытылуының басталуы; *г* — пісіру нүктесінің қалыптасуы

Үш фазалы қысылған доғамен орындалатын алюминий қорытпасының жұқа табақшалы құрылымын нүктелі пісіру қысылған доғаның технологиялық мүмкіндіктеріне тән мысал болып табылады (4.42-сурет). Пісіру үдерісі бірнеше кезеңнен тұрады. Алдымен жоғары пластинада пісіру ваннасысы қалыптасады. Доға қысымы әсерінен ваннаның үлкеюімен онда тереңдік қалыптасады, ваннаның белгілі бір диаметрінде онда саңылау пайда болады (4.42, в сурет). Жоғары беттегі сұйық металл тор пішінін қабылдайды. Доғаның белсенді теңбілі төменгі табақшаның бетіне ауысады, оның белгісі доғадағы кернеудің өсуі. Кері полярлықтың жартылай кезеңіндегі белсенді теңбіл төменгі табақша бетін тотықты қабықшадан тазартады. Төменгі табақшада пісіру ваннасы қалыптасады.

Оның шеті жоғағры бөлшектің сұйық металына жеткен кезде екі пісіру ванналары да төгіледі, саңылау «жабылады». Қосылыстың төменгі бетінде балқыма пайда болады. Пісіру нүктесінің көлденең қимасының қалыңдығы еркін доғамен пісіру кезіндегіге қарағанда айтарлықтай тегіс болады, оның өлшемдерін кең шамада реттеуге болады.

Қосылыстың жоғары сапасы тотықты қабықшаның барынша толық бұзылуымен және өтпе балқытуды қадағалау мүмкіндігімен қамтамасыз етіледі.

Доғаның батуы кезіндегі кернеудің секірісін пісіру үдерісінің аяқталуы туралы белгі ретінде пайдалануға болады.

4.6. ФЛЮСПЕН ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Флюспен доғаны пісіру режимінің негізгі көрсеткіштері: күш, пісіру тогының тегі мен полярлығы, доғаның кернеуі, пісіру жылдамдығы, электродты сымның диаметрі мен беріліс жылдамдығы. Қосымша көрсеткіштер: электродтың шығысы (оның шеті мен мундштукқа дейінгі қашықтық), электрод не бұйымның еңкіштігі, флюс маркасы, шетжақты дайындау тәсілі мен пісірме қосылысының түрі. Пісіру тогының күші артуымен доға қысымы да артады, соның салдарынан пісіру ваннасының сұйық металы электрод астынан айтарлықтай қарқынды ығыстырылады да доға негізгі металға тереңірек батады. Бұл кезде негізгі металды балқыту тереңдігі артады, доға қысқарады да, аз қозғалысты болады. Осының салдарынан ток күші артқан кездегі жік ені пісіру ваннасының көлемі артқанына қарамастан өзгеріссіз қалады. Жіктер терең болады, бірақ кең болмайды (4.43-сурет). Мұндай жіктің күшею көлемі үлкен, себебі уақыт бірлігінде балқытылған электродты металл саны артады. Бұл жіктердің сызат пайда болуына төзімділігі аз және дірілді жүктемеде нашар жұмыс жасайды. Ток күші өсіп, басқа жағдайлар өзгеріссіз қалған жағдайда балқытылатын флюс саны кемитінін ескеру керек.

Сым диаметрі артып пісіру тогы өзгеріссіз қалғанда доғаның электрод шеті бойымен және пісіру ваннасының бетімен кезуі артады. Соның салдарынан ваннаның ені өседі, ал балқыту тереңдігі кемиді. Ток өзгеріссіз болған жағдайда сым диаметрінің азаюы, керісінше, балқыту тереңдігінің артуына және жік енінің кемуіне ықпал етеді.

Пісіру тогы өзгермеген жағдайда доғадағы кернеудің артуымен доғаның ұзындығы мен қозғалысы артады, нәтижесінде жіктің ені бірталай өседі де күш биіктігі азаяды. Балқыту тереңдігі байқалмайтындай азаяды.

Сөйтіп, пісіру тогының күші мен доға кернеуі жік пішініне қарама-қарсы әсер етеді, сондықтан оңтайлы пішінді жікті алу үшін пісірілетін бұйым қалыңдығы артқан жағдайда пісіру тогының күшін арттыру міндетті түрде доға кернеуінің сәйкесінше артуымен бірге орындалуы керек. Пісіру жылдамдығы артқан кезде доға бағаны пісіру бағытына қарама-қарсы жаққа қисаяды; доға астынан көп сұйық металл ығыстырылады да оның қабатының қалыңдығы азаяды. Доға астындағы сұйық металл жоғары термиялық кедергіге ие, жыпудың доғадан балқымаған металға берілуіне кедергі келтіреді, сондықтан пісіру жылдамдығы артқан кезде бастапқыда балқыту тереңдігінің артқаны байқалады, содан кейін пісіру жылдамдығы одан әрі артқан кезде есептік энергияның (жік ұзындық бірлігіндегі энергияның саны) азаюының әсері басым болады.

Сурет 4.43. Ток күшінің жік пішініне әсері:

a — токтың қалыпты күшін; *b* — токтың арттырылған күші

Балқыту тереңдігінің нәтижесінде жіктің қима ауданы азаяды. Пісіру жылдамдығының артуымен жіктің басқа өлшемдері, соның ішінде оның ені де, сондай-ақ электродтан балқыту шебіне дейінгі қашықтық та кішірейеді.

Электродтың «бұрышымен алға» еңкеюі кезінде сұйық металл доға астынан ығыстырылады, балқыту тереңдігі артады, электродтың «бұрышымен артқа» еңкеюі кезінде керісінше, азаяды. Егер электрод тік орналасса, бұйым көлбеуді және пісіру «төбешікте» төменнен жоғарыға жүргізілсе, балқыту тереңдігі артады. Керісінше, «төбешік» астында пісіру кезінде балқыту тереңдігі азаяды да жіктер тереңдей береді.

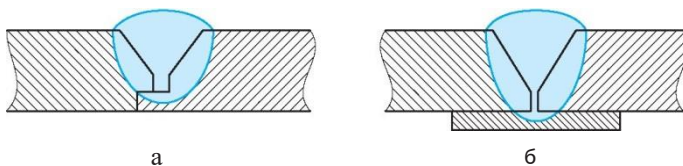
Пісірілетін бөлшек шетінің қалыңдығы және оның бастапқы температурасы да жіктің қалыптасуына әсер етеді. Аязда пісіру кезінде жік айтарлықтай жоғары және жіңішке. Қалың металды пісіру кезінде жіктер жұқа металды пісіру кезіндегіден жоғары болады. Балқыту тереңдігі шамамен пісірілетін металдың қалыңдығының төрттен үш бөлігін құрайды да, оның қалыңдығының шағын жергілікті азаюы (мысалы қасқалша не қырнак) балқыту тереңдігі мен күйіктеспенің секірме тәріздес тереңдігінің артуына әкеледі.

Түйістірілген жіктерді әдетте бір өту арқылы орындауға ұмтылады, бәрақ пісіру кезінде, мысалы, шыныққан не кейбір жоғары шыныққан болаттарды пісіру кезінде бұйымға түсетін жылу санын шектеу үшін бірнеше өту талап етіледі. Сонымен бірге қалыңдығы үлкен бұйымдарды бір өту кезінде пісіруге қол жеткізіле бермейді. Егер болат қатты қызуға сезімтал болмаса да қалыңдығы 20 мм-ге дейінгі түйіскен қосылыстардың шеттерін бөлшектемей, бірреттік жікпен пісіруді жүргізуге болады.

Толық балқытуды қамтамасыз ету үшін пісіру ені 5...6 мм бөлшек түйісіндегі саңылау бойынша жүргізіледі. Саңылау болмаған кезде біржақты пісіруді шеттерін бөлшектемей қалыңдығы 14 мм-ге дейінгі металда жүргізуге болады.

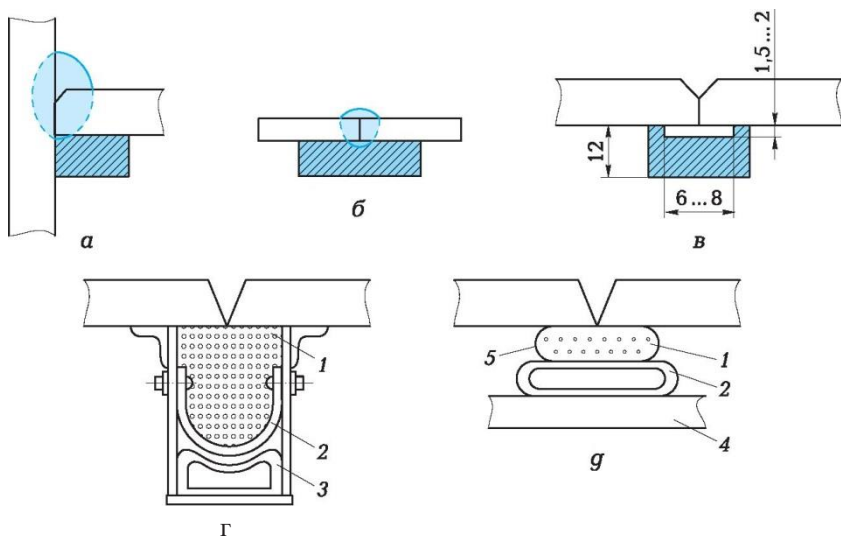
Күйіктеспелерді болдырмас үшін біржақты қосылыстарды құлыпта (4.44, а сурет), қалған болат төсемде (4.44, б сурет), флюсті-мыс төсемде немесе флюсті жастықшада пісіреді. Құлыпқа қалың қабырғалы цилиндрлік түтікшелер мен шағын диаметрлі құбырлардың сакиналы қосылыстарын пісіреді. Қалған төсемде қалыңдығы 10 мм-ге дейінгі түйіскен қосылыстарды екіжақты пісіру мүмкін болмаған жағдайда дпсіреді. Пісіру кезінде төсем ішінара балқып, жиектің төменгі бөлігіне пісіріледі; қалған төсем әдетте пісірілетін бөлшек материалынан жасалады.

Сондай-ақ асбестен, мыстан төсем жасайды да, пісіргеннен кейін алып тастайды. Кері жақтағы түйіскен жерлерді кейде отқа төзімді материалмен жабады. Флюсті жастықшамен пісіру кезінде түйіскен жердің кері жағына балқыған металдың ағып кетуіне кедергі болатын флюс қабатын жағады. Түйіскен жер бойындағы жіктің пішіні мен қимасы жіктегі саңылаудың тегістігімен және флюсті жастықшаның сығылуымен анықталады (4.45-сурет). Жастықшаны әлсіз сыққан кезде жік те әлсіз, дөңес кері ораммен болады. Қатты қысылған кезде жіктің кері жаққа ісініп шығуы мүмкін. Қалыңдығы 10 мм-ге дейінгі жұқа табақшаны пісіру кезінде жастықша флюсі ауа берілетін резеңке шлангы көмегімен сығылады. Сыққыштар механикалық, электромагнитті болуы мүмкін. Табақшадан пісірілетін массивті бұйымды пісіру кезінде флюсті жастықшаны пісіретін бұйымның өз салмағымен сығады. Флюсті жастықшамен онсыз пісірілген режимде пісіргенде жіктің жақсы қалыптасуын қамтамасыз етеді (4.8-кесте).



Сурет 4.44. Жік түбінің қалыптасуы:

а — құлыптағы қосылыс кезінде; *б* — қалған болат төсемде



Сурет 4.45. Балқытуды қалыптастыруға арналған құрылғы сұлбасы:

а — бұрыштық жікке арналған мыс төсем; *б* — біріккен жікке арналған мыс төсем; *в* — балқытуды қалыптастыратын жырашыққа арналған мыс төсем; *г, д* — сеппе және формалы флюс жастықшалары; 1 — флюс; 2 — үрлемелі шланг; 3 — брезент төсем; 4 — қолдау тақтайшасы; 5 — қабықша

Кейде кері жақтан және негізгі өткел жағынан жік түбін алдын ала пісірумен флюсті бір жақты пісіру пайдаланылады. Мұны төсем пайдалануға болмайтын және пісіруді тегіс емес саңылау бойынша жүргізу керек болғанда жасайды. Бір электродпен пісіруді 45 м/сағ аспайтын жылдамдықта жүргізуге болады. Кей жағдайда артық жылдамдық қажет болады, мысалы үлкен диаметрлі пісірме құбырларының өндірісі кезінде. Жылдамдықтың артуын доға қуаттылығын арттыру кезінде алуға болады, алайда ток күші 1300... 1 500 А аспайтын жағдайда жікті кеспей және жеткілікті балқыту тереңдігімен қалыптастыруды қамтамасыз етуге болмайды. Пісіру жылдамдығын екі доғалы пісіру кезінде арттыруға болады. Сымдарды тек жік өстерінің бойымен, бірінші электродты балқытуды қажетті тереңдігін қамтамасыз етіп – тік орналастырады. Екінші электродты жіктің қажетті енін және жік металынан негізгі металға ақырын ауысуын қамтамасыз етіп қозғалыс бағытынан артқа қисайтады. Екі доға да кері полярлықты тұрақты токтың тәуелсіз көздерінен нәрленеді. Сөйтіп 120 м/сағ дейінгі жылдамдықты алуға болады (4.9-кесте).

Кесте 4.8. Флюсті жастықшада көміртекті болатпен пісіру режимдері

Табақша қалыңдығы, мм	Жіктегі саңылау, мм	Пісіру тогы, А	Доға кернеуі, В		Пісіру жылдамдығы, м/ч
			Ауыспалы ток	Кері полярлы тұрақты ток	
10	3..4	700.750	34.36	32.34	30
12	4..5	750.800	36.40	34.36	27
14	4.5	850.900	36.40	34.36	25
16	5..6	900.950	38.42	36.38	20
18	5.6	950.1 000	40.44	36.40	17
20	5.6	950.1 000	40.44	36.40	15

Екі доғамен қалыңдығы 14 мм-ге дейін болатын металдан түйіскен қосылыстарды бір өту кезінде пісіруге болады, бұл кезде жікте саңылау болуы керек. Пісіруді флюсті немесе флюсті мысты төсемде жүргізу керек. Пісіру жылдамдығын 140 м/сағ-қа жеткізу үшін бірден үш доғаны қолданады.

Әдетте флюсті доғаны тұтандыру үшін пісіру тогын қосуды пісіретін бұйымды алдын ала тұйықтап жүзеге асырады.

Кесте 4.9. Біріккен қосылыста екі доғалы пісіру режимдері

Металл қалыңдығы, мм	Саңылау ені, мм	Сымдардың диаметрі, мм	Сымдардың орналасуы	Пісіру тогы, А	Доға кернеуі, В	Пісіру жылдамдығы, м/сағ
8	8	3.4	тік	800. .850	36. .40	80
			көлбеу	850. .870	46. .48	80
8	8	4.5	сондай	1 500. .1550	45. .50	120
				1 000. .. 1 100	42. .48	120
14	4.5	5..6	«	2 000. .2 100	40. .42	120
				1 700. .1800	56. .60	120

Доға кернеуі бойынша сымдарды беру жылдамдығын реттейтін автоматты қолданса, токты қосу кезінде электрод сымы аз уақытта жоғарыға көтеріліп, доғаны тұтандырады да қозғалыс бағытын ауыстырып, қажет етілген жылдамдықта доғаға беріледі. Егер беріліс жылдамдығы тұрақты болса, доғаны аралық қысқа тұйықталу тогымен бір сәтте қызатын электрод бұйымының тұйықталған шетіндегі ұстатқыштағы жарылыс нәтижесінде пайда болады. Пайда болған қыздырылған аралықта доға қоздырылады, оның ұзындығы өздігінен реттелу нәтижесінде ұсталады. Пісіру үдерісінде электродтың дәл түйісу өсі бойынша немесе берілген бағытта қозғалуын қадағалау керек. Флюспен пісіру кезінде доға көрінбегендіктен, электродтың берілген бағыты түйісу сызығы бойымен электродтың адында қозғалатын штифт не жарық теңбілі түріндегі көрсеткіш бойынша анықталады. Сондай-ақ фотоэлементті құрылғы да пайдаланылады.

Жіктің аяқталуы кезінде кратерді пісіру техникасы автомат құрылымына байланысты. Егер пісіру қозғалмайтын автоматты және бұйым жылжитын құрылғыда жүргізілсе, онла доғаның жік соңына келуі кезінде бұйымды тоқтатып, ток өшірместен, доғаның өздігімен үзілгеніне дейін электрод сымдарын беруді тоқтатады. Пісіру тракторында доғаның жік соңына жетуі кезінде трактор тоқтатылады да созылмайтын уақыт бойынша пісіруді бір орында жалғастырады, содан кейін токты өшірмей, сымды беруді тоқтатады, сонда доға өздігінен үзілгенге дейін тартылады.

Кейде қалыңдығы 40 мм-ден асатын металды бірөтпелі пісіру қолданылады. Бұл жағдайда пісіру ваннасының көлемі мен тереңдігі үлкен, газдың бөлінуі қиындатылған, бұл кеуек түзу ықтималдығын арттырады. Салдарынан қуатты доғамен қалың металды бір өтпелі пісіру кезінде диаметрі 8...12 мм-ге дейін болатын қалың электродты сымды және газ өткізгіштігі жоғары флюстар пайдаланылады. Ыстық жарықтардың пайда болуына бейімсіз қалыпты кесетәріздес пішінді жіктердің алынуын қамтамасыз ету үшін пісіруді доғаның жоғары кернеуінде жасайды.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Сыртқы беті пішіні бойынша пісіру жіктері қалай бөлінеді?

2. Газбен пісіру кезінде жіктің қалыптасуына қандай факторлар әсер етеді?
3. Жік бойынша жалынның орын ауыстыруының қандай тәсілдерін білесіз?
4. Пісірудің сол тәсілінің мәні неде және ол қашан қолданылады?
5. Пісірудің оң тәсілінің артықшылықтары мен ерекшеліктері неде?
6. Қоспа сымының қажетті диаметрін қалай таңдау керек?
7. Ванналармен пісіру үдерісі қалай жүзеге асырылады?
8. Тік жіктермен пісірудің ерекшелігі неде?
9. Қапталған электродпен пісіру режимі дегенде нені түсінеміз?
10. Жік қалыптасуға пісіру режимінің түрлі параметрлерінің әсері қандай?
11. Пісірім жікті ұзындығы бойынша қалай ажыратады?
12. Кері сатылы пісірудің артықшылығы неде?
13. Қалыңдығы үлкен металды пісіру кезінде қандай жік салу әдістері болады?
14. Болатты қолмен доғаны пісіру кезінде қандай электродтар пайдаланылады?
15. Тік жіктерді пісірудің ерекшеліктері қандай?
16. Қолмен доғаны пісіруге арналған электродтар қалай маркаланады?
17. Электродтарды қаптау қалай жүзеге асырылады?
18. Қапталған электродтарды сақтаудың негізгі ережелерін атаңыз.
19. Қорғауыш газдарында балқымалы электродпен доғаны пісірудің артықшылығы қандай?
20. Пісіру кезінде аргон негізді қорғауыш газдардың қандай қосарланған не үш еселенген қоспалары қолданылады?
21. Ұзын доғаны пісіру үдерісі қысқа доғаны пісіру үдерісінен қалай ерекшеленеді?
22. Балқымалы электродпен пісіру кезінде электронды металды ауыстырудың қандай типтері болады?
23. Көмірқышқыл газында пісірудің негізгі параметрлерін атаңыз.
24. Пісіру тогының шамасын таңдауға не әсер етеді?
25. Балқыту тереңдігі неге байланысты?
26. Доға кернеуін арттыру не төмендету кезінде жік қалыптастыруы қалай өтеді?
27. Балқымайтын электродпен қорғауыш газдарында доғаны пісіру үдерісінің ерекшеліктерін атаңыз.
28. Пісіру үшін қандай вольфрам электродтары қолданылады?
29. Қысылған доғаға қалай қол жеткізіледі?
30. Доғаны сыққан кезде оның қандай параметрлері өзгереді?
31. Қандай жағдайда микроплазмалы пісіру пайдаланылады?
32. Флюс қабатымен пісіру үдерісінің маңызы неде?
33. Флюс қабатымен пісірудің ашық доғалы пісіруден қандай артықшылығы бар?
34. Флюс қандай қызмет етеді?
35. Металдың қажетті құрамды жігін алу үшін флюс пен электродты сымды қалай таңдау керек?

- 36. Флюспен доғаны пісіру режимінің параметрлерін атаңыз.
- 37. Ток, доға кернеуі мен пісіру жылдамдығы жік пішініне қалай әсер етеді?
- 38. Флюспен пісіру кезінде доғаны қалай тұтандырады?
- 39. Кратерді пісіру үшін флюспен пісіру кезінде қандай тәсілдер қолданылады?
- 40. Көміртекті болаттарды пісіру үшін қандай маркалы флюстар қолданылады?

ҚҰРЫЛМАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ГАЗБЕН ЖӘНЕ ДОҒАЛЫҚ ПІСІРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

5.1. БОЛАТТЫ ПІСІРУ

Болат деп құрамында С 2 % - дан аз болатын, темірдің көміртекпен қорытпасын атайды. Химиялық құрамы бойынша болат көміртек және қоспаланған деп бөлінеді. Көміртектегі құрылмалық болат құрамында көміртек 0,06...0,9% құрайды; ол бұл топтағы болаттардың негізгі қоспаланушы элементі болып табылады және олардың механикалық қасиеттерін және пісірілуін анықтайды. Төмен көміртектегі құрылма болаттарда 0,25 % — С, 0,8 % — Мп, 0,35 % — Si, 0,04 % — Р және 0,05 % — S көп емес; олардың құрамында сондай-ақ, қалдықты сутек пен азот болады.

Көміртектегі болаттарды қарапайым сапалы және жоғарғы сапалы етіп балқытады.

Қарапайым сапалы болат үш тоқа бөлінеді:.

- А тобы — механикалық қасиеті бойынша,
- Б тобы — химиялық құрамы бойынша,
- В тобы — механикалық қасиеті мен химиялық құрамы бойынша.

Болаттың келесі маркалары дайындалады:

- А тобы — Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6;
- Б тобы — БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6;
- В тобы — ВСт0, ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5.

Қышқылсыздануы бойынша қарапайым сападағы болат келесі белгілеулерге ие:кп — қайтайтын, пс — жартылай тынық,сп — тынық. Қайнайтын болат құрамындағы кремний 0,07% -дан аз, ол металдың марганецпен шала қышқылсыздануында болады. Болат қауіпті қоспалардың (күкірт пен фосфор) илем қалыңдығы бойынша жылдам өңделген тегіс еместігі бойынша сипатталады.

Күкірттің жергілікті жоғарғы концентрациясы жік маңындағы аймақтың және жіктің кристаллданған сызат түсуіне әкеп соғуы мүмкін. Қайнайтын болат жік маңындағы аймақта ескіруге бейім және теріс температурада осалдануы мүмкін.

Тынық болат марганец, алюминий және кремний арқылы қышқылсыздандырғанда пайда болады және мұндағы кремнийдің мөлшері - 0,12 %; күкірт пен фосфор, қайнайтынға қарғанда біртекті орналасқан. Бұл болат ескіруге бейім және пісіру пісірілуге реакциясыз болуымен ерекшеленеді.

Жартылай тынық болат ескіруге бейімділігі жағынан қайнайтын мен тынық болатың ортасында. Маркасының нөмірі 1-5 аралығындағы жартылай тынық болаттарды қалыпты және жоғарғы (шамамен 1 %) құрамдағы марганецпен қорытады. Соңғы жағдайда, марка нөмірінен кейін Г әріпін қояды (мысалы, БСтЭГпс).

А тобындағы болаттар пісіру құрылмаларын даярлауда қолданылмайды. Б тобындағы болаттарды екі топқа бөледі. Бірінші топтағы болаттар үшін құрамында көміртек, кремний, марганецтің болуы регламенттелген және күкірт, фосфор, азот және мышьяқтың максималды мөлшері шектелген, екінші топтағы болаттар үшін хром, никель және мыстың максималды мөлшері шектелген.

В тобындағы болатты алты топқа бөледі. Болаттың толық көрсетілімі, маркасы, қышқылсыздандыру дәрежесі және топ нөмірінен тұрады. Мысалы, ВСтЗГпс5 беліленуі: болат В тобына, СтЗГ маркасына, жартылай тынық, 5-топ екенін көрсетеді. В тобындағы болаттар, Б тобындағы сәйкес маркалы 2-топтағы болаттардағыдай. Барлық топтағы және қышқылсыздандыру дәрежесіндегі ВСт1, ВСт2, ВСт3 болаттар пісірудің кепілдендірілуімен шығарылады. БСт1, БСт2, БСт3 болаттар тапсырыс беруші талабы бойынша пісіру кепілділігімен шығарылады.

Сапалы көміртекті болатты МЕМСТ 1060-83 сәйкес шығарады. Болаттың құрамында күкірттің мөлшері аз. Көміртек бойынша ауытқу - 0,03...0,04%. Құрамындағы көміртек 0,2%-ға дейін болатын болат қайнайтын (кп), жартылай тынық (пс) және тынық (сп) болады. Басқа болаттар – тек тынық. Құрамында 0,2 % жоғары көміртекті тынық болат үшін саннан кейін «сп» қойылмайды. Сапалы көміртекті болатты құрылмаларды даярлау үшін ыстыққапалы күйде, сондай-ақ (аз көлемде) қалыптау мен шындаудан кейін жұмсартылған күйде қолданады. Көміртекті болаттарды үш классқа бөледі::

- құрамында 0,25 % көміртек бар, төменкөміртекті;
- құрамындағы көміртек (0,25 %...0,60%) орта көміртекті;
- құрамындағы көміртек 0,60% жоғары жоғары көміртекті.

Пісіру құрымымдары үшін негізінен төмен көміртекті болаттарды қолданады.

Пісіру өндірісінде әртүрлі металлдардың пісірілуі өте маңызды рөл атқарады. **Пісірілу** дегеніміз металлдың немесе металл қосылыстарының орнатылған пісіру технологиясында бұйымның құралу және эксплуатациясы талаптарына жауап беретін қасиеті.

Пісірілу кезінде көміртекті болатты шартты түрле төрт топқа бөлледі:

- I — жақсы пісірілетін;
- II — қанағаттандырылғыштықпен пісірілетін. Болат бөлшектердің сапалы пісірілуі арқылы қосылуын алу үшін, пісірудің қатаң тәртібін сақтау, арнайы қоспалайтын материалдар болуы, белгіленген температуралық жағдай, кейбір жағдайда, қыздыру және алдын ала немесе кезекті термоөңдеу жасау керек;
- III — шектелген пісірілетін. Болат бөлшектердің сапалы пісірілуі арқылы қосылуын алу үшін қыздыру, және алдын ала немесе кезекті термоөңдеу жасау керек;
- IV — нашар пісірілетін. Піскен жіктер сызат түсуге бейім, пісіру байланыстарының қасиеттері төмен (бұл топтағы болаттарды әдетте, пісіру құрылмаларына қолданбайды).

