В.С. ВИНОГРАДОВ

ЭЛЕКТР ДОҒАЛЫ ПІСІРУ

ОҚУЛЫҚ

Кәсіптік білім беру жөніндегі сараптамалық кеңес бастапқы кәсіптік білім беру бағдарламаларын жүзеге асыратын білім беру ұйымдарының оқу процесінде оқулық ретінде пайдалануға ұсынылды

8- басылым, стереотиптік

ACADEMIA

Мәскеу
«Академия» баспа орталығы
2015

ӘОЖ 621.791.7(075.32) КБЖ
34.641я722
В493

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@dcg.kz

Р е ц е н з е н т т е р :
Мәскеу қ. №31 политехникалық колледжі пісірудің арнайы технологиялары оқытушысы
Грошев В.А.;
«Ресей ұшақ корпорациясы» МиГ ФМУП пісіру зертханасының бастығы, техн., ғыл., д-р, проф. *Овчинников В.В.*

Виноградов В.С.

В493 Электр доғалы пісіру: орта кәсіптік білім беру ұйымдарының студенттеріне арналған оқулық / В.С. Виноградов. – 8-басылым, стер. – М.: «Академия» баспа орталығы, 2015. – 320 б.

ISBN 978-601-333-007-5 (каз.) ISBN 978-5-4468-2630-8 (рус.)

Электр доғалы пісіру технологиялары және олардың негізгі тнрлері, сондай- ақ анықтамалық материалдар мен қолданылатын жабдықтар туралы мәліметтер берілген. Әртнрлі топтағы құрылымдық материалдарды пісіру және пісірілген металл құрылғыларын жасау ерекшеліктері сипатталған. Ақау тнрлері және пісірілген жіктер мен қосылыстарды бақылау тәсілдері, сондай-ақ еңбек қорғау және экология мәселелері қарастырылған.

Оқулық «Пісіруші (электр газбен дәнекерлеу және газбен дәнекерлеу)» мамандығы бойынша ПМ.02 «Әртнрлі болаттан, тнсті металдардан және олардың қорытпасынан, шойыннан жасалған бөлшектерді барлық кеңістік жағдайында пісіру мен кесу» (МДК.02.02) кәсіптік модулін меңгеру кезінде қолданылуы мнмкін.

Орта кәсіптік білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӘОЖ 621.791.7(075.32)
КБЖ 34.641я722

ISBN 978-601-333-007-5 (каз.)
ISBN 978-5-4468-2630-8 (рус.)

© Гаврилова О.В. (В.С. Виноградовтың мұрагері), 2012
© «Академия» білім беру-баспа орталығы, 2012
© Безендіру. «Академия» баспа орталығы, 2012

АЛҒЫСӨЗ

Электр доғалы пісіру заманауи өндірісте кең дамып отыр және металл өңдеудің жетекші технологиялық процестерінің бірі болып табылады. Пісірілген қосылыстардың артықшылықтары түрлі мақсаттардағы бұйымдарда кең қолданыс тапты.

Құрылымдарды жасау кезінде пісіруді қолдану материалдар мен уақытты үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұл ретте өндірісті механикаландыру мен автоматтандыруға үлкен мүмкіндіктер ашылады, өндірілімді арттырудың алғышарттары жасалады және жұмыс жасаушылардың еңбек жағдайлары жақсарады.

Техниканың дамуымен әртүрлі материалдардан жасалатын әртүрлі қалыңдықтағы бөлшектерді пісіру қажеттілігі туындайды, қолданылатын пісіру түрлері мен тәсілдерінің жиынтығы ұлғаяды. Қазіргі уақытта бірнеше микроннан (микроэлектроникада) бастап ондаған сантиметрге дейін және тіпті метрге (ауыр машина жасауда) дейінгі бөлшектерді пісіреді. Құрылымды көміртекті және төмен қоспаланған болатпен қоса арнайы болатты, жеңіл қорытпаларды және титан, молибден, цирконий және өзге металл негізіндег, сондай-ақ түрлі тектес материалдарды пісіру қажет болады. Қолданылатын пісіру технологиясы мен пісіру жұмыстарын орындау сапасына көбінесе дайын бұйымдардың сапасы мен сенімділігі және жалпы алғанда өндірістің тиімділігі байланысты болады. Пісіру өндірісіндегі ең дамитын бағыттардың бірі – механикаландырылған және автоматты доғалы пісіруді кеңінен қолдану, яғни пісіру процестерінің өзін механикаландыру мен автоматтандыру сияқты пісірілген құрылымдарды ағынды және автоматты өндірістік желімен жасауға байланысты барлық жұмыс түрлерін қамтитын кешенді механикаландыру мен автоматтандыру. Бұл ретте технологиялық процестерді жарақтандырудың арнайы жабдықтары мен құралдарын жасауға үлкен мән беріледі.

Пісіру жұмыстарының көлемінің өсуі мен құрылымлардың үнемі күрделі болу жағдайында өндірістің технологиялық дайындалуын дұрыс жүргізу үлкен роль алады, оның еңбек сыйымдылығы мен игерілу мерзімдерін, экономикалық көрсеткіштерін, механикаландыру және автоматтандыру құралдарын қолдануды біршама деңгейде айқындайды.

Өндірістің техникалық деңгейінің өсуі, күрделі пісіру жабдықтарын пайдалануға енгізу пісіру өндірісінде жұмыс істейтін кадрлардың, бірінші кезекте жұмысшы-пісірушілердің техникалық даярлық деңгейіне қойылатын талаптардың артуына тығыз байланысты.

І БӨЛІМ.

ДОҒАЛЫ ПІСІРУДІҢ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕРІ ЖӘНЕ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

1-тарау.

ПІСІРУДІҢ ТҮРЛЕРІ МЕН ТӘСІЛДЕРІ. ПІСІРІЛГЕН ҚОСЫЛЫСТАР

1.1. Пісіру туралы ұғым және оның мәні

Күрделі құрылымдарды негізінен жеке элементтерді (бөлшектерді, бөлшектерді, агрегаттарды, түйіндерді) өзара біріктіру нәтижесінде алады. Мұндай біріктіру ажырайтын немесе берік қосылыстардың көмегімен орындалуы мүмкін.

МемСТ 2601-74 сәйкес *пісіру* өзара пісірілетін бөлшектерді жергілікті орнында немесе жалпы қыздырған кезде, пластикалық пішінін өзгертуде немесе осының және басқасының өзара әрекет кезінде атомаралық байланысты орнату арқылы берік қосылыстарды алу процесінде айқындалады.

Пісіру арқылы жасалған берік қосылыстарды *пісірілген қосылыстар* деп атайды. Көбінесе пісірудің көмегімен металдан жасалған бөлшектерді жалғайды. Алайда, пісіру қосылыстарын металл емес – пластмасса, керамика немесе олардың үйлесімінен жасалған бөлшектер үшін де қолданады.

Пісірілген қосылыстарды алу үшін қандай да бір арнайы жалғау элементтерін (тойтармаларды, бастырмаларды және т.с.с.) қолдану талап етілмейді. Берік қосылыстарды түзу жүйенің ішкі күшінің пайда болуы әсерінен қамтамасыз етіледі. Бұл ретте қосылатын бөлшектердің металл атомдары арасында байланыс пайда болады. Пісірілетін металл қосылыстары үшін иондардың атомдар арасындағы $(3...5) \cdot 10^{-7}$ мкм құратын қашықтықта жақындағанда пайда болатын электрондардың өзара әсерімен негізделген металл байланыстың пайда болуымен сипатталады.

Пісірілген қосылысты алу үшін қосылатын бөлшектердің үстіңгі беттерінің жай ғана жанасуы жеткіліксіз. Атомаралық байланыстарды қосылатын атомдар энергетикалық бөгеттер арасындағы бар бөгеуді жеңу үшін қажетті кейбір қосымша энергияны алғанда ғана орнатылуы мүмкін, бұл ретте атомдар күш тартылу және тебу әрекеттерінде теңдік күйіне жетеді. Бұл энергияны белсендіру деп атайды. Оны пісіру кезінде қыздыру (термиялық белсендіру) немесе пластикалық пішін өзгерту (механикалық белсендіру) арқылы сырттан енгізеді.

Пісірілетін бөлшектерді атомдар арасындағы өзара әрекеттесу қашықтығына жақындату мен белсендіру энергиясын қою – берік пісірілетін қосылыстарды түзуге қажетті жағдайлар.

Белсендіру түріне байланысты қосуды орындау кезінде пісірудің екі түрге ажыратады: балқытумен және қысыммен. Бөлшекті балқытып пісірген кезде жалғанатын жиектерін қыздыру көзінің әсерімен балқытады. Жиектердің балқыған беттерін жаппай сұйық пісіру ваннасын түзетін күйімен ағып келетін балқытылған металмен жабады. Пісіру ваннасы салқындаған кезде сұйық металл қатады да, пісіру жігін түзеді. Жік тек пісірілетін жиектердің металының балқу есебінен немесе олардың металының және пісіру ваннасына қосымша енгізілген балқытушы қосымның есебінен түзілуі мүмкін.

Қысыммен пісірудің мәні материалдың үздіксіз немесе үзіліспен бірлескен пластикалық пішінін бөлшектің пісірілетін жиектері бойынша өзгертуінде болады. Илемділік пішінінің өзгеруі және металдың ағуының қосылатын бөлшектердің атом арасындағы байланысын орнату да жеңілдейді. Процесті жеделдету үшін қыздырып отырып, қысыммен пісіруді қолданады. Кейбір жағдайларда қыздыру пісірілетін беттерін металл балқып кеткенге дейін жүргізілуі мүмкін.

1.2. Доғалы пісіруді жіктеу

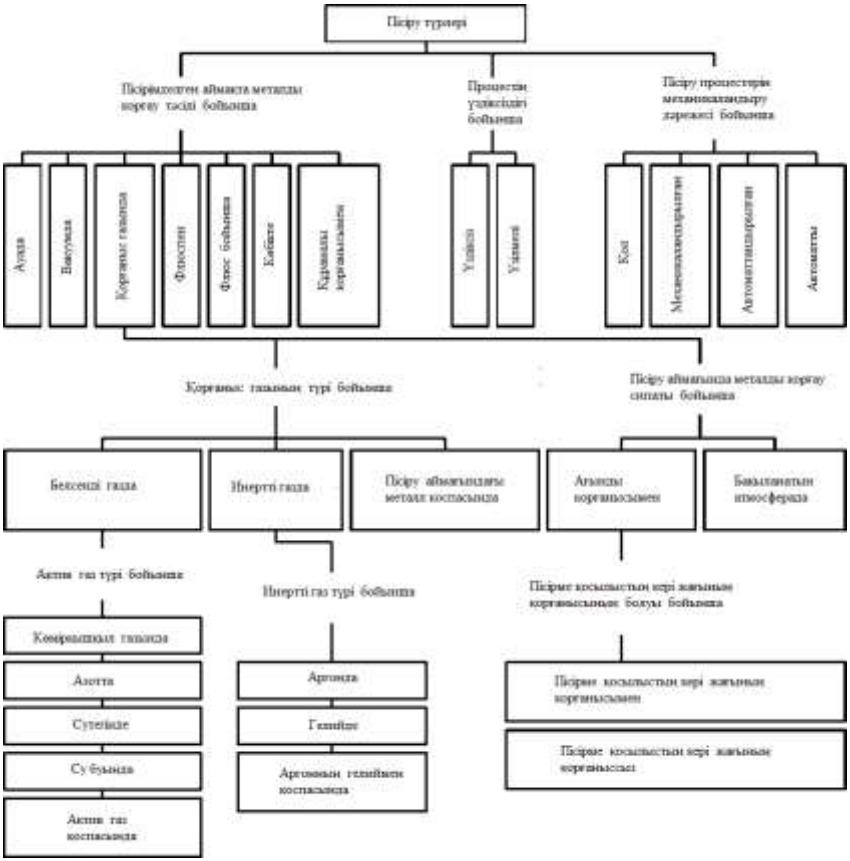
Жалпы жіктемесі. Қазіргі таңда пірісу процестерінің 150-ден артық түрі мен тәсілін ажыратады. Пісіру процестерін физикалық, техникалық және технологиялық белгілері (МемСТ 19521-74) бойынша жіктеу бар.

Пісірудің негізгі физикалық белгісі пісіру қосылысын алу үшін қолданылатын энергия түрі болып табылады. Физикалық белгілері бойынша барлық пісіру түрлерін үш кластың біреуіне жатқызады: термиялық, термомеханикалық және механикалық.

Термиялық класқа жылу энергиясын – газ, доға, электр қожды, электронды-сәулелі, лазерлік энергия көздерін қолдана отырып жүзеге асырылатын балқытып пісірудің барлық түрлерін жатқызады.

Термомеханикалық класқа жылу энергиясы мен қысымды – түйіспелі, диффузиялы, газ және доға баспақты, ұсталық және басқа түрлерін қолдана отырып жүзеге асырылатын пісірудің барлық түрлерін жатқызады.

Механикалық класқа механикалық энергия – суық, үйкеу, ультра дыбыстық, жарылыс және басқаларын қолдана отырып қысыммен жүзеге асыратын пісірудің барлық түрлерін жатқызады.



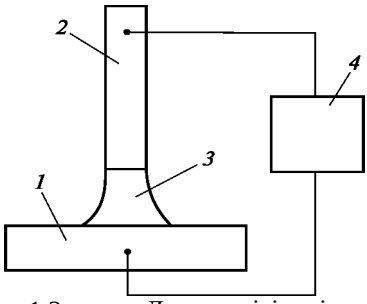
1.1-сурет. Доғалы пісіру тәсілдерінің жіктемесі

Пісіру процестерінің техникалық белгілеріне пісіру аймағында металды қорғау тәсілдерін, процестің үздіксіздігі мен оны механикаландыру дәрежесін жатқызады.

Технологиялық белгілер әрбір пісіру түріне жеке белгіленеді. Мысалы, доғалы пісіру түрі келесі белгілері бойынша жіктелуі мүмкін: электрод түрі, қорғаныс сипаты, автоматтандыру деңгейі және т.с.с.

Доғалы пісірудің жіктемесі 1.1-суретте көрсетілген.

Балқымалы пісіру түрлері. Доғалы пісіру тәсілдерінде пісіру көзі екі электрод немесе электрод немесе бөлшектің арасындағы газ аясында болатын тұрақты электр раряздын білдіреді. Мұндай разрядты қажетті ұзақтылықта ұстап тұру үшін арнайы доға қорегінің көзін қолдану қажет. Электрлі доға айнымалы немесе тұрақты токпен қорек алуы мүмкін.



1.2-сурет. Доғалы пісірудің электр тізбегі схемасы:
1 – бөлшек; 2 – электрод; 3 – доға;
4 – доғаның қорек көзі

1.2-суретте доғалы пісірудің электр тізбегінің схемасы көрсетілген.

Доғалы пісіру тәсілінің ашылуы 1802 жылы орыс физигі Петров В.В. жасаған электр доғаның құбылысын ашуға негізделген. Металл бөлшектерді электр доғаның көмегімен қосуды алғаш рет балқымайтын көмір электроды мен пісірілім бұйымының арасында жанатын электр доғасының көмегімен 1882 жылы Н.Н. Бенардос жүзеге асырған болатын. Қажет болғанда пісіру ваннасына қосымша қосым материалы берілді. 1888 жылы орыс инженері Н.Г. Славянов балқымайтын көмір электродын балқитын металға ауыстырып, осы процесті жетілдірді. Осы арқылы доғалы разряд пен ваннаны түзу үшін қосым материалдарын жасау үшін электрод функцияларын біріктіруге қол жеткізілді. Н.Н. Бенардос мен Н.Г. Славянов ұсынған балқитын және балқымайтын электродтармен доғалы пісірудің жаңа тәсілдері ең көп тараған доғалы пісірудің заманауи тәсілдерін әзірлеуге негіз болды.

Доғалы пісіруді бұдан әрі жетілдіру екі бағыт бойынша жүрді:

- қорғаныс құралдарын іздеу мен пісіру ваннасының балқыған металын өңдеу;
- процесті автоматтандыру.

Пісірілетін металды қорғау тәсіліне және пісіру ваннасын қоршаған ортаның әсерінен қорғау тәсіліне байланысты доғалы пісіруде қожды, қожсыз, газ қожы бар және газ қорғанысы деп, процестің автоматтандырылу деңгейіне қарай қол, механикаландырылған және автоматты пісіру деп ажыратады.

Жабынды электродпен доғалы пісіру. Бұл тәсіл кезінде процесс қолмен орындалады. Пісіру электродтары балқитын (болат, мыс, алюминий және басқалары) және блақымайтын (көмір, графитті, вольфрам) болуы мүмкін. Бетінде электродты қабаты бар болат электродтармен пісіру жиі қолданылады. Электродтардың қабаты ұнтақ тәрізді түрлі компоненттердің қоспасынан дайындалады және болат өзектің үстіне қатып қалатын паста ретінде жағылады. Оның тағайындалуы – доғаның жану беріктілігін арттыру, пісір ваннасының металлургиялық өңделуін жүргізу және пісірілім сапасын жақсарту.

Пісірілім жігі пісіру электродының өзегінің балқуы мен пісірілетін жиектерде металдың балқу есебінен жасалады. Бұл ретте пісіруші екі негізгі технологиялық қозғалысты жүзеге асырады: жабылған қабаты бар электродтың пісірілім аймағына

оның балқы шамасына қарай берілуі және доғаның пісірілім жиектерін бойлай орналасуы.

Жабынды электродпен қолмен доғалы пісіру – пісірілім құрамаларын жасауда қолданылатын ең көп тараған тәсілдердің бірі. Мұндай пісірілім қарапайымдылығымен, әмбебаптылығымен және жалғастырудың әртүрлі жағдайларында және қиын жететін орындарда орындалу мүмкіндіктерімен ерекшеленеді. Оның ең маңызды кемшілігі – процестің аз өндірілімі және пісірілім сапасының пісірушінің біліктілігіне байланысты болуы.

Флюспен доғалы пісіру. Мұндай тәсілмен пісіру кезінде электр доғасы балқитын электрод пен бөлшектің арасындағы пісірілім флюсінің қабатының астынан жанады, ол доғаны және пісіру ваннасын ауамен өзара әрекет етуден қорғайды. Доға жанатын газ қуысы флюс пен металл буынан тұрады. Пісірім электрод сым түрінде жасалған, ол кассетаға бұралған және пісірілім аймағына автоматты түрде беріледі. Пісірілім жиектерін бойлай доғаны салу қолмен немесе арнайы жетектің көмегімен орындалуы мүмкін. Бірінші жағдайда пісірілім жартылай автоматтардың көмегімен, екіншіде – пісірім автоматтарының көмегімен жүргізіледі.

Флюспен доғалы пісіру жоғары өндірімімен және алынатын қосылыстардың сапасымен ерекшеленеді. Процестің кемшіліктеріне қалың емес бөлшектерді пісірудің қиындығын, қысқа жіктерді жасау мен төменгілерден өзгеше негізгі күйдегі жіктерді жасау қиындығын жатқызуға болады.

Қорғаныс газдарындағы доғалы пісіру. Қорғаныс газында пісірген кезде электр доға қорғаныс газдарымен пісіру аймағына берілетін арнайы аяда жанады. Бұл ретте балқымайтын сияқты, балқитын электродтарды да қолданады, ал процесті қолмен, механикаландырылған немесе автоматты тәсілдермен орындайды. Пісірілімді металдар мен қорытпалардың кең ауқымы үшін қолданады.

Электрқожбен пісіру. Электрқожбен пісіру процесі доғасыз болып табылады. Негізгі және қосымды металды балқыту үшін доғалы пісірімге қарағанда пісіру тоғының балқыған электржетекті қож (флюс) арқылы бөлініп шығатын жылуды қолданады. Балқытылған қорытпа қатайғаннан кейін пісірілім жігі түзіледі. Пісірімді пісірілетін бөлшектердің тік тұрған кезінде олардың арасындағы саңылауы болғанда жиі орындайды. Саңылаудың екі жағынан да жікті шығару үшін сумен салқындатылатын мыс сырғақты кристаллизаторларын орнатады. Электрқожбен пісіруді қалыңдығы үлкен (20...1000 мм және одан артық) бөлшектерді жалғау үшін қолданады.

1.3. Пісіру қосылыстары және жіктері

МемСТ 2601–84 сәйкес пісіру қосылыстары мен жіктеріне байланысты бірқатар терминдер мен анықтамалар бар.

Жеке бөлшектерді пісіру көмегімен жасалатын металл құрылымны *пісірме құрылым* деп атайды, ал осындай құрылымның бөлігін *пісірме түйіні* деп атайды.

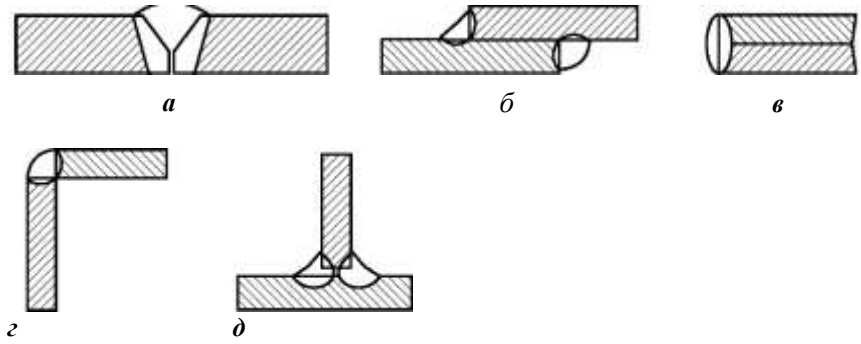
Пісірме құрылымы – бұл пісірумен орындалған бірнеше бөлшектің ажырамайтын қосылысы. Пісірме қосылыстың құралмалы түрі пісірілетін бөлшектерінің өзара орналасуымен анықталады. Балқумен пісіру кезінде пісіру қосылыстарының келесі түрлерін ажыратады: түйісті, айқасатын, қапталдық, бұрыштық және таврлы (1.3-сурет). Сонымен қатар, доғалы пісірумен жасалған нүктелі пісірім жігі бар айқасатын қосылысты да қолданады.