Барлық төмен көміртекті болат үшін балқыту арқылы пісіру қолжетімді болып табылады. Пісіру байланысының тура төзімділігін қамтамасыз ету қиындық туғызбайды. Жіктер құрамындағы көміртектің аздығынан, кристалданған сызат түзілуіне қарсы қанағаттандырылғыштықпен төзімділікке ие. Алайда жоғарғы деңгейдегі көміртекті болаттарда суық сызат түсу мүмкіндігі жоғары, әсіресе, суыту жылдамдығы жоғарылаған кезде (металл қалыңдығының жоғарылауы, теріс температурада пісіру). Сызат түсу бұл шарттарының алдын алу үшін температураны алдын ала 120...200 °C қыздыру керек.

Төмен қоспаланған жоғары төзімділікке ие болаттар (16Г2АФ, 14Х2ГМР) 450 және 600 МПа ағудың шектігіне сәйкес.

Олардың жоғарғы механикалық сипаты қоспа элементтері ретінде ванадий мен азотты (16Г2АФ), сондай-ақ, борды (14Х2ГМР) пайдалануда. Бұндай болаттардан күтілетін нәтиже – суық шығынаулар, олардың туындауы мартенситті айналу мен металлдағы ерітілген сутектің болуы. Төмен қоспаланған болаттарды пісіру кезінде түйірінің өсуінің алдын алу үшін, металл жігі аумағында металлды жігін суыту жылдамдығын, металлда еріген сутек көлемін және пісірудің ұзындықты энергиясын азайту керек.

Жылуға төзімді деп, 600 °C дейін температурада ұзақ жұмыс істей алатын болатты айтады. Оларға 450...500 °C жұмыс істейтін, перлитті төмен қоспаланған хромды-модифицирленген 12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 20ХМЛ болаттарды және 550.600 °C температурада 100 000 сағат (10 жыл) жұмыс істейтін, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20МФЛ хромды-модифицирленген болаттарды атайды.

Олар арзан, олардан технологиялық пісіру құрамдары (кұбыр, буқұбыры, пеш және т.б) үшін құйма, илем, шындалғы жасайды.

Пісіру байланысының жылуға төзімділігі жылуға төзімділік коэффициентімен анықталады – метал байланысы мен негізгі металлдың ұзақ төзімділік мәндерінің қатынасы.

Жоғары температурада жұмыс істеу үшін, болат ыстыққа қарсы, ұзақ төзімді, уақыт бойынша тұрақты қасиетті және ағу кедергісінің тұрақтылығы (үнемі жүктемеде олардың пластикалық деформациясы уақыт өткен сайын маңызсыз өсуі керек). Бұның бәрі болаттың құрамына 0,5...2,0% хром, 0,2...1,0% молибден, 0,1...0,3 % ванадия және (кейде) сирек жерлік элементтерді енгізу жолымен алынады.

Жылуға төзімді болат бұйымдардың механикалық қасиеттерінің жақсы үйлесуі термоөңдеу арқылы жүзеге асады: қалыптандыру немесе шынықтыру арқылы ары қарай дисперсті феррокорбитті қоспадан тұратын, ұсақ түйірді құрылымды қамтамасыз ететін, жоғары температуралы жіберу арқылы жетеді. 100 000 сағат жұмыстан кейін 15ХМ болат төзімділігінің шегі 550 °С температурада 260 МПа (26,5 кгс/мм²), ал 12Х1МФ болат — 550 °С температурада 154 МПа (15,7 кгс/мм²) және 580 °С температурада 58 МПа (5,9 кгс/мм²) болады.

Жылуға төзімді болаттардың физикалық қайнауы металлдың пісірілуге, маталлдық өңдеуге, арықарай жікті кристалдандыруға қатынасымен анықталып, қиындық туғызбайды. Қазіргі пісіру материалдары мен пісіру технологиясы металл жігінің ыстық сызат түзуге қарсы қажет қасиеті мен төзімділігін қамтамасыз етеді. Алайда пісіру байланысы суық сызат түсуге икемді және термо әсер еткен жерде металл осалданады, сондықтан, бұйымды пісіруге сәйкес жергілікті немесе алдын ала жалпы қыздыру керек. Бұл пісіру аймағымен құрылғы аймағындағы температура түрлілігін кемітеді, осындан металл кернеуі төмендейді. Пісіруден кейін, суыту жылдамдығы төмен болған сайын, жоғары температурада металл иілгіш болғанда, аустенит мөлшері мартенситқа айланады. Осы фаза көлемі арасындағы айырмашылықтан туындаған кернеу кемиді; суық сызат түсу ықтималдығы азаяды. Қыздыру арқылы артық жоғарғы температура пісіру байланыстарының қажет ұзақ төзімділігі және соққы созылмалылығын қатаң ферритті-перлитті құрылманының түзілуіне әкеп соғады. Бөлшектерді пісіруден кейін 150...200°С температурада ұстап тұру арқылы суық сызат түсу қауіптілігін азайтуға болады. Осы уақыт ішінде қалдықты аустенит мартенситке ауысуы аяқталып, металлдағы еріген сутектің көп бөлігі жойылады.

Жылуға төзімді болаттардың осалдануы пісіру режимінің параметрлеріне де байланысты. Пісірудің энергиясының ұзындығы ЗТВ – дағы жұмсақ осалданған қабатты ұлғайтады, ол эксплуатация кезінде, әсіресе, иілетін жүктеме кезінде қатты пісіру байланыстарының сынуына әкеп соғады. Жылуға төзімді болат құрылмалардың негізгі байланысуы -

доғалық және контакті қиылысу. Соңғысын зауыт жағдайындағы қызыту пешінің құбырларын байланыстыру қиылыстары үшін қолданады.

Жоғары қоспаландырылған деп қоспаланатын элементтері 10% көп немесе бір элементі 5% кем емес болаттарды айтады. Оларды кемесалуларда, мұнай-химиялық өндірісте, ұшатын аппараттар өндірісінде, энергетикалық орнатуларда, тұрмыстық техникада қолданылады. Бұл болаттардың көміртектілерге қарағанда жылу өткізгіштіктері төмен, жылу кеңейту коэффициенті және жоғарғы омық кедергілері үлкен. Құрылымының ерекшелігі бойынша барлық жоғарғы қоспаланған болаттар сегіз топқа бөлінеді: мартенситті, мартенситті-ферритті, ферритті, аустенитті ыстыққа төзімді, аустенитті тотбасуға төзімді, аустенитті-ферритті тотбасуға төзімді, аустенитті-мартенситті және мартенситті – ескіретін болаттар.

Мартенситті болаттар, мысалы, 15X11МФ, 15X12ВНМФ, ЮХ12НЗД, 18X11МНФБ, 10X12НД, 650°С температурада жұмыс істеуге арналған. Олардан күрек және бу құбырларының дискілерін және газ құбыры орнатуларын жасайды. Бұл болаттар 0,1...0,2% көміртек, 0,3...0,6% кремний, шамамен 1 % марганецтен тұрады. Оларда хром – 10...13%; жоғары температурада кернеуде болаттың кедергісін жоғарылататын, оларды қосымша молибденмен, вольфраммен, ниобимен, ванадиемен, (3,2% дейін) қоспалайды.

Бұл болаттардың пісіру технологиясын олардың шыңдау кезінде морт сынуға икемділігі қиындатады. Соның нәтижесінде мартенситті болаттардың пісіру байланыстарын пісіруден кейін ішкі кернеулерді алу үшін және қажетті механикалық қасиеттерді қалыптастыру үшін, жылдам термо өңдейді(жұмсарту).

Мартенситті болатты әдетте, қолдық доғалық пісіру арқылы пісіреді. Сонымен қатар, 10...12% Cr, 0,8% Ni, 1% Mo және 0,02...0,09% С тұратын КТИ-9, ЦЛ-32 электродтарды қолданады, ол негізгі материалға жақын, пісіру жігінің химиялық құрамын қамтамасыз етеді және металл жігінің жабысқақтығын жоғарылатады. Сондай-ақ, аустенитті электродтар ЭИО-8 және ЭА-395/9 қолданылады. Автоматты пісіру АН-17 және ОР-6 флюс астында Св-15X12НМВФБ және Св-15X12ГНМБФ сымдары арқылы жүзеге асады.

Мартенситті - ферритті болаттар (08X13, 12X13, 20X13, 14X17Н2 және т.б.) құрамында (12...18%) хром жоғары, ол оған тотбасуға қарсы беріктік береді. Бұл болатты агрессивті ортада жұмыс істейтін, мысалы, мұнай өнімдері, сондай-ақ, суда жоғары температурада және қысымдағы құрылымаларды даярлауда қолданылады.

Мартенситті - ферритті болаттарды біріктіру үшін даналық электродтар мен флюс астында қорғаныс газбен доғалық пісіруді қолданады. Кеңінен қолданысқа ие болған, аустенитті балқыған металл алуға арналған Э-10Х25Н12Г2 (ОЗЛ-6, ЦЛ-25) типті электродтар және сымдар (Св-07Х25Н12Г2) 14Х17Н2 болатты Э-10Х18Н2 маркалы АНВ-2 электродтары

Арқылы қолмен доғалай пісіруге арналған, аргонды доғалық пісіру үшін және флюс астында автоматты доғалық пісіру үшін -Св-08Х18Н2ГТ және Св-08Х14ГНТ сымдары және ОФ-6, АНФ-6 флюстары қолданылады.

Мартенситті-ферритті болатты пісіру көзқарасы бойынша «ыңғайсыз» материал болып табылады.

Пісіру байланыстарының қыздыруға жоғары бейімділігіне байланысты суық сызат түсуі мүмкін. Металлдың ұру жабысқақтығының күрт төмендеуі нәтижесінде, жік маңы аумағында суық сызат түсу мен морт сынулар түзілу қауіпінен бұл болаттарды алдын ала және бірге қыздыру арқылы, сондай-ақ, пісіру байланыстарын термо жұмсарту арқылы пісіру қажет. 08Х13 болатты 150...200°С дейін қыздырады, 680..700 °С температурада жұмсартады. 14Х17Н2 болатты да солай қыздырады, 620...640 °С температурада жұмсартады. Бұл болаттар үшін пісіру мен жұмсарту арасындағы уақыт шектелмейді. 12Х13 және 20Х13 болаттарды пісіру алдында 300°С температураға дейін қыздырады және пісіруден кейін 2 сағаттан кем емес уақытта 620...640°С жұмсартады.

Жоғары хромды ферритті болат (08Х17Т, 15Х25Т және т.б) тотбасуға қарсы кедергісі бойынша қымбат тұратын хромды-никельді аустенитті болаттардан кем емес және тотбасу, сызат түсуіне қарсы беріктігі бойынша олардан асып түседі. Көп жағдайда оларды ұрусыз және белгілік айнымалы жүктемемен жұмыс істейтін құралдарды жасау үшін қолданады.

Жоғары хромды ферритті болаттарды олардың пісіру қыздыруы әсерінен осалдануына икемділігімен ерекшелейді. ЗТВ –дағы металлдың икемділігі нөлге жақын, сондықтан, сызат түсуді болдырмау мақсатына, пісіру, ию, жөндеу және ұру жүктемелі барлық амалдарды 150..200 °С температураға дейін қыздыру арқылы жасау керек.

Бұл болаттарды автоматты доғалық пісіру қолмен доғалай пісіру үшін, флюс астында және қорғаныс газында аустенитті құрылымдық Х25Н13 типті металл жігін хромникельді пісіру, электродтары мен сымдарды қолданады. Мысалы, 08Х17Т болатты ЦЛ-Э, УОНИ/10Х17Т электроды мен Св-10Х17Т сымдары арқылы АНФ-6, ОФ-6 флюс астында пісіру тиімді; 15Х25Т болатты ЭНО-7, ЭА48М/22, АНВ-9 немесе АНВ-10 электроды мен Св-07Х25Н13 сымдары арқылы аргонда немесе АН-16, АН-26С, АНФ-11, ОФ-6 флюс астында; 08Х23С2Ю болатты - ЦТ-23, ЦТ-38 электродтарымен. Пісіруден кейін барлық ферритті болаттарды 760 °С температурада 2 сағат бойы күйдіреді, одан ол қалдықты кернеуді толығымен алады және пісіру байланыстарының деформациялық мүмкіндіктерін арттырады.

Аустенитті ыстыққа төзімді болаттар қоспалану типі және қарапайымдылық сипаты бойынша екі топқа бөлінеді. Бірінші топқа термоөңдеумен қарапайымдалмаған Х14Н16Б, Х18Н12Т, Х23Н18, Х16Н9М2 және т.б, гомогенді болаттар жатады. Олар 500°С температурада кернеуде ұзақ қызмет ете алады.

Екінші топқа шынықтыру мене ескіруге қарапайымдалған Х12Н20ТЗР, 40Х18Н25С2, 1Х15Н35ВТР және т.б, гетрогенді болаттар жатады. Ондай болаттар 700 °С температурада кернеуде ұзақ жұмыс істей алады. Олардан кернеу, жоғары температура және агрессивті ортаның бірлескен жұмысында сыналатын бұйымдар: газ құбырларының күректері, жану камералары және газ құбыры қозғалтқыштарының ыстық жолдары ысытылған бумен құбыр желілерін жасайды.

Аустенитті ыстыққа төзімді болаттар пісіру кезіндегі ыстық сызат түсуге және пісіру құрылмаларының морттануына бейімді. Сондықтан, әсіресе, 600 °С – ға дейін жұмыс істейтін бұйымдарды пісіру кезінде метал жігінде 1...2% ферритті фазаның бар болуын қамтамасыз ететін материалдарды қолданады. Бұл шарттар ЦТ-26, ЦТ-16, ЦТ-7, КТИ-5 электродтарымен пісіру кезінде орындалады. Ыстыққа төзімді, 700...750°С температурада ұзақ жұмыс істейтін болат құрылымдар үшін КТИ-7, ОЗЛ-9А электродтарын қолданады. Құрылымға жауапты жіктердегі қоспаланған элементтерді сақтау үшін инертті қорғаныс газдарын және қышқылдандырушысыз галлоидті флюстар ФЦ-17, АНФ-5 қолданылады. Пісіру ваннасына қоспалайтын сымды доға бағанын және тамшылық ауыстырғышты айланып өтіп, қатты күйінде енгізген дұрыс. Сым ваннаның артқы жағында доға осінен қалған нүктеге ванна ұзындығының үштен бір бөлігіне енуі керек. Пісіру режимін таңдаған кезде ең басты мәселе- метал жігінде және ЗТВ-да ыстық сызат түсудің алдын алу.

6 м/сағ дейін кеми алатын, пісіру жылдамдығын реттеу көбірек тиімді.

Ыстық сызат түсуге қарсы жіктердің беріктігін және пісіру жігінің механикалық қасиетін жоғарылату үшін пісіру ваннасын механикалық немесе электромагниттік әсер арқылы араластырып, пісіру ваннасын интенсивті суыту жолымен оған қатты қоспалайтын материал немесе су ағынан беру жолымен жоғарылатуға болады.

Аустенитті тотбасуға берік болаттарға құрамында 8 % Cr және 10% Ni бар, 18—10 (ХН70ВМЮТ) топтағы хромникелді, хроммарганецті, хроммарганецті-никелді, хромникельмолибденді және жоғарғы кремнилі болаттарды жатқызады. Кең тараған ХН70ВМЮТ (18—10) болаттар, оның құрамындағы жоғарғы хром және никель тотбасуға және ыстыққа қатар төзімді.

Аустенитті болаттар ыстық сызат түсуге бейім, олардағы аустенитті жіктер төменгі тотбасу беріктігіне ие, сондықтан электродтар мен қоспалайтын сымдардың химиялық құрамын метал жігінің пісірілетін материалдан айырып тұратындай етіп таңдайды.

ХН70ВМЮТ топтағы болатты пісіру үшін ОЗЛ-8 (Э-07Х20Н9) типті электрод, (МЕМСТ 10082 -71), аргонды доғалық пісіру үшін - Св-06Х19Н9Т, Св-08Х20Н9Г7Т (МЕМСТ 2246 — 70) типті сымды, флюс астында доғалай пісіру үшін, АН-26, АН-45 флюстары мен Св-06Х19Н09, Св-08Х20Н9Г7Т сымдарын, СО₂ доғалай пісіру үшін Св-08Х20Н9Г7Т сымдарын қолданады.

Қалыңдығы 14...16 мм аустенитті болаттарды пісіргенде сызат түсуге қарсы беріктік жіктің Mn, Mo, Ni қоспалануы арқылы және олардың Ti, Nb және Al алып тастау арқылы жүзеге асады, көпқабатты композитті жіктерді: агрессивті ортаға қатынас жасайтын жіктің бөлігін металл жігінің химиялық құрамын қамтамасыз ететін, пісірілетін металлға жақын металлмен жасап қолдануға болады.

Аустенитті болаттар төмен температурада балқиды, жылу өткізгіштігі төмен, сызықты кеңею коэффициенті жоғары. Аустенитті болаттардың кемшілігі – кристаллалық тотбасуға икемді. Болаттарға тот басуға төзімділікті хром береді. 500...700 °С температурада (күйдіруді жүзеге асыратын температура) хромға бірігіп, тотбасуға қарсы беріктігін жоғалтатын, метал түйірінің шекарасында болатын Cr_{23}C_6 типті хром карбиттері интенсивті түрде түзіледі. Тот ортасымен әсерлескенде түйір шекаралары бүліне бастайды, алайда, түйірлер тотбасуға төзімді болып қала береді. Пісіру процесінде металл жігі және жік маңы аумағы күйдіруді болдыратын температурада, хром карбиттары бөлініп үлгеретіндей, ұзақ бола алады. Бұндай жағдайда жік маңында екі жағынан тотбасу беріктігі төмен жіңішке жолақтар түзіледі (пышақтық тот басу). Металл жігі де тотбасуға қарсы беріктігін жоғалтуы мүмкін.

Осы ерекшеліктерді есепке ала отырып, пісіру режимін таңдауда қыздыру жылдамдығын және металлды суыту жылдамдығын жоғарылатуға тырысу керек. Дербес жағдайда, доғалық пісіруде, көміртекті болаттарды пісіруге қарағанда ток күшін 10..30% төмендетіп, пісіру жылдамдығын жоғарылатады, «жіптік» жік сала отырып, күштеп суытады.

Аустенитті-ферритті тотбасуға берік болаттарға, құрамындағы хром никелден 1,5 есе артық болаттарды жатқызады. Мысал ретінде, 08X22H6T, 12X22H6T, 03X23H6, 20X23H13 болаттарды жатқызуға болады. Бұл болаттар төзімділік пен ағып кетудің жоғары беріктігіне ие және тотбасу беріктігі жақсы, жақсы пісіріледі. Олардан мысалы, химиялық пісіру құралдарын жасайды, металл шығынын беттің қалыңдығын кеміту арқылы азайтуға болады.

Бұндай болаттарды қолмен және механикаландырылған доғалай пісіруге болады, сондай-ақ, басқа әдістермен де, сонымен қатар жоғары емес ұзындықты энергия арқылы пісіру әдісі де ұсынылады. Режимді таңдау техникасы, басқа тоғбасуға берік болаттардағыдай. Құрамындағы ферриттің жоғары болуына орай жіктер ыстық шытынауға қарсы қажетті беріктікке ие. Балқыту арқылы пісіруде ЦЛ-11, ОЗЛ-7, ЦТ-15-1, НЖ-13, АНВ-36 электродтары мен Св-08Х21Н7ВТ, Св-03Х21Н10АГ5 сымдарын, АН-26, АИК-45МУ флюстерін қолданады. Жиектерінің қалыңдығы 16...20 мм бөлшектерді пісірген кезде жік шекараларын негізгі материалмен аргонда жанып тұрған, пісіру доғасы арқылы балқымайтын электродты қолданып, өндеу ұсынылады. Бұндай төмен ұзындықты энергия арқылы жергілікті

қыздыру ұсақ түйірде түйір шекарасында аустенитті қабатты ферритті құрылымды қамтамасыз етеді, ол икемділік пен тотбасуға беріктікті артады.

Мартенситті-ескіретін болаттар деп осы болаттарды 300...400°C температурада ұстау уақытында болатын, құрылымдық айналулар (ескіру) нәтижесінде беріктікті ұлғайтатын болаттарды айтады. Олардың құрамы құрамында молибден, титан, алюминий бар, 18...25% никель және 7...10% кобальдан тұрады. Мысал ретінде, H18K9M5T, H18K8M5TЮ болаттар жатады. Қоспалаудың басқа жүйесі молибден, титан, алюминий немесе кобальт пен вольфрам бар никель (5...10%) мен хром (10...13%) қосылысына негізделген, ол ескіруден кейінгі беріктігі 1570МПа (160кгс/мм²) болуын қамтамасыз етеді. Мысал ретінде Х12Н10М2ТЮ, Х12Н9К4МВТ болаттар жатады.

Қатыстық жоғары температураға байланысты мартенситті-ескіретін болаттарды кесуге және сызат түсу сияқты дефектілерге сезімталдығы төмен металлдың бөліктік беріктігін қажет ететін құрылымдарда қолданады (қозғалтқыш корпусы, жоғарғы қысым тамырлары, крогенді тағайындалатын бұйымдар). Бұл болаттарды қолданудың келешегі балқыту төзімділігіне беріктігінде.

Мартенситті-ескіретін болаттар пісірудің барлық әдісінде жақсы пісіріледі. Олар суық және ыстық сызат түсудің туындауына аз сезімтал, пісіру құрылымдарының жоғарғы механикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді. Пісіру технологиясы қарапайым және сенімді. Ескіру амалдарына қажетті қасиеттерді орындап, қыздырмай және кейін жұмсартпай пісіре беруге болады. Көптеген жағдайда, доғалық пісіруді аргонда балқымайтын электродпен және негізгі металл құрамына жақын қоспалайтын сыммен жасалады. Импульстік доғаны, бөлшек қимасына көлденең электродтың тербелісін қолданылады. Қалыңдығы үлкен бөлшектерді саңылаулық бөлу арқылы (бөлік шеттері арасында электрод енетін саңылау орнату арқылы). Бұның барлығы металл жігінде негізгі металл қасиетіне жақын, ұсақ түйірді құрылымды және механикалық қасиетті қамтамасыз етеді.

Көміртекті және төмен қоспаланған көміртекті болаттарды газбен пісіру. Төмен көміртекті болаттарды газбен пісірудің кез келген әдісімен жүзеге асыруға болады. Пісіру кезіндегі жандырғының жалыны ацетилен шығыны қалыңдығы 1мм металлға солынан пісіруде 100...130 дм³/сағ болатын, оңынан пісіруде - 120...150 дм³/сағ болатындай, қалыпты болуы керек.

Қалыңдығы 6 мм болатты газбен пісіруде жанатын газ ретінде ацетилен, пропанды-бутанды қоспа немесе кейде табиғи газ қолданылады. Пісіру сымы болат маркасына байланысты таңдалады және МЕМСТ 2246-70 стандартын қанағаттандыруы керек (5.1 кесте). Газбен пісіру режимдері 5.2 және 5.3 кестеде көрсетілген.

Газбен пісіруге арналған флюстар салалық ССТ 5479-83 стандарты бойынша шығарылып және нөмірлермен маркерленеді. Нөмірлері бойынша 5.4 кестеде келтірілген флюс компоненттерін анықтайды.

Үлкен қуатты жалынмен пісірген кезде қыздыруды болдырмау үшін, мүштіктің негізгі металлға қатысты бұрылу бұрышын азайтып, жалынды қоспалайтын сымның соңына қарай бағыттайды.

Пісіру кезінде қоспалайтын метал балқытындысы негізгі металлдың қызып тұрған жиектеріне түспес үшін, пісірілетін бөліктерді және қоспалайтын сымды бір уақытта пісірілуге тырысу керек. Металл жігінің икемділігін жоғарылату және нығайту үшін шыңдауды қолдану керек. Болатты пісіру кезінде жиек бетіндегі жиілік маңызды, себебі ластану жікте саңылау тууына, шала пісірілуге және қож қосылыстарының түзілуіне әкеп соғады. Жиектерді даярлау МЕМСТ 16037 – 80 талаптарына сай болуы керек. Бөлшектерді газдық пісіру арқылы ұстату негізгі пісіру жасалған жандырғы ұшы мен сол қоспалайтын сыммен жасалуы керек. Ұстатуды кернеу концентрациясы аз жерден орындау керек. Өткір ұштарда, кішкене радиусты аймақтарда тіке бұруларда ұстатулар орындауға болмайды.

Төмен көміртекті болаттар 0,25% көміртектен тұрады және газдық пісіруде жақсы пісіріледі. Пісіру үшін қалыпты жалынды қолданады. Ацетилен шығыны: 1 мм пісірілетін металл үшін сол жақты пісіру үшін - 100...300 дм³/сағ; оң жақты үшін – 120...150 дм³/сағ.

Қоспалайтын металл ретінде Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10ГА және Св-10Г2 маркалы сымды қолданады. Флюс қолдануды қажет етпейді. Қалыңдығы қалың металлды және жауапты бұйымдарды пісіргеннен кейін пісіру байланыстарын немесе бұйымды толығымен термоөңдеу қажет.

5.1. кесте. Көміртекті және төмен қоспаланған көміртекті газдық пісіруде қолданылатын, қоспалайтын сымдар мен флюстар

Пісірілетін болат маркасы	Қоспаланатын сым маркасы	Ацетилен шығыны, $\text{дм}^3/\text{сағ}$, пісірілетін 1 мм металл қалыңдығына	Флюсномері
08, 10, 05кп, 08кп, Юкп СтО — СтЗкп, ВСт2 — ВСт4	Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08Г2С Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-ЮГА, Св-12ГС, Св-14ГС	120... 150 оң жағынан пісіру үшін 100... 130 сол жағынан пісіру үшін	Флюссіз
25, 30, 35, 40	Св-08А, Св-08ГА, Св-ЮГА, Св-12ГС, Св-08Г2С	75... 100 сол жағынан пісіру үшін	№ 1, 2, 3
20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГСА	Св-08, Св-08А, Св-18ГСА, Св-18ХМА	70... 75 сол жағынан пісіру үшін	Флюссіз

5.2 кесте. Ацетилен қоспасын қолдана отырып, көміртекті болаттарды газбен пісіру режимі

Пісірілетін металл қалыңдығы, мм	Қиылыстағы алдын ала саңылау, мм	Жиектердің қисаю бұрышы, °	Ұстамдар арасындағы қашықтық, мм	Пісіру сымының диаметрі, мм	Жандырғы ұшының номері, МЕМСТ 1077—79Е бойынша		Шығын, $\text{дм}^3/\text{сағ}$	
					ГЗ типті	Г2 типті	ацетилен	оттегі
0,3...0,6	—	—	20... 30	1,0	—	0	20... 60	28...65
0,6...1,5	—	—	20... 30	1,5...2,0	1	1	50... 125	55... 135
1,5...2,5	0,8... 1,5	—	30...50	2,0...2,5	2	2	120...240	130...280
2,5...4,0	1,5...2,5	60...65	50... 80	2,5...3,5	3	3	230...430	250... 440
4,0...7,0	2,5...4,0	70...90	800... 100	3,5...5,5	4	—	400... 700	430... 750
7,0... 10,0	3,0...6,0	70...90	100... 120	5,0...6,0	5	—	660... 1 100	740... 1 200

5.3. кесте пропан-бутан қоспасын қолдана отырып, көміртекті болаттарды газбен пісіру режимі

Пісірілетін металл қалыңдығы, мм	Қиылыстағы алдан ала саңылау, мм	Жиектердің қисаю бұрышы, °	Пісіру сымының диаметрі, мм	Жандырғы ұшының номері, МЕМСТ 1077— 79Е бойынша	Шығын, дм ³ /сағ	
					Пропан-бутон қоспасы	оттегі
0,5... 1,0	1,0...1,5	Түйірлердің қисайуынсыз	1,0...1,5	1 — 2	30...90	105...315
1,1...2,0	1,5...2,0		1,5...2,0	2 — 3	60... 180	210...680
2,1 ...3,0	2,0...3,0		2,0...2,5	3 — 4	120...270	420... 950
3,1 ...5,0	3,0...4,0	60...90	2,5...4,0	4 — 5	180...540	630... 1 900

5.4.кесте Болаттарды газбен пісіру кезінде қолданатын флюстердің құрамы

Флюс компоненттері	Флюстің химиялық құрамы, % (масса бойынша), номері				
	1	2	3	4	5
Бура	100				
Көмірқышқылды калий		50			
Екі көмірқышқылды натрий		50			
Бор қышқылы			70	55	
Көмірқышқылды натрий			30		
кремнийдиоксиді				10	
Ферромарганец				10	10
Феррохром				10	
Ферротитан				5	10
Рутил концентраты				5	
Балкытқыш шпат				5	
Мәрмәр					28
Ферросилиций					6
Титан диоксиді					20
Қызыл техникалық фосфор					26

Болат құрамында 0,3 % жоғары көміртек болса, металл кристалдануына жақын температурада (ыстық шытынаулар), пісіруден кейін суытуда (суық шытынаулар) шытынаулар туындауы мүмкін.

Құрамдағы көміртектің жоғарылауы металл түйірі шеттерінде осал қабаттардың туындауына әкеп соғады. Бұндай болаттардағы шытынаулар жік маңындағы аймақта да, металл жігінде де бола береді. Бұндай болаттарды (көміртегі 0,3...0,6% көп) пісіру үшін, ацетиленнің аз шығынымен — 1 мм металл қалыңдығына 75...100 дм³/сағ жалын қолданылады. Тек қалыпты жалын ғана қолданылады.

Қалыңдығы 3мм жоғары металл үшін бұйымды 250...350 °С температураға дейін жалпы қыздыру ұсынылады. Сондай-ақ, жік маңы аймағын жандырғы арқылы 650...700 °С температураға дейін жергілікті қыздыруда қолданылады. **Орташа көміртекті болаттарды** пісіру кезінде балқыған металлдың механикалық қасиетін арттыру хром (0,5.1%) мен никелмен (2.4%) қоспаланған қоспаланатын сым (Св-06НЗ, Св-18ХГС) қолдану арқылы жүзеге асуы мүмкін.

Жоғары көміртекті болаттар 0,6...2,0% көміртектен тұрады. Бұл болаттар орташа көміртекті болаттарға қарағанда нашар балқиды. Пісіру әдістері орташа көміртекті болаттардағыдай. Ацетилен шығыны 1 мм қалыңдықтағы металл үшін -75 дм³/сағ; сол жағынан пісіру ұсынылады. Қалыпты немесе аздап көміртектендіргіш жалын және төмен көміртекті қоспаланатын сым қолданылады. Құрамындағы көміртек 0,7% болатын болаттарды пісірген кезде флюс қолдану ұсынылады. Жоғарғы көміртекті болаттарды қанағаттандырыллық пісіру байланыстарын алу үшін металл қалыңдығы 3 мм-ден аз болуы керек. Әдетте, пісіруді алдын ала қыздыру (250...350°С) мен жергілікті қыздыру (650...700°С) арқылы Пісіруден кейін сол маркалы болатқа арналған термоөңдеуді жүргізеді.

Төменгі қоспаланған перлитті класс болаттары (10ХСНД, 15ХСНД) жоғарғы беріктігі, жақсы пісірілуі және атмосфералық жағдайда тотбасуға қарсы жоғарғы беріктігімен сипатталады. Аталған болаттарды газбен пісіру кезінде ацетилен шығыны қалыңдығы 1 мм металл үшін 75...100 (сол жағынан пісіргенде) және 100...130 дм³/сағ (оң жағынан пісіргенде) қалыпты жалын қолданылады. Св-08А және Св-08Г2С қоспаланатын сым қолданылады; флюс қолданылмайды. Жік сапасын жақсарту үшін жікті 800...850°С температурада шыңдап ары қарай қалыптау керек.

Молибденді және төмен қоспаланған болат 15М, 25МЛ маркалы 0,4...0,6% молибденнен тұрады және 500...550 °С температураға дейін жұмыс істеуге арналған. Бұл болаттарды пісіру кезінде қалыңдығы 1 мм металл үшін ацетилен шығыны 100 дм³/сағ болатын қалыпты жалын қолданылады. Св-08ХМ, Св-10НМ, Св-18ХМА, Св-10ХМ маркалы пісіру сымдары қолданылады.

Пісіруді ұзындығы 15...25 мм бөліктерге бөліп, барлық пісірілетін аймақты ашық-қызыл пісірілу түсіндегі температурада ұстап тұрып жасайды. Пісіру кезінде түйіршіктер металл жылтырынан тазалануы керек. Қалыңдығы 5 мм дейін металлды пісіргенде бір қабатты етіп, ал қалыңдығы үлкен болған кезде көп қабатты етіп алады. Пісіруді үзілістің минималды санымен жасау керек. Пісіруді жаңғырту кезінде, сызат түсудің болуының алдын алу үшін, жікті белгіленген жерінде тегіс 250...300°C қыздыру керек (құбырларды пісіргенде – барлық қиылысын).

Хромдықкремнемарганцті болаттар (30ХГСА типті) үлкен беріктікке, икемділікке ие және вибрациялық және ұру жүктемелеріне төтеп береді. Термоөңделген жағдайда олардың беріктік шегі 800 МПа және 10% қатысты ұзын.

Хром мен кремнийдің күйін ескерту үшін пісіруді қалыңдығы 1 мм метал үшін ацетилен шығыны 75...100 дм³/сағ болатын ұштар арқылы жүргізіледі. Қоспаланатын металл ретінде төмен көміртекті маркалары Св-08 және Св-08А сымдарды немесе қоспаланған Св-18ХМА сымдарды қолданады. Пісірудің алдында қалыңдығы 0,5...1.5 мм металл үшін, беттерді 20...30 мм сайын, қалыңдығы 2мм-ден қалың металлдар үшін 40...60 мм сайын ұстатады. Ұстамдарды бет шетінен 10...15 мм қашықтықта немесе пісіру байланысы бұрыштарында орналастырады. Түйіндерді тиянақтап тазалап орнына келтіру, сонымен қатар, олардың арасындағы жіктің ұзындығы бойында бірдей болу керек, саңылауларды сақтау керек, ол шаблон арқылы тексеріледі; пісіруді бір қабат етіп жүргізеді.

Кенет суыту кезінде жікте және жік маңында шытынаулар пайда болуы мүмкін, сондықтан, пісіруді аяқтағаннан соң, радиусы 20...40 мм соңғы аймақты факелмен қыздыра отырып, жіктен жалынды ақырындап алу керек. Пісіруді жылдамдатып, үзіліссіз, жандырғы жалынын бір жерде ұзақ ұстамай және пісіру ваннасының металлын қыздырмай жүргізу керек.

30ХГСА типті болатты пісіруден кейін жұмсарту арқылы шыңдайды.

Жабық электродтармен қолдық доғалық пісіру. Болаттың құрылманың тағайындалуы мен типіне байланысты электродтарды 5.5 кестеден таңдауға болады. Пісіру режимін металл қалыңдығына, пісіру байланысы типі және пісірудің кеңістікті орналасуына байланысты таңдайды.

Тамырлы жіктерді қалыңдығы 10 мм және одан да көп металлда бөліп пісірген кезде диаметрі 3...4 мм электродтарды қолданады.

Аталған маркалы электродтар үшін пісіру тогының ұсынылған мәні, оның тегі және полярлығын электрод құжатына сәйкес таңдайды, әдетте, құжатта оның пісіру-технологиялық қасиеті, типтік химиялық құрамы және механикалық қасиеті келтіріледі.

Төмен көміртекті болаттардан жасалған қатардағы және жауапты құрылмаларды Э42 және Э46 типті электродтармен пісіреді (5.6 кесте). Бұл болаттарды пісірген кезде пісіру байланысының жоғары механикалық байланыстарын қамтамасыз етеді, сондықтан, көп жағдайда ондағы шыңдау құрылмаларының түзілуінің алдын алуға бағытталған арнайы шараларды қажет етпейді.

5.5 кесте. Төмен көміртекті және төмен қоспаланған болаттарға қолданылатын электродтар

Электродтардың тағайындалуы	Электрод маркасы	Ескерту
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 қоспаланған болаттарды пісіру	АНО-1, ВСП-1, ВСЦ-2, УОНИ-13/45, ОЗС-2, ОМА-2	АНО-1 электродтары Төмен көміртекті болаттарға және 09Г2 қолданылады
Төмен көміртекті болаттан жасалған жауапты құрылмаларды пісіру	МР-3	
Төмен көміртекті және төмен қоспаланған болаттардан жасалған жауапты құрылмаларды пісіру	ОМА-2, УОНИ-13/55, АН-7, ВСН-3, К-5А, ДЖ-50, ОЗС-18, ОЗС-25, ОЗС-33	УОНИ-13/55 электродтары — төмен көміртекті болаттарға және 14ХГС арналған; ВСН-3 — 10Г2 болаттардан жасалған құбырларға арналған

5.6. кесте. Электрод маркаларының электрод типтеріне сәйкестігі

Электрод типі (МЕМСТ9467—75)	Электрод 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-12, ЭРС-1, ЭРС-2, РБУ-4, РБУ-5
Э46А	Э-138/45Н, УОНИ-13/55
Э50	ВСН-3
Э50А	УОНИ-13/55, ДЖ-50, К-5АОЗС-18, ОЗС-25, ОЗС-33

Алайда қалың металлдарда бұрыштық жіктерді пісірген кезде және көп қабатты жіктің бірінші қабатын пісірген кезде металлдың сызаттану кристаллизациясына қарсы беріктігін арттыру үшін 120... 150 °С температураға дейін алдын ала қыздыру қажет болуы мүмкін.

Төмен қоспаланған болаттардан жасалған қатардағы құрылмаларды пісіру үшін әдетте Э42А және Э46А типті электродтарды, ал жауапты - Э50А типті электродтарды қолданады. Бұл металл жігінің кристалданған сызат түсуге қарсы беріктігінің қажет төзімділігі мен иілгіштігін қамтамасыз етеді. Негізгі металлдан тұратын қоспаланатын элементтерді қосу арқылы металл жігін қоспалау және металл жігін салқындату жылдамдығын арттыру, төмен көміртекті болаттарды пісіруге қарағанда, беріктік сипатқа ие.

Жіктерді толтыру техникасы және ол анықтайтын пісірудің термоциклі болатты алдын ала өңдеуге байланысты. Қалың металлды металл жігі мен жік маңын суыту жылдамдығын баяулата отырып «каскадты» және «үйінді» пісіру ондағы шындау құрылымының туындауының алдын алады. Оған қол жеткізу үшін 150...200 °С температураға дейін алдын ала қыздыруды орындауға болады, сондықтан, аталған әдістер термо төзімсіз болаттар үшін жақсы нәтиже береді. Термо төзімді болаттарды пісірген кезде морт сынуды болдырмау үшін жік маңында салқындатылған алдыңғы жіктер бойымен ұзын жік салу ұсынылады.

Қорғаныс газдарындағы пісіру. Төмен көміртекті және төмен қоспаланған болаттарды пісіргенде балқытылған электродты металды және пісіру ваннасы металлын қорғау үшін, көмірқышқыл газын қолданады. Қорғаныс газының құрамы процесстің технологиялық сипаттарына және металл жігіне маңызды әсер етеді. Көмірқышқыл газынан басқа келесі газ қосылыстарын қолданады: $\text{CO}_2 + \text{O}_2$, $\text{CO}_2 + \text{At}$, $\text{CO}_2 + \text{At} + \text{O}_2$.

Қосылған газ газ қосынды көлемінің 50 % құрай алады. Газ ортасының металлдың қышқылдандырушы әсерін жоғарылататын,оттегі қосылысы металл жігіндегі қоспаланған элементтердің концентрациясын азайтуға мүмкіндік береді. Ол төмен қоспаланған болаттарды пісіру кезінде қажет. Сонымен қатар, балқыған металлдың шашырауы біршама азаяды, оның ағуы жоғарылайды. Оттегі сутекті байлай отырып, оның саңылау тудыруына кедергі жасайды.

Көмірқышқыл газына аргон (кейде бұл қоспаға оттегі қосады) қосу доғаның технологиялық қасиетін өзгертеді (пісірілу тереңдігін және жік формасын, тұрақтылығын және т.б) және металл жігіндегі қоспаланған элементтердің концентрациясын азайтады.

Аргон мен гелий таза күйінде қорғаныс газы ретінде шектеулі қолданылады – тек жауапты құрылмаларды пісірген кезде.

Көмірқышқыл газында және оның қоспасында пісіру кезінде балқытылатын электродтарды қолданады. Кейбір жағдайда, көмірқышқыл газында пісіру кезінде балқымайтын көмірлі немесе графитті электрод қолданылады. Алайда бұл әдіс, шектеулі қолданысқа ие, мысалы, қалыңдығы 0,3...2 мм төмен көміртекті болаттардан жасалған борттық құрылмаларды (канистр, конденсатор корпусы және т.б) пісіру кезінде қолданылады. Пісіру қоспалаусыз жүретін болғандықтан, металл жігіндегі кремний мен марганец құрамы аз. Нәтижесінде байланысу беріктігі негізгі метал беріктігінің 50...70% құрайды.

Жартылай автоматты пісіруде әртүрлі кеңістік жағдайында орналасқан жіктің балқыған электродтары ретінде, диаметрі 1,2 мм сымды қолданады; төменгі қалыпта пісіру кезінде диаметрі - 1,2...3,0 мм сым қолданылады.

Төмен көміртекті және төменқоспаланған болаттарды пісіру үшін қоспаланған Св-08ГС және Св-08Г2С маркалы электродтарды қолданады. 12ГС маркалы сымды төмен қоспаланған 14ХГС, ЮХСНД және 15ХСНД болаттар үшін және ВСт1 және ВСт2 маркалы тынық төмен көміртекті болаттар үшін қолданады. Алайда, көп қабатты жіктердің беткі қабаттарында көміртектің жоғары құрамының алдын алу үшін бұл сымдарды бір немесе үш қабатты жіктер үшін қолданады.

Жіктердің теңіз суында тотбасу төзімділігінің жоғарылауы Св-08ХГ2С маркалы электродтарды қолдану арқылы жүзеге асады. Төмен көміртекті және төмен қоспаланған болаттардан жасалған бұйымдардың металл жігінің жік маңындағы құрылымы мен қасиеті қолданылған электрод сымына, негізгі металлдың құрамы мен қасиетіне және пісіру режиміне (пісірудің термоциклі, жікті құруда негізгі металлдың болуы мен жік формасы) байланысты.

Металл жігінің қасиетіне көмірқышқыл газының да әсері зор. Құрамда азот пен сутектің көп болуы, сондай-ақ, жікте ылғалдың болуы, саңылаудың тууына әкеп соғады. Көмірқышқыл газында пісіру тотбасуға сезімтал емес.

Қоспаланған элементтердің жануын жоғарылату арқылы, доғаның кернеуінің жоғарылауы жіктің механикалық қасиетінің төмендеуіне әкеп соғады. Жоғары токта пісіру металл жігінің иілгіштігі мен ұру жабысқақтығының төмен көрсеткіштеріне әкеп соғады, бұл суытудың жоғарғы жылдамдылығымен түсіндіріледі. Қалыпты режимде орындалған, металл жігінің қасиеті Э50А типті электродтармен орындалған металл жігінің қасиеттеріне сәйкес келеді. Өндірісте көмірқышқыл газында ұнтақ сымдармен пісіру де қолданыс тапқан. Бұл пісіру әдісінің технологиясы және пісіру байланыстарының қасиеттері қосымша қорғаныссыз пісіру кезіндегідей.

Жоғары қоспаланған аустенситті болаттарды пісіру. *Қолмен доғалай пісіру.* Жоғары қоспаланған болаттарды пісіру кезінде бір маркалы пісіру сымдары химиялық құрамы бойынша кең шекке ие. Кеңістік жағдайындағы, пісіру байланысы типтерінің түрлілігі негізгі металлдың пісірілу тереңдігінің өзгеруіне, сондай-ақ, металл жігінің химиялық құрамының өзгеруіне әкеп соғады. Бұның бәрі жік құрамындағы ферриттің керек мөлшерін қамтамасыз ету және жіктегі ыстық сызат түсудің түзілуінің алдын алу үшін, жабын құрамын түзетуге қажет. Сонымен жіктің ыстыққа төзімділік пен тотбасу төзімділігіне қол жеткізіледі.

Қоспаланатын элементтердің жануын азайтатын, фтористокальцилік жабынды электродтарды қолдану металл жігін қажет химиялық құрам мен құрылыммен қамтамасыз етеді. Электродтардың көлденең тербелісінің қысқа доғаны ұстап тұру қоспаланған элементтердің жануының төмендеуіне әсер етеді, ол негізгі металл бетіне оған шашыранды түскенде дефектілердің пайда болу мүмкіндігін азайтады.

Электродты жабу типі кері полярлы тұрақты токтың қажеттілігін көрсетеді (тура полярлы айнымалы және тұрақты токта доға орнықсыз). Режимі марка бойынша анықталатын, электродтарды мұқият қыздыру жіктерде саңылаулардың және сутектен пайда болатын сызат түсудің түзілмеуін қамтамасыз етеді. Қолмен доғалай пісіру режимінің бірқатар берілгендері және ондағы электродтарды қолдану 5.7 кестеде көрсетілген.

Қорғаныс газдарындағы пісіру. Қорғаныс ретінде инертті (аргон, гелий) және белсенді (көмірқышқыл) газдарын, сондай-ақ, инертті немесе (және) белсенді газдардың түрлі қоспаларын пайдаланады. Бұл әдіс маңызды басымдылықтарға ие. Оны қалыңдық диапозондары кең металлдарды – ондық бөлшектен он миллиметрге дейін, байланыстыру үшін қолдануға болады. Қалың металл бөлшектерді пісіргенде, кейбір жағдайларда, пісірудің бұл әдісі электрокожды пісірумен таласқа түсе алады. Инертті газдарды қолдану доғаның тұрақтылығын айтарлықтай жоғарылатыды. Қорғаныс газдарының жылу физикалық әртүрлілігіне орай және олардың қоспаларын пайдаланудан доғаның техникалық мүмкіндіктері айтарлықтай кеңиді. Инертті газдарда пісіру кезінде қоспаланған элементтердің жану минималдығы байқалады, ол жоғары қоспаланған болаттар үшін өте маңызды. Қорғаныс газдарында пісіруде

5.7. кесте. Аутенситті болаттарды қолмен доғалық пісірудің болжалды режимдері

Материал қалыңдығы, мм	Электрод		Пісіру тогы, А, пісіру жағдайында		
	Диаметр, мм	Ұзындығы, мм	төменгі	вертикалды	төбелік
2,3 дейін	2	150...200	30...50	—	—
2,5...3,0	3	225...250	70...100	50...80	45...75
3,0...8,0	3...4	250...300	85...140	75...130	65...120
8,0...12,0	4.5	300...400	85...160	75...150	65...130

басқа пісіру әдістеріне қарағанда, металл жігінің химиялық құрамының өзгеру мүмкіндігі шектелген. Негізгі және электродты металлдар әр түрлі болған жағдайда, олар пісіру (қоспаланатын) сымының құрамының немесе металл жігін (пісіру режимі) түзудегі негізгі металл қатысының өзгеруі мен жүзеге асады.

Балқытылатын электродпен пісірген кезде қорғаныс атмосферасы құрамын айтарлықтай өзгерту есебінен, металлдық әсер сипатын өзгерту мүмкіндігі туындайды, мысалы, доғада қышқылдандыру шарттарын түзу арқылы, оттекті, көмірқышқыл газы және т.б газ қоспаларын қолдану арқылы. Бұл әдіспен пісіруді түрлі кеңістік жағдайында жүзеге асыруға болады, осыдан монтажды жұмыстарда жабынды электродтармен қолмен доғалық пісіруге қарағанда, бұл әдісті таңдау тиімді болып табылады. Қорғаныс газында пісіруді жалындамайтын вольфрамды немесе жалынды электрод арқылы орындауға болады.

Вольфрамды электродпен пісіруді инертті газда немесе олардың қоспасында орындайды. Жоғары қоспаланған болатты пісіру үшін МЕМСТ 10157-79 сәйкес, жоғары немесе 1 сортты аргонды қолданады. Әдетте, вольфрамды электродпен пісіруді қалыңдығы 7 мм (1,5 мм дейін қалыңдықта доғалық пісірудің басқа әдісін қолдану мүмкін емес, себебі күйдірулер туындауы мүмкін) дейін металлдар үшін техникалық және экономикалық жағынан қолдану тиімді.

Алайда кейбір жағдайда, мысалы, құбырлардың бұрылмайтын байланыстарында, вольфрамды электродпен пісіруді қалыңдығы қалың бұйымдарға да қолданады.

Жоғары сапалы кері валикті құру және қалың қабырғалы жауапты бұйымдардың түпкі жіктерін пісіруде бұл әдісті қолданудың қажеттілігін көрсетеді. Болат қалыңдығына және пісіру байланысы құрылымына сәйкес пісіруді қоспаланатын материал немесе онсыз арнайы жандырғыларды қолданып қолмен немесе автоматты түрде орындайды.

Пісіруді тура полярлы тұрақты токта жүргізеді. Құрамында алюминий қоспасы көп болаттар мен қоспалар дербес жағдайға жатады, себебі, алюминиге бай оксидтер беткі қабатын бұзу үшін айнаымалы ток қолдану керек.

Пісіруді үздіксіз жанатын немесе импульсті доғамен орындауға болады. Өзінің жылулық әсері негізінен импульсті доға жік маңы аймағы созыңқылығын азайтуға және сондай-ақ, аз қалыңдықты металлдың жігі жақсы қалыптасқанда пісірілетін түйіндердің шалыстануына мүмкіндік береді. Бұл әдісте пісіру ваннасы металлы кристаллдануының ерекшеліктері ыстық сызат түсудің түзілу мүмкіндігін азайта отырып, құрылымның дезориентациясына әсер етеді. Алайда бұл ерекшелік, жоғары қоспаланған болаттарды пісіру кезінде жік маңындағы жыртғылулардың пайда болуына әсерін тигізуі мүмкін. Жік түбінің жақсы қалыптасуы үшін газ үрлемесін қолданады, ал қалыңдығы қалың металлдың жік түбін пісіру кезінде арнайы балқытатын қоюларды қолданады.

Доғамен жүктелген пісіру кезінде негізгі металды пісірілуге кететін жылу бөлігі ұлғаяды, осыдан түйіндерді бөлмей, бір жүрістен –ақ қалың қалыңдықты металды пісіруге болады. Алайда, қызыту концентрациясын азайту электрокожды пісірудегі термоциклге ұқсас пісірудің термоцикліне әкеп соғады. Нәтижесінде термо әсер аумағы ұлғайып, негізгі металл қызуы қауіпі туындайды, яғни, электрокожды пісіру кезіндегі дефектілер болуы мүмкін.

Жоғары қоспаланған болаттар үшін плазмалық пісіру де қолданыла бастады. Оның басты артықшылығы – қорғаныс газы шығынының аздығы. Өртүрлі қиылыстың плазмалық ағынын (домалақ, төртбұрыш) алу және плазмалық жандырғыдан бұйымға дейінгі қашықтықты өзгерту бұл әдістің технологиялық мүмкіндіктерін кеңейтеді. Плазмалық пісіруді жұқа металлдар үшін де, 12 мм қалыңдыққа дейінгі металлдар үшін де қолдануға болады. Оны қалыңдығы қалың бұйымдарды байланыстыру үшін қолдану жіктерде қиындылардың болатындығынан шектеледі.

Жалынды электродтармен пісіруді инертті, белсенді газдарда және олардың қоспаларында орындайды. Жеңіл қышқылдандыратын элементтері бар (алюминий, титан және т.б) жоғары қоспаланған болаттарды пісіру кезінде инертті газдарды, аргонды қолдану қажет. Инертті газдарда пісіру кезінде электрод металлының тамшылық және бүршікті өтуі қолданылады.

Бүршікті өту кезінде доға жоғарғы тұрақтылыққа ие болады, электрод металлының пісіру ваннасына өтуі айтарлықтай жақсарады, металлдың шашырауы болмайды, ол вертикальді және төбелік қалыптарда пісіру кезінде өте маңызды. Шашыраудың және сонымен байланысты тотбасу ошағының болмауы тотбасуға төзімді және ыстыққа төзімді болаттарды пісіру кезінде жақсы әсер етеді.