Түйісті қосылыс (1.3-сурет, *а)* бір жазықтықта және бір-біріне қапталдық беттерімен түйісе орналасқан екі бөлшекті пісірмелі қосуды білдіреді. Олар пісірме құрылымларда кеңінен таралған. Түйіспелі қосылыстардың шартты белгілері: С1–С48.

Айқасатын қосылыс (1.3-сурет, *б*) қосылатын элементтер параллель және бір-бірін біраз баса орналасқан пісірме қосылысын білдіреді. Шартты белгілері: Н1 – Н9.

Қапталдық қосылыс (1.3-сурет, *в)* – мұнда элементтердің бүйір беттері бір-біріне қабысатын қосылыс. Стандартта шартты белгісі әзірше жоқ.

Бұрыштық қосылыс (1.3-сурет, *г)* бұрышпен бір-біріне орналасқан және жиектеріне қойылған орнында пісірілген екі элементтің пісірме қосылысын білдіреді. Бұрыштық қосылыстардың шартты белгілері: У1 – У10.



1.3-сурет. Пісіру қосылыстарының түрлері:
а – түйісті; *б* – айқасатын; *в* – қапталдық; г – бұрыштық; *д* – таврлы

Таврлы қосылыс (1.3-сурет, *д*) – бұл бір элементтің бүйір жақ бетіне бұрышынан екінші элементтің қапталы қабыса келіп пісірілген қосылыс. Негізінде, элементтер арасындағы бұрыш тік. Таврлы қосылыстардың шартты белгілері: Т1 – Т8.

Пісіру қосылысына пісіруме жігі кіреді. *Пісіру жігі* пісіру ваннасының балқыған металл кристалдану нәтижесінде түзілетін пісірме қосылысының учаскесін білдіреді.

Пісіру ваннасы – бұл пісіру сәтінде балқыған күйде болатын металдың пісіру жігі. Доғаның әсерінен пісірме ваннасында түзілетін тереңдету *шұңғылы* деп атайды. Пісіруге түскен қосылатын бөлшектердің металын *негізгі металл* деп атайды. Пісіру ваннасына балқыған негізгі металға қосымша салуға арналған металл *қосым металл* деп атайды. Балқытылған негізгі металға немесе пісіру ваннасына енгізілген қайта балқытылған қосым металды *балқыған металл* деп атайды. Қайта балқытылған негізгі немесе қайта балқытылған және балқытылған металдан түзілген қорытпаны *жіктің металы* деп атайды. Бөлшектердің пісірілетін жиектерін дайындау параметрлері мен пішіндеріне қарай негізгі және балқытылған металдың қатысу үлесі жікті жасауда біршама өзгеруі мүмкін (1.4-сурет).

Бүкіл жіктің қима ауданын $F_ш$ мына формула бойынша есептейді:

$$F_ш = F_{ир} + F_н.$$

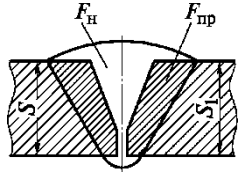
мұндағы $F_{пр}$ – негізгі металдың балқу есебінен қалыптастырылған жіктің қима ауданы; $F_н$ – балқытылған (қосымды) металдың есебінен қалыптасқан жіктің қима ауданы.

Жіктегі негізгі *m* және балқытылған *n* металдың үлесін келесі формулалар бойынша есептейді:

$$m = F_{пр}/F_ш = F_{пр}/(F_{пр} + F_н);$$

$$n = F_н/F_н = F_н/(F_{пр} + F_н).$$

Жіктегі негізгі және балқытылған металдың үлесі 0-ден 1-ге дейінгі шекте өзгеріп отырады. Мысалы, қосым металсыз жиектер арасындағы нольге жақын саңылауларды пісіру кезінде $m = 1$, $n = 0$.



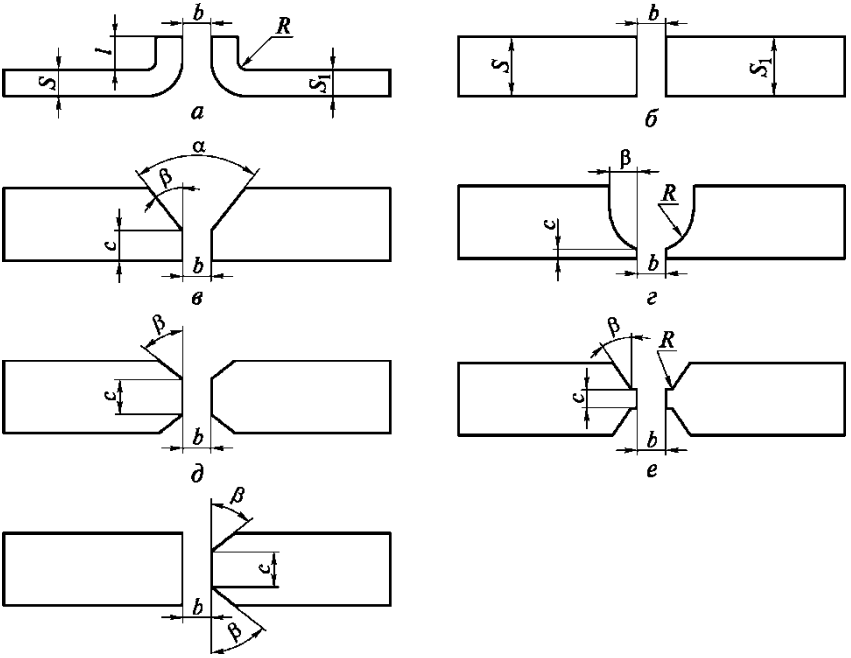
1.4-сурет. Түйісті жіктің көлденең қимасының схемасы:
$T_н$ – балқытылған металл есебінен қалыптасқан жіктің қима ауданы; $T_{пр}$ – негізгі металдың балқу есебінен қалыптасқан жіктің қима ауданы; *S* және S_1 – пісірілетін бөлшектердің қалыңдығы

Жіктi қалыптастыруда негізгі және қосым металдың қатысу үлесіне қарай оның құрамы өзгеріп отыруы мүмкін. Бұл жағдайда жік металында сол немесе басқа металдың құрамы $[Me]_ш$ келесі түрде есептелуі мүмкін:

$$[Me]_ш = т[Me]_о + п[Me]_п,$$

мұндағы $[Me]_о$ және $[Me]_п$ – негізгі және қосым металда тиісінше есептелетін элементтің шоғырлануы.

Оның үстіңгі бетінен біршама алыс алынған пісіру жіктің бөлігін *жіктің түбі* деп атайды. Пісіру кезінде қыздырылатын және балқытылатын бөлшектердің қаптал беттерін *пісірім жиектері* деп атайды. Пісірме жиектерінің тегіс балқытылып шығуын қамтамасыз ету негізгі металдың қалыңдығына және МемСТ 5264-80 бойынша пісіру тәсіліне байланысты біршама оңтайлы пішінін береді,



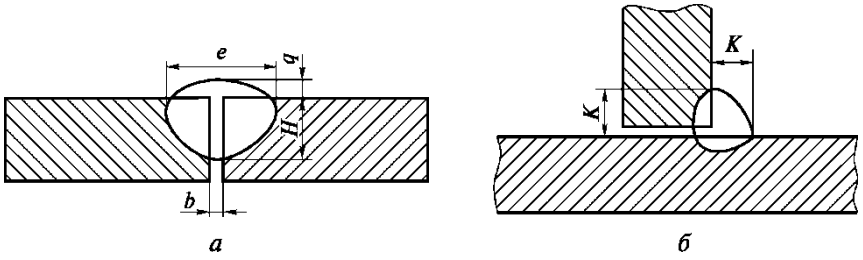
1.5-сурет. Түйісті қосылыста дайындалған жиектердің көлденең қиылысу пішіндері:

а – жиектерін көмкерумен; *б* – жиектерін қиякеспей; *в* – тура сызықты қиякесумен; *г* – қисық сызықты қиякесумен; *д* – екі симметриялы қиякесумен; *е* – екі симметриялы сынықты қиякесумен; *ж* – екі симметриялы тік сызықты бір жиекті қиякесумен; *с* – жиектің мұқалуымен; *b* – саңылау; *а* – жиекті бөлу бұрышы; *в* – жиекті қиякесу бұрышы; *I* – көмкеру биіктігі; *R* – шеңберлеу радиусы; *S* және S_1 – пісірілетін бөлшектердің металл қалыңдығы

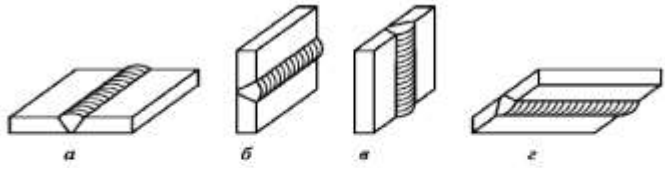
жиектерді алдын ала даярлауды орындау (1.5-сурет). Жиектерді көмкеруді қабырғалары жұқа бөлшектерді пісіруде қолданады. Қабырғалары жұқа бөлшектер үшін жиектерін бөлуді оларды қиякесу арқылы жасайды, яғни пісірілетін жиектің тік сызықты немесе қисық сызықты қиякесілуін жасайды. Жиектің шауып алынбаған бөлігін *с жиегінің мұқалуы* деп атайды, жинау кезінде жиектер арасындағы арақашықтық *саңылау* деп аталады. Жиектің қиякесілген жазықтығы мен қаптал жағындағы жазықтық арасындағы сүйір бұрышты *жиектің қиғаш бұрышы*, ал қиякесілген жиектер арасындағы *жиектің бөлу бұрышы* деп атайды.

Пісіру қосылыстардың үлгісіне қарай оларды түйісті және бұрышты пісіру жіктерін ажыратады. Жіктердің бірінші түрін түйіспелі пісіру қосылыстарыын алу кезінде қолданады. Жіктердің екінші түрін бұрыштық, таврлы және айқасатын қосылыстарды алуда қолданады. Түйіспелі жіктің негізгі параметрлері (1.6-сурет, *а*) *е* жіктің ені, *q* дөңестігі, *Н* балқытып жіберу тереңдігі (пісірім); бұрыштың жіктің (1.6-сурет, *б*) *К* – катет шамасы болып табылады. Жіктердің қиылысу параметрлерінің өлшемдерін МемСТ 5264-80 бойынша белгілейді.

Жіктердің орналасуына қарай пісіру құрылымын түрлі жағдайларда жасайды (1.7-сурет): төменгі, көлденең, тік және

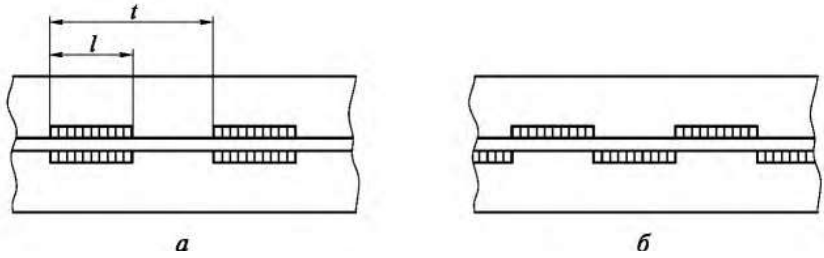


1.6-сурет. Пісіру жіктерінің негізгі параметрлері:
а – түйісті; *б* – бұрышты; *е* – жіктің ені; *q* – жіктің дөңестігі; *Н* – балқытып алу тереңдігі; *К* – жіктің катеті; *b* – саңылау

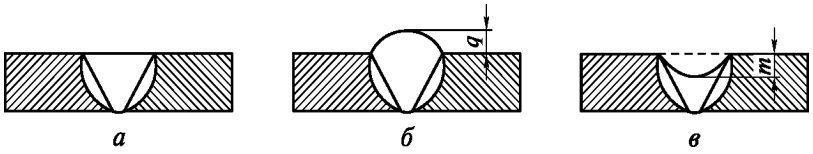


төбе (МемСТ 11969-79).

1.7-сурет. Дәнекерлеудің негізгі қалыптары:
а – төменгі; б – горизонтальді; в – вертикальді; г – төбелік



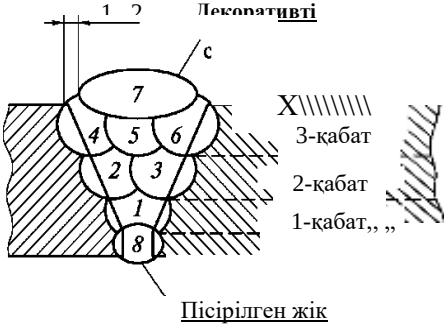
1.8-сурет. Үзікті пісіру жіктері:
а – тізбекті; *б* – шахматты; / – жіктің ұзындығы; *t* – жіктің қадамы



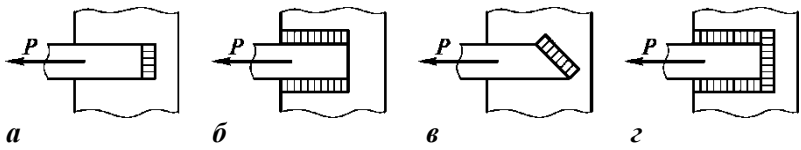
1.9-сурет. Пісірме жіктердің пішіні:
а – стандартты; б – дөңесті; *в* – ойысқан; *q* – дөңестілік; *m* – ойыстылық

Орындалуы сипатына қарай бір және екі жақты жіктер болады, олар салмақта сияқты, түрлі тектегі төсемдер мен флюсті көпшіктерде орындалады. Келесі пісіруде күйіктеспелердің алдын алу үшін алдын ала салатын екі жақты жіктің бөлігі немесе соңғы кезекте саынатын жіктің түбіне жіктің сапалы болуын қамтамасыз ету үшін *пісірме астындағы* жік деп аталады.

Ұзындығы жағынан үздіксіз және үзікті жіктер деп ажыратылады. Үздіксіз жік – бұл пісірме жігі аралықсыз ұзындығынан; үзік жіктің аралықтары болады (1.8-сурет). Көлденең қимасының пішіні бойынша стандартты, дөңес және ойыс деп ажыратылады (1.9-сурет). Қабаттарының саны жағынан пісіру жіктер бір қабатты және көп қабатты болуы мүмкін (1.10-сурет). *Қабат* – бір немесе бірнеше білікшелерден тұратын пісіру жіктің металының бір бөлігі,



1.10-сурет. Көпқабатты пісіру жігі:
1-8 – толтырушы білікшелердің балқытып алу бірізділігі



1.11-сурет. Қолданыстағы күшке байланысты жіктердің түрлері:
а – маңдайша; *б* – қапталдағы; *в* – қия; *г* – құрама; *Р* – күш

жіктің көлденең қиманың бір деңгейінде орналасады. *Білікше* – бұл бір өткелде балқытылған немесе қайта балқытылған металл жігі.

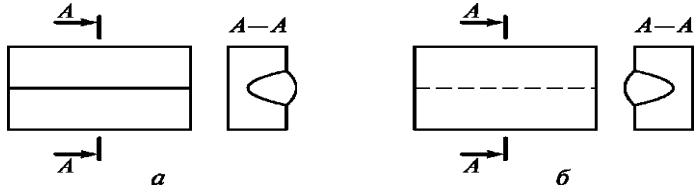
Түсетін күштің бағытына қарай пісіру жіктер маңдайшалық деп ажыратылады, олардың осі күштің бағытына перпендикуляр; қапталдық, олардың осі күшке параллель; қисық, күшке бұрышпен орналасқан және құрастырылған аталған жіктердің үйлесімін білдіреді (1.11-сурет).

Жұмыс жағдайларына байланысты жіктер сыртқы күшті алатын жұмыс және сыртқы күшке есептелмеген және бұйымның бір бөлігін бекітуге ғана арналған байланыстырушы (жалғаушы) деп ажыратылады.

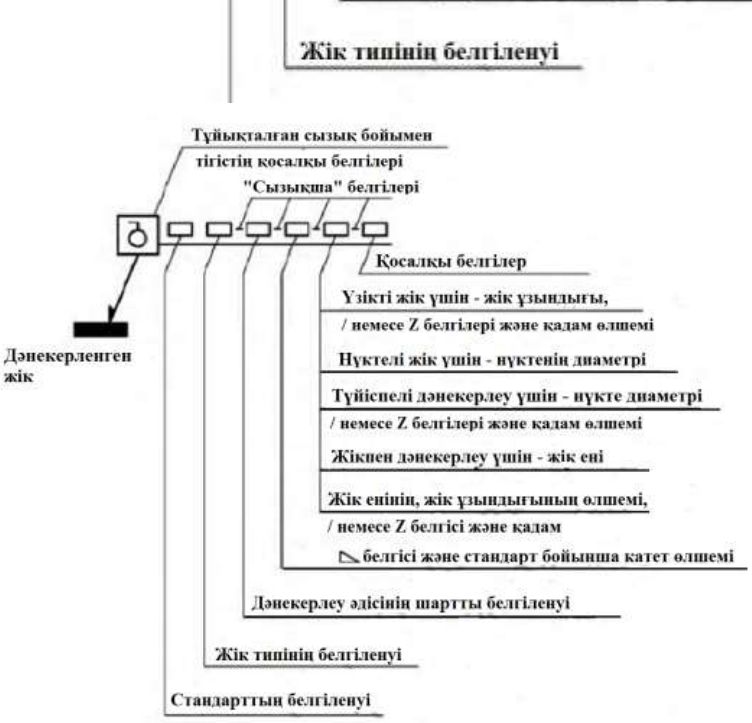
1.4. Пісіру қосылыстары жіктерінің белгілері және шартты кескіндер

Бірыңғай конструкторлық құжаттама жүйесіне (БКҚЖ) сәйкес бұйымдардың сызбаларындағы пісіру қосылыстарыдың жіктерінің бейнелері мен шартты атаулары МемСТ 2.312-72 сәйкес келуі тиіс. Пісіру түріне тәуелсіз түрде пісіру қосылыстарыдың көрінетін жіктерін тұтас негізгі сызықпен, ал көрінбейтіндерін үзік сызықпен бейнелейді (1.12-сурет).

Жіктің бейнесінен бір жақты нұсқармен бітетін шығарма-сызықтарды өткізеді. Жіктің сипаттамасы шығарма-сызық.



1.12-сурет. Сызбалардағы пісіру жіктерінің бейнеленуі:
а – көрінетін; *б* – көрінбейтін



1.13-сурет. Пісіру жіктерінің шартты белгілерінің схемасы

шығарма-сызық сөресінде (жіктің бет жағы үшін) немесе сөренің астында (жіктің кері жағы үшін). Пісіру жіктің шартты атауының құрылысы 1.13-суретте берілген.

Қазіргі таңда түрлі пісіру түрлері үшін пісіру қосылыстарыдың жіктерінің құрамалы элементтері мен түрлерін белгілейтін стандарттардың қатары бар: МемСТ 8713-79 «Флюспен пісіру. Пісіру қосылыстары»; МемСТ 5264-80 «Қолмен доғалы пісіру. Пісіру қосылыстары»; МемСТ 14771-76 «Қорғаныс газында доғалы пісіру. Пісіру қосылыстары»; МемСТ 15164-79 «Электрқожбен пісіру. Пісіру қосылыстары». Бұл стандарттармен металдың қалыңдығына байланысты көлденең қима пішіні мен дайындалған жиектер мен жіктердің құрылымлы элементтерін белгілейді, оларға әріптік-цифрлық шартты атауларды береді. Әріптік бөлігі пісірме қосылыстың түрін көрсетеді; цифрлар нақты берілген стандарттағы жіктің үлгісінің реттік номерлері болып табылады.

Пісіру жіктерінің шартты белгіленуі үшін сондай-ақ қосалқы белгілерді де қолданады (1.1-кесте).

1.1-кесте

Пісіру жіктерін шартты белгілеуге арналған қосалқы белгілер

Қосымша белгі	Қосымша белгінің мәні	Жіктің орналасуындағы біркелкі сызыққа қатысты қосымша белгісінің орналасуы	
		беткі жағынан	кері жағынан
_o_	Жіктің дөңестігін алу	_Q_ /	/ ^
	Негізгі металға жатық ауысуы үшін жіктің қатпары мен бұдырлығын өңдеу	/	/ ^
п	Жікті бұйымға монтаж жасау кезінде орындау	*1–*	
/	Жік үзікті немесе нүктелі тізбекті орналасуымен	/ /	
Z	Жік үзікті немесе нүктелі шахматты орналасуымен	Z /	
о	Жік тұйық сызықпен	?–	
=1	Жік тұйықталмаған сызықпен	=1 /	*г=~*

Пісіру тәсілін әріптік шартты белгілеумен сызбаларда тек осы бұйымда бірнеше пісіру түрлерін қойып шығу, мысалы П – механикаландырылған доғалы пісіру, А – автоматты доғалы пісіру, У – көмірқышқыл газында доғалы пісіру және басқалары. Қолмен доғалы пісірудің әріптік шартты белгіленуі болмайды. Сөреде шығарма-сызықта стандартты шартты белгілемеу керек, егер барлық жіктер бұйымда бір стандартпен орындалады. Бұл жағдайда сызбалардағы ескертпелерде тиісті нұсқаулар жасау керек. Пісіру жіктерінің шартты белгілену үлгілері 1.2-кестеде көрсетілген.