Алайда бүршікті өту жұқа бетті металлды пісіру кезінде, күйлердің болуына әкеп соғатын, критикалықтан жоғары токта ғана болуы мүмкін. Аргонға 3...5% оттегі қосу критикалық токтың мөлшерін азайтады. Сонымен қатар, доға аумағында қышқылдандырғыш атмосфераны құру сутектің әсерінен, саңылаулардың тууы мүмкіндігін азайтады. Соңғысына 15...20% аргон қоспасын қолдану арқылы да жетуге болады, бұл қымбат және жетіспейтін аргон шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, көрсетілген газдарды қосқанда қоспаланатын элементтердің жануы жоғарыланады, көмірқышқылды газды қосқанда, металл жігінің көміртектенуі де болуы мүмкін. Аргонға 5...10% азот қосу оның металл жігіндегі құрамының жоғарылауына әсер етеді. Азот, күшті аустенитизатор бола отырып, металл жігінің құрамын өзгертеді.

Төмен көміртекті жоғары қоспаланған болатты төмен көміртекті пісіру сымдарын қолдану арқылы көмірқышқыл газында пісіру кезінде, егер пісіру ваннасындағы көміртектің бастапқы концентрациясы 0,10% кем болса, онда металлдың 0,02...0,04% көміртектенуі болады. Бұл металл жігінің кристаллалық тотбасуға беріктігінің бірден төмендеуі үшін жеткілікті. Бір уақытта көмірқышқылды газ диссоциациясы есебінен, доғада пайда болған, қышқылдандырушы атмосфера титан мен алюминийдің 50 % дейін жанып кетуіне мүмкіндік береді.

Марганец, кремний және басқа элементтер тізбегі аз жанады, сондықтан, тотбасуға төзімді болаттарды көмірқышқылды газдарда пісірген кезде қышқылсыздандыратын және карбид түзуші (алюминий, титан және ниобий) пісіру сымдарын қолданады.

Металл жігінің көміртектенуі кейбір жағдайларда ыстыққа төзімді болаттарды пісіру кезінде жақсы әсер етуі мүмкін. Металл жігінде энергетикалық карбит түзушілер (титан және ниобия) болған жағдайда, құрамында карбитті фазаның артуы кезінде оның көміртектенуі ыстыққа төзімділігін жоғарылатады. Көмірқышқыл газында пісірудің кемшілігі металлдың шашырауының көптігі (жоғалтулар 10...12% дейін) және жік бетінде металлмен жақсы жабысқан оксидтің нығыз қабықшасының түзілуі. Бұл пісіру байланысының тотбасуға төзімділігі мен ыстыққа төзімділігін бірден төмендетуі мүмкін.

Негізгі металлға шашырандының жабысу мүмкіндігін кеміту үшін пісіру алдында түйіндерге бөлетін арнайы эмульсияны қолдану керек. Импульсті пісіруді қолдану шашырауды төмендетеді.

Қорғаныс газдарында жалынды электродтар арқылы пісіруді кері полярлы тұрақты токта жүзеге асырады (5.8 кесте).

5.8. кесте Жоғары қоспаланған болаттарды вольфрамды электродтар арқылы пісірудің болжалды режимдері.

Металл қалыңдығы, мм	Байланысу типі	Доға тоғы, А	Аргон шығыны, дм ³ /мин
1	борттаумен	35... 60	3,5...4,0
2		75... 120	5...6
3		100...140	6...7
i	Қоспалау арқылы түйірлерді бөлмей қыстыру	40...70	3,5...4,0
2		80...130	5...6
3		120...160	6...7

Флюс астында пісіру.Төменкөміртекті және төменқоспаланған болаттардан жасалған бұйымдарды біртекті берік байланыстыруды флюс пен пісіру сымын, сондай-ақ пісіру режимін дұрыс таңдау арқылы жүзеге асырады. Көп жағдайда, АН-348 және ОСЦ-45 флюстар және төмен көміртекті сымдар Св-08 және Св-08А қолданылады. Жауапты құрылмаларды пісіру кезінде Св-08ГА электродты сымын қолдану ұсынылады. Бұндай пісіру материалдарын қолдану механикалық қасиеті негізгі металлдың механикалық қасиетіне тең немесе олардан жоғары болатын металл жігін алуға мүмкіндік береді. Кейде төмен көміртекті, құрамында жоғарғы марганец бар болаттарды пісіру кезінде Св-10ГА және Св-10Г2А электродты сымдарды қолдану қажет. Олар саңылаулардан дербес жіктерді алуға мүмкіндік береді, алайда бөлусіз пісіру кезінде металл жігінің бірқатар иілгіштік қасиетінің жоғалуы кездеседі.

Металл жігінің және жік маңының иілгіштік қасиетін негізгі металл дәрежесінде қамтамасыз ету үшін, жоғары қиылыс жігін қамтамасыз ететін режимді таңдау керек, екі доғалық пісіру мен металлды алдын ала 150...200°С температураға дейін қыздыру керек. Орта көміртекті және орта қоспаланған болаттарды пісірілетін металл қалыңдығы 4 мм –ден кем емес болғанда, флюс астында пісіру үшін ұсынылады. Пісіруді айнымалы да, тұрақты да тоқта орындауға болады. Электродты сым диаметрін 2...5 мм тең етіп таңдайды. Бір жағынан пісіргенде мыс және мыс-флюсті төсемдерді қолдануға тыйым салынады, себебі, ол мыс жігіне түсуі мүмкін және соның салдарынан ыстық сызат түсудің болуы мүмкін. Пісіру жіктерінің ыстық сызат түсуге кедергісін жоғарылату үшін, сондай-ақ, металл жігінің иілгіштік пен ұру жабысқақтығын арттыру үшін металл жігінде күкіртті және оксидті қосылыстарды кемітетін, АН-26, АН-20,

48-ОФ-Ю негізгі флюстарды қолданады. Жіктегі бүршіктікті және сутектендіруді болдырмау үшін оның ылғалдығы 0,1 % -дан аспайтындай, флюсті пісіру алдында 300...350 °C температураға дейін 2...3 сағат шыңдау керек. Құрылымданған орта көміртекті және орта қоспаланған болаттарды флюс астында пісіру, ереже бойынша, қыздырусыз жүзеге асады. Қатты түйіндерді және 30ХГСА және 30ХГСНА болат түйіндерін пісіру кезінде бұйым қалыңдығы қалың болған жағдайда ғана, 250...300 °C температураға дейін қыздыру қолданады. Барлық жағдайда, суық сызат түсудің алдын алу үшін, пісіруден кейін 600 °C температурада жалпы жұмсарту қажет немесе пісіруден кейінгі 300 °C температурада жергілікті жұмсару қажет.

30ХГСА типті болаттарды пісіру үшін жоғары қоспаланған тотбасуға төзімді Св-10Х16Н25АМ6 электродты сымды қолдануға болады. Бұндай жіктердің беріктігі, негізгі металлға қарағанда аз, алайда, жоғарғы иілгіштік байланысқа жақсы жұмыс істеу мүмкінділігін береді. Флюс астында пісіру химиялық және мұнайхимиялық құралдарды даярлауда, қалыңдығы 3..50 мм жоғары қоспаланған тотбасуға төзімді болаттарды байланыстыру үшін қолданылады.

Металлдың қызуының және сызат түсудің алдын алу үшін пісіруді диаметрі 2..3 мм сыммен кішкене қиылысу жіктері арқылы орындау ұсынылады.

Электродтың шығуын көміртекті болаттан жасалған сым қолданғандағы шығуға қарағанда 1,5 — 2 есе азайту керек, себебі, жоғары қоспаланған болаттар жоғарғы электрлік кедергіге ие және жылдам шыққан кезде электрод қызыйды, ол жіктің құрылуын нашарлатады.

Хром мен никельмен жоғары қоспаланған сым даярлау процесі кезінде қатты қақтанады (оның жоғарғы қабатындағы қаттылығы жоғарылайды) және қаттыланады, бұл пісіру орнатыстарының жұмыс мерзімін кеміте отырып, беруші және токберуші түйіндердің жұмысын қиындатады.

Жікті флюс пен сым арқылы қоспалайды. Соңғы әдіс көп таңдалады, себебі, металл жігі құрамының жоғарғы тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Пісіру үшін пісіру аймағында қышқылдандырусыз немесе аз қышқылдандыратын ортаны және қышқылдандырмайтын қоспаланатын элементтер тудыратын, МЕМСТ 2246-70 сәйкес шығарылатын сымдар және төмен кремнийлі фторидті және фторидсіз флюстер(АН-26, АНФ-14) қолданылады.

Ыстыққа төзімді болттарды пісіру Св-08Х25Н13БТЮ типті сымдармен сол флюстер астында орындалады. Жеңіл қышқылдандыратын элементтері бар (алюминий, титан, бор және т.б.), сымдар арқылы пісіруде ыстық сызат түсуге қарсы төзімділікті қамтамасыз ететін, не сол флюстерді не АНФ-22 фторлы флюсті қолданады.

Фторлы флюс астында пісіруді кері полярлы тұрақты токта жүргізеді. Сонымен қатар, көміртекті болаттар үшін балама режимдердегідей, қарсыласудың сол тереңдігін алу үшін, пісіру тогының күшін 10...30% төмендету керек. Жік бетіндегі қож және флюс қалдықтарын мұқият тазалау керек.

5.2. ШОЙЫНДЫ ПІСІРУ

Шойын - типіне байланысты құрамында 2,14% С жоғары, 5% Si дейін және марганецтің, күкірттің, фосфордың біршама мөлшері бар көпқұрамды теміркөміртекті қорытпа. Арнайы шойындар: никель, хром, молибден, ванадий және т.б. сияқты қоспалармен қоспаланады. Қоспадағы көміртектің күйіне байланысты шойындарды ақ, сұр, соғылмал және аса берік деп бөледі.

Ақ шойындар омырығында ақшыл-сұр немесе ақ түсті болады, себебі құрамындағы көміртегі темірдің карбиді – цементит түрінде байланысқан күйде болады. Цементит морттылығымен және жоғары қаттылығымен (800 НВ) сипатталады, сондықтан ақ шойындар морт және қатты болып келеді, механикалық өңдеуге жарамайды және құрылмалық материалдар ретінде шектеулі қолданылады. Оларды кейде соғылмал шойындарды алу үшін пайдаланады.

Сұр шойындар құрамында графиттің тілімді кірмелері болғандықтан омырығында күмістей жылтыр түсті болады. Құрамындағы С-ің шамамен 50% бос күйінде болады; қалған көміртектер екінші реттік карбид – перлит түрінде байланысты күйде болады.

Графиттендіру үрдісінің мәні сұйық және қатты фазаларда графиттің бөлініп шығуында және екі кезеңнен тұрады – графиттендіру орталықтарының пайда болуы және олардың айналасында графитті кірмелердің өсуі. Графит – шойынның ең жұмсақ және сонымен қатар ең морт құраушысы. Ол металлдық негізді тесіп өтіп шойынның тұтастығы мен беріктігін бұзады, әсіресе динамикалық жүктеме кезінде ішкі керткі түрінде әсер етеді. Керткі әсерін азайту тұрғысында ең қалаулысы – бір бірінен оқшауланған сфералық кірмелердің болуы. Графиттік кірмелердің өлшемдері мен сандарының өсуі және олардың үлестірімінің әркелкі болуы шойын беріктігін азайтады.

Сонымен қатар графит шойынға тозуға төзімділік және сыртқы кертуге аз сезушілік қасиеттерін береді, яғни ауыспа таңбалы жүктеме кезіндегі жоғары қарсыласулық сипаттама. Сұр шойынның көрсетілген қасиеттері, жоғарғы құюлық қасиеті және қарапайым кесуші құралдармен жақсы өңделу қасиеттері оның құрылмалық материалдар ретінде кеңінен қолданылуына негіз болды, сондықтан пісіру үрдістері сұр шойынға байланысты қарастырылған.

Көміртегін қандай да бір құрылымдық күйге келтіру шойынның химиялық құрамына, қорытпаның сууы және кристалдануы шартына, сонымен қатар кейінгі термиялық өңдеу режиміне байланысты. Сұр шойынды алу үшін қорытпаны баяу суыту қажет. Суыту жылдамдығы артқан сайын ақ шойынның пайда болу ықтималдығы артады.

Көміртегі, кремний, алюминий, никель, кобальт, мыс шойынның графиттенуіне ықпал етеді. Күкірт, ванадий, хром, молибден, марганец керісінше әсер етеді, яғни темір карбидінің ыдырап бос көміртегінің бөлінуіне кедергі жасайды.

Көміртегі қорытпаның еру температурасын төмендетеді және аққыштығын арттырады. Шойынды тек төменгі қалыбында пісіруге болады. Қорытпа құрамында көміртегінің артуымен графиттік кірмелердің өлшемдері мен саны артады, бұл ағару ықтималдығын азайтады, бірақ шойынның механикалық қасиеттерін нашарлатады.

Кремний көміртегінің темірде ерігіштігін азайтады, себеі оның темірмен атомаралық байланыс күші көміртегіне қарағанда артық. Сонымен қатар кремний ең күшті графиттеуші элемент болып табылады, әсіресе оның мөлшері 3% - ға дейін болған кезде. Мөлшері бұдан артық болған кезде кремний аз әсер етеді, сондықтан жікте графиттенудің қолайлы шарттарын жасау үшін қоспақты шыбықшалардағы мөлшері 3% - дан сәл ғана асуы керек. Шойын құрылымына көміртегі мен кремний шоғырлануларының қатынасы әсер етеді; бұл қатынасты өзгерте отырып шойынның қажетті құрылымын алуға болады. Көміртегі мен кремнидің салыстырмалы түрде жиынтықты аз мөлшері болғанда ақ шойынды алады. Бұл жиынтықты мөлшер артқан сайын құрылымда графит пайда болады, және артқан сайын құрылымда ледебурит азайады. Құрамындағы көміртегінің бір бөлігі ледебурит түрінде, ал қалған бөлігі графит түрінде болатын шойындарды шалағай деп атайды. Сұр шойындар құрамында ледебурит болмайды.

Кремний шойынның металдық негізі қасиетіне әсер етеді: беріктігін азайтады, ферриттік құрауыштың қаттылығы мен морттығын арттырады. Құрамында 4,2% С болатын эвтектикті құрылымды шойын балқу температурасының төмендігімен сипатталады. Кремний мөлшерінің артуымен бірге эвтектикті құрылымды шойынды көміртегінің аз мөлшерінде де алуға болады:

$$C(\%) = (4,26 \dots 0,3)Si \quad (5.1)$$

мұндағы Si – кремний мөлшері, %.

Әдетте, пісіру кезінде эвтектикті құрылымды қоспақты шыбықшалар қолданылады.

Марганец карбидті тұрақтандырады, яғни шойынның ағаруына ықпал етеді. Қорытпадағы Mn мөлшері 1,5% асқанда бұл қасиет қатты байқалады. Марганецтің мөлшері бұдан аз болғанда графиттену үрдісіне онды ықпал етеді, себебі күкіртті марганец құра (MnS) отырып күкірттің жағымсыз әсерін жойады. Күкіртті марганец сұйық және қатты шойында нашар еритіндіктен металдан қожға оңай шығарылады.

Шойындағы күкірт зиянды қоспа болып табылады. Ол тек қана шойынның ағаруына әкеліп қоймай, сонымен қатар түйіршіктер шекараларында жеңілерігіш эвтетиканы (Fe – FeS) құра отырып ыстықтық сызаттардың пайда блуына ықпал ететді.

Күкірттің зиянды әсерін азайту үшін марганецтің мөлшері шамамен 3 есе артық болуы керек. Шойын құрамындағы күкірттің мөлшерінің ең жоғарғы шегі шамамен 0,15%.

Қорытпадағы фосфор оның аққыштығын арттырады және шойынның қатқылдану температурасын төмендетеді, графиттенуіне септігін тигізеді, сонымен қатар шойында сызаттардың пайда болу мүмкіндігін арттырады. Әдетте шойындағы фосфордың мөлшері 0,1...0,9% аспайды.

Қарастырылған шойындардағы графиттік бөлінулер салыстырмалы түрде аз өлшемді және иірімділі немесе дегелекті пішінді болады. Әдеттегі сұр шойындағыдай металдық негіздегі түрлендірілген шойындар жоғары механикалық қасиеттерге ие болады.

Соғылмал шойындардың (СШ) (ГОСТ 1215-79) сұр шойынмен салыстырғанда морттығы аз. Оларды алу үшін бастапқы материал ретінде ақ шойынды пайдаланады. Ақ шойынды арнайы термоөңдеуден – ұзаққа созылған босандатудан немесе 800...850 °С жасытудан өткізеді. Бұндай өңдеулер майда графиттің үлпек немесе дегелек түрінде бөлінуін шарттайды. Термоөңдеудің режиміне байланысты металдық негіз ферритті немесе перлитті болуы мүмкін. Соғылмал шойындарда 900 °С жоғары температурада қайта қыздыру кезінде графит ыдырап цементитті құрауы мүмкін. Бұл пісіруді қиындатады, себебі көміртегінің бастапқы түрін орнына келтіру үшін пісірілетін өнімді термоөңдеудің толық циклынан өткізу қажет болады.

Пісірімділік өзгермелі сипаттама болып табылады және ол тек қана пісірілетін металдың қасиеттеріне (химиялық құрамы, құрылымы және т.б.) ғана байланысты болып қоймай, сонымен қатар пісіру әдісі мен режимдеріне, қоспақты материалдар мен флюстің құрамына және басқа да көрсеткіштерге байланысты. Пісірімділікті физикалық және технологиялық деп бөледі. Физикалық пісірімділік нәтижесінде ажыратылмайтын қосылыс пайда болатын негізгі металл мен пісіру ваннасы арасындағы физико-химиялық үрдістердің (диффузия, қатты ерітінділердің пайда болуы және т.б.) өту мүмкіншілігін сипаттайды. Шойынды жақсы пісірілетін металдар қатарына жатқызу қажет.

Технологиялық пісірімділік деп пісірілетін металдың бүтіндігін бұзбастан, пішімін бұрмаламастан және негізгі металдың сапасын төмендетпей ажыратылмайтын қосылыс құру қабілетін айтады. Бұл тұрғыдан шойын қиын пісірілетін қорытпа болып табылады.

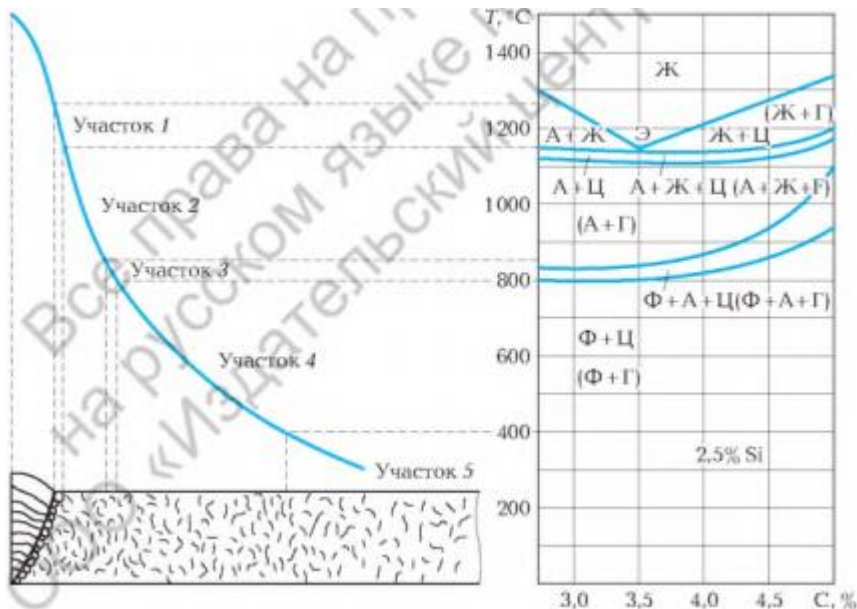
Шойынның пісірімділігін нашарлататын негізгі үш себепті келтіреміз:

- Жікте және жік айналасындағы аймақта ағарудың және шынықтырудың морт және қиын өңделетін құрылымдырының пайда болуы;
- Сызаттардың пайда болуына арттырылған бейімділік;
- Кеуектердің пайда болуына бейімділік.

Пісіру кезінде, әсіресе суық пісіру деп аталатын тәсілдерде жиектің және жиек айналасы аймақтарының металында суудың үлкен жылдамдықтары байқалады. Бұның нәтижесінде аталған бөлікшелерде ағару мен шынықтырудың морт құрылымдары құрылады, олар жылудың салыстырмалы аз жылдамдықтарында да механикалық өңдеуге мүмкіндік бермейді. Шойынның морт құрылымды құруға жоғары бейімділігі негізінен құрамындағы көміртек мөлшерінің жоғарылығына байланысты. Бұл құбылыс пісірудің электро доғалық тәсілінде ерекше білінеді. Қыздырудың үлкен аймағы мен суудың аз жылдамдығын қамтамасыз ететін газдық пісірулерде шынықтыру мен ағару құрылымдарының құрылу ықтималдығы аз.

Сұр шойынды пісіру кезіндегі жік айналасы аймағындағы құрылымдық өзгерістерді қарастыру үшін $Fe - C - Si$ үштік диаграммасын пайдаланамыз (5.1. сурет). Бұл диаграммаға сәйкес жік айналасы аймағындағы негізгі бес бөлікшені атап өтеміз. Пісіру ваннасымен жанасып тұрған 1 бөлікше қатты және сұйық фазалармен сипатталады. Жылдам суу кезінде сұйық фаза қатқылданып ақ шойын құрылады, қатты фазада шынықтыру құрылымдарының құрылуы мүмкін.

2 бөлікшеде металл қатты күйде болады, бірақ жоғары температураларға дейін қыздырылып толығымен қайта кристалданады. Бұл бөлікшенің құрылымы қорытпаның бастапқы күйіне байланысты және аустенит пен графиттен, аустенит пен цементиттен немесе барлық үш құрауыштан тұруы мүмкін. Жылдам суу кезінде аустениттен цементит бөлінуі мүмкін, ал аса суытылу кезінде – шынықтыру құрылымдары (мартенсит және т.б.).



5.1. сурет. Шойынды пісіру кезіндегі темір – көміртек – кремний күйі диаграммасы және жік айналасы аймағындағы құрылымдық бөлікшелер: А аустенит; Г графит; С сұйық фаза; Ф феррит; Ц цементит; Э эвтектоидты ауысу нүктесі.

3 бөлікшеде (толымсыз қайта кристалдану бөлікшесі) түйіршіктердің майдалануы байқалады.

4 бөлікше графит мөлшерінің ұлғайуымен сипатталады, оған карбидтің ыдырауы себеп болады.

5 бөлікшеде метал өзінің бастапқы құрылымында болады, себебі оның температурасы 400...500°C аспайды.

Жік айналасы аймағындағы 1 және 2 бөлікшелердегі морт құрылымдардың құрылымын болдырмау үшін металдың суу жылдамдығын, әр түрлі бөлікшелердегі температуралық айырымды азайту керек.

Шынықтыру және ағару құрылымдарын жоюдың ең радикалды тәсілі – бұйымды пісірер алдында қыздыру (ыстықтай пісіру) және үрдіс біткеннен кейін баяулатып суыту.

Шойынның сызат пайда болуына төзімділігінің төмендігі қорытпа беріктігі мен илемділігінің төмендігімен байланысты және жік пен жік айналасы аймағындағы металда морт құрылымның құрылуымен ұлғайа түседі. Пісіріп біріктірудегі сызаттар бөлшекті қыздыру мен суытудың әркелкілігінен, жік металындағы құймалық шөгуден, пісірілетін бұйымның қатаңдығынан пайда болуы мүмкін. Пісіру үрдісі бұйымда үлкен температуралық айырым тудыратын шектемді шоғырландырылған қыздырумен сипатталады, бұл айтарлықтай термикалық кернеулер тудырады. Бұл кернеулер құрылымдық өзгерулер басталмай тұрып ақ немесе пісіріп бірігудің суу кезеңінде сызаттардың пайда болуына әкеледі.

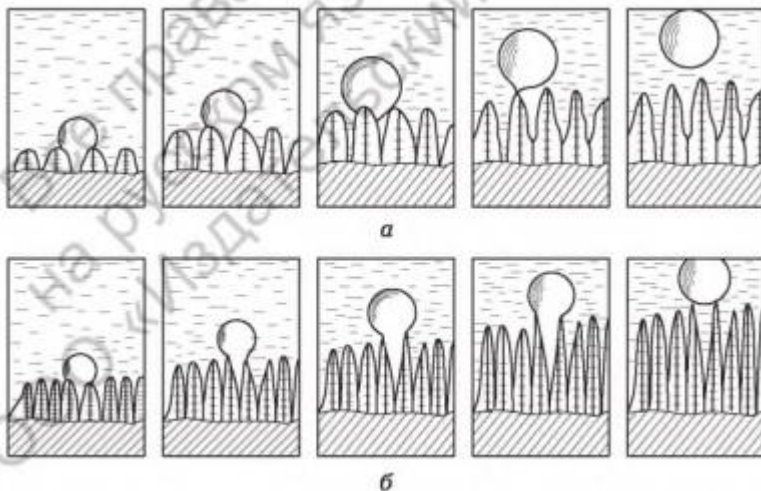
Сызаттар тек қана жікте және жік айналасы аймақтарында ғана емес, сонымен қатар бөлшектің басқа бөлікшелерінде де пайда болуы мүмкін. Бұл бөлікшелерде пісіру үрдісінен туындаған қосымша деформацияның салдарынан шойынның созу кезіндегі беріктік шегінен артатын кернеулер пайда болады. Әдетте бұл суық сызаттар айтарлықтай дыбыстық және механикалық эффектпен лезде дамыйды. Тілімше түріндегі ірі және көптеген графиттік бөлінулері бар беріктігі аз шойындарды пісіру кезінде жік айналасы аймақтарында сызаттың пайда болуына ыңғайлы жағдай жасалады. Майда графиттік кірмелері бар майда түйіршікті перлитті шойынның сызат пайда болуына бейімділігі аз. Никельмен, титанмен және молибденмен қоспаланған шойындар сызат пайда болуына төзімдірек, бұл қорытпаның металдық негізі мен графиттік кірмелері құрылымдарының майдалануымен байланысты.

Соғылмал шойындарда графиттің бытыраңқылығының және пішінінің ыңғайлылығының салдарынан сызат пайда болуына бейімділігі аз.

Кәдімгі сұр шойын омырылымының сипаттамасы (бірінші жобалауда) бойынша оның пісірілімдігі жайында айтуға болады. Мысалы, омырығы ақшыл сұр түсті, майда түйіршікті құрылымы бар шойындар жақсы пісіріледі; ірі графитті кірмелері бар, омырығы ірі кристалды шойындар нашар пісіріледі. Омырығы қара түсті шойындар нашар пісіріледі.

Ағару мен сызат пайда болуына қарсы күрестің негізгі тәсілі – суыту жылдамдығын азайту. Мұны ыстықтай пісіру кезінде іске асыруға болады. Негізгі метал балқытылмай жүргізілетін төмен температуралы дәнекерлі пісіру, дәнекерлеу үрдістерінде сызаттың пайда болу ықтималдығы азайады.

Шойынды пісіру кезінде пісіру ваннасынан қарқынды түрде газ бөлінеді, ол балқытылған металда газдық кеуектердің пайда болуына әкелуі мүмкін. Бұл кеуектер металдың қатқылданғанына дейін бөлініп шығып үлгермеген оттегінің, азоттың, су буының және көміртегі тотығының көпіршіктері болып табылады. Пісіру ваннасына газдар жалыннан, атмосферадан түседі және сұйық металда болатын реакциялардың нәтижесінде пайда болады. Оттегі мен азот қосылуымен кеуек пайда болу механизмі олардың металдағы ерігіштігінің өзгеруіне байланысты. Пісіру ваннасының металы балқытылған күйде оттегі мен азоттың айтарлықтай мөлшерін еріте алады. Метал суыған сайын газдардың ерігіштігі азайады; ерігіштіктің секірмелі түрде күрт төмендеуі кристалдану кезінде байқалады. Осы кезде пайда болған газ көпіршіктері толығымен пісіру ваннасының бетіне шығуы мүмкін немесе кристаллиттер арасында шатысып қалып жік металындағы кеуектілікке алып келеді.



5.2. сурет. Пісіру ваннасындағы әр түрлі жылдамдықта кристалданудағы газ көпіршіктерінің өсу және үзілу сұлбасы: а - төмен жылдамдық; б - жоғары жылдамдық.

Шойында ерімейтін су булары мен көміртегі тотығының әсерінен туған кеуектердің пайда болу табиғаты басқа. Егер бұл газдар аса қыздырылған сұйық ваннада пайда болса, олар қарқынды түрде бөлініп шыға алады (металдың «қайнауы»), өзімен бірге басқа газдар мен метал емес кірмелерді де ала кетеді. Яғни тығыз жікті алуды қамтамасыз етеді. Бірақ, егер көпіршіктер жіктің кристалдану кезінде пайда болса, онда жүзіп шығып үлгермеуі мүмкін. Бұл жағдайда олар кеуек түрінде металда қалып қояды. Газ көпіршіктерінің пісіру ваннасынан бөлініп шығуына кристалдану жылдамдығының әсер етуі сұлба түрінде 5.2. суретте көрсетілген.

Шойынды газды пісіру кезіндегі кеуектікті жоюдың негізгі тәсілінің мәні пісіру ваннасындағы кристалдану жылдамдығын азайтуда, ол қағидат бойынша жалпы сұйық ваннаның көмегімен іске асырылады. Ақауды толтырғаннан кейін пісіруші жанарғының жалынымен сұйық ваннаны қыздырады, бұл газдардың бөлінуіне мүмкіндік береді. Кейбір жағдайларда пісіруші ваннада газ көпіршіктерін көріп қалса қосымдық материалды балқытуды уақытша тоқтата тұрады, ваннаны қосымша қыздырып газ көпіршігінің бөлініп шыққанын күтеді. Газдың пісіру ваннасынан бөлініп шығуының қиындауы қорытпаның сұйық күйден қатты күйге күрт ауысуымен және сұйық ваннаның бетінде баяу балқитын оксидті үлбірдің пайда болуымен түсіндіріледі. Газдардың бөлініп шығуын жеңілдету үшін қосымдық шыбықшамен ваннаны үздіксіз араластыру керек. Баяу балқитын оксидті үлбірлерді арнайы флюстердің көмегімен жояды.

Жік металы тығыздығына пісіруші шыбықтардың сапасы да әсер етеді. Зерттеулердің көрсетуі бойынша, ферросилицимен кешірек шихталанып алынған шойын шыбықтарды пайдаланып пісіргенде көзгенді түрдегі кеуектілік пайда болады. Шыбықтарда газдық кеуектелдің пайда болуын ынталандыратын силикатты бытыраңқы кірмелер айқындалды. Сондықтан қосымдық шойын шыбықтарды ферросилициді қосқаннан кейін ұзақ уақыт тағатталған шойыннан алу ұсынылады.

Шойынды пісіру тәсілдерін жіктеу. Шойынды газбен пісіруді 300...400 °C температураға дейін жалпы және жергілікті қыздыру арқылы атқарады. Сұр шойынның біртектілі біркелкі құрылымын алу үшін, сызаттардың пайда болуының алдын алу үшін пісірілгеннен кейін бөлшек баяу сууы керек.

Жалпы біркелкі қыздыру айтарлықтай шалыстанудың алдын алу және суу жылдамдығын азайту үшін қажет, яғни ағару және шынықтыру құрылымдарының құрылуын болдырмауға және ақаудың қатаң оқшауланған контурда орналасқан кезінде сызатты болдырмауға, сонымен қатар айтарлықтай созу кернеулері пайда болуының алдын алуға мүмкіндік береді.

Жергілікті қыздыру бұйымның қандай да бір шалыстануына жол берушілікте және ақаудың бейқатаң контурда орналасқан кезінде ұсынылады. Жергілікті қыздыруды жанарғымен жүргізеді. Жергілікті қыздыру кезінде құрылма элементтерінің біркелкі және біртіндеп қызуы мен сууын қамтамасыз ету маңызды.

Шойынды қыздырып пісіруді *ыстықтай* деп атайды, ал қыздырмай пісіруді – *суықтай*.

5.9. кестеде шойын құймалардағы түпкілікті механикалық өңдеуге дейін айқындалған ақауларды жою тәсілдері келтірілген.

Күрделі пішіндемелі құймалар мен қатаң контурда ақауы айқындалған және ішінара механикалық өңдеуден өткен бөлшектерді 500...600 °С - қа дейінгі температурадағы (қоңыр-қызғылт түске дейін) пештерде немесе ошақтарда алдын ала жалпы қыздыру қажет. Қарқынды жылу сейілткіш орындарында ақауы бар құймаларды (қалыңдығы 50 мм-ден асады) жалпы қыздырудан өткізеді.

5.9. кесте. Шойын құймалардағы түпкілікті механикалық өңдеуге дейін айқындалған ақауларды жою тәсілдері (әдіп 5 мм-ге дейін, балқытылып қаптастырылған метал мөлшері 100 см³ дейін)

Ақау түрі	Орналасқан жері	Жою тәсілі
Қаяулар, қайнаулар, газдық және шөгулік кеуектіліктер	Бұрыштық – құрылма қызыдыру кезінде еркін кеңейеді (дөңесшелер, бұрыштықтар жйне т.б.)	Қосымдық метал ретінде шойынды пайдаланып қосымша қыздырусыз газбен пісіру (суықтай пісіру); жергілікті қосымша қыздырумен де дәл солай.
	Қатаң контурда (бағыттауыштың ортасында, қырлар мен саңылаулардың саны көп, жазықтықтың ортасы және с.с)	Қосымдық метал ретінде шойынды пайдаланып жергілікті қосымша қыздырып газбен пісіру; жалпы қыздырумен де (ыстықтай пісіру) дәл солай
Массасы 50 кг-ға дейінгі кіші сыртаумақты құймалардағы сызаттар (өтпелі және өтпелі емес)	Құйманың ортаңғы немесе шеткі бөліктерінде (ұштары ашық немесе жабық)	Қосымдық метал ретінде шойынды пайдаланып жалпы қыздырып газбен пісіру (ыстықтай пісіру).
Кіші сыртаумақты құймалардың сынған бөліктерінде	Бұрыштық	Қосымдық метал ретінде шойынды пайдаланып қосымша қыздырусыз газбен пісіру (суықтай пісіру)

Жергілікті қыздыруды қыздырылатын бөлікшеде біркелкі жылулық деформацияны тудыру үшін қыздырылатын бұйымның пішіндемесін ескере отырып орындайды.

Шалыстануды өтемдеу үшін өндеуге айтарлықтай әдіптер берілген және қатаң контурда ақауы бар кіші және орта сыртаумақты құймаларды пештерде немесе тасымалданатын газдық жанарғының көмегімен жергілікті немесе жалпы қыздырудан өткізеді.

Үлкен массалы бөлшекті (құйманы) пісіру үрдісінде салқындатуды болдырмау үшін табақ түріндегі асбестпен жабады немесе арнайы кессон-камерасына салады. Пісіру үрдісінде кіші массалы және қарапайым пішіндемелі құймаларды салқындатудан сақтандырмайды. Пісірердің алдында бөлшек температурасы 400 °C төмен болмауы үшін қыздыруды аяқтау мен пісіруді бастау аралығындағы үзілістің ұзақтығы 5 минуттан аспауы керек.

Пісіру кезінде жалынның қуатын ақаудың ауданына байланысты таңдайды:

Ақау ауданы, см ²	5	5-25	25 арта
Ұштықтың номері.....	5	6	7, 8

Жалын қуатын таңдауға бөлшектің ақау орналасқан қабырғасының қалыңдығы да әсер етеді. Өдетте қалыңдығы 30 мм-ден асатын қабырғалар үшін №6, 7 ұштықтарды қолданады.

Қосымдық шыбықтардың диаметрін жалын қуаты мен ақау ауданына байланысты таңдайды:

Ақау ауданы, см ²	20	20...60	60 арта
Шыбық диаметрі, мм.....	6...8	10...12	12...14

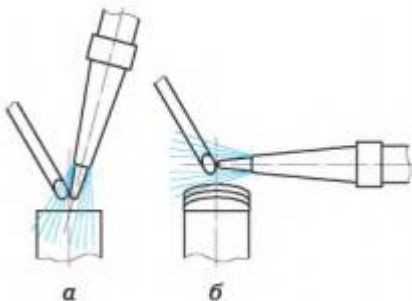
Шыбық қимасы пішінінің пісіру үрдісіне әсері аз. Пісіру үрдісі ақау айналасындағы негізгі металды жанарғы жалынымен қыздырудан және металды ашық қызыл түске (шамамен 850 °C температураға) дейін жеткізуден басталады. Одан кейін жалынды бөлу бетіне бағыттап балқыған күйге дейін жеткізеді.

Жалын қалыпты болуы қажет, балқу оның қалпына келтіру бөлігінің әсерінен жүреді. Ақаудың балқытылған және флюстенген бетінен қоспақты шыбықтың көмегімен бейметал кірмелерді алып тастайды. Одан кейін кезеңді түрде шыбықтың ұшында флюсті қоса отырып ақауды балқытылған қоспақты материалмен толтырады. Пісіруді ванналық тәсілмен жасау қажет: ақау қоспақты металға толғанға дейін пісіру ваннасының металын сұйық күйде ұстайды. Бұл тәсіл жік металындағы бейметалды кірмелер мен газдардың толық жойылуын және термиялық әсер ету аймағында құрылымның біркелкілігін қамтамасыз етеді.

Шеттік (дөңесшелердегі, құйылмашықтардағы, ернеулердегі, бұрыштықтардағы) ақауларды пісіру кезінде ваннаны сұйық күйде ұстап тұру қиындыққа соғады.

Сондықтан пісіруші жанарғының жалынымен маневрлей отырып шыбықтың көмегімен сұйық металдың сорғалап ағуына жол бермеуі керек. Бастапқы кезеңде (5.3, а сурет) жалынның бұйым бетіне еңкіш бұрышы шамамен 80° құрайды, одан кейін біртіндеп 10° дейін азайады (5.3, б сурет). Шеттік ақауларда балқытылған металдың жартылай сұйық күйде болғаны дұрыс; ол үшін ваннаны салқындату мақсатында жанарғыны мезгіл-мезгіл кері шегіндіріп тұру қажет. Қабатталған қаптастырма кезінде ұзаққа созылған үзілістер қабаттар арасында қож қабатшасының пайда болуына әкеледі. Қаптастырылған метал негізгі металдан 3 мм артық биіктікте орналасуы керек. Егер бұл кезде сауыстар пайда болса оны балқытып қоспақтық шыбықтың көмегімен алып тастайды.

Пісіру үрдісінде пісіруші балқытылған металдағы газдық кірмелерді анықтай алады. Ол үшін сұйық ванна пайда болғаннан кейін жалынның көмегімен сұйық металды ығыстырып ваннаның түбін ашады. Егер ванна түбінде газ көпіршіктері болса, ол пісірілетін метал сапасының немесе қоспақтық шыбық сапасының төмендігін білдіреді. Мұндай кезде қоспақтық шыбықты ауыстырып, алдында балқытылған металды «төгіп тастау» керек.



5.3. сурет. Бұрыштық ақауды жөндеу сұлбасы: а - пісірудің басы; б - пісірудің соңы.

Қасиеті негізгі метал қасиетіне теңбе тең келетін пісірме қосылысты алу үшін пісіруден кейін перлиттік өзгерулерге сәйкес келетін температуралық аралықта металдың салқындату жылдамдығын азайту қажет. Ол үшін жанарғыны ванна бетінен 50...60 мм-ге баяулап шегіндіреді, ал балқытылған металды 0,5...1,5 минут аралығында қыздырып тұрады. Баяулатылған салқындату үрдісін қорғаныш көзәйнектің көмегімен көзбен бақылауға болады; жіктің шет жақтарында салқындатылған металдың қошқыл түсті сақиналары пайда болады. Бұл сақина қаптастырманың ортасына қарай тараған кезде жанарғыны өшіреді. Баяу салқындату үшін жөнделген бөлшекті құрғақ топырақпен көмеді немесе асбестік табакпен жабады.

Ішкі кернеулерді азайту үшін және сызаттар пайда болуының алдын алу үшін қалыңдығы үлкен және күрделі пішіндемелі бөлшектерді ақаулары жойылғаннан кейін ошақта немесе пеште $650...750^\circ\text{C}$ температурада қайта қыздырудан (босандату) өткізу

керек. Құймалар ошақпен (пешпен) бірге салқындатылады. Ацетиленді ауыстырушы газдардың аз концентрленген жалыны термиялық әсердің кеңірек аймағын тудырады және шойынды пісіруге қолайлы шарттарды қамтамасыз етеді. Ауыстырушы газдардан (метан, пропан-бутан) туындаған жалынның тұрақтылығы жоғары, себебі олардың тұтану жылдамдығы аз боғандықтан кері сокқының пайда болу ықтималдығы аз, бұл ыстықтай пісіруде ерекше маңызды, себебі жанарғының мүштігі мен ұштығы жоғары температураларға дейін қыздырылады.

Егер бөлшектер (кронштейндер, иіңтіректер және т.б.) қыздыру және салқындату кездерінде қалдықты кернеулерсіз еркін түрде кеңейе және сығыла алатын болса, алдын ала қыздырусыз пісіруді (суықтай пісіру) қолданады. Бұл кезде жанарғы жалынының қуаты мүмкіндігінше максималды болуы керек және перлитті өзгерулер аралығында баяу салқындату қамтамасыз етілу керек.

Суықтай газбен пісіру кезінде жанарғы жалыны ақау айналасындағы негізгі металды қыздырады. Алдын ала қыздырмай пісіру технологиялық үрдісі ыстықтай пісіру технологиялық үрдісіне ұқсас болып келеді. Пісіру ваннасын толтырудың алдында ақауға жанасып жатқан бөлікшелерді жанарғы жалынымен қыздыру керек. Ақауды толтырып біткеннен кейін 2...3 минут аралығында жанарғыны баяу шегіндіреді, жалынды ақауға жанасып жатқан бөлікшелерге бағыттайды. Бөлшекті немесе бөлшектің пісірілген бөлікшесі бар бөлімін баяу салқындату үшін құммен көміп қояды немесе асбаст табақпен жауып қояды.

Шойынды қаптамалы электродтармен пісіру. Пісіруді қыздырып (ыстықтай) және қыздырмай (суықтай) пісіру деп бөледі. Ыстықтай пісіру әлсіз қыздыру (300...400°C дейін) және қатты қыздыру (600...700°C дейін) арқылы жүргізілуі мүмкін. Шойынды ыстықтай доғалы пісіру технологиясы келесі операциялардан тұрады: пісіруге дайындық, алдан ала қыздыру, пісіру және бөлшектерді баяу салқындату.

Ыстықтай доғалы қолмен пісіруді балқитын қаптамалы электродтармен атқарады. Балқитын электродтар(ОМЧ-1, ВЧ-3, ЭП-4 және т.б.) құрамында 3.3,5% С, 3.4% Si, 0,5,0,8% Mn болатын А және Б маркалы шойын сырықтан және графиттеуші қоспасы бар тұрақтаушы қаптамадан тұрады. Пісіруді арнайы электроұстағыштарды қолдана отырып жоғарылатылған (болатты пісірумен салыстырғанда) токтарда $I_{CB} = (60... 100)dc$ өткізеді. Электродтардың диаметрі 12 мм жетуі мүмкін. Пісіруді кері полярлы тұрақты токта немесе айнымалы токта өткізеді. Пісіру кезінде салөындату жылдамдығы 50°C/сағ аспайды.

Шойынды суықтай доғалы қолмен пісіруді жікте сұр шойын құрылымын алу үшін құрамында графиттеушілердің (С, Si) жоғарылатылған мөлшері бар электродтарды қолданады. Немесе жік металының илемділігін қамтамасыз ететін және көміртегімен қосымдар түзбейтін, ағаруды азайтып графиттенуді ықпалдайтын электродтар қолданылады. Шынықтырулық құрылымдар пайда болатын және жоғары мәнді

қалдықты кернеулер пайда болатын қыздыру аймағын кішірейту үшін пісіруді минималды жылу енулікпен өткізеді. Ол үшін салқындату үзілістерін жасайды. Аз мөлшерді токты $I_{CB} = (20...30)d$, кіші диаметрлі электродтарды (3...6 мм) қолданады (5.10 кесте). Пісіруді қысқа бөлікшелерге бөліп 15...25 мм жасайды, пісіруді бітіргеннен кейін жікті сомдап өңдейді.

5.10. кесте. Шойынды электродтармен қыздырусыз пісірудің параметрлері						
Электрод маркасы	Электрод диаметріне (мм) байланысты ұсынылатын ток мәні А				Балқытып қаптастыру коэффициенті, г/(А*сағ)	1 кг балқытып қаптастырылған металға шығындалатын электрод
	3	4	5	6		
ЦЧ-4						
ОЗЧ-2						
ОЗЖН-1						
МНЧ-2						

50... 100 А токта пісіру кезінде жік металлы феррит-перлит-сорбитті құрылымды алады. Термиялық әсер ету және балқыту аймағы құрылымы троститті-мартенситті болады. Термиялық әсер ету аймағында сызаттар болмайды. Үлкен токтармен пісіру кезінде жікте мартенсит пен ледебурит пайда болады, ал термиялық әсер ету аймағында – ағару бөлікшелері мен микросызаттар пайда болады. Ток кернеуін ұлғайтқан кезде жік металындағы шойынның үлесі артады және сызаттар пайда болуы мүмкін.

Жік материалындағы негізгі металдың үлесін азайту үшін балқытып қаптастыруды алдыңғы білікшенің 1/3 жауып атқарады. Доғаны алдында балқытылған металға бағыттайды. Пісіру мен балқыту жылдамдықтарын жік материалында негізгі металдың минималды үлесін алу және бөлшектерді ұйғарынды қыздыру шарттарын негіздей отырып тандайды. Кейбір жағдайларда термиялық әсер ету аймағы құрылымының аз өзгеруіне қол жеткізу үшін пісіру мен балқытуды «какадтап» жасайды. Бұл жерде жік металы құрылымы ферритті-перлитті болады.

Көмірқышқыл газда жіңішке сыммен пісіру автокөлік және трактор өндірісінде болат келтеқұбырларды шойын ернемекке пісіруде, соғылмал және аса берік шойындардан жасалған тозық бөлшектерді (дөңгелек күпшектері, иінді біліктер және т.б.) қалпына келтіруде, сұр шойыннан жасалған сантехникалық құбырларды пісіруде қолдануын тапты.

Сұр шойынды суықтай пісіру үшін ППЧ-1 маркалы ұнтақ сым ойлап табылды, құрамы - 7,0.7,5% С; 4,0.4,5% Si; 0,4.0,8 % Mn; 0,4.0,6 % Ti; 0,6.0,9 % Al. Бұл сым орташа мәнді токпен пісіру кезінде ағарусыз және сызатсыз балқытылған метал алуға мүмкіндік береді. Жік металының механикалық қасиеттері негізгі метал қасиеттеріне жақын. Қорғаушы орта ретінде көмірқышқыл газын қолдану жіктегі сутегі мөлшеріт

азайтуға мүмкіндік береді және жік металының кеусек пайда болуына қабілеттігін азайтады.

5.3. АЛЮМИНИЙ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚОРЫТПАЛАРЫН ПІСІРУ

Алюминий қорытпаларынан жасалған жартылай фабрикаттар (табақтар, бейіндер, құбырлар) аз тығыздыққа, салыстырмалы жоғары берікті, жақсы өңделімділікке және жеңіл деформациялануға бейімділікке ие бола отырып авиақұрылысында, кеме жасауда, химиялық аппаратуралар өндірісінде, құрылыста, көліктік машинажасаудың көптеген түрлерінде және т.б.маңызды роль атқарады.

Алюминий қорытпаларының көбінің жемірілуге жоғары төзімділігіне, жақсы жылу- және электрөткізгіштігіне байланысты көп жағдайда олар таптырмайтын құрылма материалы болып саналады.

Алюминий қорытпаларын екі негізгі топқа бөледі: деформацияланатын және құйылатын. Осы қорытпаларының арасындағы теориялық шекарасы ретінде қатты қорытпадағы элементтердің ерігіштік шегін аламыз. Деформацияланушы қорытпаларда қоспалаушы элементтердің шоғырлануы ерігіштік шегінен аз болады және қыздыру кезінде жоғары деформациялану қабілетін қамтамасыз ететінбірфазалық күйге ауыстырылуы мүмкін. Құю қорытпалары ерігіштік шегінен тыс жатады және эвтектикалық құрылымы бар. Эвтетикалық құрылым қорытпалар жақсы құю қасиеттерін береді (аққыштық, пішіннің толтырылуы), бірақ олардың деформацияға қабілетін нашарлатады.

Алюминий қорытпаларының құрамына кіретін элементтердің көбінің ерігіштігі шектеулі және температураға байланысты өзгереді. Бұл термоөңдеу кезінде қорытпалардың беріктенуін шарттайды. Теория жүзінде қоспалаушы элементтерінің шоғырлануы бөлме температурасында ерігіштік шегінен жоғары болатын барлық қорытпалар термоөңдеу кезінде беріктенулері тиіс. Осыған байланысты қорытпаларды, термиялық беріктенуші және термиялық беріктенбейтін қорытпалар деп бөледі.

Беріктенуші құю және деформацияланатын қорытпалардың арасында беріктендіру әсері болмашы ғана болатын қорытпалар кездесуі мүмкін, сондықтан қорытпалар құрамында ерігіштік шегінен жоғары мөлшерде қоспалаушы элементтердің болуын термоөңдеу кезіндегі қорытпалардың беріктену қабілетінің қажетті шарты (бірақ міндетті шарты емес) деп қарастыруымыз керек. Пісірме құрылмаларда деформацияланатын алюминийлер (АД, АД1 және т.б.) және термоөңдеуде беріктенбейтін(АМц, АМг, АМгЭ, АМг63, АМг6 и др.), беріктенетін(Д20, М40, Д20, ВАД23, В92А, 1201, 1420 және т.б.) алюминий қорытпалары кең пайдалану тапты. Құю қорытпалары пісірме құрылмаларда сирек қолданылады.

Алюминий қорытпаларынан құрылмаларды балқытып пісіру кезінде пісірме қосылыстардың әр түрлері болуы мүмкін: түйістік, айқассалын, таврлық және бұрыштық. Ең кең пайдаланылатын түйістік жалғау.

Айқассалын, таңбалық және бұрыштық жалғауды көбінесе аргодоғалық пісіру арқылы орындау керек.

Алюминий қорытпаларын газдық пісіру. Алюминий қорытпаларын газдық пісіру үшін көбінесе жанғыш газ ретінде ацетилен пайдаланылады. Алайда, сутегінің төмен балку температурасын қолдануға болады және алмастырғыштарды ацетилен — арзан жанғыш газдар, олармен жұмыс істеу үнемді және қауіпсіз, мысалы, пропан-бутан қоспасы.

Сутегіні материалдың қалыңдығы 1...2 мм. ескере отырып қолдануға рұқсат етіледі. Есте сақтау керек, яғни пісіру ваннасының балқытылған металлы сутегі белсенді жұтып алады. Бұл процесс арттыру температурасына қарай күшейе түседі. Сутегіні сіңіру металл жігінің сапасын нашарлатады, сондықтан оны қызусыз пісіру керек.

Пісіру кезінде пропан-бутанды қолдану, мысалы, АМц бөлшектердің қорытпасынан қалыңдығы 3 мм-ге дейін, мұндай өнімділік процесінің сапасы мен алынатын қосылыстар, және ацетиленсутегі жалынымен қамтамасыз етеді. Пісіру кезінде бөлшектер қалыңдығы 5.8 мм өнімділігі пайдаланған жағдайда пропанбутанның 15...20% - ға төмен ацетилен қолдану мүмкін. Пісірілетін бөлшектердің механикалық қасиеттерінің елеулі төмендеуі болмайды. Ықпал ету аймағының термикалық ені пісіру кезінде бөлшектер қорытпасынан АМц пропан-бутан 1,5 — 2 есе артық ацетилен қолданылады.

Алюминийді газбен пісіру үшін тұндырылған металдың таңдауы кезінде оның құрамы мүмкіндігінше негізгі металл құрамынан ерекше болу керек. Ерекшелігі, тек таза алюминий және қорытпа түрдегі АМц болады. Қоспаны қолдану, оның құрамы негізгі металдың құрамына ұқсас, алюминий қорытпалардың пісіру кезіндегі беріктігі жалғауға ие, бірақ жоғары беріктігі жеткілікті емес, және олардың жарықтары мен кеуектілігі болуы мүмкін.

Әдетте қоспаны тартылған немесе баспақталған сым түрінде қолданады, сондай-ақ арнайы құйылған шыбықтар түрінде қолданылады. Оның диаметрі пісірілетін бөлшектер қалыңдығына сәйкес келуі тиіс.

Қоспаны, пісіру жүргізілетін жерде сақтауға болмайды. Қоспалар беті, тұтқынға, жарықтар, түскен, майысқан жерлер, қабыршақтар, қабаттар және күрт қиылысуында тегіс, таза болуы тиіс. Тартылған сымға бухталарда шыңдау күйде жеткізеді, ал ыстықбаспақталған — бухталарда немесе ұзындығы 3 м кем емес сымдарда жеткізіледі. Майлардың, кірдің іздері майсыздандыратын және уландырылған тасталуы тиіс (технологиясы майсыздандыру және өңдеу қондырғысы сол үшін негізгі металл).