Пісіру жіктерінің шартты белгілену мысалдары

Жіктің атауы	Шартты белгіленуі
Түйісті бір жақты жік қалған төсемде, екі жиегін қиякесумен, электродтармен жабылған доғалы пісірумен орындалған	**МемСТ 5264-80 С16** /
Түйісті екіжақты жік екі симметриялы жиекті қиякесумен, электродтармен жабылған доғалы пісірумен орындалған. Жіктен негізгі металға өту учаскесі қосымша өңделген	**МемСТ 5264-80 С21 . . ,** **J**
Түйісті бір жақты жік тұйықтай жиегі қиякесілген. Жіктің дөңестігі механикалық өңдеумен алынып тасталған	**МемСТ 5264-80 С17** /
Бұрыштап қосылатын жік, бір жақты, жиектері қиякесілмеген, монтаж кезінде электродтармен жабылған доғалы пісірумен жорындалған. Жіктің катеті 5 мм тең	**МемСТ 5264-80 У4σσ Л [\,5** /

1.5. Пісіру қосылыстарының беріктілігін есептеу

Пісіру қосылыстарын жобалау кезінде олардың беріктілігі есептеулер негізінде анықталады, олар күштен бұйым элементтерінде пайда болатын кернеуді анықтауға әкеледі.

Құрылымларды есептеудің екі негізгі әдісі болады: кернеу бойынша және шекті күйі бойынша. *Шекті кернеу бойынша* беріктілік шарты мына түрде

$$\sigma < [\sigma],$$

мұндағы σ – элементтің қауіпті қимасындағы кернеу; [σ] – материалдың ағу шегінен кейбір бөлігін құрайтын шекті кернеуі:

$$[\sigma] = \sigma_m/n,$$

мұндағы $\sigma_т$ – ағу шегі; n – беріктілік қорының коэффициенті.

Мысалы, Ст3 маркалы қарапайым сападағы көміртекті болаттан жасалатын құрылымдар үшін шекті кернеу [σ] = 16-10^7 Н/м^2. Себебі Ст3 болатының ағу шегі $\sigma_т$ = = 24 · 10^7 Н/м^2, онда беріктілік қорының коэффициенті n = 240/160 = 1,5.

Осьтік күш әсер еткенде есептік кернеу мына формула бойынша есептеледі

$$\sigma = P/F,$$

мұндағы Р – ось күші, Н; F – күш түсетін элементтің көлденең қимасының ауданы, м^2.

Жұмыс жағдайлары мен құрылым материалының біртектілігін есепке алатын есептеудің біршама дәл әдісі *шекті күйі бойынша* есептеу әдісі болып табылады. Шекті деп күштің әсері материалдың сапалық қасиеттерін өзгертетін күйді немесе қандай да бір себептермен жол берілмейтін, қажетсіз немесе қауіпті физикалық процесс басталатын күйді айтады.

Шекті күйіне тән жағдайлар болып табылады:

• статикалық, қайта ауысатын және динамикалық жүктемелердің әсерінен бұзылатын немесе құрылым элементтерінің негізгі қимасында ағудың пайда болуы;

• статикалық күш түскенде, динамикалық күш түскенде тербелістерде құрылымның пішінін өзгертетін, иілулер көбірек болатын шекті күйі;

• жергілікті мүмкін зақымдаумен (пішінін өзгерту, жарықшақтар) максималды сипатталатын шекті күйі.

Әртүрлі шекті күйлерінің мүмкін үйлесімі.

Құрылымлардың шекті күйлері бойынша беріктілігін есептеген кезде келесі теңдік орындалады:

$$N/F < mR,$$

мұндағы N – есептелген күші, Н; F – есептетік қимасының ауданы, м^2; m – құрылымның жауапкершілік дәрежесін ескеретін жұмыс шартының коэффициенті, пайдалану кезіндегі қосымша пішін өзгерту мүмкіндігі, түйіндерінің қаттылығы; R – металдың есептік кедергісі, Н/м^2.

Түйісті жіктердің металының есептік кедергісін арнайы нормативтер бойынша белгілейді. Осылай, Ст3 болатқа қолмен және механикаландырылған пісіру орындалатын түйісті жіктер үшін есептелген кедергісі созылған кезде 18 10^7 Н/м^2 (180 МПа) тең, қию кезінде – 130 МПа, бұрыштық жіктер үшін есептік кедергі 150 МПа құрайды.

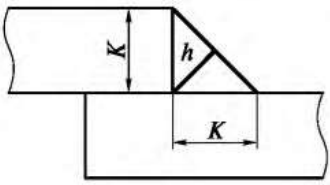
Беріктілікке түйісті жіктерді мына формула бойынша есептейді

$$N = R_c^{св} Sl,$$

мұндағы N – қосылыстағы есептік әрекеттік күш, Н; R £^{в} – пісірме түйісті қосылыстың есептік кедергісі, Н/м^2; S – есептік қимадағы металл қалыңдығы, м; l – жіктің ұзындығы, м.

Бұрышты жіктер үшін есептік күшті мына формула бойынша есептейді

$$N = 0{,}7KlR_c^{св},$$



1.14-сурет. Бұрышты пісірме жігінің қимасындағы бұзылу жазығы *h*:
К – жіктің катеті

мұндағы К – жіктің катеті, м; *I* – жіктің ұзындығы, м; $R^{св}_{с}$ – есептік қию кедергісі, Н/м^2; 0,7 коэффициенті бір бұрышты үш бұрышқа келетін гипотенуза бойынша келетін жазықтықтағы жіктің бұзылуынан болатындығын көрсетеді (1.14-сурет).

Мысал. Түйісті жік пен айқасатын маңдайшалардың жалғанған, ені 150 мм және қалыңдығы 5 мм болат жолағының (Ст3) екі бөлігінен орындалған пісіру тартқысы үшін шекті күшті анықтаймыз.

Ш е ш у і. Ст3 болаты үшін созылғанда есептелетін кедергі $18 \cdot 10^7$ Н/м^2 құрайды, қиюға кедергі – $15 \cdot 10^7$ Н/м^2, түйісті жіктің қалыңдығы мен бұрышты жіктің катеті 0,005 м тең, екі жағдайда да жіктің ұзындығы 0,15 м құрайды. Түйісті жік үшін күшті ***N,*** Н мына формула бойынша орындаймыз

$$N = R = 18 \cdot 10^7 - 0{,}005 \cdot 0{,}15 = 13{,}5 \cdot 10^4.$$

Айқасатын қосылыс үшін N, Н күштерін есептеуді мына формула бойынша орындаймыз

$$N = 0{,}7KIR_c^{св} = 0{,}7 \cdot 0{,}005 \cdot 0{,}15 \cdot 15 \cdot 10^7 = 7{,}875 \cdot Ю^4.$$

Түйісті қосылыс кезінде қуыс тарту күші 1,7 есеге артық, ол айқасатын қосылысқа қарағанда.

Бақылау сұрақтары

1. Пісіру деп нені айтады?
2. Пісіру түрлері тәсілдерін қалай жіктейді?
3. Балқытумен пісірудің мәні неде?
4. Пісіру қосылыстары мен жіктерінің қандай түрлері болады?
5. Пісіру қосылыстары мен жіктер сызбаларда қалай бейнеленеді?
6. Әртүрлі үлгідегі жіктері бар пісіру қосылыстарының беріктілігін қалай есептейді?
7. Бөлшектердің беттерін жай түйістіргенде берік қосылысты неліктен алуға болмайды?
8. Берік қосылыстарды алу тәсілі ретінде пісірудің артықшылықтары неде?

2-тарау.
ДОҒАЛЫ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖҰМЫС ОРЫНДАРЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ

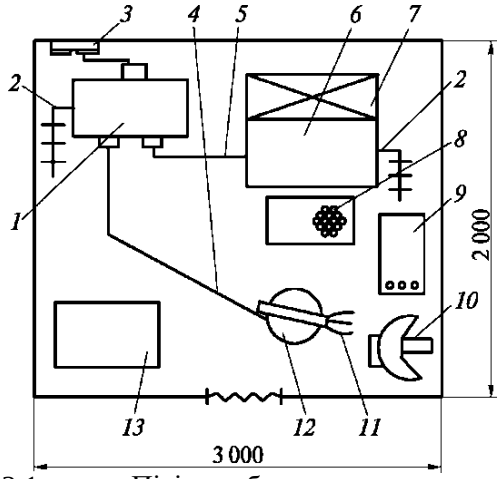
2.1. Пісіру бекеттерінің жабдықтары

Өндірістік операцияларды орындау кезінде жұмысшыларға немесе жұмысшылар бригадасына тиісті жабдықтары мен қажетті құрал-саймандармен технологиялық процесс талаптарына сәйкес жарақталған өндірістік алаң учаскелері түрінде жұмыс орындары бекітіліп беріледі. Пісіру жұмыстарын орындау үшін қажетті барлық жабдықтармен жарақталған электр пісірушінің жұмыс орнын *пісіру бекеті* деп атайды. Пісіру бекеттері тұрақты немесе жылжымалы болуы мүмкін. Пісірушілердің еңбек өнімділігінің жоғары болуы және пісіру қосылыстары мен жіктерінің сапасы көпшілік жағдайда жұмыс орнын дұрыс ұйымдастырылуына байланысты болады.

Пісірушілердің жұмыс орындары орындалатын жұмыстар мен пісіру құрылымдарының габариттеріне байланысты арнайы пісіру кабиналарында немесе тікелей осындай бұйымдардың жанында орналасуы мүмкін.

Шағын бұйымдарды пісіру кезінде жұмыс орындары 2 000х2 000 немесе 2 000х3 000 мм өлшемді пісіру кабиналарымен ((2.1-сурет) жабдықталады. Кабинаның қаңқасы болат құбырлардан немесе профильді илемнен жасалады. Кабиналардың қабырғаларын 1 800...2000 мм биіктікте жасайды, жақсы желдетілуі үшін оларды 200...300 мм дейін еденге жеткізбей жасайды. Қабырғаларының материалы ретінде жұқа табақты болатты, асбоцементті тақталарды және өзге де жанбайтын материалдарды қолданады. Қабырғаларын отқа көзімді бояумен – мырышты немесе титанды ақ, сары бояумен және доға сәулелерінің ультракүлгін сәулелерін жақсы жұтатын ашық түстерге бояйды. Қабырғалардың бұдан сұр түстерге бояу ұсынылмайды, себебі пісіру доғасының жануының үзілістерінде жарықтың берілуі нашарлайды. Кабинадағы есіктің ойығы отқа төзімді құраммен сіңдірілген сақиналарға ілінген брезент пердемен жабылады. Кабинадағы еденді отқа берік материалдар: кірпіштен, цементтен немесе бетоннан салады. Кабиналар күндізгі немесе жасанды жарықпен қамтамасыз етілуі керек, сондай-ақ желдетілуі керек. Жалпы желдету жүйесінен басқа зиянды газдар мен пісіру шаңын олардың шығатын аймақтарынан жұтып алатын сорғыштарды да қояды.

Кабинаның ішінде бөлшектерді жинау үшін және оларды пісірген кезде отырып жұмыс істеуге арналған 500...600 мм биіктіктегі пісіру үстелін және тұрып жұмыс істеуге арналған 900 м шамасындағы биіктікте пісіру үстелін орнатады. Үстелдің қақпағын шамамен 1 м^2 аудан



2.1-сурет. Пісіру кабинасын жоспарлау:
1 – доғаның қорек көзі; 2 – жерге тұйықтау; 3 – қорек көзін іске қосушы; 4 және 5 – тура және кері ток жіберетін сымдар; 6 – үстел; 7 – желдету; 8 – кілемше; 9 – электродтар; 10 – қалқан; 11 – электрод ұстағыш; 12 – орындық; 13 – қалдықтарға арналған жәшік

табақты болаттан жасайды, қалыңдығы 15...20 мм немесе шойын тақтасы қалыңдығы 20...25 мм, бұл жақсы, себебі шойын қақпағы қызудан пішінін өзгертпейді. Қақпақтың төменгі бөлігіне немесе үстелдің аяғына болат бұранды пісіріп қояды, ол үстелдің жерге тұйықтау сымынан және пісіру тоғының көзінен ток жіберетін сымды бекітуге қажет. Үстелдің бүйір жағынан электродтарды немесе қосымды сымдарды сақтауға арналған ұяшық бар. Үстелдің суырмалы жәшігінде құрал-саймандар, сондай-ақ технологиялық құжаттама сақталады. Жұмыс істеуге қолайлы болуы үшін кабинаға бұранды көтерілетін орындығы бар, электр өткізгіш емес материалдан (ағаш, пластмасса және басқалары) жасалған металл орындықты орнатады. Пісірушінің аяғының астында резеңке кілемше жату керек. Кабинаның ішінде, құрау алаңдарында және сыйымдылықтың ішінде әрине, жұмыс істеу кезінде электр қауіпсіздігіне назар аударылып, доға қорек көзінің, пісіру қондырғыларының, үстелдер мен өзге де аппаратураның жерге тұйықталу нормалары мен қағидаларын сақтауға тиісті назар аударылуы керек. Тұйық сыйымдылықтардың ішінде пісіруші сақтандырушы қадағалаушының қатысуымен жұмыс істеуі керек.

Механикаландырылған немесе автоматты пісіру кезінде кабинаға жартылай пісіру автоматы мен қажетті қосалқы жабдық пен айлабұйымдарды және автоматты орналастырады.

Пісіру бекеттерінің негізгі түрлерінің бірі – доғаның қорек көзінің жабдықтары. Олар бір бекетті немесе көп бекетті болуы

мүмкін. Жұмыс орнында әдетте бір бекетті қорек көздерін орналастырады. Пісіру бекеттерін көп бекетті көздерден қоректендірген кезде пісіру тоғын кабинаға тоқ жүргізетін сымдардың немесе шиналардың көмегімен таратады. Кабинаға рубильник немесе пісіру тоғын қосу үшін магнитті қосқышты орнатады.

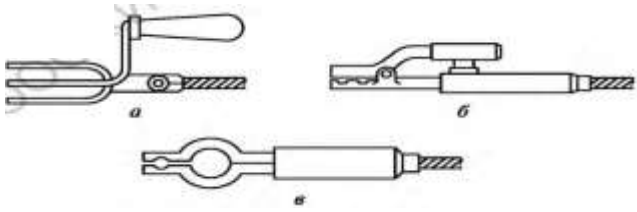
Доғалы пісіру үшін айнымалы тоқ сияқты тұрақты тоқты қолданады. Айнымалы тоқ көздері пісіру трансформаторлары, ал тұрақты – пісіру түзеткіштері, түрлендіргіштері мен агрегаттары болып табылады. Қазіргі таңда өнеркәсіп түрлі пісіру қорек көздерінің әртүрлі құрылымдарын шығарады.

2.2. Электр пісірушінің аспаптары мен құрал-саймандары

Пісіру жұмыстарын орындау үшін пісірушінің аспаптары мен құрал-саймандар жиынтығы болуы керек.

Қапталған электродты бекіту үшін және оған пісіру тоғын әкелу үшін электр пісірушінің негізгі құралы болып табылатын *электрод ұстатқышты* қолданады (2.2-сурет). Қолмен пісіру үшін электр ұстатқыштардың салмағы 0,5 кг артық болмауы керек және сенімді түрде бекітілетін және электродтар жылдам ауысуын қамтамасыз ететін құрылымда болуы керек, сондай-ақ жеткілікті механикалық беріктілікке және қолданылатын материалдардың жақсы жылу және электр оқшауландыру қасиеттеріне ие болуы керек. Пісіру тоғының күшіне байланысты электродтарды ұстағыш үш түрлері қарастырылған: 125 А, 125...315А және 315...500 А дейінгі тоққа есептелген.

Электр пісірушінің көзі мен бетін пісіру доғасының тіке сәулелерінен қорғау үшін балқыған металдың шашырандылары мен ұшқындарынан қорғану үшін *қорғаныс қалқандарын* қолданады. Екі түрлі қалқандар қарастырылған: мөлдір емес корпусы бар қол қалқандары (РН үлгісіндегі) және мөлдір емес корпусы бар басқа киетін (НН үлгісіндегі). Қалқандардың корпусы тоқ өткізбейтін және тұтанбайтын материалдан, берік материалдан жасалады.



2.2-сурет. Электрод ұстатқыштардың үлгілері:
а – айырлы; *б* – қысқашты; *в* – серіппелі сақинасы бар

Әдетте қара фибраны қолданады. Пісіру тоғына қарай қалқандарды қорғаныс әйнектерімен – жарық сүзгіштерімен (МемСТ 124080-79) жиынтықтайды. Күңгірт жасыл түсті жарық сүзгілері көз бен бет терісін ультракүлгін сәулелерден, пісіру кезіндегі 20...1 000 А доға спектрінің инфрақызыл аясындағы көрінетін сәулелерден қорғауды қамтамасыз етеді. Олар 13 класс (С1 – С13) жасалады. Жарық сүзгінің класы пісіру тоғының күші мен пісіру тәсіліне байланысты таңдап алынады. Жарық сүзгінің өлшемі 52х102 мм.

Пісіру тоғын тоқ көзінен электрод ұстағышына және бөлшекке келтіру үшін *пісіру сымдарын* қолданады. Электрод ұстатқыштарын ПРГД немесе ПРГДО маркасындағы сымның мыс талшықтарына жалғайды. Біршама механикалық әсері болмаған кезде алюминий талшығы бар АПРГДО маркалы сымын қолдануға болады.

Пісірушінің атап өткен керек-жарақтарынан басқа қосымша *құрал-саймандардың жиынтығын* қолдануға тура келеді: болат қылшақтармен пісіру алдында жиектерін тазарту үшін және жіктердің үстіндегі қож қалдықтарын алып тастау үшін қашау, жіктердің өлшемдерін және дайындалған жиектердің пішіндерін тексеруге арналған шаблондардың жиынтығы, болат таңба, метр, бұрыш, сызғыш, құрал-саймандарды сақтауға және тасымалдауға арналған жәшік.

*Пісірушінің арнайы киімін (*күртеше, шалбар, қолғап) қалың және қиын жанатын матадан (брезент, шұға және басқалардан) тігеді.

Бақылау сұрақтары

1. Пісіру бекеті деген не?
2. Пісіру бекеттері қолмен және механикаландырылған доғалы пісіру үшін қалай жабдықталады?
3. Доғалы пісіру кезінде пісіру тоғы қандай қорек көздерін қолданады?
4. Пісірушінің аспаптары мен құрал-саймандарын атаңыз.
5. Пісіру жұмыстарын орындаған кезде неліктен әртүрлі пісіру бекеттерін қолданады?

3-тарау.

ЭЛЕКТР ДОҒАСЫ ЖӘНЕ ОНЫ ПІСІРУ КЕЗІНДЕ ҚОЛДАНУ

3.1. Пісіру доғасының ерекшелігі

Электр доғасы электр өрісінің әсерімен газ аралығы арқылы электр тоғының өтуі байқалатын газдарда электр разрядтарының түрлерінің бірін білдіреді. Металдарды пісіруге қолданылатын электр доғасын *пісіру доғасы* деп атайды. Доға электр пісіру тізбегінің бөлігі болып табылады және кернеу азаяды. Тұрақты тоқта пісіру кезінде доғаның қорек көзінің оң полюсіне жалғанған электродты *анод* деп атайды, ал теріске *катод* деп атайды. Егер пісіру айнымалы тоқта жүргізілсе, электродтардың әрқайсысы айнымалы түрде анод, катод болып табылады.

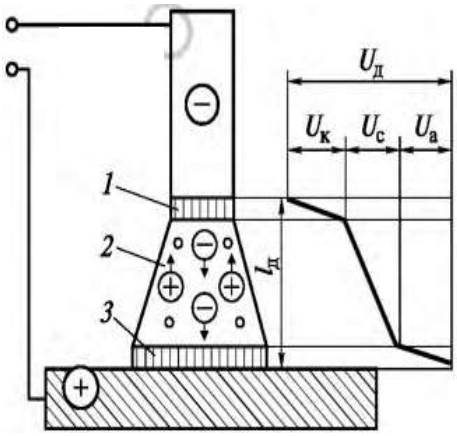
Электродтардың арасындағы аралықты *доғалы разряд аясы* (область) деп атайды немесе *доғалы аралық* деп атайды. Доғалы аралық ұзындығын *доғаның ұзындығы* деп атайды. Қарапайым жағдайларда төмен температурада газдар бейтарап атомдар мен молекулалардан тұрады және электр өткізгіштігіне ие емес. Электр тоғының газ арқылы өтуі тек онда зарядталған бөлшектердің – электрондтар мен иондардың болуы ғана мүмкін.

Газдың зарядталған бөліктерінің түзілуі процесі *иондану* деп аталады, ал газ – иондалған. Доғалы аралықтағы зарядталған бөлшектердің пайда болуы электрондардың теріс электрод (катод) бетінен және газ бен пар арасындағы ионданудағы эмиссиямен (шығарумен) негізделеді. Электрод пен пісіру объектісінің арасында жанатын доға тіке әрекет ететін доға болып табылады. Мұндай доғаны *бос доға* деп атайды (қысылған ауамен салыстырғанда көлденең қима шілтер шүмегінің, газ ағынының, электр магнитті өрістің есебінен еріксіз азайту). Доғаның қозуы келесі түрде өтеді. Электрод пен бөлшектің қысқа тұйықталуында олардың үйкелген беттерінде жанады. Электродтар катодтың үстіңгі бетінің түйісуінде электрондар шығады – электронды эмиссия. Электрондардың шығуы ең алдымен термиялық әсермен (термоэлектрлі эмиссия) және жоғары кернеулі электр өрісінің катодында болумен (автоэлектронды эмиссия) байланысады. Электронды эмиссияның катод бетінен болуы доғалы разрядтың болу шарты болып табылады.

Доғалы аралықтың ұзындығы бойынша доға үш аяға ажыратылады: катодты, анодты және олардың арасындағы доға бағаны (3.1-сурет). *Катодты ая* катодты дақ деп аталатын қызған катод беті мен оған түйісе келетін доғалы аралық бөлігін қамтиды. Катодты аяның ұзақтығы кіші, бірақ ол жоғары кедергісімен және онда электрондарды алу процесімен сипатталады. Болат электродтар үшін катодты дақ температурасы 2400...2700 °С жетеді. Онда жалпы жылу доғасының 38% дейін бөлініп шығады. Бұл аядағы негізгі физикалық процесс электронды эмиссия және электрондардың ыдырауы болып табылады. Катодты аяда кедергінің түсуі $u_к$ шамамен 12...17 В құрайды, ал оның ұзақтығы – шамамен 10^{-5} см.

Анодты аясы анод бетіндегі анодты дақтан және оған жанаса түсетін доғалы аралық бөлігінен тұрады. Анодты аядағы тоқ доға бағандарынан келетін электрондардың ағынымен анықталады. Анодты дақ анод материалындағы бос электрондардың бейтараптануы мен кіру орны болып табылады. Ол катодты дақ сияқты температурада сияқты болады, бірақ электрондардың қаптауымен онда катодқа қарағанда жылу көбірек бөлініп шығады. Анодты аясы да жоғары кернеулігімен сипатталады. Мұнда кернеудің түсуі $U_а$ шамамен 2...11 В құрайды. Бұл аяның ұзақтығы да кіші және 10^{-3}...10^{-4} см құрайды.

Доғаның бағаны катодты және анодты аяның арасында орналасқан доға аралығының аз ғана бөлігін алады. Зарядталған бөліктерді түзудің негізгі процесі газдың иондануы болып табылады. Бұл процесс газдың зарядалған (ең алдымен электрондарының) және бейтарап бөлшектерінің соқтығысуынан болады. Соқтығысу энергиясы жеткілікті болғанда газ бөлшектерінен электрондар соғылып шығады да, оң иондар пайда болады. Мұндай иондануды соқтығысу иондануы деп атайды. Соқтығысу иондануысыз да өтеді, мұнда соқтығысу энергиясы



3.1-сурет. Электр доғасының құрылысы және ондағы кернеудің бөлінуі:
1 – катодты аясы; *2* – доға бағаны; *3* – анодты аясы; $u_к$, U_R, $u_с$, U – катодты, анодты аяда кернеудің түсуі және тиісінше доға; $/_д$ – доғаның ұзындығы

жылу түрінде бөлініп шығады және доға бағанының температурасын арттыруға барады. Доға бағанында түзілетін зарядталған бөлшектер электродтарға жылжиды: электрондар – анодқа, иондар – катодқа. Оң иондардың бір бөлігі катодты даққа жетеді, олардың басқа бөлігі катодқа жетпейді және өзіне теріс зарядталған электродтарды жалғай отырып, бейтарап атомдарды түзеді. Бөлшектерді бейтараптандырудың мұндай процесін рекомбинация деп атайды. Доға бағанында барлық жану жағдайларының өзінде иондану мен рекомбинация процестерінің арасындағы тұрақты теңдік байқалады. Жалпы доғаның бағанының заряды жоқ. Ол бейтарап, себебі әрбір оның қимасында бір уақытта қарама-қарсы теріс бөлшектердің бірдей саны болады. Доға бағанының температурасы 6000...8000 °С және одан артыққа жетеді. Мұнда кернеудің түсуі U_c шын мәнінде ұзындығына қарай өзгереді, ол бағанның ұзындығының артуымен ұлғаяды. Кернеудің түсуі газ ортасының құрамына байланысты болады және оған жеңіл ионданатын компоненттердің енгізілуімен азаяды. Мұндай компоненттер сілті және сілті-жер элементтері (кальций, натрий, калий және басқалары) болып табылады. Доғада кернеудің түсуі $U = U_к + U_а + U_c$. Доға бағанындағы кернеудің түсуі сызықтық тәуелділік түрінде көрсетуге болады

$$U_с = El_с,$$

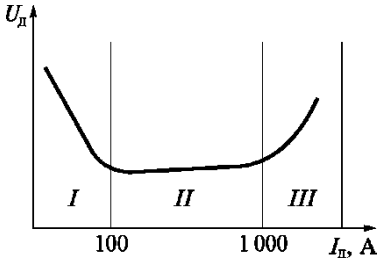
мұндағы E – баған ұзындығындағы кернеу (шамамен 2...3 В/мм); l_c – бағанның ұзындығы. $П_к$, U_a, Е мәндері электрод материалына ғана байланысты болады және доғалық аралық құрамына байланысты және олардың өзгермей қалуында әртүрлі пісіру жағдайында тұрақты болып қалады. Катодты және анодты аяның кіші ұзақтығымен байланысты бағанның ұзындығын 1_c доғаның ұзындығына тең $_д$ есептеуге болады, онда

$$U_д = U_а + U_к + El_д$$

доғаның кернеуі тура оның ұзындығына байланысты екендігін білдіреді.

Сапалы пісірме қосылысын алудың үздіксіз шарты доғаның тұрақты жануы (оның тұрақтылығы) болып табылады, мұнда оның режимі түсіндіріледі де, мұнда доға берілген тоқ кернеуі мен күш мәндерінде ұзақ уақыт жанатын болса, үздіксіз және басқа разряд түрлеріне өтпей жанса. Пісіру доғасы тұрақты түрде жағанған кезде оның негізгі параметрлері (тоқ күші мен кернеу) белгілі бір өзара тәуелділікте болады, сол себепті доғалы разрядтың негізгі параметрлерінің бірі тұрақты доға ұзындығында тоқ күшіне байланысты оның кернеуінің тәуелділігі болады.

Тұрақты жұмыс кезінде (доға тұрақты жаған күйде) статикалық режимде бұл тәуелділіктің графикалық бейнесін доғаның *статикалық вольт-амперлік сипаттамасы*



3.2-сурет. Доғаның қисық статикалық вольт-амперлік сипаттамалары: I, II және III – түсетін, қатты және көтерілуші аясы тиісінше; $U_Д$ – доға кернеуі; $I_д$ – доға тоғы

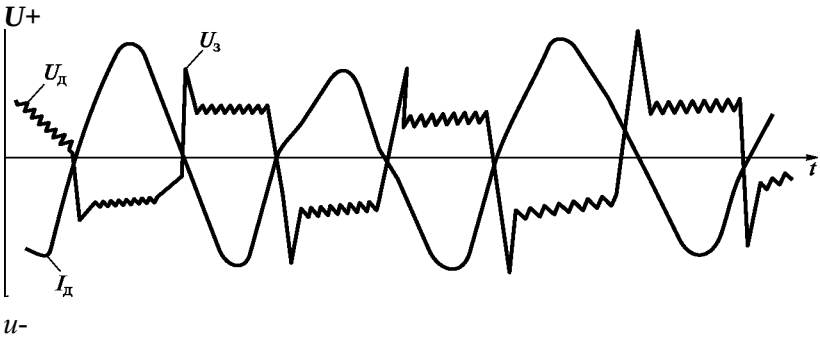
деп атайды (3.2-сурет). Доғаның ұзындығының артуымен оның кернеуі де артады, және графикалық қисық вольт амперлік сипаттамасы жоғары көтеріледі, доғаның ұзындығы өзгеріп – төмен түседі, бұл ретте өз пішінін жақсы сақтайды. Қисық статикалық сипаттаманы үш аяға бөлуге болвды: түсетін I, қатты II және көтерілуші III. I аяда I тоқтың ұлғаюы доға кернеуінің кенеттен түсіп кетуіне әкеледі. Бұл тоқ күшінің артуымен доға бағанының қима ауданының және электродтылығының күші артатындығымен түсіндіріледі. Бұл аядағы режимдерде доғаның жануы аз тұрақтылығымен ерекшеленеді. II аяда тоқ күшінің артуы доға кернеуінің өзгеруімен байланысты емес. Бұл доға бағанының қима ауданы мен актив дақтар тоқ күшіне пропорционалды түрде өзгеретіндігімен түсіндіріледі, бұл тоқ тығыздығының және доғада кернеудің түсіп кетуі тұрақты сақталуына байланысты. Қатты статикалық сипаттамасы бар доғамен пісіру пісіру технологиясында, әсіресе қолмен пісіруде кең қолданысын тапты. III аяда тоқ күшінің артуымен кернеу де артады. Бұл катод дағының электрод диаметріне тең және әрі қарай ұлғамайтындығымен байланысты, бұл ретте доғада тоқ тығыздығы мен кернеу артады. Доға ұлғаятын статикалық сипаттамасын автоматты және механикаландырылған флюспен пісіруде және қорғаныс газдарында жұқа пісіру сымын қолданумен кеңінен қолданылады.

Пісіру доғасының ерекше түрі қысылған доға болып табылады, газдың үрлеуші ағынымен (аргон, азот және басқалары) шілтердің шүмегінің көмегімен қысылған бағаны. Плазма – бұл оң және теріс зарядталған бөлшектерден тұратын доғалы бағанның иондандырылған газы. Плазма шілтердің шүмегі каналында генерацияланады, ол плазма түзуші газдың ауа салқындатушы қабырғалармен және суық ағынмен қысылып, тұрақталады. Доғаның сыртқы бетін қысу мен салқындату оның концентрациясын тудырады, бұл плазма бөлшектерінің арасында тебілу сандарының кенеттен артуына әкеледі, бұл иондану

дәрежесін арттырып, доға бағанының температурасын бірден арттыруға (10000...30000 К) және плазма ағынының кинетикалық энергиясын арттыруға әкеледі. Нәтижесінде иондандырылған плазма жоғары концентратты жылу көзін тудырады. Бұл оны пісіруде, балқытып алуда және тозаңдатуда, термиялық қиюда жақсы қолдануға мүмкіндік береді.

3.2. Айнымалы тоқтағы доғаның ерекшеліктері

Тұрақты тоқта пісірген кезде белгіленген режимде барлық процестер доғада белгілі бір жылдамдықпен өтеді де, доғаның жануы жоғары тұрақтылығымен ерекшеленеді. Доғаны айнымалы тоқпен қорек бергенде электрод пен бұйымның полярлығы, сондай-ақ доғалы разрядтың болу шарттары өзгеріп отырады. Осылай, айнымалы тоқтың доғасы өнеркәсіптілік жиілігі 50 Гц өшеді де, секундына 100 рет қайта қозады, немесе әр кезеңге екі реттен. Ең алдымен, мұндай доғаның тұрақтылығы доғаның қайта қозыдырылуы әрбір жартылай аралықта жеңіл өтуіне байланысты болады. Бұл доға аралығы мен электродтарда әрбір өшіп, доғаның қайта жанған кезінде физикалық және электр процестердің барысымен анықталады. Тоқтың азаюы доға бағанындағы температураның азаюымен және доға аралығындағы иондану дәрежесінің азаюымен түсіндіріледі. Тоқ ноль арқылы өткенде және полярлылық әрбір жарты аралықтың басында және соңында өткенде доға сөнеді. Осы уақытта анод пен катодтағы актив дақтардың температурасы да түсіп кетеді. Температураның ноль арқылы тоқ өткенде фазалармен түсуі біраз кешігеді, ол процестің жылу инерциясымен байланысты. Әсіресе, пісірме ваннаның бетінде орналасқан актив дақтың температурасы қарқынды түрде түседі, ол жылудың қарқынды түрде бөлшектің салмағына түсуіне байланысты. Доғаның келесі өшуінде доға аралығындағы кернеу полярлығы өзгереді (3.3-сурет). Доға



3.3-сурет. Айнымалы тоқта доғаның жануы кезінде кернеу полярлығының өзгеруі: $U_д$ – доға кернеуі; $1_д$ – доға тоғы; t – уақыт; $U_з$ – тұтану шегі

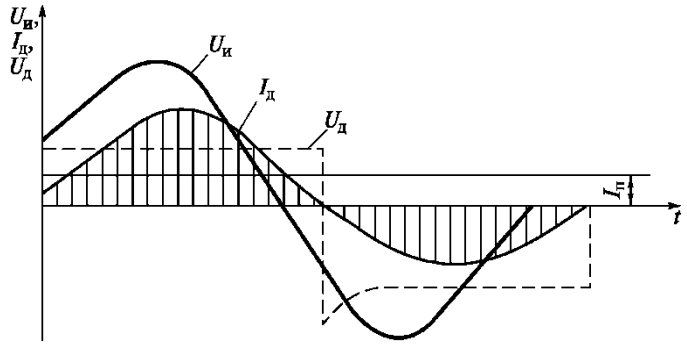
уақытта доға аралығындағы зарядталған бөлшектердің қозғалу бағыты да өзгереді. Доға аралығындағы иондану дәрежесі мен актив дақтардың төмендеген температура жағдайында доғаның қайта жануы әрбір жарты аралықта электродтар арасындағы жоғары кернеуде ғана болады, ол тұтану шегі немесе доғаның қайта жану кернеуі деп аталады. Тұтану шегі доға кернеуінен әрдайым жоғары, ол жанудың тұрақты режиміне сәйкес келеді. Ашық доғамен пісіру үшін қайта жағу кернеуі $U_з$ мен доға кернеуі U келесі өрнекте болады*:*

$$U_З = (1{,}3 \ldots 2{,}5)\ U_д.$$

Бұл ретте қайта дану кернеуі катодты дақ негізгі металда болған жағдайларда бірнеше жоғары болады. Қайта жану кернеуінің шамасы айнымалы тоқ доғасының жану тұрақтылығына біршама әсер етеді. Аралық доғаның деиондануы мен салқындауы доғаның ұзындығының артуымен жоғарылайды, бұл қосымша тұтандыру шегінің артуына әкеледі және де доғаның тұрақтылығын азайтады. Сол себепті осындай жағдайларға тең кезде айнымалы тоқ доғасының сөнуі мен үзіліп кетуі тұрақты тоққа қарағанда оның ұзындығының қысқа болуына байланысты болады. Доға аралығында жеңіл ионданатын элементтердің буы болғанда жану шегі азаяды да айнымалы тоқ доғасының жану тұрақтылығы да артады.

Тоқ күшінің артуымен доғаның жануының физикалық жағдайлары жақсарады, бұл жану шегін түсіріп, доға разрядының тұрақтылығының артуына әкеледі, осылайша, жану шегінің мәні айнымалы тоқ доғасы үшін маңызды сипаттама болып табылып, оның тұрақтылығына біршама әсер етеді. Доғаның қайта қозуына жағдай қаншалықты нашар болса, жану шегі мен доға кернеуінің арасындағы алшақтық та соншалықты болады. Жану шегі қаншалықты жоғары болса, доғаның тоқ көзінің қорегімен қоректенуінің бос жүріс кернеуі де соншалықты болуы керек.

Балқымайтын электродпен айнымалы тоқта пісірген кезде, электрод материалы мен бұйым өздерінің жылу физикалық қасиеттері бойынша бірден ерекшеленеді де, доғаның түзетуші әрекеті пайда болады. Бұл айнымалы тоқ тізбегіндегі айнымалы тоқ құрамының, белгілі бір бағытта қисық кернеуді жылжытатын және абсцисс осінен тоқтың жылжып кетуімен байланысты (3.4-сурет). Пісіру тізбегінде тұрақты тоқ құрамының пісіру қосылыстарының және процестің өту шарттарына теріс әсері болады: балқытып алу тереңдігі азаяды, доға кернеуі артады, электрод температурасы да біраз артып, оның жұмсалуы артады. Сол себепті тұрақты тоқ құрамының әсерін басу үшін арнайы шаралар қолдану керек болады.



3.4-сурет. Айнымалы тоқта доға жанған кезде тұрақты тоқ құраушылар:
$U_и$ – доғаның қорек көзінің кернеуі; U – доға кернеуі; $1_д$ – доға тоғы; $1_п$ – доғаның тұрақты тоқ құраушысы; t – уақыт

Балқитын электродтарымен пісіру кезінде негізгі металға құрамы жағынан жақын, доғаның тұрақты жануын қамтамасыз ететін режимдерде доғаның түзетуші әрекеті аз және қисық тоқ пен кернеу абсцисс осіне қарай симметриялы орналасады.

3.3. Пісіру доғасының технологиялық қасиеттері

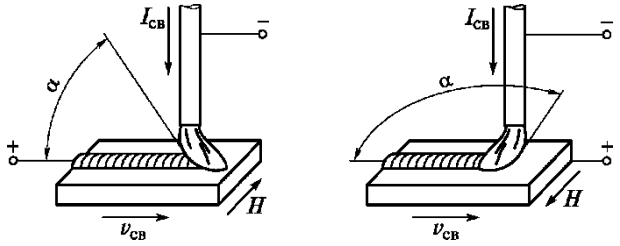
Пісіру доғасының технологиялық қасиеттері деп электродтың балқу қарқындылығын, оны ауысу сипатын, негізгі металдың балқытып алуын, жіктің қалыптасуы мен сапасын анықтайтын электродқа жылу, механикалық және физика-химиялық әсерлерді түсінеді. Доғаның технологиялық қасиеттеріне сонымен бірге кеңістіктік тұрақтылық пен эластикалы болуы да жатады. Доғаның технологиялық қасиеттері өзара байланысты және пісіру режимінің параметрлерімен айқындалады.

Доғаның маңызды технологиялық сипаттамалары *доғаның тұтану* және *жану* тұрақтылығы болып табылады. Доғаның тұтану және жану шарттары тоқ түріне, электродтардың полярлығы, химиялық құрамы, электрод арасындағы аралық пен оның ұзындығы байланысты доғаның тұтану процесін сенімді қамтамасыз ету үшін электродтарға доғаның қорек көздерін келтіру жеткілікті және жұмыс істеушіге қауіпсіз кернеу болу үшін бос жүрісте алу. Пісіру тоғының көздері үшін бос жүріс кернеуі айнымалы тоқта пісіру кезінде 80 В, тұрақты тоқта 90 В аспайды. Доға электродтардың тию кезінде туындайтын электродтардың қызуынан тұтанады. Электродты бұйымнан алған сәтте қыздырылған катодтан алғанда электронды эмиссия болады.

Электронды тоқ электродтар арасындағы металл газдары мен буын иондайды және осы сәттен бастап доғада электронды және ионды тоқ пайда болады. Доға разрядын белгілеу уақыты 10^{-5}...10^{-4} құрайды. Егер де доғаға келетін энергия ағыны оның шығынының орнын басатын болса, доғаның үздіксіз жануын ұстап тұру жүзеге асады. Осылайша, доғаның тұтануы мен тұрақты жануы үшін басты шарт электр тоғының арнайы қорек көзінің болуы. Екінші шарты доға аралығында иондануның болуы болып табылады. Иондану дәрежесі электродтың химиялық құрамы мен доға аралығындағы газ аясына байланысты болады. Доға аралығында жеңіл ионданатын элементтер жоғары болған кезде. Жанатын доға белгілі бір ұзындыққа дейін созылып, содан кейін ол өшеді. Доғалы аралықта иондану дәрежесі қаншалықты жоғары болса, доға да соншалықты жоғары болады. Үздіксіз жанатын доғаның максималды ұзындығы оның маңызды технологиялық қасиеті тұрақтылықты сипаттайды. Доғаның тұрақтылығы бірқатар факторларға байланысты болады: катодтың температурасы, оның эмиссиялық қабілеті, иондану аясының дәрежесі, доғаның ұзындығы және басқалары.

Доғаның технологиялық сипаттамаларына сонымен бірге *кеңістіктік тұрақтылық* пен *эластикалы* болу жатады, ол деген доғаның электродтар режиміне қарамастан жану тұрақтылығы сақтау мен сыртқы факторлардың әсерімен өшпей ауысу мүмкіндіктері. Мұндай факторлар магнитті өріс пен ферромагнитті массалар (темір, болат) болуы мүмкін, олармен доға өзара әрекет етеді. Бұл ретте өзара әрекет кеңістікте табиғи күйінен доғаның ауытқуын бақылайды.

Тұрақты тоқпен пісіру кезінде негізінен бақыланатын магнитті өрістің әсерімен доға бағанының ауытқуын магнитті үрлем деп атайды (3.5-сурет). Магнитті үрлемнің пайда болуын тоқ бағытының өзгеру орындарында



3.5-сурет. Пісіру кезінде магнитті өрістің әсерімен доға бағанының ауытқуы:
H – магнитті өрістің бағыты; $и_{св}$ – пісіру жылдамдығы; $1_{св}$ – пісіру тоғы;
α – доға бағанының ауытқу бұрышы

магнитті өріс кернеуінің артуымен түсіндіреді. Доға электродтар арасындағы өзіндік газ қойылымы болып табылады, және кез келген өткізгіш сияқты магнитті өріспен өзара байланысты. Бұл ретте пісірме доғаның бағанын икемді өткізгіш ретінде қарастыру керек, ол магнитті өрістің әсерімен кез келген өткізгіш сияқты орын ауыстырып, пішінін өзгертіп, ұзартылуы мүмкін. Бұл доғаның үлкен қарама-қарсы жаққа ауытқуына әкеледі. Айнымалы тоқпен пісіру кезінде полярлылық ток жиілігімен өзгеріп отыратындықтан бұл құбылыс біршама жай көрінеді.