Қажетті маркалы жалғаушы сымдардың болмауы сол құрамымен туралған табақтан немесе ақаулы бөлшектерінен жасалған жолақтарды пайдалануына мүмкіндік береді. Жолақтардың ені, олардың қалыңдығы 2 есе көп болуы тиіс. Мүмкіндігінше жолақтар калибрленеді, оларға домалақ қиылысу арқылы қарапайым фильерлерді созылса. Соңғысы патронға бекітіп жонғы станок, үшкірленген ұшы жолақтар — суппортте орналастырылады. Дөңгелек қималы сыммен пісіру кезінде қалыптастыру жігі жақсартылады.

Егер қосылмалы металдың құрамы негізгі металдың құрамынан ерекше болса, онда коррозия ошақтарының пайда болуы қауіпті болады. Мысалы, таза алюминий және коррозияға төзімді алюминий қорытпаларынан жасалған бөлшектерді пісіру кезінде, алюминий қорытпаларынан жасалған, құрамында ауыр металдар бар, мысалы, темір қоспалардан аулақ болу керек. Қосым таңдалған кезінде оның балқу температурасын ескеру қажет. Осылайша, таза алюминий қоспаларын пісіру үшін алюминий балқымалардан жасалған жарамсыз болса, себебі балқу температурасы осы қорытпалардың балқу температурасынан төмен алюминий.

Алюминий қорытпаларын газдық пісіру үшін кесте 5.11. көрсетілген қоспалар қолданылуы керек.

Кәдімгі алюминийді пісіру үшін, құрамында 0,6 %-ға дейін Бе және 0,6 % Si бар, сол алюминий құрамындағы қоспаны пайдалануға болады, немесе АК5 және АМц.

Алюминий — марганец қорытпалар жүйесін пісіру сол жүйенің немесе АК5 қорытпасының қоспасын пайдалану керек. Пісіру кезінде бөлшектер қалыңдығы аз (шамамен 1 мм) қолдану осы қоспалар қамтамасыз етеді, біріктіру, теңпісірілетін негізгі металл.

Кесте 5.11. Алюминий қорытпаларын газдық пісіру үшін отырғызу сымдары

Пісірілетін қорытпаның маркасы	Отырғызу сымның маркасы МЕМСТ 7871—75 бойынша
АД, АД1, АД0	Св-А 5, Св-А97
АМц	Св-АМц
АМг2, АМг3, АМг4	Св-АМг3, Св-АМг6
АМг5	Св-АМг5, Св-АМг6
АМг6	Св-АМг6, Св-АМг61
МВ, АД31, АД33	Св-АК5, Св-1557
АЛ2, АЛ4, АЛ6	Св-АК5

Алюминий жүйесінің қорытпаларын пісіру үшін — АМг қорытпасының магний қоспасын пайдаланады, сол жүйенің натрийлі магний төмендету температурасымен балқумен қамтамасыз етеді. Құрамында 2...7% Mg қорытпасы үшін, әдетте 5 % Mg қамтитын қоспасы қолданылады. Құрамының артуы, магний қоспасы 7% - ға дейін металл жігінің беріктігі арттырады. Қорытпалардың пісіру кезіндегі АМг пайдалана отырып қоспалар, сол құрамның негізгі көрсеткіштері механикалық қасиеттері пісірілген жалғау әдетте 5.10% - ға негізгі металл көрсеткіштерден төмен болуға тиісті. Қолдану қоспалар Св-АК5 үшін осы жүйенің қорытпалардың өңделмейтін термиялық пісірудің, мысалы, қорытпаның АМг5, жол берілмейді, себебі бұл кезде құрылады сынғыш қосу — силицид Mg2Si магний орналасқан түйірлер шекарасы бойынша және құрылуына ықпал жарықтар металда тігіс болу керек.

Пісіру кезінде қорытпаның АМг6 жақсы нәтижелер береді қолдану қоспалар Св-АМг61 орнына Св-АМг6. Маркетингтік Св-АМг61 құрамында цирконий, ол туғызады түрлендіру металл жігі, соның нәтижесінде 1,5 есеге азаяды саны тігісінде жарықтар санымен салыстырғанда жарықтарды қолдану кезінде қоспалар Св-АМг6.

Қорытпалар жүйесінің алюминий — магний — кремний пісіру кезінде бейім білімі кристалды жарықтар, сондықтан ретінде қоспалар қолдану жүйесінің қорытпасы алюминий — кремний ұсынылады. Осылайша, орындау кезінде таңбалық және бұрыштық жалғау осы мақсат үшін 5 % Si (Св-АК5) қамтитын қоспасын пайдаланады, ал түйіскен қосылыстар жоқ бөлшектеу жиектерін — қоспасын қамтитын 10% - ға дейін Si (Св-АК10).

Д16 және В95 үлгідегі жоғары беріктігімен алюминий қорытпаларын газбен пісіру қанағаттанарлық нәтижелерімен төмен беріктігі алынатын пісірілген қосылыстардың құраушысы ғана 50.60% металдың беріктігін береді. Беріктіктің күрт азаюы тігіс металының қызуымен және бөлумен түйірлер шекарасы бойынша тігіс қасындағы аймағында нәзік қабатпен келген қосылыстар CuAl2 түсіндіріледі. Қоспалар ретінде пісіру кезінде дюралюмин бөлшектері Д16 қалыңдығы 1 мм-ге дейін сымы Св-АМг3, ал пісіру кезінде дюралюмин бөлшектердің Д16 қорытпасы мен В95 қалыңдығы 1 мм — сым Св-АК5 қолданады.

Өртүрлі алюминий балқымалардың бөлшектерін пісіру кезінде, егер тіркесте жоқ қорытпалар АМг, АМг3 және АМг5, әдетте Св-АК5 қоспасын қолданады. Қорытпалар үйлескен кезде Амо АМгЭ, сондай-ақ, АЛ13 отырып, АМг3 қолданады Св-АМг3 қоспасын.

Алюминий қорытпаларынан жасалған құймасындағы ақауларды, негізгі металл құрамы сияқты құрамамен пісіреді. Түрлендірілген силуминнен жасалған, 11,5... 13,5% Si бар, маркетингтік Св-АК12 кең пайдаланылады, сондай-ақ Св-АК5-те кеңінен қолданылады.

Қоспалар әдетте құйылған шыбықтар ұзындығы 600.650 мм, диаметрі байланысты қабырғаларының қалыңдығын құю түрінде қолданады:

Қоспа сымның диаметрі, мм

4...5 6.....8 8.....10 10.....12

Құйма қабырғасының қалыңдығы, мм.....3...8 8.....12 12.....14 15 және одан көп

Әдетте, алюминий балқымаларын флюстерді қолданып газбен пісіруді орындайды. Алюминий қорытпаларын газбен пісіру үшін кестеде 5.12. келтірілген флюс құрамы пайдаланылады.

Алюминийді газбен пісіру үшін флюстер ұнтақ немесе паста түрінде пайдаланылады, оларды ұнтақ тәрізді қоспалар өсірумен алатын (жақсы дистильденген) суда немесе спиртте дейін қоспатәріздес құрамымен тікелей пісіру алдында пайдаланады.

Кесте 5.12. Алюминий мен оның қорытпаларын газбен пісіру кезінде қолданылатын флюстер

Флюс компоненті	Химиялық құрамы, % (салмағы бойынша), флюс						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	ВАМИ	КН-1	АФ-4А
Хлорлы натрий	30	19	41	16	30	20	28
Хлорлы калий	45	29	51	44	50	45	50
Хлорлы литий	15	—	—	—	—	—	14
Хлорлы барий	—	48	—	20	—	20	—
Фторлы натрий	—	—	8	20	—	15	8
Фторлы калий	7	—	—	—	—	—	—
Фторлы кальций	—	4	—	—	—	—	—
Күкіртқышқылды натрий	3	—	—	—	—	—	—
Криолит	—	—	—	—	20	—	—

Фарфор, фаянс, шыны немесе эмальды ыдыста флюсты араластырады. Коррозияға берікті болаттан жасалған ыдысты да қолдануға болады. Флюсті жай-күйсіз және орынсыз ұзақ сақтауға болмайды, өйткені бұл сапасын нашарлатады және оны пісіру үшін жарамсыз, сондықтан ұнтақ тәрізді флюс еріту керек мөлшерде, мүмкін жұмсалды ішінде 4...5 с. Жарамды флюсты сумен араластыру кезінде жылуы бөлінеді; жарамсыз флюс жылуды бөлмейді. Флюс жұқа қабатпен қоспаны келтіреді немесе бетіне дәнекерленетін бөлшектерді арнайы жұмсақ қылқаламмен, пайдаланылатын тек қана осы мақсатқа арналған болады. Қоспаны флюспен жабуға болады, соңына шыбықтың немесе сым флюс жағылған. Қаралау, оның бақылау саны пісіру ваннасы қиындатады. Флюс кейін ғана толық тазалау бөлшектер мен олардың қоспа ені, ол 3 есе артық ені тигістің келтіреді. Орындау кезінде қоспа флюс арқылы келтіреді.

Флюстер пісірленген қосылыстардың қалдықтарын тудыруы мүмкін, сондықтан пісіруден кейін тиісті учаскелер пісірілген бұйымдардағы металл щеткамен тазартылады және арнайы сипатталған өндеуге жатады. Пісіру қосылыстары, олардың қалдықтары флюстер, және қождар жою қиын, пісіру кезінде алюминий қорытпаларынан дайындалған бөлшектерді қолдануға болмайды. Қажет болған жағдайда, пісіру жабық құрылымдар (құбырлар, жабық профильдер және т. б.) қолданады фторлы флюстер, құрамында тұздардың хлорлы. Қалдықтары мұндай флюс және олар құратын шлактар емес коррозия тудырады, бірақ бұл флюстер кем, жоғары температураға балқу, аз тұрақсыздығы бөледі пісіру кезінде улы булар. Сонымен қатар, олар құрайды ауыр шлактар, жаман жойылатын бетінен жіктің. Жою үшін ауыр шлактарды бұйымдар, салқындағаннан кейін пісіру, сумен шайылып, содан кейін жіктер қатаң реттелген жалынмен қыздырады. Салдарынан айырмашылықтар коэффициенттері жылу кеңею металл мен қождың бөлшектері қожды бөлек.

Дұрыс таңдау саңылауды орындауға мүмкіндік береді пісіру кедергісіз және шақырылатын жабын пісірілетін бөлшектердің, жарықтың пайда болуы, қуыстарды, олардың флюс қалдықтары болып табылатын, даму себебі коррозия болып табылады. Өзара жабын бөлшектерін шақырылады деп таңдалған саңылаудың шамасы тым аз. Кезде жабу пісіру бөлшектер бөлінеді. Пайда болуын болдырмау үшін шамадан тыс деформациялар пісіру кезінде тұйық конструкциялар, мысалы, бак жұқа материалдың қалыңдығы 1,2 мм, егжей-тегжейлі орындайды жергілікті иілу.

Пісіру кезінде қыздыру, олар тегістеледі, сондықтан пісіру барысындағы азайту деформациялар мен кернеулерді туғызады.

Кіші қалыңдығымен бөлшектерді пісіру кезінде тұрақтылығы саңылаудың жікпен біріктіру қамтамасыз етеді, негізінен, оны ілгішпен орындайды, кейіннен бөлшектерді пісіру үшін пайдаланылады.

Жанарғылар жалыны алюминий қорытпаларын пісіру кезінде қалыпты болады. Жекелеген жағдайларда шамалы артық ацетиленге жол беріледі. Үлкен артық ацетилен жіктерде кеуектілік тудыруы мүмкін. Жол беруге болмайды, артық оттегі, қолайлы білім беру алюминий оксидіне. Жанарғылар жалыны пісіру кезінде тиіс орналасқан, сондықтан соңына оның ұяшығы қашықтықта 3...5 мм бетінен балқытылған металл болады. Пісіру өзегі жалын жолы берілмейді. Жік металлы және пісіру ваннасында балқытылған металл жігі шегінде ғана балқыту тиіс.

Мүштіктің көлбеу бұрышы жанарғының бетіне бөлшектердің пісіру басында 90° пісіру тиіс. Содан кейін қарай қыздыру, бөлшектерді пісіру кезінде деформацияланатын қорытпалар көлбеу бұрышы жеткізеді $30...45^\circ$ қалыңдығы кезінде бөлшектер 5 мм-ге дейін және $45...60^\circ$ қалыңдығы кезінде бөлшектерді астам 5 мм пісіру кезіндегі ақауларды құю мүштіктің көлбеу бұрышы жанарғының алдымен белгілейді тең 90° , содан кейін бірте-бірте қарай қыздыру жеткізеді $45...60^\circ$. Көлбеу бұрышы тұндырылған шыбықтың барлық жағдайларда $40...60^\circ$ құрайды.

Газбен пісіру тәсілі қалыңдығына байланысты бөлшектерді таңдайды. Жиі (қалыңдығы кемінде 5 мм) сол жақ тәсілі қолданады. Қалыңдығы 5 мм-ден артық оң жақ пісіру тәсілін қолдануға болады.

Қозғалыс сипатына оттықтары және қоспалар пісіру процесінде қалыптастыру тігіс және тәуелді оның ережелері кеңістікте қалыңдығынмен балқытылған металл мен мөлшеріне үлкен әсер етеді. Түйістіріп пісіру кезінде бөлшектерді, қалыңдығы 3 мм-ге дейін төменгі жағдайы жанарғы және маркетингтік ғана тура үдемелі қозғалыс жоқ көлденең тербелістер жасауға тиіс. Үлкен қалыңдығы бөлшектер шілтерде және жікте хабарлайды, спираль немесе маятниктүрдес өткізу осіне қатысты жіктің, әрі қозғалыс мүштік оттықтары және соңына қоспалар қарама-қарсы жіберілуі тиіс.

Лімідеу беттерінен жасалған бөлшектерді күйген жай-күйі пісіру ұсынылады, бірақ шыныққан, шындаған немесе алғашқы өндеуге ұшыраған бөлшектерді де пісіруге болады.

Бөлшектерді пісіру кезінде айлабұйымдарды бекіту жөн. Құрылғыларды қолдану кезінде (мысалы, аз қалыңдығымен бөлшектерді пісіру кезінде) еркін кеңейтуге кедергі келтірмеуі тиіс, және ұсақ бөлшектер, сондай-ақ үздіксіз жігі пісірілу керек.

Төменгі орнында пісіруге бағытталу керек. Қиғаш бұрышпен 45° аспайтын пісіру, көлденең жіктерін пісіру сияқты, тек жеке жағдайларда ғана рұқсат етіледі. Тік және төбе жіктерді пісіруге рұқсат жоқ. Бөлшектердің шетінен 80... 100 мм шегініп, жіктің соңында жарықтар пайда болмау үшін пісіруді бастау керек. Қалдырылған учаскесі содан кейін кері бағытта пісіріледі.

Үлкен жылдамдықпен пісіру керек, металл қызып кетпеу металл, және мүмкіндігінше, тоқтаусыз, үзіліссіз жалын болуы керек. Бір амалмен жікті аяқтау керек. Көп қабатты тігістерді орындауға рұқсат берілмейді, өйткені оларда жиі тері тесіктер туындайды. Пісіру аяқталғаннан кейін, немесе қажет болған кезде тоқтату, оны шілтерге керек құдықтарына жіберуге жылғы балқытылған ванна бірте-бірте болдырмау үшін күрт салқындату тігіс және білім беру жарықтар болады. Пісіру басталған жағдайда, сондай-ақ орындау кезінде тұйық жіктерін (мысалы, сақиналы), бұрын қолданылған учаскелер тігіс тиіс жабылады ұзындығы 6.25 мм (қалыңдығына байланысты бөлшектер). Екінші рет қайта өту бойынша орындалған тігісті жақсарту үшін жол берілмейді. Егер ұзындығы тігіс асатын 500 мм болса, кері сатылы пісіру тәсілін қолдану керек.

Бөлшектер қабырғасының қалыңдығы 5 мм пісіру алдында жылытуға температураға дейін 300.350 °C газ (ацетиленсутегі немесе ацетиленуау) газ шілтерімен жұмыс істегенде ұсынылады. Жылыту температурасын термобояғыштардың көмегімен бақылайды, сондай-ақ бақылау жолымен басталуы ағаш үгінділері, бетіндегі бөлшектер, немесе ағаш таяқшалар орналасқан байланыста онымен көрсетілуі керек.

Бөлшектердің шетіне қарай жақындау, пісіру жылдамдығын көбейту және азайтуға керек, көлбеу бұрышы мүштік қыздырғыштарда бар болуы. Бұл бөлшектердің қыздыру және балқытуды болдырмайды. Пісіру жағдайында әртүрлі бөлшектердің қалыңдығы немесе бөлшектердің материалдардан жасалған әртүрлі балку температурасы, жанарғының жалын жібереді бөлшектің үлкен қалыңдығын немесе балку температурасы барынша жоғары болады. Пісіру режимінің негізгі параметрлерін пісірлетін бөлшектердің орташа қалыңдығы бойынша таңдау керек.

Қаптамалы электродтарды қолмен пісіру. Қаптамалы электродымен қолмен доғалы пісіруді 4мм көп қалыңдығымен металлдарда пайдаланылады. Тұрақты токта, кері полярлығы жоқ, көлденең тербелістерде пісіру жүзеге асырылады. Техникалық таза алюминий және оның АМц типтес қорытпаларын пісіру кезінде электродтын металл өзегін негізгі металл құрамына ұқсас жасалған сымдардың бірінен дайындайды. АМг типтес қорытпалары үшін (1,5...2%) жоғарыланған магнийсі бар сымды, пісіру кезінде оның ыс әрекетінің компенсациясы үшін қолдану керек. Электродтардың негізгі жабынын криолит, хлорлы және фторлы тұздары, натрий және калий құрайды.

10 мм металдың қалыңдығы кезінде V-тәрізді жиектерін 60° бұрышында кесу қажет және 1...2 мм. мұқалту қажет. Алюминийді пісіру кезінде 100...200 °С (әсіресе жіктің басында) температураға дейін металды алдын ала қыздыру қажет). Электродтардың диаметрі $d = 4...8$ мм, пісіру тогы $I_{св} = (45...55) d$ (кесте. 5.13).

Пісіру жалғастардың механикалық қасиеттерін жақсарту үшін шыңдау немесе илемдеу шығыршықтар тігіс суық және жылумен жағдайларда жүзеге асырылады. Термиялық беріктендіруші қорытпаларды пісіру кезінде беріктігін арттыруға болады, пісіру жалғасының деңгейіне дейін негізгі металл кейін (пісіру) термоөңдеумен пісіру торабының (шыңдау, жұмсарту, жасанды ескіруі).

Кесте 5.13. Алюминий мен оның қорытпаларын қолмен доғалы пісіруге бағытталған режимдер

Металл қалыңдығы, мм	Электрод диаметрі, мм	Пісіру ток, А	Кернеу, В	Тігіс ені, мм
6	5	280.300	30.34	10
8	6	300.320	30.34	14
10	6.7	320.380	30.34	16
12	8	350.450	32.36	20
14	8	400.450	32.36	22
16	8	400.450	32.36	24
18	8.10	450.500	32.36	26
20	8.10	500.550	32.36	28

Балқымайтын электродымен қолмен доғалы пісіру. Балқымайтын вольфрамды электродымен пісіру кезінде түйіскен жалғастар, алынбайтын жиектерін бөлшектеу үшін оксидті қосындылар металда жіктерді астары ұтымды нысандары қолдану қажет. Пісіру үшін қолданылады астары жоқ арналары мен астары жасалған жырашықтары бар түрлі нысандары — тік бұрышты, күрделі пішінді. Пісіру кезінде астары бар жырашағы отырып, күрделі бейінді бүйірлік бетінің кезінде жиектерін балқыту парақ толығымен шығарылады, білім қоспалардың оксидті қабықшаларының ықтималдығы төмендейді.

Түйіскен жалғастарды пісіру кезінде қалыңдығына байланысты пісірілетін металл мен қабылданған әдісті пісіру және жиектерін дайындау әртүрлі түрлерін қолданады. Пісірілген бөлшектерді механикалық өңдеудің басқа жиектерінің беру үшін оларға ұтымды нысандары, орындау жалғастарын дайындау, бөлшектерді пісірумен тазартуды, олардың бетін ластанудан және оксидтерімен қамтиды. Пісірілетін бөлшектерінен ластану майларының, бояулар және басқа да немесе барлық кемер беттерінен анықталған ені (20... 30 мм) түйіс көлемінде іздерін жою керек. Ішінара немесе жергілікті майсыздандыру жиегінің бензинде, ацетонда батырылған, төртхлорлымен іске асады, уайт-спирит және басқа да сұйықтарда жақсы еритін май ластану шүберекпен сүртеді. Жергілікті майсыздандыру амалдардың күрделі еңбегімен салыстырсақ және қолдану қажеттігіне тез тұтанатын сұйықтықтарды (бензин, ацетон және т. б.) өндірісінде, әдетте, жалпы майсыздандыру барлық бөлшектер бетінің ванналарда сілті құрамын орындайды.

Кейбір зауыттардың тәжірибеде пайдаланылатын ваннадағы бөлшектер бетінің майсыздандыру технологиясы сілті құрамын көздейді мынадай амалдар:

- 58 мин ішінде қышқыл ерітіндіде 65°C температурасымен бөлшектерді майсыздандыру (ерітінді құрамы: 35.50 г Na_3PO_4 , 35.50 г Na_2CO_3 , 30 г сұйық шыны, 1 000 мл-ге дейін су
- 30°C температурасымен суда жуу;
- ағынды суық суда шүберекпен тазалап немесе жұмсақ шөткемен жуу, кептіру.

Бөлшектерді майсыздандырудан кейін беттік оксидті қабықшасын өшіру үшін арнайы өңдеу өткізіледі: механикалық жолмен — тазалау бөлшектер бетінің зімпара қағазбен жұмсарту, шабермен немесе сымды шөткімен, сондай-ақ химиялық жолмен — бөлшектерді арнайы ерітінділерде уландыру.

Өндірісте жиектерді жаппай механикалық тазалау кезінде жеткіліксіз өнімділігі жоғары процесі мен төмен сапасы бетін дайындау ұсынылмайды.

Аргон ортасында алюминий қорытпаларды пісіру кезінде, флюстерді қолдану қажеттілікті тудырмайды. Бұл айтарлықтай процесті жеңілдетеді және пісіру жалғастар, флюстерде қауіпті коррозиялық қатысты-қиындықтар қалдықтарын жою мүмкін етеді.

Қорғауыш газдардың ортасында алюминий қорытпаларын пісіру үшін бірінші сұрыпты аргон немесе гелиймен аргон қоспалары қолданылады. Бұл ретте оксидті қабықшасының бұзылуы нәтижесінде катодты тозаңдату жүреді, осыған байланысты аргондағы алюминий қорытпаларын пісіру мүмкіндігінше кері полярлығымен тұрақты токта жүргізуге болады.

Вольфрамды электродымен пісіру кезінде анодта үлкен бөлу салдарынан жылу, оның шамадан тыс қызып кету және жоғары шығыны байқалады. Шығынын азайту үшін вольфрам қажет тамақтану доға айнымалы токпен. Бұл ретте жартылай кезеңде катодты болып вольфрам табылады, оны салқындату, ал жартылай кезеңде катодты болып табылады бөлшек, оксидті қабықшасымен орын бұзу және жою. Пісіру кезінде айнымалы токтағы мүмкін емес сақтауға жеткілікті жоғары төзімділігі электрод қанағаттанарлық бұзылу бөлшектерді оксидті қабықшасымен қол жеткізу керек.

Вольфрамдық электродымен пісіру кезінде және тамақтану доға айнымалы токпен шарттары жану доғаның жартылай кезең әртүрлі қарама-қарсылық ерекшеленеді. Жартылай кезеңде, вольфрам болып табылады катодты арқасында қуатты термоэлектрлік эмиссия өткізгіштігі доғалық аралығын өседі, кернеу доғаның тогы төмендейді.

Жартылай кезеңде катодты бұйымға (суық катод) айналады, доғалық аралық өткізгіштігі төмендейді, ток доғасы азаяды және кернеуі артады. Осының нәтижесінде ток доғасының синусоиды симметриялы еместігін көрсетеді, әрекеттер тізбегінің доғасының беті кейбір тұрақты құрамдас бөлігі токболып табылады. Осының арқасында 0,8...3 мм қалыңдығымен металдың пісіру кезінде процесі сәтті. Алюминий қорытпаларын пісіру үшін импульс доғасы пайдаланылады, балқымайтын электродымен пісіру мүмкіндігін кеңейтті.

Алюминий қорытпалары 0,2 мм қалыңдығымен және одан жоғары пісіру үшін импульсті доға пайдалану кезінде айнымалы ток туғызады. Торпаттық жалғастар металдың қалыңдығы 0,2... 1 мм пісіріледі, жалғаушы сымдардың диаметрі 0,6, 2, 6 мм болат төсемдерде қалыптастыратын жыршағымен болады. Алюминий қорытпаларынан жасалған импульстік доғаны пісіру кезінде, қалыңдығы 0,2.1 мм жиектерінің шалыстығы 40.60% төмендейді.

Үлкен қалыңдығымен бұйымдар үшін вольфрамдық электродымен пайдалануға қарапайым пісіру процесін орынсыз-қолдану қажеттілігі көп қабатты тігістер мен өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. Пісіруге арналған бұйымдардың үлкен қалыңдығын вольфрам электродтар арттыру төзімділікті қажет. Вольфрамды электрод маркасы ВИ қоспалары бар иттрий жоғары тұрақтылыққа ерекшеленеді. Пісірудің максималды ток үшін осы маркалы, диаметрі 10 мм дейін жетеді 800. 1 000 А электродтарды қажет. Электродтар пайда болуымен көрсетілген бір рет өту жоғарыамперлі доғамен металл қалыңдығы 20 мм мүмкіндігі туады. Вольфрамдық электродымен пісіру кезінде үздіксіз жанып жатқан доғамен сапалы қосылыстар металдың қалыңдығы 0,8 мм мүмкін емес болады. Бұл ток кезінде кем дегенде 10 А бұзылады доғасының жану тұрақтылығы. Жоғалу доғаның қажеттілігі пісіру кезінде қысқа доғалық аралықта, ол - өте жиі қысқа тұйықталу электрод бөлшегі байқалады.