Доғаның ауытқуы да ферромагнитті массалардың жанында пісіру кезінде орын алады, бұл магнитті күш сызықтарының ферромагнитті массалар арқылы өтетіндігімен түсіндіріледі, олар магнитті ауаға қарағанда жақсы өткізгіш қасиетке ие. Доға бұл жағдайда осындай массалар жағына ауытқиды.

Магнитті үрлемнің пайда болуы шалапісірім жасайды да, жіктің қалыптасуын нашарлатады. Оны бұйымға келетін тоқ орнын өзгерту есебінен немесе электродтың еңіс бұрышын, балластты ферромагнитті массаларды уақытша орнын ауыстыру арқылы жоюға болады, олар магнитті өрістердің симметриялы болмауын, пісіру қосылыстарында, тұрақты тоқты айнымалы тоққа ауыстыру арқылы жоюға болады.

Бақылау сұрақтары

1. Пісірме доғаның ерекшелігі мен құрылысын сипаттап беріңіз.
2. Доғаның түрлі аясында өтетін негізгі процестерді атаңыз.
3. Доғаның вольт-амперлік сипаттамасының мәні мен ерекшеліктері неде?
4. Доғаның айнымалы тоқтағы ерекшеліктері қандай?
5. Доғаның технологиялық қасиеттерін атаңыз.
6. Айнымалы тоқта пісіру кезінде доғаның тұтану тұрақтылығы мен тұтану шегі қалай байланысты?
7. Айнымалы тоқта пісіру кезінде доғаның тұтану шегін қалай азайтуға болады?
8. Доғаның түзетуші әсері неде?

4 - т а р а у .

ДОҒАЛЫ ПІСІРУ КЕЗІНДЕГІ ЖЫЛУ ПРОЦЕСТЕРІ

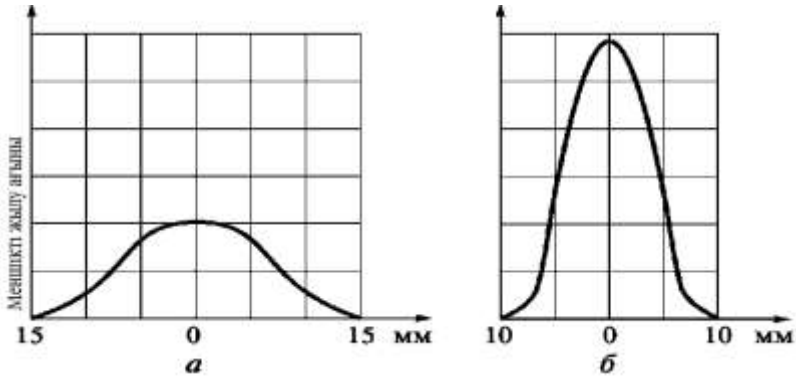
4.1. Пісіру доғасы қыздыру көзі ретінде

Пісіру доғасы қуатты шоғырландырылған жылу көзі болып саналады. Доға тұтынатын электр энергиясы көбінесе жылу энергиясына айналады. Жылу энергиясының бөлініп шығуы анодты және катодты актив дақтарда және доға аралығында болады. Бөлшекті қыздырған кезде доға ағыны актив дақтың орталық аймағында ең қарқынды мәніне жетеді (4.1-сурет). Ортасынан дақты алуына қарай жылу ағыны да кемиді. Доға аралығының бойынша жылуды тарату оның аясында кернеудің азаюына сәйкес өтеді.

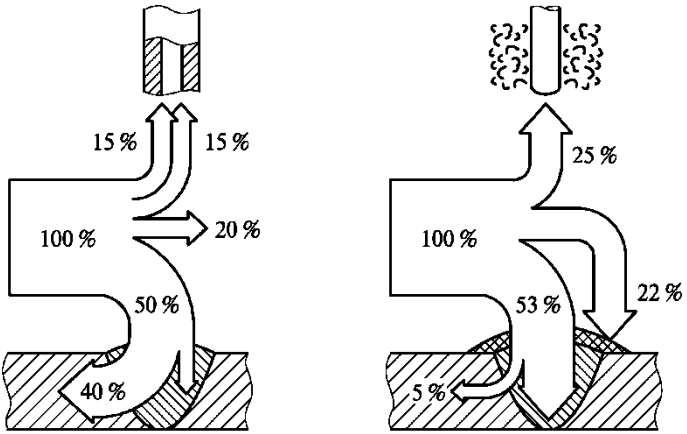
Доғаның толық жылу қуаты Q, Дж/с, пісіру тоғының күші $I_{св}$, А, мен доға кернеуіне $u_д$, В байланысты болады:

$$Q = I_{св}U_д,.$$

Алайда, доғаның бүкіл жылуы металды балқытуға жұмсалмайды, яғни өзінің пісірілуіне. Оның көптеген бөлігі қоршаған ортаға жылудың берілуіне, электродты қабатты немесе флюсті балқытуға, шашыратуға және т.б. кетеді. Жылу қуатының толық таралу сипатын шығынның жеке баптары бойынша доға теңгерімі деп атайды. 4.2-суретте



4.1-сурет. Пісіру кезінде қыздыру дағындағы доғаның жылу ағыны: *а* – электрод қабатымен; *б* – флюспен



а *б*

4.2-сурет. Пісіру кезіндегі жылу теңгерімі: *а* – электрод қабатымен; *б* – флюспен

электродпен қапталған қолмен пісіру кезінде және флюспен пісіру кезіндегі доғаның жылу теңгерімінің схемалары көрсетілген.

Негізгі және қосым металдың қызуына және балқуына жұмсалатын доғаның жылу қуатының бір бөлігін доғаның *тиімді жылу қуаты* q, Дж/с деп атайды. Ол доғаның толық жылу қуатынан Q әрқашан кіші.

Пісіру доғасының тиімді жылу қуаты бірлік уақыты ішінде пісірілетін бөлшекке доғамен енгізілген жылу көлемін білдіреді, және мына формула бойынша есептейді

$$q = I_{св} U_{д} \eta,$$

мұндағы η – доғаның пайдалы әсер коэффициенті, ол тиімді жылу қуатының доғаның толық жылу қуатынан қатынасын білдіреді.

Тиімді жылу қуаты пісіру тәсіліне, электродтың материалына, жабын құрамына немесе флюс пен басқа да факторларға байланысты болады.

Әртүрлі пісіру тәсілдері үшін белгілі η мәндер болады:

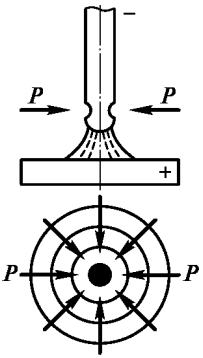
Пісіру тәсілі	***Мәні*** η
Вольфрам электродтармен қорғаныс газында.....	0,6
Қапталған электродтармен.....	0,75
Флюспен.....	0,8... 0,9

Доғаның жылуы флюспен автоматты пісіру кезінде аса ұтымды қолданылады.

4.2. Электрод металын балқыту және оны пісіру кезінде доғаға ауыстыру

Электродты қыздыру және балқыту оның қапталында орналасқан актив дақта бөлінетін энергияның есебінен және Ленц-Джоуль заңы бойынша бөлініп шығатын жылу есебінен жүзеге асады, пісіру тоғы электродтың шығымы бойынша өтеді. Шығымы деп электродтың тоқ берілетін түйісу орнынан оның шетіне дейінгі бос учаскені айтады. Процестің басында қолмен доғалы пісіру кезінде электродтың шығымы 400 мм құрайлы және электродтың балқу шамасына қарай өзгереді, автоматты пісіру кезінде ол 12...60 мм тең. Пісіру кезінде сұйық металға айнала отырып электродтың шетінене пісіру ваннасына түрлі өлшемдегі тамшы түрінде өтеді. 1 с ішінде 1-2 тамшыдан бастап 120 артық тамшыға дейін өтуі мүмкін, ол өлшемдеріне байланысты болады. Пісіру күйіне қарамастан сұйық металл тамшылары электродтың пісіру ваннасына қарай бағытпен осьті бойлай ауысады. Бұл тамшыға доғадағы түрлі күштің әсерімен түсіндіріледі. Ең алдымен, оларға гравитациялық күш (ауырлық күші) жатады, үстінен ауырлық күші, пісіру тоғының электродымен өткенде пайда болатын электр магнитті күш, газ тамшыларының ішінде пайда болатын қысым, ол электродтан алынып, біршама ұсақ тамшыларға ұсақталады.

Гравитациялық күш тамшының тігінен жоғарыдан төменге жылжуынан туындайды. *Үстіңгі тарту күші* тамшыға сфералы пішінді қамтамасыз етеді. *Электр магнитті күш* тамшының кез келген кеңістік жағдайында жіктерді пісіру кезінде тамшылардың пісіру ваннасына бағытталуында маңызды роль атқарады. Электр тоғы электродпен өткенде оның бойында магнитті өріс тудырады, ол қысушы әсер береді. Электродтың балқыған бөлігін қысу қатты металға өтетін орында қылтаның түзілуіне әкеледі (4.3-сурет). Қиманың кішіреюі мен тоқ тығыздығының артуына қарай сұйық металл сфералық тамшы түрінде қалыптасып, бөлінеді. Бұл ретте тамшы электр магнитті күшінің әсерінен пісірім ваннасына жылжу бағытын алады. *Газдардың ішкі қысым күші* де тамшының жылжуына қатысады. Электродта балқыған металл өте қатты қызған. Мұнда түзілетін газдар оның электрод шетінен үзіліп, ұсақ тамшыларға айналуына ықпал етеді.



4.3-сурет. Қысатын күштердің *P* электродтың сұйық металына әсер ету схемасы

Доғалы пісіру кезінде балқытатын электродпен электрод металының ауысу түрінің келесілерін ажыратады: ірі тамшылы, ұсақ тамшылы немесе доғаның қысқа тұйықталуының ағынды ауысуы.

Электродтан тамшылардың пісірім ваннасына ауысу сипаты пісіру тоғының күші мен доғаның кернеуіне байланысты болады. Тоқ күшінің ұлғаюымен тамшы өлшемі азаятындығы, ал уақыт бірлігінде түзілетін тамшылардың саны артатындығы белгіленді. Доғаның кернеуінің артуымен, керісінше тамшы өлшемі ұлғаяды да, ал олардың саны азаяды. Осылайша, аз тоқта (тығыздықта) жалаңаш сымның басымен пісіру кезінде сұйық металл пісірім ваннасына ірі тамшылармен қысқа уақытта доға аралығының тұйығуымен түседі, ал қабаты бар электродтармен пісіру және флюспен пісіру кезінде тоқтың қарапайым тығыздығында – ұсақ тамшылар түрінде доға аралығының тұйықталуынсыз. Қорғаныс газдарында және флюспен пісіру кезінде жұқа сыммен тоқтың жоғары тығыздығында ұсақ тамшылы (ағынды) металл өтуі байқалады. Бұл жағдайда өте ұсақ тамшылар сұйық металдың тұтас конусты ағынын түзеді, ол қысқа тұйықталусыз жікке өтеді, бұл металдың шашырауын азайтып, жіктің қалыптасуын жақсартады.

4.3. Доғалы пісіру процесінің өнімділігі

Доғалы пісіру процесінің өнімділігі бір уақыт бірлігінде балқытылған негізгі металдың саны $G_{пр}$ (балқыту өндірілімі) мен балқытылған металдың саны $G_н$ (балқытып алу өндірілімі) бойынша бағаланады, ол пісіруге дейінгі массамен салыстырғанда пісіруден кейін конструкция салмағының артықтылығымен анықталады.

Балқымайтын электродпен пісіру кезінде жапсарларды қосу немесе қосым сымынсыз көмкеруді балқытып алу өндірілімімен қамтамасыз ету маңызды, ал балқитын электродпен пісіру кезінде – балқытып алу мен балқыту өндірілімі. Балқитын электродпен пісіру кезінде өнімділікті электродты балқыған металдың санымен бағалайды, ол мына формула бойынша анықталады

$$G_н = \alpha_н I_{св},$$

мұндағы $\alpha_н$ – балқытып алу коэффициенті, г/(А·сағ); $I_{св}$ – пісіру тоғының күші, А.

Пісіру кезінде балқытыған металл мөлшері мына формула бойынша анықталады

$$G_н = \alpha_н I_{св} t_о,$$

мұндағы t_0 – негізгі пісіру уақыты (доғаның таза жану уақыты),

сағ.

$\alpha_н$ неғұрлым көп болса, соғұрлым пісіру өнімділігі жоғары болады.

Балқытып алу коэффициенті $\alpha_н$ доғаның жану бірлігінің уақыты ішінде балқытылған металл массасының пісіру тоғының күш бірлігіне қатынасымен өрнектеледі. Әдетте, оны 1 сағат ішінде балқытылып алынған электродты металл санымен көрсетеді, 1 А пісіру тоғына келеді. Электрод қабаттарымен пісіру кезінде балқытып алу коэффициенті 6...12 г/(А-сағ), флюспен – 10...16 г/(А-сағ), көмірқышқыл газында – 12...20 г/(А-сағ), электрқожбен пісіру кезінде – 18...22 г/(А-сағ) құрайды.

Балқыту өнімділігі $G_н$ электродты сымның балқытып алу өндірілімімен $G_р$ байланысты:

$$G_р = \alpha_р I_{св} t_о,$$

мұндағы $\alpha_р$ – электродты сымның балқытып алу коэффициенті, г/(А·сағ.).

$\alpha_р$ балқыту коэффициенті бір уақыт бірлігі ішінде доғаның жануына балқыған электрод массасының, пісіру тоғының күшінің бірлігіне өрнектеледі. Әдетте, оны пісіру тоғының 1А келетін 1 сағат ішінде грамда электродтың балқыған металл санымен беріледі. Электродты металдың балқу жылдамдығы көбінесе пісіру процесінің өндірілімі мен тиімділігіне қарай анықталады, ал балқытып алу коэффициенті пісірудің бірқатар факторларына байланысты болады: ток түрі мен күші, доға кернеуі, электрод немесе флюс қабатының құрамы мен қалыңдығы. Қорғаныс газдарының аясында балқитын электродпен балқитын пісіру кезіндегі балқыту коффициенті газ құрамы мен тоқ полярлығының өзгеруімен біраз өзгереді. Пісіру тоғы көтерілгенде, негізінен, балқыту коэффициенті өседі. Әсіресе, бұл механикаландырылған және автоматтандырылған пісіру кезінде қолданылатын үлкен тоқ тығыздығында белгілі. Көптеген жағдайларда пісіру кезінде $\alpha_н$ коэффициенті $\alpha_р$ коэффициентінен кем, жану және шашырау нәтижесінде пайда болатын электродты металл шамасына кем. Бұл жікті түзуге қатпайтын металл бөлігі шығын коэффициентімен *a*, % сипатталады:

$$a = \frac{G_р - G_н}{G_р} 100,$$

немесе

$$a = \frac{\alpha_р - \alpha_н}{\alpha_р} 100.$$

шығын коэффициенті *a* пісіру тәсіліне, электрод түріне және режим параметрлеріне байланысты болады. Шығында көбінесе пісіру кезіндегі электродты металдың тамшыға ауысу сипаты әсер

етеді. Осылай, пісіру кезінде қабатты электродтармен пісіргенде ол 5...10%, флюспен – 1...5%, қорғаныс газдарында – 1...5% құрайды, электродты қабатта немесе ұнтақ тәрізді сымның құрамында металл құрамдас бөлшектердің мәні көбірек болған жағдайда балқыту коффициенті $\alpha_н$ оң шамасында $\alpha_н$ иеленуі мүмкін, $\alpha_р$ үлкен.

$\alpha_р$ және $\alpha_н$ шамаларын электродтардың жұмсалуын және пісіру уақытын нормаға келтіру үшін қолданады.

Бақылау сұрақтары

1. Доғаның жылу сипаттамаларын атаңыз.
2. Электродты балқытып алу мен металды доғаға ауыстыру қалай болады?
3. Тамшылы ауысудың негізгі түрлерін атаңыз.
4. Доғалы пісірудің өнімділігін қалай анықтауға болады?
5. Доғалы пісіру процесінің өнімділігін сипаттайтын параметрлерді атаңыз.
6. Электродтармен қапталған қолмен доғалы пісіру кезінде процестің өнімділігін қалай арттыруға болады?
7. Тұрақты тоқта пісіру кезінде балқыту тереңдігі кері полярлыққа қарағанда неліктен үлкен?

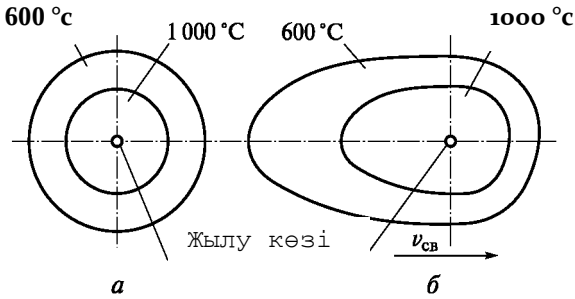
5-тарау.
ПІСІРІЛЕТІН МЕТАЛДЫ ҚЫЗДЫРУ

5.1. Пісіру кезінде металды қыздыру туралы жалпы мәлімет

Электр доғамен пісіру кезінде пісіру қосылыстарында металды қыздыру доғаның тиімді жылулық қуаттылығы мен беткі қабатына және бөлшек көлеміне жылудың таралуы арқылы анықталады. Пісіру доғасының ең қарқынды жылулық ағыны белсенді дақтың орталық аумағында болады, онда электрондық және иондық бомбалау нәтижесінде металдың жоғарғы қабатында үздіксіз жылу бөліну орын алады. Белсенді дақ аумағымен жанасқан тұстарда металл негізінен сәулелену және доғаның ыстық газдарынан конвективті ауысуымен қыздырылады. Дақтар орталығынан алыстаған сайын жылулық ағын қарқындылығы бәсеңдей түседі. Келтірілген деректерге сәйкес, қосындылап пісіру барысындағы доғаның жылулық ағыны қолмен доғалық пісіру кезіне қарағанда жинақталған түрде болады. Пісіру кезіндегі жылу таратылудың заңдылықтарын білу пісірудің барлық түрлері кезіндегі металл қыздырылуымен байланысты процестерді зерделеу үшін маңыздылығы зор.

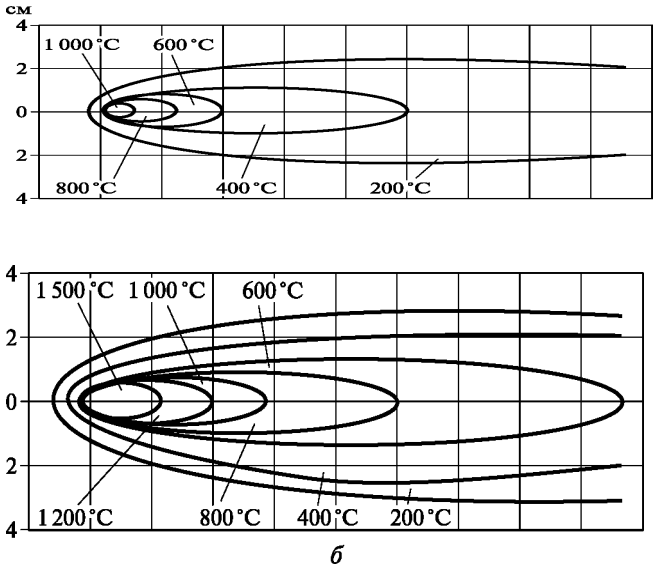
Жылудың таратылуы металда негізінен жылу өткізгіштігіне байланысты орын алады. Пісіру басында металға жылудың келіп түсуі қыздыру орнына қарағанда жылу өткізгіштігі жоғары болады. Онымен қоса, доғадан белгілі бір арақашықтықта орналасқан нүктелердегі металл температурасы үздіксіз жоғарылап отырады. Пісірмелеумен байланыстырылған жағдайдағы металдың күйі *орнықтырылмаған* жылулық режим ретінде қарастырылады. Біраз уақыт өткеннен кейін қыздыру көзінен келіп түсетін жылу көлемі мен бұйымға берілетін жылу арасында тепе-теңдік орнайды. Онымен қоса, доғадан белгілі бір арақашықтықта орналасқан нүктелердегі метал температурасы өзгеріссіз қалады. Металдың жылулық күйі белгілі бір тұрақтылыққа жетіп және *орнатылған* жылулық күйі деп сипатталады.

Пісіру қосылыстарында металдың жылулық күйі әдетте изотерм жүйесі – бірдей температурадағы нүктелерді қосатын сызықтар арқылы белгіленеді. Пісірудің белгілі бір жағдайы үшін бұндай изотермдер тобы қыздырылатын металдағы температуралық өріс ретінде қарастырылады. Өз кезегінде, қыздырылатын металға қатысты жылу көздері жылжымайтын және белгілі бір жылдамдықта таралатын жылжымалы деп бөлінеді. Пісіру жағдайлары үшін олардың сипаты жылжымалы қыздыру көздерін қолдану болып табылады.