Балқымалы электродымен пісіру. Бұл тәсіл бөлшектерді пісіру алюминийден және оның қорытпаларынан жасалған, қалыңдығы 4 мм. үшін қолданады. Сенімді бұзылуы қабықша оксидтерінің кезінде мұндай тәсілі автоматты және жартылай автоматты пісіру аргон, гелий немесе қоспалар осы газдардың тек қоректендіру кезінде доғаның тұрақты токпен кері полярлығы қол жеткізіледі. Оксидті қабықшаның жою механизмінде, бұл жағдайда қираған және тарату, оның ауыр оң иондармен, катодымен (пайдаланылады деп аталатын әсер катодты тозаңдату) болып табылады. Балқымалы электродымен алюминийді пісіру тәсілінің кемшілігі пісіру балқымайтын электродының механикалық қасиеттерін салыстырғанда төмендеу болып табылады. Мысалы, қорытпа үшін АМг6 төмендеуі беріктік шегін жетуі мүмкін 15%. Азайту тігістің беріктік электрод металл арқылы өте отырып, доғалы аралығы, курстарын ашуға екінші көп дәрежеде қарағанда сымды отырғызу балқымайтын электродымен пісіру кезінде түсіндіріледі. Бұл тәсілдің артықшылығына жақсы араластыру пісіру ваннасында пісіру жатады және осыған байланысты ең үздік тазарту тігіс жылғы тотықты қосындылардың, сондай-ақ жоғары өнімділік.

Плазмалы және микроплазмалы пісіру. Плазмалы пісіру қажеттілігіне байланысты бұзылу және оксидті қабықшасын өшіруі аса қысқа доғамен айнымалы ток немесе тұрақты ток кері полярлығы арқылы орындалады. Ол бірқатар технологиялық артықшылықтары салыстырғанда әдеттегі алюминийді және оның қорытпаларын аргон доғалы балқымайтын электродымен пісіру, өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Пісіру жұмыстарын 50... 70% - ға төмендетуге, шығын аргон 4-6 рет, сапасын жақсартуға пісіру жалғастарымен қамтамасыз етіледі. Плазмалық пісіру кезінде айнымалы токтағы тиімді КПД-қыздыруға 65...70% дейін көтеріледі (әдеттегі балқымайтын электродымен аргон доғалық пісіру айнымалы токтағы 45...50%). Плазмалық және аргон доғалы пісіру режимдерін салыстырса, пісірудің ең төменгі энергиясы қысылған доғамен кері полярлығымен тұрақты тогына сәйкес келетіні айқын. Сондықтан бірінші кезекте осы тәсілдің жасалған құрылымдар және термиялық қапталған алюминий қорытпаларын пісіру кезінде артықшылықтары бар. Пісіру кезінде энергиясын азайта отырып, жиынтық көлемі бүйіріндегі тігіс салдарынан тежеу реакция ыдырау қалдықтарын пісіру ваннасында ылғал оксидті үлдірде кезінде өмір сүруінің төмендетуге болады. Плазмалық пісіру кезінде тұрақты ток шығыны төмендейді жалғаушы сымдардың 40% - ға дейін айтарлықтай қысқартылып келеді жіктер, қанағаттанарлық механикалық қасиеттері, тігіс кезінде негізгі металда болады. Осыған қатысты пісіру аса қысқа доғамен жақсы нәтижелер береді. Қысылған доға енеді арқылы кратер ваннада барлық негізгі металдың қалыңдығы; бұл ретте, әсіресе әсерлі көрінеді катодты тазалау. Толтыру үшін тесіктер астында доғамен аймағына пісіру отырғызу сым беріледі. Батыру қысылған доғаның металл мүмкін қолмен пісіру.

Алюминий қорытпаларынан жасалған түйіскен жалғастарды плазмалық пісіру, қалыңдығы 8 мм дейін орындайды без бөлу жиектерін саңылауы бар дейін 1,5 мм, бір рет өту болат астары бар немесе екі жағынан салмағы. Пісіру үшін айнымалы токта қолданылады сериялық трансформаторлар бар электродинамикалық сипаттамалары талап етеді. Бөлінгіш дәйекті түрде қамтамасыз ете отырып, бос жүрісінің кернеуі 120 В қамтиды. Тұрақты құраушысын азайтады қосу арқылы тізбегіне конденсатор батареясының немесе резистора (мысалы, балласт реостаттың үлгідегі РБ-300). Вольфрамдық электродымен (анодымен) және соплмен (катодпен) арасындағы жанып көмекші доға, тегістелген токпен 20... 25 А тамақтанады.

Шағынплазмалы пісіру алюминий және оның қорытпаларынан жасалған бұйымдарында, қалыңдығы 0,2.1,5 мм табысты қолданылады. Пісіру орындалады айнымалы тоқтағы 10...100 А арнайы қоректендіру көздері. Тамақтану үшін азамперлі кезекші доға (1,0.5,0 А) жазбаша жеке тұрақты тоқ көзінен болады. Плазманыкөрсететін газ ретінде аргон пайдаланылады (газ шығыны 0,25.0,3 $\text{дм}^3/\text{мин}$), пісіру аймағын қорғау үшін — аргон және гелий. Шығыс қорғауыш газ (гелий) алюминийден жасалған бұйымдар үшін, қалыңдығы 0,2.1,5 мм артық емес 2,5 $\text{дм}^3/\text{мин}$. Қолмен пісіру кезінде 12.16 м/сағ болуы жылдамдығы құрайды. Отырғызу сыммен диаметрі 0,8.1,5 мм. мүмкін пісіруге болады. Жалғастарда орындалған шағынплазмалы пісіру, іс жүзінде негізгі металл — техникалыққа тең. Алюминий қорытпаларын пісіру кезінде беріктік коэффициенті жіктерді шамамен 0,9. Шағынплазмалы пісіру үшін металл кіші қалыңдыққа технологиялық құрал-жабдықтар қажет. Тығыз қысу пісірілетін жиектерін және сенімді жылуөткізгішпен қамтамасыз ету қажет. Пісірлетін кемерді астарға қатты қысумен және кемерді жылуөткізгішпен қамтамасыз ету керек.

Түйісу жіктерін пісіру кезінде саңылаулар 15% артық емес қалыңдығы металл және асып түсу бір жиегінің үстінен басқа емес, 20% - дан артық қалыңдығы жіберіледі. Шағынплазмалы пісірудің ерекшеліктің бірі, ол пісіруді төмендету болып табылады деформация бұйымдар (25.30%) салыстырғанда әдеттегі аргондоғалы пісіру.

Флюс астымен пісіру. Алюминий қорытпаларынан жасалған бұйымдар, қалыңдығы 10...30 мм болады айнымалы тоқтағы балқымалы электродымен флюс астымен пісіру. Бұл үшін арнайы флюс ЖА-64 тұратын криолит, хлорлы калий, хлорлы натрий және кварцты құм қолданады. Оксидті қабықшасымен флюс бұзады суыту және қатаю пісіру ванна — одан шығады, сутегі, кеуектілігі азаяды. Алайда, бұл тәсіл тарату алған жок, өйткені көпшілігі флюстерді тұздармен хлор және фтор гигроскопиялы (оңай беттегі ылғалды) және электрөткізгіштігі бар. Су сіңіргіштігі флюстерді санын арттырады сутегі тігісінде, электр өткізгіштігінің флюстерді нашарлайды доғаның жануы.

Балқымалы электродымен доғалы пісіру үздік нәтижені флюс бойынша алады, бетіне жұқа қабатпен емес, доғасымен жабады. Пісіру жүргізеді тұрақты токқа кері полярлықты ұшу кезінде электродтың 50...60 мм арасындағы бөлшектермен 1...2 мм флюс қабықшасында немесе болат төсемдерде. Балқытылған флюстар АН-11, УФОК-А1, МАТИ-10, негізгі компоненттері болып табылатын хлоридтер және фторидтер, натрий, калий, литий қолданылады.

5.4. ТИТАН ҚОРЫТПАЛАРЫН ПІСІРУ

Титан және оның қорытпаларында жоғары ынтықтылығы - оттегі, азот және сутегісі болатын. Қарқынды тотығу титан температураға дейін қыздыру кезінде 400 °С басталады, ал өзара іс-қимыл азотпен — қыздыру кезінде 600 °С. Титанмен сутегіні мың есе артық темірмен сіңіреді. Бұл газдар, сондай-ақ көміртек созылғыштығы және арттырады қаттылығы болат төмендетеді.

Техникалық болат және оның қорытпаларын пісірілген құрылымдарды дайындау үшін пайдаланады. Негізгі талап олардың пісіру алдын алу болып табылады газдар түсуін мен көміртек аймағына пісіру учаскелеріне, температураға дейін 400 °С қыздырылатын жағдайында. Аргонда пісіру жүргізеді А маркалы және химиялық таза гелий қосымша қорғаумен тігіс және негізгі металлда. Жақсы қорғау тігісі бар күміс тамаша беті. Түстердің болуы, сұр және қоңыр шабуылдарын туралы куәландырады жаман қорғау. Түсуінің алдын алу үшін газдар мен көміртек аймағына пісіруден мұқият тазартылып, беті пісірілетін жиектерін және сым. Тазалау орындайды механикалық жолмен майсыздандыратын. Жалғастарды құрастыру жүргізіледі, әдетте, аргондоғалы вольфрамдық электродымен пісіру. Жақсарту үшін қорғау тігіс түбірінің оның тұтас жікпен жеткізіледі.

Пісіру режимдерін таңдайды, металдың қалыңдығын негізге ала отырып, қорытпаның бейімділігін өсуіне астық және термикалық цикліне байланысты. Түйіршікті азайту не өсу үшін кіші энергиясымен және жоғары жылдамдықпен режимдері ұсынылады. Ескере отырып, жоғары болаттың электркедергілігі пісіру жүргізеді шағын электродтарымен шығысымен. Пісіру кезінде шағын пісіру тогымен тігіс түбірі мүмкін. Болдырмау үшін, бұл түбір тігісінің орындауға вольфрамдық электродымен аргондоғалы пісіру ұсынады, ал қалған қимасы жігі — балқымалы электродымен пісіру. Аргонмен пісіру кезінде үлкен ток салдарынан төмен жылу өткізгіштік титан және қуатты ағыны бу, ағатын жылғы титан электродының тар терең балқысы және тері тесігін түбегейлі тігісі байқалады. Кеңейту үшін балқу және шығару тесіктерін пісіру ұсынады орындауға гелий немесе қоспалар аргонымен (20 %) гелий. - мен Жіктердің пішініне жоғары талап қойған жағдайларда, балқымалы электродымен пісіру шетінен тігіс вольфрамдық электродымен пісіріледі немесе жүктейтін үстінен қаптаушы тігісімен.

Пісірілген жалғастардың қасиеттері құрамымен, электродты сымды, режимі дәнекерлеу және кейіннен термиялық өңдеумен жалғастарымен анықталады. Пісіру үшін бірқатар сымдардың диаметрі 0,8... 7 мм шығарады; сым таза кейін вакуумды күйдіру жеткізіледі.

Техникалық титан және бір фазалы қорытпаларды пісіруге арналған ВТ1 маркалы сым пайдаланылады, ал аса беріктілер үшін — ВТ2, ВТ5 және т.б. Жарықтарға қарсы беріктігін, икемділігін және төзімділікті арттыру үшін қорытпа құрамы және қажетті қасиеттерінің режиміне байланысты пісіру жалғастарының термиялық беріктендіруші қорытпаларды термиялық өңдеуден өткізеді. Сымдарды, пісіру режимін және термиялық өңдеу механикалық қасиеттерін дұрыс таңдағанның арқасында жалғастардың жақын қасиеттерімен вольфрамдық электродымен орындалады. Пісіру жалғастарының негізгі ақаулары титан құймаларынан жасалған тері тесігін және жарықтар пайда болатын әдетте түскенде аймағын пісіру оттегі, азот, сутегі және жоғары жылдамдықпен пісіру болып табылады. Таза сым, таза газдарды пайдалану және пісірудің жылдамдығын азайту кеуектер және жарықшақтардың пайда болуын алдын алуға мүмкіндік береді.

Балқымайтын электродымен тұрақты токпен тікелей полярлығымен титанды пісіру жүзеге асырылады, яғни электрод катод болып табылады. Балқымайтын электродтың жұмыс бөлігі конуспен ұшталады. Бұрышы қайрауға байланысты қалыңдығын пісірлетін металл құрайды 30...45°. Қолданылуы мүмкін электродтар және үлкен бұрыштармен қайрау, алайда бұл ретте төмендейді тереңдігі. Жақсарту үшін қалыптастыру тігіс кезінде автоматты отырғызу сыммен пісіру және төзімділігін арттыру электрод оны конус ұштайды диаметрі 0,5, 0,8 мм туғызады доғаның және балқымалы ауысу негізгі металл күшейту болады. Балқымайтын электродтың төмендеуімен кедір-оның конустық бөлігі жұмыс қабілеттілігі артады. Сапасы қорғау пісіру кезінде ғана емес әсер етеді жіктердің газбенқамту, бірақ балқымайтын электродтың төзімділігі болады. Балқымайтын электродтың диаметрі пісіру тогының шамасын ескере отырып, рұқсат етілетін ток жүктемесін арналған электродтар таңдайды. Ең кең тараған электродтар маркалары СВИ және ВЛ. Оларды қолдану, ЭВЧ электродтарына қарағанда, технологиялық және экономикалық тұрғыдан, неғұрлым мақсатқа сай болып келеді.

Тігіс учаскелерін артық қызып кетпеу үшін, болатты доғалы пісіру пісіру ток шектейді. Максималды ток пісіру кезінде болат беттік доғамен балқымайтын электродымен әдетте аспайды 300 А. Бұл мүмкіндік береді, жиектерін бөлу, болат қорытпалары бір рет өту қалыңдығы 3 мм. Тораптық жалғастар титан үлкен қалыңдығын орындайды көп қабатты пісіру бөлу жиектерін және беруге жалғаушы сымдардың. Қолмен пісіру жүргізіледі тербелмелі қозғалыстар қыздырғыштар қысқа доғасында бұрышпен алға. Электрод бұрыш және отырғызу сым арасындағы шекте ұсталады 90° , ал беру сымды үздіксіз жүзеге асырылады. Аяқталғаннан кейін пісіру немесе кездейсоқ үзілуі доғаның аргон берілуі тиіс болғанша металл емес температураға дейін шамамен 400°C . Түйіс жалғастардың кемерді типтік бөлу сур. 4.7. көрсетілді.

Титан оның қорытпаларынан жасалған бұйымдарды пісіруге арналған және, қалыңдығы 0,5... 2,0 мм қолданылады қолмен импульсті-доғалы пісіру балқымайтын электродымен. Ол импульстармен токтың тікелей полярлығы жүргізіледі. Балқымайтын электроды және пісірілетін бұйым арасындағы тұрақты ұсталады ток көзінен жеке шағынамперлі кезекші доға (0,8...10 А), оған серпін ток беріледі. Реттей отырып, ток, жылдамдық, пісіру, сондай-ақ импульс ұзақтығын және жеткілікті кең шегінде өзгертуге мөлшері тігіс кідіріс болады.

Импульстік доғаны пісіру кезінде құрылымдағы болат қорытпаларынан жасалған 15...30% - ға кем пісіру кезінде үздіксіз доғамен, төмен деңгейі қалдық кернеулерді және бейімділік білімі бергі жіктерде, аз ұзындығы ЗТВ мөлшері және кристаллиттер металда тігіс болуы тиіс. Мұның барлығы жалғастардың механикалық қасиеттерінің жақсартуына байланысты. Балқымалы электродымен пісіру инертті газдар ортасында болат бұйымдар және титан қорытпаларынан жасалған түйіскен, таңбалық және айқасқан жалғастардың, қалыңдығы 3.4 мм қолданылады. Пісіруді төменгі жағдайы тұрақты токта кері полярлығында орындайды.

Тұрақты жануды доғаның ең аз балқытылған металды кезінде сипаты көшіру электрод металлында қол жеткізіледі. Бұл нысаны көшіру кезінде белгілі бір арақатынаста ток пісіру, кернеу доғасында, жіберу жылдамдығы, электрод сым және ұшып шығу электрод қамтамасыз етіледі. Көшу кезінде болат қорытпаларын пісіруі байқалады сәйкес келетін ток тығыздығын тәуелді диаметрлі электродты сым.

Доғаның тұрақты жану негізделеді, сондай-ақ қоректендіру көздерін пайдалана отырып, қатаң немесе жұмсақтүсетін вольт-амперлі сыртқы сипаттамасы.

Болат қорытпаларын балқымалы электродымен бірөтетін пісіру кезінде тиімдірек, металдың қалыңдығы кемінде 25 мм мақсатқа лайықты. Үлкен қалыңдығының қолдану жиектерін бөліп көпөтетін пісіру ұсынылады. Оңтайлы бұрышы жиектерді ашу — 60° , мұқталу — 3...5 мм. Шағынплазмалы пісіру қалыңдығы 1,5 мм болаттан жасалған бұйымдарды жалғау үшін қолданылады. Ол аса қысқа доғамен тікелей қолданылатын тұрақты токта тікелей полярлығы арқылы жүзеге асырылады. Плазмабейнелі газ ретінде аргон қолданылады, қорғаныш — гелий немесе гелий қоспасы бастап аргонмен (құрамындағы гелий 50.75%). Электродтар болып табылады вольфрамды шыбықтар, диаметрі 0,8.2 мм маркалардың ВЛ және ВИ. Шағынплазмалы пісіруді үздіксіз және импульстік режимдерінде жүзеге асырады. Бөлшектер қалыңдығы қосылатын элементтердің күйін 0,3 мм дейін жиектері мен түйіспелері бойынша пісіреді. Үлкен болғанда металдың қалыңдығы басқа да түрлері жалғастар қолданылады.

Шағынплазмалы пісіру кезінде - түйіскен және бүйірлік жалғастардың құрастыруына жоғары талаптар қойылады. Құрастыру бөлшектерді пісіру прецизионалды айлабұйымдарда жүргізіледі. Пісірілетін жиектерін ретінде астар үлдірде, сондай-ақ бір-біріне жабдықтау, қамтамасыз етуі тиіс тығыз қысу жүзеге асырылуы керек. Жиектердің кедір параметрі Ra 12,5 мкм болуы мүмкін. Тікелей пісіру алдында жарақтары және жиектері тазартылып майсыздандырылады.

Пісіру процесінде барлық параметрлері режимін қатаң ұстап тұруға, ең алдымен, ток, сондай-ақ шығыс плазмабейнелі газ, себебі ол кинетикалық энергиясын және шағынплазмалы ағынның балқымалы қабілетін анықтайды.

5.5. МЫС ПЕН ОНЫҢ ҚОРЫТПАЛАРЫН ПІСІРУ

Мысты экономиканың түрлі салаларында кеңінен қолданады, бұл оның түрлі орталардағы жоғарғы химиялық тұрақтылығымен, ерекше физикалық қасиеттерімен, жақсы өңделе алу мүмкіндігімен шартталған (қалыптау, илемдеу және т.б.).

Мыстың тығыздығы (г/см^3) оны өңдеу тәсіліне байланысты (8,92 электролиттік үшін; 8,93 — құйма үшін; 8,94 — сым үшін).

Мыстың балку температурасы 1083°C . Жоғарғы электр өткізгіштігіне байланысты мысты электротехникалық өнеркәсіпте сымдарды, кәбілдерді, шиналарды және т.б. өндіру үшін кеңінен қолданады. Мыс жоғары жылу өткізгіштігімен сипатталады, сондықтан оны буландырғыштарды, жылу алмастырғыштарды, тағамдық қазандар мен басқаларын жасау үшін қолданады.

Көптеген металлдармен салыстырғанда мыс пен оның қорытпалары жоғарғы механикалық қасиеттерін, оның ішінде илемділігін, соққы тұтқырлығын төмен температураларда да сақтайды, ал бұл оларды қатты суық жағдайларда жұмыс істейтін түтіктерде қолдануға мүмкіндік береді.

Пісірмелі құрылмаларды негізінен табақ немесе құбыр түріндегі мыс илемдерден жасайды.

Мыс жоғары сапалы пісірме қосылыстарды алуды қиындататын және пісірудің технологиялық үрдісіне әсер ететін жылуфизикалық қасиеттерге ие. Мыстың пісірімділігі мен технологиялық қасиеттері оны басқа құрылмалық материалдардан ерекшелейді. Мысты пісіру кезіндегі қиындықтар негізінен оның жоғары жылу өткізгіштігіне, жіктегі сызаттардың пайда болуына төзімділіктің төмендігіне және жік металлда газдық кірмелердің пайда болуына жоғары бейімділігіне байланысты.

Мыстың жылу өткізгіштігі болаттың жылу өткізгіштігінен 6 — 7 есе жоғары. Жылудың аз шоғырлануымен сипатталатын газд жалынымен қыздыру мыстың жоғары өткізгіштігімен бірге пісіру ваннасының қалыпты температурасын ұстап тұруды қиындатады. Жікмаңы аймағына кеткен жылудың артық шығынын өтеу үшін мысты пісіру кезінде жиектердің алдын-ала немесе ілеспелі жылытуын қолданады. Бұған қоса қуаттырақ пісіру жалынын, сондай-ақ, сондай қалыңдықтағы болатқа арналған ұштықтан бір-екі нөмірге үлкен жанарғы ұштығын қолданады. Пісіру сапасы жиектердің біркелкі қызуына және пісірме қосылыстар типіне байланысты. Ең көп тарағандары түйіспе қосылыстар. Айқассалынғын және таврлы қосылыстарды қолдану ұсынылмайды.

Мыстың үлкен жылу өткізгіштігі термиялық әсердің үлкен аймағын шарттайды. Сонымен қатар болаттың сызықтық кеңеюі коэффициентінен 1,5 есе үлкен болатын мыстың жоғары термиялық сызықтық кеңею коэффициенті айтарлықтай үлкен жылулық деформацияларға, ал кейінірек пісіру жігін суыту кезінде - айтарлықтай қалдықты кернеулердің туындауына алып келеді.

Қалдықты кернеулер, сондай-ақ, жоғары температурадағы мыстың илемділік қасиеттерінің төмендеуі салқындату үдерісінде пісірме қосылыстардың қирауына алып келуі мүмкін.

Мыстың пісірімділігіне оның құрамындағы қоспалар зор әсер етеді, мысалы, оттегі, висмут пен қорғасын қоспалары. Бұл қоспалар мыс пісірме жіктерінің сызат пайда болуына төзімділігін төмендетеді. Бұл ретте висмуттың тіпті пайыздың ондық, қорғасынның – пайыздың мыңдық, ал оттегінің – пайыздың жүздік үлесіндегі мөлшерде болуына жол берілмейді.

Әдетте висмут пен қорғасынның қоспалары құйылмалы мыста және бірфазалы мыс қорытпаларында дербес кірмелер немесе эвтектиктер түрінде болады – түйіршік шекаралары бойынша жұқа қабаттар түрінде болады. Құрамдағы бұл қоспалардың мөлшері тым жоғары болғанда түйіршік шекаралары бойынша және пісірме жігі металында ликвация байқалады. Осының нәтижесінде түйіршік шекаралары бойынша 620...780°C температурада сызаттар пайда болуы мүмкін.

Мыстың оттекке айқын ынтықтылығы бар; оның құрамында 0,15% дейін O_2 бар. Жікмаңы аймағында негізгі металлдың оттегі ең көп әсер етеді, сондықтан пісірім құрылмаларды жақсарту үшін оттегі төмен мөлшердегі (0,01%) арнайы мыс МЗр шығарылады. Алайда оттегі жікмаңы аймағына жік материалы мен қоршаған газдардың диффузиясы арқылы енуі мүмкін. Металлдың қатаю барысында оттегінің ерігіштігі төмендеп, түйіршік шекаралары бойынша металлды морттайтын «мыс – мыстың шала тотығы» эвтетикасы бөлінеді. Ыстықтай илемдеу кезінде оксидті қабаттар жойылып, мыстың шала тотығының жеке қабаттары металл талшықтары бағытында орналасады.

Пісіру үрдісінде эвтектиканың морт қабаттары тек пісіру жігінде ғана емес, егер пісірілетін мыстың құрамында оттегінің мөлшері көп болса, жікмаңы аймағында да пайда болуы мүмкін. Термиялық әсер ету аймағында пісіру барысында эвтектиканың (1 065 °C) балку температурасына жақын температурада илемдеумен бұзылған морт қабаттар қайта балқып, түйіршіктер шекараларымен жікмаңы аймағын морттай отырып, түседі. Жік металында шала тотықты болдырмау үшін, әртүрлі технологиялық әдістерді қолданады. Мысалы, жік металлын тотығудан флюстармен және жалынның қалыпты қызуымен қорғайды; пісіру ваннасын қосымша қосым металлмен тотықсыздандырады. Сондай-ақ, пісіруден кейін оксидті қабатшаларды сомдау арқылы бұзады. Берілген әдістерді қолдана отырып, жік металлында түйіршіктер шекаралары бойынша мыстың морт шала тотығының бөлінуін жояды.

Алайда негізгі металл құрамында оттегінің мөлшері көп болса, аталған әдістер жоғары илемділік қасиеттері бар пісірме қосылысты алуды қамтамасыз ете алмайды. Бұл ретте термиялық әсер ету аймағының металы ең әлсіз болып табылады. Иіліске сынау кезінде мұндай пісірме қосылыстар өтпелі зона бойынша тіпті иілістің мардымсыз бұрышы кезінде де бұзылады.

Сутек мыс қасиетіне зиянды әсер етеді. Сутектің мыстағы ерігіштігі металлдың кристалдануы кезінде күрт төмендейді, соның нәтижесінде жік металлында кеуектер түзілуі мүмкін. Әсіресе мыстың шала тотығы бар жерде сутектің болуы қауіпті.

Мысты газбен пісіру технологиясы. Мысты жоғарысапалы пісірумен қамту үшін пісіру ваннасын тотықсыздандыру қажет. Бұл ретте пісіру ваннасынан оксидтерді флюостермен байланыстыру арқылы немесе оксидтері ванна бетіне қалқып шығатын белсенді элементтермен мыс оксидтерін қалпына келтіру арқылы жояды. Белсенді элементтер қосым металлдар құрамына енгізілуі мүмкін. Тотықсыздандырғыштары жоқ мысты қосым метал ретінде жауапты емес, аз жүктелген құрылмаларды пісіру үшін ұсынуға болады.