5.1-сурет. Жылу көздерімен қыздыру кезіндегі изотерм сипаттамасы:
а – жылжымайтын; *б* – жылжымалы; $\upsilon_{св}$ – пісіру жылдамдығы

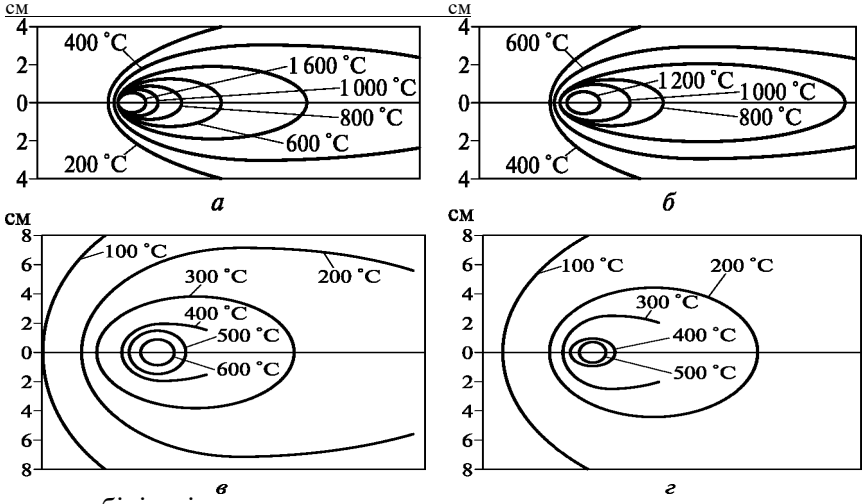
Жылжымалы жылу көзі ретінде тік сызықты және біртегіс, яғни тұрақты жылдамдықта таралатын белгілі бір жылу қуаттылығы аталады. Жылжымайтын жылу көзі болған жағдайда (5.1-сурет, *а)* металдағы жылу өрісі жалпы орталықты шоғырланған изотерма жүйесі сипатталады. Жылжымалы жылу көзі болған жағдайда (5.1-сурет, *б*) изотермалар созылыңқы түрге еніп және оның қозғалыс бағытында тарала бастайды.



5.2-сурет. Доғаның түрлі қуаттылығындағы изотерм сипаттамасы: *а* — 300 А пісіру тоғы; *б* — 400 А пісіру тоғы

Металдағы жылудың таралуы бірқатар факторларға байланысты болады: доғаның жылулық қуаттылығының тиімділігі, оның таралу сипаты, пісірілетін бұйымның өлшемі және пішіні, материалдың жылу физикалық қасиеттеріне байланысты. Бұл факторлардың өзгеруі белгілі бір деңгейде бұйымның қызуына әсер етеді, пішінінің өзгеруі бойынша температуралық өріс изотермасын бағалауға болады. Сонымен, металл аумағында доға қуаттылығының артуы белгілі бір температураға дейін қыздыру арқылы ұлғая түседі (5.2-сурет). Доғаның жылжу жылдамдығының артуы бұндай аумақтар көлемінің кішіреюіне әкеледі, ал сәйкес изотермалар жік осіне перпендикуляр бағытта қысылып, доға алдына шоғырланады.

Металдың негізгі жылу физикалық қасиеттерінің температураның таралу сипатына жылу өткізгіштігі күшті әсер етеді. 5.3-суретте пісірудің бірдей режимінде құрастырылған түрлі жылу физикалық қасиетке ие металл табақшалардағы температуралық өрістер келтірілген. Белгіленген температурадан жоғары мөлшерде қыздырылған хромникельді болаттар аумағы төменгі көміртектілерге қарағанда үлкен өлшемдерге ие болады, бұл хромникельді болаттардың аз жылу өткізгіштіктерімен сипатталады. Аллюминий және мыстың жоғары жылу өткізгіштігімен байланысты болаттармен салыстырғанда бірдей температураға дейін қыздырылған аумақтар алаңының біршама азаюы орын алады, ал изотермалардың өздері пішін айналасына тарала қысқарады және қыздыру көздерінің алдында орналасқан



аумаққа бірігеді.

5.3-сурет. Түрлі металдар пісіру кезіндегі изотермалар сипаты: *а* – төмен көміртекті бола; *б* – аустенитті болат; *в* – алюминий; *г* – мыс

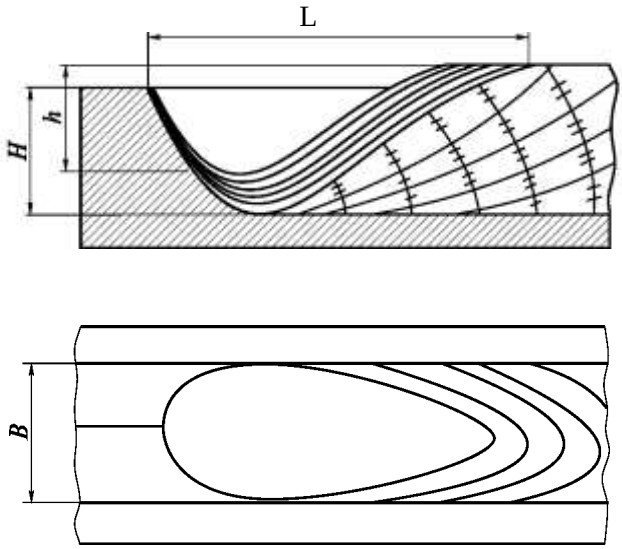
Қазіргі таңда пісірілетін металдың қасиеті және оны пісіру жағдайына байланысты пісіру байланыстарының жылулық өрістері нүктелеріндегі температураны есептеу арқылы анықтауға мүмкіндік беретін бұйымдардың пішіні мен өлшемдеріне қарай пісіру барысында металдарды қыздыру процесінің әдістемелері және есептік схемалары дайындалған.

5.2. Пісіру ванналарының қалыптасуы

Пісіру ванналарының қалыптасуы ерітіп пісіру барысында қосылыстарды алудың маңызды сатысы болып табылады. Пісіру ванналарының өлшемдері және пішіндеріне қарай пісірілетін жіктердің өлшемдері және пішіндері де байланысты болады. Соңғысы көбінесе алынған қосылыстардың пайдалану сипаттамаларын анықтайды.

Пісіру ванналарының өлшемдері және пішіндерін металды қорыту температурасына $T_{пл}$ сәйкес көлемді жылулық өрістің изотермикалық беткейінің шектерімен анықтайды. Алайда бұндай жайт идеалдандырылған болып саналады, себебі қорытылған металдың көлемдік қалыптасуы жылу өткізгіштігі есебінен металл тереңдігіне жылу таралуының тиімділігін ғана ескереді. Пісірудің бірегей жағдайында пісіру ваннасы ондағы әсер ететін күштер қатары, ең алдымен, сұйық металдық ауырлық күші, беткейлік тартылыс және қыздыру көздерінің қысымы әсерінен қалыптасады. Жергілікті қыздыруды және біріктіруші элементтер шетін ерітуді қамтамасыз ететін доға ерітілетін металға қысым береді, соның әсерінен ол ваннаның алдыңғы бөлігінен ығысады, яғни қыздырудың ең қарқынды аумағынан оның соңғы жақ бөлігіне ауысады. Бұл доғаасты сұйық қабатының қалыңдығының азаюына әкеледі және ваннаны тереңдетуге арналған жағдайлар жасайды. Нәтижесінде еріту аумағының кескіні өзгереді (5.4-сурет). Ерітілген металға жасалатын қысым оның ваннадағы h деңгейімен анықталады. Пісіру жағдайының өзгеруі, өз кезегінде, пісіру ванналарының қалыптасуында, оның геометриялық өлшемдерінің қатынастарында анық байқалады. Сонымен, тиімді жылулық қуаттылықты, доға қысымын арттыру еріту тереңдігін ұлғайтуға және енділігінің кішіреюіне әкеліп соғады, онымен қоса, ванна үлкейе түседі. Ваннаның геометриялық параметрлеріне әсер ететін маңызды факторлар орындалған жіктердің кеңістікте орналасуы болып табылады.

Тік жағдайда пісірме жасауды (5.5-сурет, *а)* үстінен астына қарай (түсірумен) және төменнен жоғары (көтере отырып) орындауға болады. Екі жағдайда да ауырлық күші төмен қарай түседі. Көтеру арқылы пісіру кезінде пісіру ваннасы беткейлік тартылыс күшімен ұсталып тұрады. Оған қоса, еріту тереңдігі бірден ұлғая түседі.



5.4-сурет. Пісіру ваннасының пішіндік параметрлері:
L — ұзындығы; *B* — ені; *h* — ерітілген металдың түрлі деңгейлігі; *H* — еріту тереңдігі

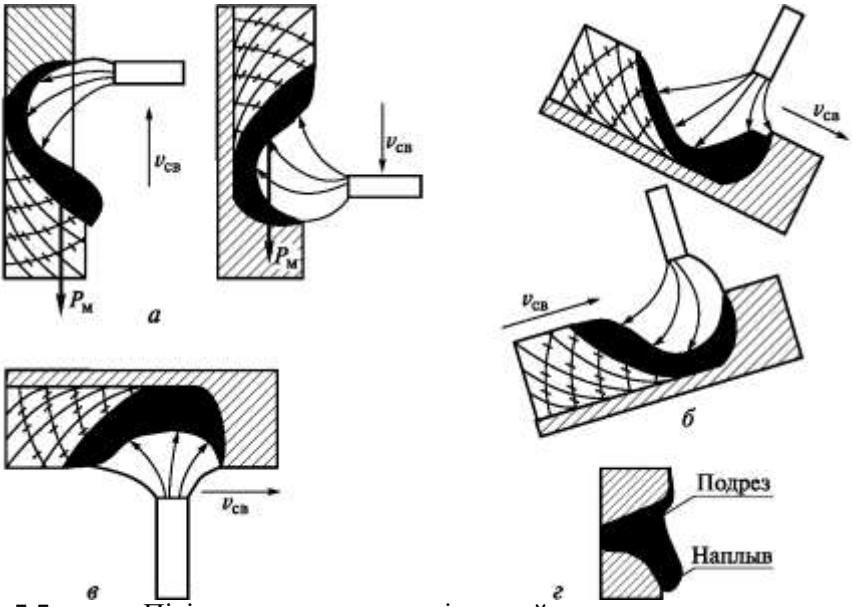
Ерітіндіні ұстап тұру үшін доғаның жылулық қуаттылығын және ваннаның өлшемін шектеуге тура келеді. Пісіру кезінде доға қысымы сұйық металды ұстап қалуға мүмкіндік беріп, ал пісіру тереңдігі азаяды.

Бұйымдарды көлбеу позициясымен көтеру арқылы пісіру кезінде (ваннаны төменнен жоғарыға жылжыту) пісіру тереңдігі ұлғаяды, төмен қарай пісіру барысында (ваннаны жоғарыдан төменге қарай жылжыту) пісіру тереңдігі азаяды (5.5-сурет, *б*). Бірінші жағдайда сұйық металл доғаасты сұйық металл қабатының қалыңдығын азайта отырып ваннаның артқы бөлігі арқылы ағып өтеді, екінші жағдайда, керісінше, ол ваннадың бастапқы бөлігіне құйылып және сұйықтық қабаты қалыңдай түседі.

Төбелік жағдайда пісіру кезінде (5.5-сурет, *в)* пісіру ваннаны беткейлік тартылыс күші және қыздыру көздерінің қысымы арқылы ұсталып тұрады. Төбелік жағдайда ваннаны ұстап тұру үшін сонымен қатар оның көлемін кішірейту шаралары да қажет.

Әсіресе пісіру ванналары қалыптасуының жағымсыз жағдайлары жіктерді *көлденең жағдайда* орындау барысында орын алады (5.5-сурет, *г*). Ерітілген металл төменгі жиекке ағып түседі. Бұл симметриялық емес жіктің шығыңқы тұсының пайда болуына, сонымен бірге тілінулерге әкеледі. Бұл жағдайда пісіру ванналарының көлемін қысқартуға қойылатын талаптар өте қатаң.

Пісірмелі біріктірулердің жұмысқа қабілеттіліктеріне әсер ететін және пісірме ванналарын қалыптастырумен байланысты маңызды фактор жік түбінің балқымасының қалыптасуы болып табылады.

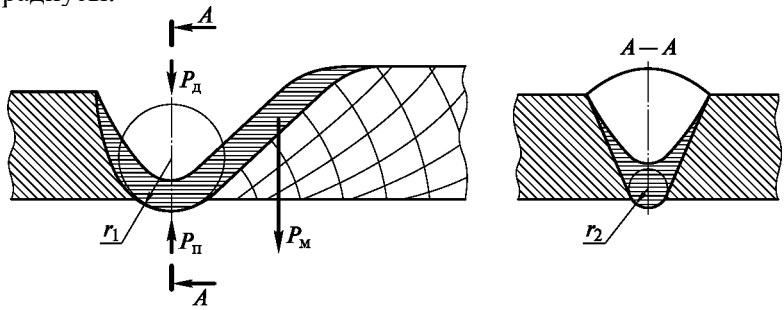


5.5-сурет. Пісіру ванналарын түрлі жағдайларда қалыптастыру: *а* — тік; *б* — еңкеюлі; *в* — төбелік; *г* — көлденең; $\upsilon_{св}$ — пісіру жылдамдығы; $P_м$ — сұйық металл қысымы

5.6-суретте ваннаға әсер ететін күштер көрсетілген. Ванна беткейлік $P_п$ тартылыс күшімен ұсталады, ол мына формуламен анықталады:

$$P_п = \sigma_ж(^1 / r_1 + ^{1b} / r_2),$$

мұндағы $\sigma_ж$ — балқытылған металдың (сұйық) беткейлік тартылысы; r_1 және r_2 — ерітінді беткейінің қисықтығының радиусы.



5.6-сурет. Пісіру жігінің ерітінді түбінің қалыптасу схемасы: $P_д$ — доға қысымы; $P_м$ — сұйық металл қысымы; $P_п$ — беткейлік тартылыс күші; r_1 және r_2 — көлденең және бойлық бағыттағы ванна қисықтығының радиусы

Беткейлік тартылыс күші доғамен ваннаға түсірілетін қысымды $Р_д$ және h деңгейі арқылы, ерітілген металл тығыздығымен ρ ($P_м = h\rho$) анықталатын қысымды $P_м$ теңестіреді.

Ваннадың теңестірілуін келесідей түрде жазуға болады:

$$Рд + Рм = \sigma_ж(^1/r_1 + (^1/r_2).$$

Бұл формуладан ваннаны ұстап тұру ерітінді қисығының көлденең r_1 және бойлық r_2 бағытта анықталатын радиуысын кішірейткенде жеңіл болатындығын көруге болады. Ваннаның енділігі мен тартылысын ұлғайтумен екі өзара перпендикуляр бағыттағы сұйық металдың беткейлік қисықтығының радиусы артады. Сыни шамадан радиустардың бірінің өлшемі артуы жағдайында балқытылған металдың металдық статикалық және доғаның қысымдық күші пісірме ваннаын ұстап тұратын беткейлік тартылыс күшінен артып түседі. Жік түбінде беткейлік қабат ажырауы орын алады, және сұйық металл ваннадан ағып күйдірме жасайды. Әсіресе бұл жұқа қалыңдықтағы металдарды пісіру кезінде орын алады, ол кезде пісіру ваннасының енділігі жағынан пісірілетін металл қалыңдығынан біршама асып кетеді. Күйдірулерді болдырмауды ескертудің ең кеңінен таралған шаралары және талап етілетін пішіндегі ерітінді қалыптасуын қамтамасыз ету – бұл пісіру режимдерін дұрыс таңдау және пісіру астарын қолдану.

5.3. Доғалық пісіру режимінің параметрлері және олардың пісіру ванналарының өлшемі мен пішініне әсері

Доғалық пісірудің негізгі параметрлеріне пісірудің тоқ күші $I_{св}$, доға кернеуі $U_д$, пісіру жылдамдығы $\upsilon_{св}$ жатады. Одан басқа пісіру жағдайы бірқатар факторларға байланысты болады: электрод диаметріне, тоқтың түрі және кереғарлығына, ваннаға қатысты электродтың орналасуы және т.б.

Пісіру тоқ күші доғаның жылулық қуаттылығын анықтайды. Электродтың тұрақты диаметрі жағдайында тоқ күшін арттырумен қыздыру дағындағы жылу энергиясының қосылыстары артады, доға бөренесіндегі газды орта температурасы артады, электродтардағы белсенді дақ жағдайы тұрақтандырылады. Доғаның тоқ күші артуымен пісіру ваннсаының ұзындығы, ені және еріту тереңдігі артады. Тоқ күшінің өзгеруі шегінде Р пісіру ваннасының еріту тереңдігі сызықтыққа жақын бағалануы мүмкін:

$$Н = kL_{сВ},$$

мұндағы k — тоқ түрі, кереғарлығы, электрод диаметрі, доғаның

қысылу деңгейіне байланысты коэффициент.

Доғаның кернеуінің артуымен жылулық қуаттылығы да арта түседі, сәйкесінше, ваннадың өлшемі де ұлғаяды. Ең қарқынды түрде ваннаның ені және ұзындығы кеңейеді. Тұрақты тоқ күші жағдайында доға кернеуін арттыру еріту тереңдігінде байқалады. Доға ұзындығын және оның кернеуін баяу азайту жолымен батырылған доғаны пісіру процесіне кірісуге болады.

Доғаның тұрақты жылулық қуаттылығында пісіру жылдамдығын өзгерту пісіру ваннасы мен жіктің өлшемдерінде анық байқалады. Жылдамдықтың артуымен еріту тереңдігі және ванна ені азайып, ал ұзындығы біршама ұзартылады.

Доғалық пісірудің маңызды параметрі болып қумабойлы энергия табылады $q_{\text{п}}$, ол доғаның жылулық қуаттылығының тиімділігін оның жылжу жылдамдығына (пісіру жылдамдығы) қатынасымен анықталады. Бұл параметр пісіру режимінің параметрлері арасындағы жалпыланған параметр болып табылады және ол мына формуламен беріледі:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} U_{\text{д}} \eta}{\upsilon_{\text{св}}},$$

мұндағы $I_{св}$ — пісіру тоғы; $U_{\text{д}}$ — доға кернеуі; η — доға КПД; $\upsilon_{\text{св}}$ — пісіру жылдамдығы.

Қумабойлы энергия пісірмелі біріктірулерге жылу бергіштікті сипаттайды және бір өтпелі жіктің бір бірлігінің ұзындығына берілетін жылулық энергия көлемін білдіреді. Бұл параметр пісірудің термикалық айналымының жіктің негізгі және ерітілген металға әсерін бағалау үшін өте маңызды болып табылады. Тұрақты қумабойлы энергия жағдайында пісірме жылдамдығын арттыру процестің термикалық КПД артуын тудырады, бұл еріту тереңдігінің артуымен және пісіру ваннасы енінің қысқаруымен байланысты.

Бақылау сұрақтары

1. Доғалық пісіруге арналған негізгі пісіру параметрлерін атаңыз.
2. Пісіру жағдайындағы металл қыздырудың ерекшеліктері қандай?
3. Қыздырудың жылжымалы және жылжымайтын көздерінің ерекшеліктері қандай?
4. Пісіру барысында жылулық өріс қалыптасуына қандай факторлар әсер етеді?
5. Пісіру ваннасына әсер ететін негізгі күштерді атаңыз.
6. Пісірудің негізгі жағдайларына байланысты пісіру ваннасының қалыптасу ерекшеліктері неде?
7. Қумабойлық энергия деген не және ол доғалық пісіру жағдайында қалай анықталады?
8. Неге жылдамдатылған режимде жоғары тоқ күші мен жоғары жылдамдықта пісірме жұмысын жүргізу қажет?

6-тарау.
ПІСІРУ КЕЗІНДЕГІ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР

6.1. Металлургиялық пісіру процестерінің жалпы мәліметтері мен ерекшеліктері

Өзінің табиғаты бойынша пісіру металлургиялық процесс болып табылады. Пісіру металлургиясы пісіру аймағында ағып өтетін физикалық-химиялық процестермен сипатталады. Олар еріген металдың пісіру флюстармен, қоқыстармен және газдармен, сондай-ақ, жік металының салқындатуы мен кристалдануымен және термиялық әсер аймағында негізгі металдың өзгеруімен анықталады. Бұл процестер доғалық пісірудің барлық сатыларында орын алады: электродтың балқуы, сұйық метал тамшыларының имекті аралықтан және пісіру ваннасының өзінде өтуі кезінде. Алайда, болат балқытушы агрегаттарға тән жалпы металлургияға қарағанда, металлургиялық процестердің өту жағдайлары алынатын нәтижелерге әсер ететін бірқатар ерекшеліктерге ие.

Осындай ерекшеліктер болып табылады:

- пісіру ванналарының шағын көлемі, сондай-ақ ондағы шағылысатын фазалардың үлкен салыстырмалы саны;
- пісіру аймағының түрлі орындарда жоғары температуралар және ваннадағы балқытпаның қатты қызуы;
- сұйық металдың қозғалысы, балқытылған өнімдердің қарқынды араласуы және пісіру ваннада олардың үздіксіз жаңаруы мен ауысуы;
- балқытылған металдың салқындатуы мен кристалданудың жоғары жылдамдығы.

Осы жағдайларда балқытылған металдың қоршаған газ ортасымен және жоғары температураға дейін қыздырылған флюспен белсенді өзара әрекеттесуі байқалады. Процестер үлкен жылдамдықпен өтеді. Алайда, балқыманың әрекеттесу уақытының аздығымен және өзара әрекеттесетін қосындылардың тұрақты жаңартуымен байланысты олар көбінесе толық аяқталмайды және пісіру аймағындағы реакциялардың көбі теңгерілген күйге жетпейді. Оның үстіне балқыманың тез қатаюынан пісіру ваннасының бетіне шығуға және қоқысқа жойылуға үлгермейтін әртүрлі металл емес қоспалардан, оксидтерден, газдардан жік металының толық тазаруына кедергі келтіретін жағдайлар пайда болады. Екінші жағынан, металдың салқындатуы мен кристалданудың жоғары жылдамдығы алынатын жіктерді ұсақтүйіршікті құрылымға айналдырады,

химиялық әртектілікті азайтып, нәтижесінде – жіктің құйма металының қасиеттерін артып, құрылымына айтарлықтай әсер тигізеді.

Металлургиялық процестер нәтижесінде жік металының тотығуы мен қышқылсыздандыруы, оның белгілі бір элементтермен қоспалауы, жікте газдардың еруі мен бөлініп шығуы және басқа процестер болатын белгілі химиялық реакциялардың өтуімен байланысты. Олардың кейбіреулері алынатын қосылыстардың қасиеттерін нашарлауына әкеледі және жағымсыз болып табылады (мысалы, тотығу), басқалары қосылыстардың сапасы мен қасиеттердің артуына әкеледі және көп жағдайда арнайы жасалады (мысалы, қышқылсыздандыру). Сондықтан пісіру жағдайларын таңдағанда, олардың жалпы нәтижесі белгілі бір химиялық құрамындағы және белгілі бір қасиеттері бар жік металының пайда болуын ескере отырып, физикалық-химиялық процестердің жалпы кешеніне сүйену керек. Бұл тұндырылған және негізгі металдың құрамымен ғана анықталмай, белгілі дәрежеде пісіру кезінде өтетін реакциялардың сипаты мен қарқындығынан тәуекелді.

6.2. Доғалық пісіру кезінде өтетін негізгі процестер

Доғалық пісіруді орындау барысында барлық немесе көптеген жағдайларда жалпы сипатқа ие металлургиялық процестерді қарастырайық.

Газдар мен қосылыстардың диссоциациясы. Диссоциация кезінде аса күрделі құрамдастардың атомдарға немесе құрамдас бөліктерге ыдырауы орын алады. Бұл процеске пісіру аймағында жоғары температуралардың және балқытылған металдың катализдік әрекеттің болуы ықпал етеді. Доғалық пісіру кезінде бірінші кезекте диссоциацияға газдардың молекулалары – қарапайым да (оттегі, азот, сутегі), күрделі де (көмірқышқыл газы, су буы және т.б.) – ұшырайды. Газдардың диссоциациясы келесі реакциялар бойынша өтеді

$$O_2 \leftrightarrows O + O \qquad N_2 \leftrightarrows N + N$$

$$H_2 \leftrightarrows H + H \qquad CO_2 \leftrightarrows CO + O$$

Доғаның температурасы кезінде оттегі және сутегі толығымен атомдарға ыдырайды, азот аз дәрежеде бөлінеді. Су буының диссоциациясы температураға байланысты келесі реакциялар бойынша өтеді

$$H_2O \leftrightarrows H_2 + O \qquad H_2O \leftrightarrows OH + H$$

Сондықтан реакциялардың өтуі жағдайларына байланысты су буы пісіру ваннасы металын тотықтандыруы және қалпына келтіруі мүмкін. Диссоциацияға күрделі қосылыстар ұшырайды. Электрод жабындары мен флюстарда CaF_2 еритін шпаты бар.

Жоғары температура кезінде ол келесі реакциялар бойынша ыдырайды

$$CaF_2 \rightarrow CaF + F$$

Электрондармен қосылып, фтор атомдары қозғалғыштығы аз иондарға айналады. Бұл доғалық аралықтың өткізгіштігінің төмендеуіне әкеледі және доғаның тұрақтылығын нашарлатады. Бірақ сол мезетте, фтор атомдары жік металының сутегімен қанығуын азайтып, сутекті ванна металында ерімейтін HF молекуларына байланыстыруы мүмкін.

Электродтардағы көптеген жабындылардың құрамына карбонаттар, мысалы, $CaCO_3$ кіреді. Жоғары температура кезінде бөлшектеніп, олар көмірқышқыл газын бөліп шығарады, соңғысы өз кезегінде оттегінің пайда болуымен диссоцияланады:

$$CaCO_3 \leftrightarrows CaO + CO_2 \qquad CO_2 \leftrightarrows CO + O$$

Атомдық күйде бола тұра, газдар химиялық белсендіге айналады және металға шағылысып, оның сапасын күрт нашарлатады.

Пісіру кезіндегі металдың тотығуы. Пісіру ваннасының металы газды ортада және пісіру аймағындағы қоқыста бар оттегі әсерінен тотығуы мүмкін. Пісіру ваннасының жеткіліксіз қорғануы кезіндегі тотығу ауа оттегі әсерінен болады.

Пісіру доғасының жоғары температурасы кезінде атомаралық оттегі арқасында $Fe + O \rightarrow FeO$ реакциясы нәтижесінде сұйық металда еритін FeO төменгі оксиді пайда болады. Бұл оксидтің балқу температурасы негізгі металға қарағанда төмендеу, сондықтан жік металының кристалдануы кезінде ол ақырғы кезекте қатаяды. Нәтижесінде ол түйірлер шекарасы бойынша қаттамалар түрінде орналасады, бұл жік металының пластикалық қасиеттерінің төмендеуін туғызады. Жікте FeO түріндегі оттегі қаншалықты көп болса, оның механикалық қасиеттері соншалықты тозады. Темірдің жоғары оксидтері сұйық металда ерімиді және, егер олар пісіру ваннаның бетіне шығуға үлгермесе, жік металында қоқыс қосылулар түрінде қалады.

Темір сондай-ақ CO_2 және H_2O су буында болатын оттегі әсерінен тотығуы мүмкін:

$$Fe + CO_2 \leftrightarrows FeO + CO \qquad Fe + H_20 \leftrightarrows FeO + H_2$$

Пісіру процесі кезінде темірден бөлек көміртек, кремний, марганец секілді болаттың құрамындағы басқа да элементтер қышқылдандырылады. Доғада электродты металл тамшыларының өтуі кезінде элементтердің тотығуы олардың доғалық аралықтағы газды ортаның атомарлық оттегімен өзара әрекеттесуі нәтижесінде болады: $C + O \leftrightarrows CO$, $Mn + + O \leftrightarrows MnO$, $Si + 2O \leftrightarrows$

SiO_2.

Пісіру ваннасында элементтер олардың темір оксидімен өзара әрекеттесуі кезінде тотығады:

$$C + FeO \leftrightarrows CO + Fe \qquad Mn + FeO \leftrightarrows MnO + Fe$$

$$Si + 2FeO \leftrightarrows SiO_2 + 2Fe$$

Осы элементтердің тотығуы олардың жік металының құрамындра азаюына әкеледі. Сонымен қатар, пайда болатын оксидтер дәнекерленген қосылыстардың механикалық қасиеттерін, әсіресе иілімділік пен жік металының соққы тұтқырлығын, айтарлықтай төмендететін түрлі қоспалар ретінде жікте болуы мүмкін. Оттегінің көп болуы басқа да қасиеттерге зиянды әсерін тигізеді: коррозияға төзімділікті төмендетеді, металдың ескіруге бейімділігін арттырады, мортсынғыштық пен қызусынғыштық қасиеттері пайда болады. Сондықтан сапалы жік металының алу шартының бірі ең алдымен қорғаныш орталарды құру арқылы оның тотығуын алдын алу.

Пісіру кезіндегі металдың қышқылсыздануы. Пісіру кезінде қолданылатын қорғау шаралары балқытылған металда тотығуының болмауын әрдайым қамтамасыз ете бермейді, сондықтан оны қышқылсыздандыру қажет. Қышқылсыздану деп темірдің өз оксидтерінен қалпына келуі және кейінінен қалдықтарға жойылатын ерімейтін қосылыстар түріне оттегіні аудару процестерін айтады. Тотығу және қышқылсыздану негізінде бір химиялық процестің өтуінің екі бағыты бар. Жалпы жағдайда қышқылсыздану реакциясы $FeO + Me \leftrightarrows Fe + MeO$ түрде көрсетіледі, мұндағы Ме – қышқылсыздандыру элементі.

Қышқылсыздану элементі пісіру жағдайында темірге қарағанда оттегіге көбірек ұқсастыққа ие элементі болып табылады. Қышқылсыздану элементі ретінде кремний, марганец, титан, алюминий, көміртек қолданылады. Қышқылсыздану элементтерін электрод сымы, электрод жабындылары және флюс арқылы пісіру ваннаға енгізеді. Бұдан әрі қышқылсыздану элементтерінің әдеттегі реакциялары көрсетілген

Марганец арқылы қышқылсыздану: $FeO + Mn \leftrightarrows Fe + MnO$.

Марганец оксиді темірде аз ериді, ал өзі FeO темір оксидін өз соңынан қалдықтарға енгізіп, жақсы ерітеді.

Кремний арқылы қышқылсыздану: $2FeO + Si \leftrightarrows 2Fe + SiO_2$.

Кремний оксиді темірде нашар ериді және қалдықтарға айналады. Кремний арқылы қышқылсыздану қалдықтарға жақсы ауысатын марганецтің, кремнийдің және темірдің оңай балқитын кешенді силикаттардың құрылу реакциялармен қос жүреді:

$$MnO + SiO_2 = MnO \cdot SiO_2 \qquad FeO + SiO_2 = FeO \cdot SiO_2$$

Титан арқылы қышқылсыздану: $2FeO + Ti = 2Fe + TiO_2$.

Титан — қуатты қышқылсыздану элементі, бұл ретте марганец және темірдің оңай балқитын титанаттары құрылады.

$MnO + TiO_2 = MnO \cdot TiO_2$ $FeO + TiO_2 = FeO \cdot TiO_2$

Көміртек арқылы қышқылсыздану:

$FeO + C = Fe + CO$.

Құрылатын көміртек оксиді пісіру ваннасын қатты қайнатып және оның жіктерінде тесіктердің пайда болуын туғызып, атмосфераға газға айналған күйде бөлінеді. Тығыз жіктерді алу үшін пісіру ваннаға басқа қышқылсыздану элементтерін, мысалы, кремнийді енгізу арқылы көміртекпен қышқылсыздандыру реакцияны «басу» керек.

Азотпен өзара әрекеттесу. Ауаның азоты бағананың доғасына түсіп, қызады және жарым-жартылай ыдырайды. Атомдық күйде азот сұйық металда ериді. Салқындату кезінде азот ерітіндіден түседі және бірқатар қосылыстарды – Fe_2N, Fe_4N нитридтарды құрып, металмен өзара әрекеттеседі. Атомдық азот электродты металдың тамшыларында еритін, пісіру ваннасына өтетін NO азот оксидін құрып, оттегімен қосылуы мүмкін. Жік металында азоттың болуы оның механикалық қасиеттерге, әсіресе иілгіштігіне, зиянды әсерін тигізеді. Сонымен қатар, металдың азотпен қанығуы газды кеуектердің пайда болуына ықпал етеді. Металда азоттың мөлшерін азайту үшін балқытылған металды ауамен өзара әрекеттесуден сақтауға арналған құрылғыларды қолданады немесе азотты металл емес қоспалар ретінде жоятын химиялық элементтерді металға енгізеді.

Сутекпен өзара әрекеттесу. Сутек пісіру аймағында электрод немесе флюстің жабындысы ылғалдығынан, пісіру сым және бөлшектің бетіндегі тоттан, ауадан пайда болмайды. Атомдық сутек сұйық металда жақсы ериді және қыздыру температурасының жоғарылауымен ерігіштік ұлғаяды.

Газ тәртібіндегі маңызды заңдылық оның фазалық өзгеруі кезіндегі, әсіресе сұйық күйден қатты күйге өткенде, металдағы ерігіштіктің секірмелі өзгеруі болып табылады. Мысалы, төмен көміртекті болаттың қатаю кезінде азоттың ерігіштігі 4 есе, ал сутектің ерігіштігі 1,7 есе төмендейді. Алюминий және оның қорытпаларын пісірген кезде сутектің ерігіштігінде одан артық айырмашылық байқалады.

Пісіру ваннасын салқындату мен кристалдануы кезінде бөліп шығатын сутек жік металынан толық жойылуға үлгермейді. Бұл газды кеуектердің пайда болуына әкеледі. Сонымен қатар, қатаятын металдағы қуыспен және тұтассыздықпен диффузияланып, сутегі атомдары олардағы қысымның жоғарылауына, металдағы ішкі кернеудің дамуына және микросызаттардың пайда болуына әкеледі. Жіктердің газға қанығуының төмендеуін пісіру кезінде балқытылған металдың сапалы қорғауы, пісірілетін және пісіру материалдардың тазартуы мен шаншуы арқылы іске асырады.

Күкіртпен өзара әрекеттесу. Күкірт болаттағы зиянды қоспа

болып табылады. Пісіру ваннасына ол негізгі металдан, пісіру сымнан және кейбір кезде электрод немесе флюстің жабындысынан түседі. Металда күкірт қосылыстары сульфидтер түрінде болуы мүмкін. Темірде жақсы еритін FeS темір сульфиді аса зиянды.

Металда күкірт болғанда, оның механикалық қасиеттері төмендейді және жарықтардың пайда болу бейімділігі жоғарылайды, сондықтан десульфация (металды күкірттен тазарту) күкірттің, әсіресе FeS, жалпы құрамын жікте азайту мақсатында орындалады. Десульфацияны темірге қарағанда күкіртке ұқсастыққа ие элементтерді пісіру ваннасына енгізу арқылы жасайды. Пайда болатын элементтің сульфиді металда нашар, қоқыста жақсы еруі тиіс. Осындай элемент күкіртке үлкен ұқсастыққа ие марганец болып табылады. Марганец сульфиді металда ерімиді, тығыздығы аз және пісіру ваннасының қоқысында жеңіл шығады. Үдеріс осы реакциялар бойынша өтеді

$$FeS + Mn = MnS + Fe \quad FeS + MnO = MnS + FeO$$

кальцийді енгізу арқылы осы реакциялар бойынша

$$FeS + CaO = FeO + CaS$$

нәтижелілікке қол жеткізіледі

Фосформен өзара әрекеттесу. Фосфор – болаттардағы зиянды қоспа. Оның жікке түсу жолдары күкірттегідей. Металда фосфор қосылыстары – балқу температурасы темірден әлдеқайда төмен (1 170 °С) темір фосфиді түрінде болады:

$$3Fe + P = Fe_3P \qquad 2Fe + P = Fe_2P$$

Жік металындағы фосфор түйірлері шекарасы бойынша тез балқитын қаттама түрінде орналасады және металдың әртектілігіне, түйірлердің өсуіне, илемділіктің төмендеуіне әкеледі, әсіресе төмен температураларда металда мортсынғыштықты тудырады. Фосфордың жоюын оның тотығуы және кейін қоқысқа жойылатын берік қосылысқа байлау арқылы орындайды:

$$2Fe_2P + 5FeO = P_2O_5 + 9Fe \qquad 2Fe_3P + 5FeO = P_2O_5 + 11Fe$$

Содан кейін фосфор оксидінің байлануы реакциялар бойынша өтеді

$$3CaO + P_2O_5 = Ca_3P_2O_8 \qquad 4CaO + P_2O_5 = Ca_4P_2O_9$$

Алынған қосылыстар қоқыстарға шығарылады.

6.3. Пісірудің әртүрлі түрлері кезіндегі металлургиялық процестердің ерекшеліктері

Флюсасты доғалық пісіру. Флюс астындағы автоматты және

механикаландырылған пісіру кезінде доға бағанасының қызған газдары мен флюс буымен толтырылған флюс-газ көпіршікте пісіру доға жанады. Металлургиялық процестердің өту жағдайлары бірқатар ерекшеліктерге ие:

· пісіру ваннасын ауаның оттегімен және азотпен өзара әрекеттесуден аса нәтижелі қорғау (флюс астында орындалған жіктердегі азоттың құрамы 0,008% аспайды);

• пісіру ваннасының көлемі қол доғалық пісіру кезіндегі ваннадан артық, сондай-ақ оның ерітілген күйде болу уақыты артық, бұл өз кезегінде, сұйық металл және қоқыс арасындағы химиялық реакциялардың толық өтуіне мүмкіндік туғызады;

• пісіру режимі мен балқытылатын металдың химиялық құрамы арасындағы аса тұрақты тәуелділік, бұл, өз кезегінде, жік металының талап етілетін құрамын жеткілікті дәлдікпен және тұрақтылықпен алуға мүмкіндік береді.

Флюс астында пісірудің металлургиялық процестері ерекшеліктерінің бірі флюста орналасқан MnO және SiO_2 оксидтерден қалпына келтіру арқасында жікті марганецпен және кремниймен қоспалау болып табылады. Пісіру аумағында жоғары температурамен қалпына келтіру реакциялары өтеді:

$$2Fe + SiO_2 \leftrightarrows 2FeO + Si \qquad Fe + MnO \leftrightarrows FeO + Mn$$

Пайда болған FeO оксиді жарым-жартылай қоқыста шығады, ішінара сұйық металда ериді. Марганец және кремний металда толығымен ериді. Пісіру ваннасының артқы жағында төменгі температуралар аймағындағы темірге қарағанда осы жағдайларда оттегіге ұқсастыққа ие Mn және Si арқасында қышқылсыздану реакциялары өтеді:

$$2FeO + Si \leftrightarrows SiO_2 + 2Fe \qquad FeO + Mn \leftrightarrows MnO + Fe$$

Бұл ретте пайда болатын оксидтер бір-бірімен қалдыққа оңай шығатын марганец және темірдің оңай балқитын силикаттарға қосылады.

Қорғаныш газдардағы доғалық пісіру. Белсенді қорғаныш газдардан көмірқышқыл газы (CO_2) ең кеңінен таралған. Металлургиялық процестердің бұл жағдайдағы ерекшелігі оның қатты тотықтандыру әрекетімен шартталады. CO_2 жанатын доғадағы газды орта аса тотықтандыру сипатқа (33% O_2) ие, сондықтан келесі реакциялар бойынша пісіру ваннаның қатты тотықтануы байқалады:

$$Fe + CO_2 \uparrow FeO + CO.$$

Бір мезетте көмірқышқыл газдың диссоциациясы басталады. Атомдық оттегі де пісіру ваннасында темірді және басқа қоспаларды – кремнийді, марганецті, көміртекті және т.б. қышқылдандырады. Осы реакциялар доғадағы тамшылық электрод металының өтуі кезінде де, ванна бетінде де болады.

Тотығу реакциясын басқару үшін, сондай-ақ, элементтердің

шығындарын толықтыру үшін құрамында марганец және кремний (Св-08ГС, Св-07Г2С және т.б.) көп электродты сымдарды қолданады.

Осы сымдарды температураны төмендету аймағында пайдаланған кезде пісіру ваннада қышқылсыздану реакциялары өтеді:

$$2FeO + Si \leftrightarrows 2Fe + SiO_2 \qquad FeO + Mn \leftrightarrows Fe + MnO$$

Пайда болатын марганец және кремнийдің оксидтері пісіру ваннаның бетіне шығады.

Инертті қорғаныш газдар (аргон, гелий) балқыған металда ерімиді және ваннада химиялық қосылыстарды құрмайды.

Пісіру ваннасының қышқылдануына қорғау газында бар еркін оттегі және су булары түріндегі қоспалар ықпал етеді. Бұл ретте СО газ тәрізді оксидтің пайда болуымен көбінесе көміртек тотығады. Көміртектің тотығу реакцияларын басу үшін пісіру ваннада қышқылдандырғыштардың — кремнийдің, марганецтің саны жеткілікті болуы тиіс. Осы мақсатта көміртекті болатты пісіру кезінде көмірқышқыл газда пісіру кезінде қолданылатын қышқылдандырғыштардың мөлшері көп электродты сымдар пайдаланады.

6.4. Пісіру ваннасының кристалдауы

Доғалы пісіру кезінде пісіру жігі пісіру ваннасының балқытылған металды кристалдауы тәсілмен қалыптасады. Кристалдау деп кристалдың сұйықтан қатты күйге өтуі кезінде металл кристалдарының балқытпадан пайда болуы процесін атайды. Бұл ретте пайда болатын металл кристалдары кристалит деп атайды.

Пісіру ваннасын шартты түрде екі аймаққа бөлу мүмкін: алдыңғы (бас) және артқы (артқы). Алдыңғы бөлігінде доға жанады және металдың қыздыруы мен балқытуы өтеді, ал артқы жағында балқыманың салқындатуы мен кристалдануы өтеді. Жік пайда болу процесінде бастапқы және екіншілік кристалдануды ажыратады. Бастапқы кристалдану деп бастапқы кристаллиттердің (түйірлердің) құрылуымен металдың сұйық күйден қатты күйге тікелей өтуін айтады. Қатайған металдың салқындатуы кезінде болатын бастапқы кристаллиттердің түрлендіруі, олардағы құрылымдық өзгерістері екіншілік кристалдау деп атайды. Бастапқы кристалдау салқындау мен қатудың жоғары жылдамдықтар кезінде өтеді. Жылу пісіру ваннаны айналдыратын негізгі металға бөлінеді. Жалпы түрде кристалдау процесі екі кезеңнен тұрады: кристалдау орталықтарының (ұрықтардың) құрылуы және осы орталықтардың өсуі, яғни кристаллиттердің құрылуы. Жік металының бастапқы кристалдану кезінде кристалдану орталықтары ретінде пісіру ваннасын айналдыратын негізгі

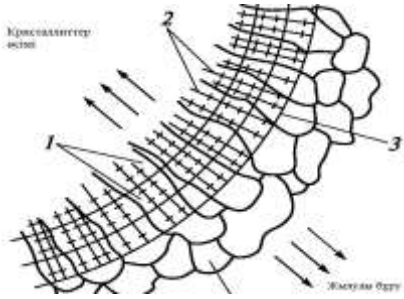
металдың балқытылған түйірлердің беттері шығады. Бұл ретте негізгі метал және жік металы арасында жалпы түйірлер құрылады. Негізгі металдың түйірлері арасындағы бөлімнің шартты бетін пісіру кезіндегі балқыту аймағы деп атайды.