Тотықсыздандырғыштар ретінде құрамында кремний, марганец және басқалары бар қосым металлын пайдаланған тиімді. Сондай-ақ, күміспен, қалайымен, яғни мыстың балқу температурасын төмендететін элементтермен қоспаланған мыс негізіндегі қосым металлдары ұсынылады. Жауапты мыс құрылмаларын пісіру үшін 0,8...1,2% күмістен тұратын MCpI қосым металын қолдану ұсынылады. Қосымды сымының диаметрін пісірілетін металл қалыңдығына байланысты таңдайды:

Қосымды сымның диаметрі, мм	1,5	2	3	4...5	6	8
Мыстың қалыңдығы, мм..... дейін	1,5	1,5,2,5	2,5,4	4,8	8,15	артық 15

Мысты газбен пісіру кезінде флюсті қолданады, бірақ жұқа металлды пісіру кезінде (3 мм дейін) оны қолдануға болмайды. Мысты пісіру үшін бүтәрізді, ұнтактәрізді күйдегі және паста түріндегі флюостерді қолданады. Олар металлды газдың тікелей әсерінен қорғап қана қоймай, байланыстырып, пісіру ваннасынан ерітілген мыс шалатотығын жояды. Әдетте бұл жағдайларда негізінен бор қосылысынан тұратын қышқыл флюостерді қолданады.

Флюсті тікелей пісіру зонасына енгізеді (қалақпен немесе қасықпен сеуіп қояды) және қайта-қайта қосымды сыммен қосып отырады, немесе негізгі металл жиектеріне және қоспалайтын шыбықшаға паста түріндегі флюсті жағады.

БМ-1 флюсімен пісіру кезінде қыздыру жылдамдығын азайтпау үшін жалын қуатын арттыру керек, ол үшін ұнтақты флюспен пісіру кезіндегіге қарағанда бір нөмірге үлкен ұштықты қолдану керек. Мөлшерлі және үздіксіз флюс беру бұл жағдайда пісірме қосылыстардың жоғары және тұрақты механикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді.

Пісірме қосылыстар типтері және жиектерді пісіруге дайындау.

Мысты газбен пісіру кезінде, әдетте, сыртқы бұрыштық білікшемен түйіспе және бұрыштық байланыстарды қолданады. Үсті-үстіне және таврға пісіру жақсы нәтиже бермейді.

Қалыңдығы 1,5...2мм дейін түйіспе қосылыстарды көбіне қосым металлсыз пісіреді. Жиектер арасындағы саңылау арқылы металл ағып кетуін болдырмау үшін жиектің астына асбест немесе графит төсейді. Қалыңдығы 3 мм басталатын қосылыстарды пісіру кезінде V-тәріздес жиек қиғаштығын орындайды, бұл пісіру жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді, яғни металлдың тотығуын азайтады. Бұл бөлшектеуге арналған ашылу бұрышы мұқалумен 90° құрайды, ол металл қалыңдығының 1/5 тең, бірақ 1,5...2 мм кем емес. X-тәрізді жиектер бөлшектеуін қалыңдығы 10 мм артық қосылыстар үшін және түйістің екі жағынан бірдей тік бағытта пісіру жұмыстарын жүргізетін екі пісіруші қатар жұмыс істегенде орындайды.

Мысты пісіру кезінде ацетиленді-оттекті жалын мен газ жалындарын — ацетилен алмастырғыштарын (пропан-бутан, табиғи газ және т.б.) қолданады. Соңғы жағдайда термиялық әсер ету аймағы үлкен, сәйкесінше шалыстану да жоғары. Ацетилен алмастырғыштарымен жұмыс істеу барысында пісірушіге визуалды түрде жалынның қажетті сипатын орнату қиынырақ, бұл пісіру сапасының төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Жалынның қуаты (ацетиленнің шығысы Q_a , $\text{дм}^3/\text{с}$) бір жанарғымен пісіру кезінде

$$Q_a = (150...200)S, \quad (5.2)$$

мұнда S — мыстың қалыңдығы, мм.

Жалын жұмсақ болуы керек және болатты пісіру кезіндегіден үлкен бұрышта бағытталуы тиіс. Пісіру кезінде қосым суып кетпеу үшін пісіру ваннасының үстінде болуы тиіс, бұл ретте балқытылатын сым оның оксидтенуін төмендету үшін пісіру ваннасы бетіне жақын орналасуы керек.

Қалыңдығы 5 мм дейінгі табақ мысты сол тәсілмен, ал үлкен қалыңдықты мысты — әдетте, оң тәсілмен пісіреді.

Жезді газбен пісіру технологиясы. Отандық өндіріс әртүрлі қосымды сымдарды жез пісіру үшін шығарады (МЕМС 16130-90). Қосымды сымды таңдау барысында негізгі металл құрамына және пісірме қосылысына қойылатын талаптарға сүйенеді.

Қарапайым жезді пісіру үшін негізгі металл сияқты тура сол таңбалы жез сымды пісіру ваннасынан мырыштың булануының алдын алатын БМ-1 флюсін пайдалану арқылы қолдануға болады. Құрамында шамамен 0,5% Si бар ЛК62-0,5 қосымды сымын қолдану кезінде ең жақсы нәтижелерге қол жетеді. Бұл ретте тіпті ұнтақты флюсті қолдану арқылы мырыш қалдығын болдырмауға болады (буланумен және оксидтеумен; мырыш қалдығы 0,7... 1 % құрайды). Сомдаусыз кремнилі жез пісірме қосылысы мен жіктің тұрақты жоғары механикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді, сондай-ақ және жікте газды кірмелерді болдырмайды.

Қосым металдарға қоспалаушы қоспа ретінде кремниймен қатар қалайы құяды, ол жіктің теңіз суындағы жемірілуге төзімділігін және металл аққыштығын арттырады. Қалайылы жездер қосымын қолдану нәтижесінде одан да қатты пісірім алады. Сондықтан ыдыс жіктерін тұйықтаушы құбырларды пісіру үшін ЛОК59-1-0,3 таңбалы қосымды сым ұсынылады.

ЛКБ062- 0,2-0,04-0,5 өзін-өзі флюстейтін қосым металын қолдану кезінде ең жоғары сапалы пісіру көрсеткіштері алынады.

Жезді пісіру кезінде әрқашан дерлік флюс қолданылады. Тек ЛКБ062-0,2-0,04-0,5 өзін-өзі флюстейтін қосым металын қолдану жағдайларында қолданылмайды. Жезді пісіру кезінде, әдетте, негізгі оксидтер пайда болады, мысалы, CuO, ZnO, MnO және т.б. Сондықтан қолданылатын флюстер құрамына қышқыл негізі бар қосылыстар кіреді. Қышқыл флюстер ретінде көбіне борлы ангидрид B_2O_3 бар қосылыстарды қолданады. Металлдар оксидтері борлы ангидридпен әсер ете отырып, бораттар құрайды, мысалы, $ZnO \blacksquare B_2O_3$, $CuO \blacksquare B_2O_3$, $MnO \blacksquare B_2O_3$ және т.б.

Жезді пісіруге арналған флюстерді борлы қосылыстар негізінде түрлі қоспалармен жасайды. Оларды ұнтақ, паста және оңай буланатын сұйықтық ретінде қолданады. Алғашқы екі жағдайда флюстің бөлшектенген берілуі қиындатылған.

Алынатын пісірме қосылыстарының сапасына пісіру жылдамдығы әсер етеді, оның артуымен мырыштың булануы төмендейді. Ұнтақты флюспен жезді бірқабатты қолмен пісіру жылдамдығы орта есеппен 4... 6 м/с құрайды.

Пісіру жылдамдығы келесі формула бойынша анықталатын жалын қуатымен ($\text{дм}^3/\text{ч}$) белгіленеді:

$$Q_a = (100...120)S. \quad (5.3)$$

Жоғарғы шегіне сәйкес келетін қуатпен жалынды пісіру кезінде термиялық әсер ету аймағы артады, сәйкесінше, өнімнің деформациясы да артады. Төменгі шегіне сәйкес келетін қуатпен жалынды пісіру кезінде жік тығыздығы азайып, пісіру ваннасындағы мырыштың мөлшері азайады.

Жанарғы ұштығының нөмірін (5.3) формула бойынша есептелген есептік қуат есебінен таңдайды.

Жезді, әдетте, металлдың бүкіл қалыңдығы бойынша жиектерді пісіріп сол тәсілмен бір қабатта пісіреді. Алайда мыстан жасалған өнімдерді үлкен қалыңдығына қатысты пісіру кезінде бір өтуден толық пісірімге қол жеткізу қиын. Қалыңдығы 3 мм артық жез өнімдерін пісіру кезінде пісірілетін жік металлының кері жағынан қайта пісірме жігін қабаттастырумен толық пісірімге қол жеткізеді, ал қалыңдығы 5 мм және одан жоғары жез өнімдері үшін технологиялық төсемді қолданады. Төсем жез бен мыстан (қалатын) немесе жемірілуге төзімді болаттан (алмалы) жасалуы мүмкін.

Қаптамалы электродтармен қолмен доғалы пісіру. Кері полярлықтың тұрақты тоғы кезінде қолмен пісіру орындалады. Қалыңдығы 4 мм дейінгі мыстан жасалған бөлшектерді жиектерін өңдеусіз пісіреді, 10 мм дейінгі — біржақты өңдеумен, 70° жететін ашылу бұрышымен және 1,5...3 мм мұқалумен. Пісірілетін үлгілердің қалыңдығы үлкен болғанда Х-тәрізді өңдеу ұсынылады.

Жездерді, қоалар мен мысты-никельді қоспаларды пісіру үшін ММЗ-2, ЦБ-1, МН-4 маркалы электродтар, сондай-ақ, ЗТ және «Комсомолец-100» қалың қаптамалы электродтар қолданылады. «Комсомолец» маркалы электродтардың өзектері үшін М1 және М2 маркалы мыстарды қолданады. ЗТ электродтарында БрКМцЗ-1 қоладан жасалған өзекті қолданады. Пісіруді кері полярлықтың тұрақты тоғы кезінде көлденең тербелістерсіз қысқа доғамен орындайды. Пісіру тоғы $I_{CB} = (50...60)d$.

Қалыңдығы 4 мм дейінгі табактарды жиектерді өңдеусіз және қыздырусыз пісіреді. Қалыңдығы 5...8 мм металлды $200...300^\circ\text{C}$ дейінгі, қалыңдығы 24 мм — $750...800^\circ\text{C}$ дейінгі температурада қыздырады. Жезді төмендетілген тоқтар мен көтеріңкі жылдамдықты ұстана отырып, алдын ала қыздыру арқылы пісіреді.

Капталған электродтармен қолалардың пісіруін кері полярлықтың тұрақты тоғы кезінде алдын ала қыздырумен және қыздырусыз да орындайды, электродтардың диаметрі 6... 8 мм құрайды, қолданылатын тоқтар 160...280 А.

Мысты пісіру оның қыздырылған және балқытылған күйлеріндегі қарқынды тотығуымен, жоғары аққыштығымен және жоғары жылу өткізгіштігімен қиындатылады. Мыстың пісірілуі оның құрамындағы оттегі, висмут пен қорғасын мөлшеріне байланысты. Осы элементтердің жоғары мөлшерінде жік металлында және жиекмаңы аймағында сызаттар пайда болады. Құрамында оттегі бар мысты пісіру кезінде доға аймағына сутектің түсуі, кеуектер мен сызаттардың пайда болуына алып келеді.

Жақсы пісірілім үшін мыста 0,03 % артық емес O_2 , ал жауапты құрылмаларда — 0,01 % артық емес O_2 болуы керек. Жік металлына кремний, алюминий мен титанды енгізу, жікті тотықсыздандырады және кеуектер мен сызаттардың түзілуіне төзімділігін арттырады.

Мыс балқитын электродпен аргонда, азотта, аргонның азотпен қоспасында және гелийде жақсы пісіріледі. Жіктер аргон мен гелийде өте жақсы қалыптасады. Азотты қолдану барысында пісіру құны төмендейді және оның тиімділігі артады. Мыстың жоғары жылу өткізгіштігінен пісірудің бас кезінде сенімді пісірімге қол жеткізу үшін және жиектері бойымен балқудың жақсы болуы үшін бөлшектерді 200...500 °C температураға дейін қыздырады. Аргондағы пісіру кезінде металл қалыңдығы 4,5 мм артық, азотта – 8 мм артық болғанда қыздыру қажет. Пісіруді аргондағы екі доғамен орындағанда, қалыңдығы 12,7 мм дейінгі мыстан жасалған өнімдерді қыздырусыз пісіруге болады.

Түйіспе қосылыстарды, әдетте, астарлық тақтайшаларда пісіреді. Аргондағы импульсті-доғалы пісіру тік және төбе жіктерін орындау мүмкіндігін қамтамасыз етеді, шаң және газбөлінулерін азайтады, сондай-ақ, жұқа металл пісіруге мүмкіндік береді. Жіктердің сапасы қорғаныс газының тазалығымен және электродты сымның құрамымен анықталады. Пісіру үшін, әдетте, аргон, таза гелий мен азотты пайдаланады.

Азотта оттек болған жағдайда, қосылыстардың созымдылығы айтарлықтай төмендейді. М1 және М2 маркалы мыстарды пісіру үшін сызаттары жоқ тығыз жік алуды қамтамасыз ететін БрКМцЗ-1 және МНЖКТ сымдары ұсынылады. Пісірме қосылыстарының механикалық қасиеттері негізгі металл қасиеттеріне жақын. МНЖКТ сымымен орындалған жік металлының жемірілуге төзімділігі негізгі металдыкіндей, ал БрКМцЗ-1 сымымен – бірқатар төмен. Қатты қосылыстарды пісіруді МНЖКТ сымымен орындау ұсынылады.

Жезді пісіру мырыштың қарқынды азайуына байланысты қиындықтармен түйіндеседі. Әсіресе мырыш электродтан қарқынды буланады. Мырышты сымға енгізумен жікте оның құрамын едәуір арттыруға мүмкіндік болмайды. Әдетте жезді аргонда немесе гелийде БрКМц3-1 немесе БрАМц9-2 қола сымдармен пісіреді.

Мырыштың жанып кетуін азайту үшін пісіруді төмендетілген кернеу мен токта, сондай-ақ, серпімді доғамен жүргізу ұсынылады. Жікте мырыш құрамын арттыру үшін қосылыстарды бір өтуде жиектерді өңдеусіз пісіру ұсынылады. Жездің жылу өткізгіштігі мысқа қарағанда төмен болғандықтан, қалыңдығы 20 мм дейінгі металлды қыздырусыз пісіреді. БрАМц9-2 сымымен орындалған жіктер берік, сызаттарсыз және басқа да ақаусыз болып шығады. БрКМц3-1 сымымен қатты қосылыстарды пісіру кезінде жік металлында сызаттар пайда болуы мүмкін. Импульсті-доғалы пісіруді қолдану элементтер жоғалуын, шаң мен газ бөлінулерін азайтады, бұл жезді тік, көлденең және төбе күйінде пісіруге мүмкіндік береді. Жиекмаңы аймағында түйіршіктердің өсуі байқалады. Пісірме қосылыстарының механикалық қасиеттері толық қанағаттанарлықтай.

Жезді мыспен пісіруді аргонда, гелийде немесе азотта БрКМц3-1, БрАМц9-2 немесе МНЖКТ сымдарымен орындайды. Мыс бөлшегінің қалыңдығы 4 мм артық болғанда, оны 200 °С температураға дейін қыздырады. Пісіру режимін мыс бөлшектің қалыңдығына қарай таңдайды, бірақ пісіруді төмендетілген кернеулерде жүргізеді және электродты мыс жаққа ауыстырады. Импульсті-доғалы пісіруді қолдану тік және төбе жіктерін пісіруге мүмкіндік береді, бұл жағдайда кіші қалыңдықты мыс құбырлардың балқуы мен бүркіуі болмайды.

Сварка алюминиевых бронз марок БрАМц9-2, БрАЖМцЮ-3- 1,5 және басқа да маркалар қатарының алюминий қолаларын пісіру аргон мен гелийде БрАМц9-2 және БрАЖМцЮ-3-1,5 сымдарымен сәтті орындалады. Жақсы қалыптасқан тығыз жіктер алу үшін сым мен жиекті жете тазалау, сондай-ақ, газбен пісіру аймағының жақсы қорғанысын қамтамасыз ету керек. Қалыңдығы 12 мм артық металлды 150... 300 °С температураға дейін қыздыру қажет.

БрКМц3-1 маркалы қоланы аргонда, гелий мен азотта диаметрі 0,8,4,0 мм БрКМц3-1 сымын қолданумен сәтті пісіреді. Пісіруді стационарлық және серпімді доғамен орындайды.

Қалайлы қолаларды пісіру жікмаңы аймағында сызаттардың пайда болуына бейімдейтіндіктен, кейбір қиындықтармен ұштасады. Сызаттардың пайда болуының алдын алу үшін температураларды бірқалыпты өзгерте отырып, жікмаңы аймағының созылыққылығын азайту немесе кеңейту керек.

Қалыңдығы 10 мм дейінгі қатты емес қосылыстардың пісіруін қыздырусыз орындайды. Бұл жағдайда бөлшектердің минималды қызуы мен қосылыстағы минималды кернеуін қамтамасыз керек. Аса қалың металлды 300...350 °С температураға дейінгі жергілікті немесе жалпы қыздырумен пісіреді. Қалайылы қолаларды аргонда, гелийде, азотта, сондай-ақ, газбен қорғаусыз пісіреді. Құрамында қорғасын жоқ қолаларды пісіру үшін фосфорлы қоладан 4,5... 7,5% бастап қалайы сымды ұсынады. Қорғасыны бар қолалардағы ақауларды пісіру үшін жақын құрамды ұнтақты сымды қолданады.

Кремнийлі және алюминийлі қолалар мыспен жақсы пісіріледі. Пісіруді БрКМц3-3 және БрАМц9-2 сымдарымен аргонда, гелийде немесе азотта жүргізеді. Мыс жиекпен жақсы пісірілу үшін доғаны мысқа бағыттайды, ал мыстың қалыңдығы 5 мм артық болса, қосылысты қыздырады. Пісіру режимін мыстың қалыңдығына байланысты таңдайды. Алюминийлі қолалар, сондай-ақ, болатпен жақсы пісіріледі. Пісіруді БрАМц9-2 сыммен аргонда жүргізеді. Пісіру режимін қоланы пісіргендегідей етіп таңдайды. Көпқабатты жіктерді қабаттары толық суыған соң пісіреді.

Мыс-никельді пісіру сызаттар мен кеуектер түзілу қаупін тудырады. Құрамында 5 % дейін Ni бар қорытпаларды пісіруді аргонда, гелийде және азотта ұқсас құрамды сымдарды қолдану арқылы қосымша қоспаланған тотықсыздандырғыштармен орындауға болады. МНЖ5-1 қорытпасын МНЖКТ симмен немесе құрамында 5.6% никель, марганец және титан бар симмен пісіреді. Егер сымның тотықсыздандырғыштары болмаса, онда жік металлында кеуектер пайда болады. Пісіруді бөлшектерді қыздырусыз жүргізеді. Пісіру режимін жезді пісіргендегідей таңдайды.

МНЖКТ сыммен аргонда пісіру барысы тұрақты, шашыраусыз жүреді, ал азотта жоғары шашыраумен өтеді. Диаметрі 1,4 мм дейінгі МНЖКТ сымдармен пісіру кезінде жіктер тығыз, сызатсыз болып шығады. Электродтың үлкен диаметрлерінде кратерлерде жыртылулар пайда болуы мүмкін.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Мыстың қандай қасиеттері оны газбен пісіру үрдісіне әсер етеді?
2. Мыстың газбен пісіру ерекшеліктері қандай?
3. Жездің газбен пісіру ерекшеліктері қандай?
4. Қоланың газбен пісірудің негізгі технологиялық ерекшеліктерін атаңыз.

5. Түсті металлдар мен қорытпаларды газбен пісіру кезінде жанатын элементтерді ненің есебінен толтыруға болады?
6. Алюминий мен оның қорытпаларын газбен пісіру кезінде қандай қиындықтар бар?
7. Алюминийді пісіру кезіндегі газды жалын қуатын таңдаудағы қиындық неде?
8. Алюминийді газбен пісіру кезінде флюстің рөлі қандай?
9. Алюминий мен оның қорытпаларын газбен пісіру технологиясының ерекшеліктері туралы айтып беріңізші.
10. Мыстың қандай ерекше қасиеттері оны қаптамалы электродтармен пісіру кезіндегі қиындықтарын анықтайды?
11. Пісіру алдындағы бөлшектер металлы мен қосымды сымдарды дайындаудың мәні неде?
12. Қандай қорғаныс газдарында немесе олардың қоспаларында мысты пісіреді?
13. Алюминийлі қорытпалардан жасалған бөлшектердің пісіруге дайындығын қалай жүргізеді?
14. Алюминийлі қорытпалардың қосылыстарын пісірудің қандай тәсілдерімен алуға болады?
15. Титан қорытпаларды пісірудің ерекшеліктері қандай?
16. Магнийлі қорытпалардан жасалған бөлшектерді қосылыстыруға арналған пісірудің қандай тәсілдері қолданылады?
17. Көміртекті және жоғары шынықтырылған болаттарды пісіруге арналған флюстердің қандай маркалары қолданылады?

Әдебиеттер тізімі

1. *Маслов В.И.* Пісіру жұмыстары: оқу құралы / В. И. Маслов. — 6-басылым, стер. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2007. — 240 б.
2. *Полевой Г. В.* Материалдарды жалынды және газтермиялық өңдеу: оқулық / Г. В. Полевой, Г. К. Сухинин. — М. : Машинажасау, 1992. — 336 б.
3. *Овчинников В. В.* Газдық кескіш: оқу құралы / В. В. Овчинников. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2007. — 64 б. — (Үздіксіз кәсіби білім. Пісіруші).
4. *Овчинников В. В.* Газбен пісіруші: оқу құралы / В. В. Овчинников. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2007. — 64 б. — (Үздіксіз кәсіби білім. Пісіруші).
5. *Овчинников В. В.* Доға пісіруді қолмен электропісіруші (қаптамалы электродтармен пісіру) : оқу құралы / В. В. Овчинников. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2007. — 64 б. — (Үздіксіз кәсіби білім. Пісіруші).
6. *Овчинников В. В.* Доға пісіруді қолмен электропісіруші (қорғаныс газдарында доғалы пісіру) : оқу құралы / В. В. Овчинников. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2007. — 64 б. — (Үздіксіз кәсіби білім. Пісіруші).
7. Материалдарды пісіру мен кесу: оқу құралы / [Д.М. Банов, Ю. В. Казаков, М. Г. Козулин және басқалары] ; Ю.В.Казаков редакциясымен. — 3-басылым, стер. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2003. — 400 б.

Алғысөз.....	4
1-Тарау. Пісіру жалыны, оның құрылымы мен сипаттамалары.....	5
1.1. Пісіру жалынының пайда болуы	5
1.2. Пісіру жалынының құрылымы	6
1.3. Пісіру жалынының жылулық сипаттамалары.....	9
1.4. Пісіру байланыстарының пайда болуы	12
1.5. Пісіру ваннасында жүретін металлургиялық үрдістер.....	13
1.6. Пісіру жігі мен жиекмаңы аймағындағы құрылымдық өзгерістер.....	15
1.7. Кернеулер мен пішіннің өзгерулері	17
2-Тарау. Электрдоғалы пісірудің негізгі тәсілдері	19
2.1. Электрлі доға мен оның құрылымы.....	19
2.2. Пісіру доғаларының түрлері	27
2.3. Қорғаныс газдарындағы доға	29
2.4. Доғалы пісіру режимінің параметрлері	33
2.5. Балку мен электродты материалдың көшірілуі	38
2.6. Негізгі металлдың балкуы	41
2.7. Пісіру байланыстарының құрылымы.....	44
2.8. Доғалы пісірудің негізгі тәсілдерінің мәні	46
2.8.1. Қаптамалы электродтармен қолмен доғалы пісіру үрдісінің сұлбасы.....	46
2.8.2. Қорғаныс газдарындағы доғалы пісірудің мәні мен түрі.....	47
2.8.3. Қысылған доғаның мәні мен технологиялық мүмкіндіктері.....	50
2.8.4. Флюс қабатының астында пісіру мәні.....	59
3-Тарау. Электропісіруші және газбен пісіруші жұмыстарына арналған материалдар....	65
3.1. Газжалынды пісіруге арналған материалдар.....	65
3.1.1. Оттегі, оның қасиеттері мен алынуы	65

3.1.2. Жанғыш газдар, олардың алынуы мен қасиеттері	68
3.1.3. Газбен пісіруге арналған флюстер	80
3.1.4. Газбен пісіруге арналған қоспа материалдар	85
3.2. Доғалы пісіруге арналған қапталған электродтар	86
3.3. Флюс қабатының астында доғалы пісіруге арналған материалдар.....	100
3.4. Флюс қабатының астында пісіруге арналған материалдар.....	113
 4-Тарау. Электрмен пісіру және газбен пісіру жұмыстарының технологиясы.....	116
4.1. Газбен пісіру технологиясы.....	116
4.2. Қапталған электродтармен доғалы пісіру технологиясы.....	133
4.3. Қорғаныс газдарында балқитын электродпен доғалы пісіру технологиясы	148
4.4. Қорғаныс газдарында балқымайтын электродпен доғалы пісіру технологиясы.....	168
4.5. Қысылған доғалы пісіру технологиясы	180
4.6. Флюс астында пісіру технологиясы	184
 5-Тарау. Құрылмалық материалдардың газбен және доғалы пісіру ерекшеліктері.....	192
5.1. Болаттарды пісіру	192
5.2. Шойынды пісіру	218
5.3. Алюминий мен оның қорытпаларын пісіру	232
5.4. Титанды қорытпаларды пісіру	247
5.5. Мыс пен оның қорытпаларын пісіру	250
 Әдебиеттер тізімі	261

Оқу құралы

Овчинников Виктор Васильевич

**Электрмен пісіру және газбен пісіру жұмыстарының
технологиясы**

Оқулық

6-басылым, стереотипті

Редакторлары *Г. Н. Сидорова, Е. М. Зубкович*

Техникалық редактор *О.Н.Крайнова*

Компьютерлік беттеу: *Л. М. Беляева*

Корректорлары *Г. Е. Форысенкова, М. Н. Ермакова*

Басылым № 106113886. 12.08.2015 мөріне қол қойылған. Пішімі 60 x 90/16.
Гарнитурасы «Балтика». Баспа офсетті. Қағаз офс. № 1. Шарт.баспа б. 17,0.
Таралымы 1200 дана Тапсырыс №

«Академия» Баспа орталығы» ЖШҚ. www.academia-moscow.ru129085,
Мәскеу, Бейбітшілік д-лы, 101В, 1 кұр.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

25.05.2015 жылғы № РОСС RU. АЕ51. Н 16679 Санитарлық-эпидемиологиялық
қорытындылар

Ульянов баспа үйінде басып шығарылды