Қату процесі кезінде балқытпада жаңа кристалдану орталықтары – қоспалардың баяу балқитын бөлшектері, түйірлердің сынықтары және т.б. пайда болуы мүмкін.

Көпқабатты пісіру кезінде кристалдану орталықтары алдыңғы қабаттың өскен кристаллиттердің беттері болып табылады. Кристаллиттердің өсуі олардың беттеріне қоршаған балқымадан жекелеген атомдардың қосылуы нәтижесінде орын алады. Пішініне және кристаллиттердің орналасуына байланысты қатайған жік металының құрылымында жік металының бағаналы және түйіршікті құрылымдарды ажыратады. Бағаналы құрылым кезінде кристаллиттер белгілі бір бағдарға ие – жылуды әкету бағытына қарсы бір бағытта созылған.

Жік металының түйіршікті құрылым кезінде кристаллиттер анық бағдарға ие емес, ал пішіні бойынша көп қырлы денеге ұқсас. Осындай құрылым әдетте негізгі металға тән, сондай-ақ, пісіру ваннасы үлкен болатын және балқыманы салқындатудың жылдамдығы төмен болатын жіктерде кездесуі мүмкін. Сондықтан кристалданған металл жігі көпшілік жағдайда бағаналы құрылымға ие. Пісіру шарттарына байланысты бағаналы кристаллиттердің мөлшерлері кең шегінде өзгереді. Доғалық пісіру кезінде олардың көлденең қимадағы мөлшері әдетте 0,3...3,0 мм құрайды.

Пісіру ваннасы металының бастапқы кристалдануы үзілмелі сипатқа ие. Кристалдау басталғаннан кейін біраз уақыттан кейін металл балқытудың жасырын жылудың шығуына байланысты кристаллиттердің өсуінде тоқтау пайда болады. Жылуды бұруына қарай өсу процесі келесі тоқтауға дейін қайтадан тездетіледі. Барлық ванналардың толық қатқанынша осылай қайталанады. Бұның нәтижесінде пісірілген жіктер оларға тән қабатты құрылымға ие (6.1-сурет). Ваннаның көлеміне және жылу бұру жағдайларына байланысты кристалдану қабаттардың қалыңдығы оннан бір бөліктен бірнеше миллиметрге дейін болуы мүмкін.
Әр келесі қабаттың бағаналы кристаллитеттері

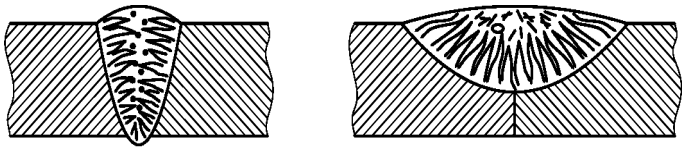


6.1-сурет. Пісіру ваннасында балқытпаның кристалдану схемасы:
1 — кристалды қабаттар; 2 — өсу кристаллиттері; 3 — балқыту аймағы; 4 — негізгі металл
–

алдыңғы қатардағы кристаллиттердің жалғауы болып табылады. Нәтижесінде пайда болатын кристаллиттер қабаттан қабатқа өсіп шыққандай көрінеді.

Жік металында кристаллиттердің алынатын құрылымның және орналасудың сипаты пісіру ваннасының пішінімен және оны кристалдау схемасымен анықталады. Кристаллиттер балқыту шекарасына перпендикулярлы, жылу бұрудың қарама-қарсы бағытында өседі. Пісіру ванналарын тар, терең балқытумен кристалдануы кезінде кристаллиттер қарсы жатқан қабырғалардан бір-бірінің алдынан өседі (6.2-сурет, *а*). Бұл ретте кристалдану шебі алдында түрлі қоспалар жиналады. Нәтижесінде ваннадың қарама-қарсы жақтардан өсіп жатқан кристаллиттер шыңдарының түйісу орнында жік осі бойынша әртүрлі қосулар орналасуы мүмкін әлсірету аймағы пайда болады. Азғантай балқытуы бар кең пісіру ваннасының қатуы кезінде (6.2-сурет, б) кристалдану схемасы айтарлықтай ерекшеленеді – кристаллиттер шыңдарымен емес, бүйір қырымен қосылады, ал кристалдану шебі алдында шоғырланған қоспалар жіктің бетіне қоқыс түрінде шығады. Осындай жіктер жарықтардың пайда болуына төзімді.

Кристалдану процесі кезінде ваннадың сұйық металының құрамы үздіксіз өзгереді, сондықтан кристалданумен бірге онда кристаллиттердің ішінде де, қатып қалған кристаллиттердің арасында және қалған сұйық ерітіндіде де біртекті құрамға ұмтылатын диффузиялық үдеріс дамиды. Алайда кристаллиттердің баяулау болып табылатын өсу мен диффузия процестердің жылдамдығындағы айырмашылықтардың салдарынан құрамның толық теңестіруі орын алмайды. Бұл пісірілетін жіктің элементтерін бөлу кезінде бірқалыпты еместіктің – жік металының химиялық әртектіліктің пайда болуына әкеледі. Макроскоптық және микроскоптық әртектіліктерді ажыратады. Макроскоптық әртектілік металдың жекелеген облыстарда жік қимасы бойынша (аймақтық ликвация/таратылуы) құрамдардың әртектілігімен сипатталады. Микроскоптық әртектілік кезінде жеке кристаллиттердің шегінде (микроскоптық ликвация/таратылуы) металл құрамының әртектілігі байқалады



а *б*

6.2-сурет. Пісіру ваннасының пішініне байланысты кристалдану схемасы: *а* — енсіз терең балқытумен; *б* — кең балқытудың аз тереңдігімен

Ликвация/таралудың арқасында жік металының химиялық әртектілігі құрылады. Жік металы құрылымының зерттеуі және талдауы көлденең және бойлық қималардың арнайы дайындалған тілімтастарда оның кристалдық құрылымының анықтау арқылы жүргізіледі. Бұл ретте макроқұрылымдарды және микроқұрылымдарды ажыратады. *Макроқұрылым* деп тексеру кезінде құралсыз көзбен немесе үлкейткіш әйнек және бинокулярлы микроскоп арқылы шағын ұлғайтулармен анықталатын жік металының құрылымын айтады. Бұл ретте металдың жалпы сипатын (бағаналы, түйіршікті), пісірімнің пішінін, ақаулардың болуын (тесіктер, жарықтар, қосылыстар және т.б.) анықтау мүмкін. Жік металының микроқұрылымы ұлғайтудың жоғары деңгейлі металграфикалық микроскоп көмегімен тілімтастарда анықталатын оның жіңішке құрылымын (кристаллиттердің құрылымы, ішкідендриттік ликвацияның және шағын ақаулардың болуы) сипаттайды.

6.5. Жік металында жарықтардың және газды кеуектің пайда болуы

Пісіру ваннасының кристалдану процесі кезінде жік металында жарықтардың пайда болуы мүмкін. Жік осіне қарасты орналасуы бойынша олар бойлық және көлденең, шамасы бойынша микро- және макроскопиялық (олардың біріншілері микроскоп арқылы, екіншілері – құралсыз көзбен анықталады) болуы мүмкін. Пайда болу температурасына қарай жарықтар екі топқа бөлінеді: ыстық (жоғарытемпературалы) және суық (төментемпературалы). Олардың пайда болу механизмі әртүрлі.

Ыстық жарықтар қатты-сұйық күйінде кристалдану кезінде, сондай-ақ, қатты күйінде жоғары температура кезінде пайда болатын жік металының морт кристаларалық қираулары болып табылады. Арықтар, әдетте, кристаллиттердің шекаралары бойынша орналасады және кристаларалық қирауларға әкеледі. Бұл бастапқы кристалдану процесінде жік металдары қатайған кезде кристаллиттер арасында балқытудың шағын температураға ие сұйық қаттамдардың болуымен түсіндіріледі. Осы кезде металда туындалатын созғыш ішкі кернеу (сызықтық отырғызу) жеткілікті зор болса, онда осы қаттамдар бойынша жарықтардың құрылуыменен қирату болады. Балқыманың толық қату процесі зор созғыш кернеулердің пайда болуына дейін бітсе, онда ыстық жарықтар орын алмайды. Ыстық жарықшақтардың пайда болуына жік металының құрамында күкірт, фосфор және т.б. қоспалардың бар болуы ықпал етеді. Мысалы, кристалдану кезінде түйірлер шекарасы бойынша орналасқан және жарықтардың құрылуы ықтималын ұлғайтатын FeS оңай балқитын темір сульфидін күкірт құрайды. Жарықтардың пайда болуына сондай-ақ пісіру ваннасының кристалдану пішіні мен схемасы әсерін тигізеді.

Терең балқытылған жіңішке жіктерде аз балқытылған кең жіктерге қарағанда жарықтардың пайда болуы аса ықтимал. Ыстық жарықтардың пайда болу мүмкіндігін азайту үшін келесі шараларды қолданады: құрамында күкірт, көміртегі, фосфор ең аз болатын пісіру материалдары пайдаланады; күкіртті баяу балқитын қосылыстарға – марганец сульфидке байланыстыратын марганецтің құрамын жік металында жоғарыталады; құрамында кальций бар құрамдастарды енгізу арқылы ванна балқытпасының тазартуын өткізеді.

Металдың құрылымындағы *суық жарықшақтар* шекаралар бойынша да, түйірлердің денесі бойынша да орналасады, сондықтан олар кристалішілік бүлінулер болып табылады. Дәнекерленген байланыстағы суық жарықшақтар 200...300 °С температура кезінде пайда болады. Ең жиі олар шыңдалатын болаттың пісірілуі кезінде жіктерде пайда болады. Металда суық жарықшақтардың пайда болу бейімділігіне шыңдауды жеңілдететін көміртегі мен элементтердің жоғары құрамы, жікте сутектің болуы, фосформен ластануы, жылдам салқындауы және жіктерде ішкі кернеулердің болуы әсерін тигізеді.

Дәнекерленген жіктерде тесіктер пісіру ваннасының бастапқы кристалдану кезіндегі газдардың шығуы нәтижесінде пайда болады. Тесіктер газбен толтырылған, сфералық, сопақ және одан басқа күрделі пішіндерге ие жіктердегі қуыстар болып табылады. Тесіктер жік осі бойынша, қима бойынша немесе балқыту шекараларына жақын орналасуы мүмкін. Олар металда жасырын болуы мүмкін немесе бетке шығуы, тізбекпен, жеке топтармен немесе жеке орналасуы мүмкін, микроскопиялық немесе ірі (диаметрінде 4...6 мм дейін) болуы мүмкін. Пісіру кезінде тесіктер негізінен пайда болатын немесе газ өнімдерін шығарумен химиялық реакциялар нәтижесіндегі сутегінің, азоттың және көміртек оксидінің газдары арқасында немесе сұйық және қатты металда олардың түрлі ерігіштігімен байланысты газдардың шығуы нәтижесінде пайда болады. Егер пісіру кезінде газдардың құрылуы мен бөліп шығуы металл ваннасы сұйық күйде болғанда және қарқынды араластырылған кезіндегі кезеңде болса, онда газдар көпіршіктері шығуға үлгереді. Олардың металдан бөлінуі тек қана тесіктердің құрылмауына әкелмей, газбен қанығуын төмендетіп, пісіру ваннасына тазарту әсерін тигізеді. Егер газдардың құрылуы мен шығуы ваннаның қатаюы кезеңінде орындалса және баяу өтсе, газдар көпіршіктері шығуға үлгермейді және жікте тесік түрінде қалады.

Кеуектіліктің пайда болуына құрылмада қолданылатын материалдың түпнегіздігі маңызды рөл атқарады. Бұл жағдайда тесіктердің пайда болуына құрамында еріген газдың көп мөлшері бар материалдар бейімді, сондықтан дәнекерленген құрылымдар үшін бастапқы жай-күйде қоспалар бойынша да, газ мөлшері бойынша да таза материалдарды қолданған жөн.

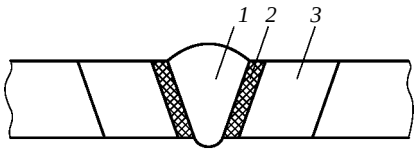
Кеуектілікті азайту үшін пісіруге негізгі және тұндырылған металдың бетін мұқият дайындау (тоттан, майдан, ылғалдықтан тазалау, шаншу және т.б.), ауадан пісіру аумағын берік қорғау, пісіру ваннаға қышқылдандырғыштарды енгізу (негізгі металдан, пісіру сымнан, жабындыдан, флюстан), пісіру режимін сақтау қажет. Пісіру жылдамдығының төмендеуі, пісіру ванна көлемінің ұлғаюы, негізгі металға жылу әкетудің азаюы және оның бастапқы температурасының төмендеуі жік металының кристалдау жылдамдығын төмендетеді және ондағы кеуектілікті азайтады.

6.6. Пісірілген қосылыстың құрылымы

Пісіру қосылысы (6.3-сурет) балқыту арқылы пісірген кезде пісіру ваннаның кристалдануы нәтижесінде пайда болатын 1 пісірілген жікті, 2 балқыту аймағын және құрылымы мен қасиеттердің өзгеруіне әкелетін пісіру кезінде жылу әсерінде болатын және тікелей пісіру жікке тиіп тұратын 3 термиялық әсердің аймағын қамтиды.

Металл пісіру қосылыстарының кез келген аймағында қыздыру және салқындату әсерлеріне түседі. Уақыттағы металл температурасының өзгеруі пісірудің термиялық цикл деп атайды. Қыздырудың қосылыстардың түрлі учаскелеріндегі ең жоғарғы температурасы әртүрлі болады.

Дәнекерленген жік негізгі және электродты металдардың балқытуы нәтижесінде қалыптасады, сондықтан қатып қалғаннан кейін сопақ бағаналы кристаллиттері бар құюлы металдың құрылымына ие. Термиялық әсер аймағындағы қыздыру жікпен шекарасындағы балқу температурадан бөлмедегі температураға дейін өзгереді. Бұл ретте металда құрылымы бойынша ажыратылатын металл учаскелерінің пайда болуына әкелетін түрлі құрылымдық және фазалық өзгерістер болуы мүмкін.



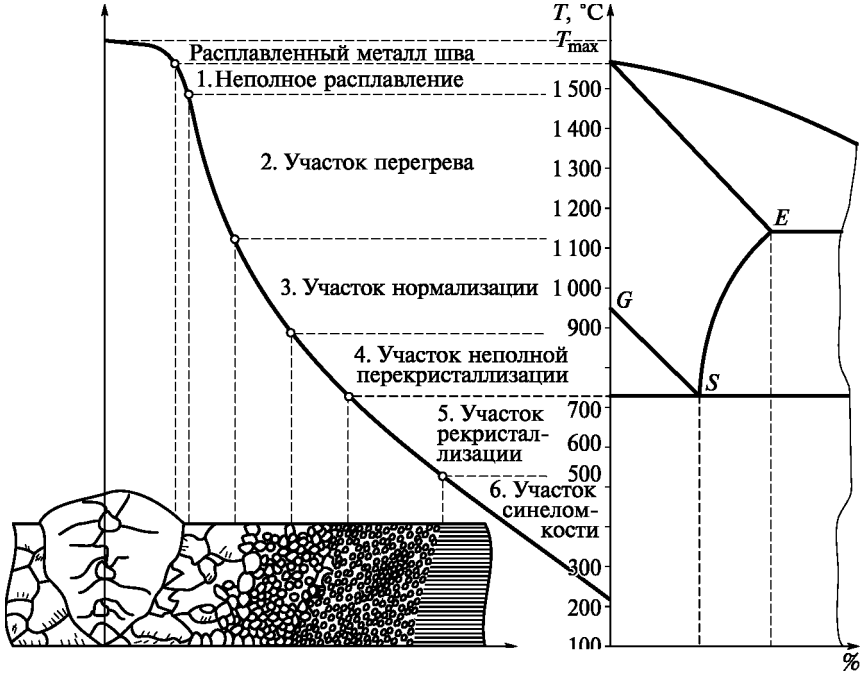
6.3-сурет. Пісірілген қосылыс құрылымының схемасы: *1* — дәнекерленген жік; 2 — балқыту аймағы; 3 — термиялық әсердің аймағы

Төмен көміртекті болаттарды пісірген кезінде оның құрылымында толық балқытылмаған, қызып кетудің, тұрақтандырудың, толық емес қайта кристалдаудың, қайтакристалданудың және көгересынғыштықтың учаскелерін белгілейді (6.4-сурет).

Толық емес балқыту учаскесі тікелей дәнекерленген жікке түйіседі және жіктегі құйма металдың негізгі металға ауыспалылығы болып келеді. Бұл учаскеде қосылыстар құрылады және балқыту шекарасы өтеді. Ол түйірлерді жарым-жартылый балқытуына дейін қыздырылған негізгі металдың жіңішке аймағы (0,1...0,4 мм) болып табылады.

Қатты қызу учаскесі 1100...1450 °С температураға дейін қыздырылатын негізгі металдың аумағы, осыған орай металл ірітүйірлі құрылымымен және түйір қаншалықты ірі және қатты қызу аймағы қаншалықты кең болса, соншалықты білінетін механикалық қасиеттердің төмендеуімен ерекшеленеді.

Тұрақтандыру (қайта кристалдау) учаскесі 900...1100 °С температураға дейін қыздырылатын негізгі металдың аумағын қамтиды. Осы учаскенің металы жоғары механикалық қасиеттерге ие, өйткені қыздыру және салқындату кезінде осы учаскеде қатты қызуынсыз қайта кристалдау нәтижесінде ұсақтүйірлі құрылым пайда болады.



6.4-сурет. Төменкөміртекті болатты пісірген кезде жылулық әсері аймағындағы металдың құрылымы және темір күйі – көміртек диаграммасынан көрініс

Толық емес қайтакристалдаудың учаскесі 725...900 °С температураға дейін қызады. Уақыт және қыздыру температураның жеткіліксіздігінен орын алған толық емес қайта кристалдаумен байланысты металл құрылымы қайта кристалдауға үлгірмеген ұсақ қайта кристалданған түйірлерді және ірі түйірлерді қамтитын қоспалардан тұрады. Тұрақтандыру учаскесінің металына қарағанда, оның қасиеттері төмендеу.

Қайтакристалдану учаскесі суық деформацияға (прокатқа, соғуға, қалыптауға) ұшыраған болатты пісіру кезінде байқалады. Осы аймақта негізгі металды 450...725 °С температураға дейін қыздырған кезде, түйірлердің өсуіне, құрылымның қатайтылуына және металдың осалдануына әкелетін процес дамиды.

200...450 °С температураға дейін қыздырылатын *көгересынғыштық* учаскесі термикалық әсер аймағынан негізігі металға өтпелі болып табылады. Осы аумақта карбидтердің және темір нитридтердің түсіп қалуына байланысты металдың ескеру процестері өтуі мүмкін. Металдың созымдылығы және тұтқырлығы төмендейді. Құрылымы бойынша іс жүзінде бұл аймақ негізгі металдан айырмашылығы жоқ. Осылайша, дәнекерленген қосылыс қасиеттердің әртектілігімен сипатталады. Жік айналасы аймағының ені металдың қалыңдығына, пісірудің режимі және түріне байланысты. Мысалы, қол доғалық пісіру кезінде бұл көрсеткіш 5...6 мм құрайды.

Бақылау сұрақтары

1. Пісіру кезінде металлургиялық процестердің өту жағдайларының қандай ерекшеліктерін атауға болады?
2. Пісіру кезінде қандай физика-химиялық процестер байқалады?
3. Пісіру кезде тотығу және қышқылсыздану процестері нені білдіреді, олар жік металының қасиеттеріне қандай әсер тигізеді?
4. Пісіру ваннасы металының кристалдану ерекшеліктерін атаңыз.
5. Жік металында жарықтар мен тесіктердің пайда болу себептері қандай?
6. Дәнекерленген қосылыста металдың құрылымы мен қасиеттердің қандай ерекшеліктері бар?
7. Жіктің құйылған металдың механикалық қасиеттері құймадағы металдың қасиеттерінен неге жоғары?
8. Доғалық пісіру кезінде дәнекерленген қосылыстағы термиялық әсері аймағының енін қалай азайтуға болады?
9. Болатты дәнекерлеген кезде күкірт және фосфор қоспалардың зиянды әсері неде?

7-тарау.

ПІСІРУ БАРЫСЫНДА КЕРНЕУ МЕН ДЕФОРМАЦИЯНЫҢ ӨЗГЕРУІ

7.1. Кернеу мен деформацияның өзгеруі туралы түсінік

Денеге түсірілетін кез келген күш онда кернеу мен деформация өзгеруінін туындатады.

Кернеу деп дене бойлығының бірлігіне қатысты күшті айтады:

$$o = P/F,$$

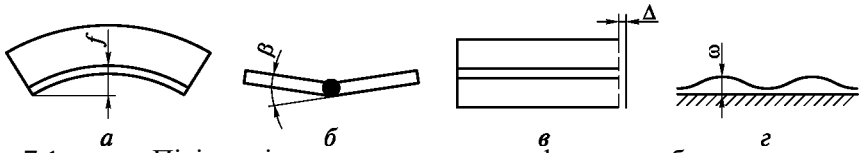
мұндағы о — кернеу, МПа; *Р* — әрекет етуші күш, Н; *F* — бұйымның бойлық өтуінің алаңы, $м^2$.

Түсірілетін күш сипатына байланысты тартылыс, сығу, иілу, бұралу және кесу кернеулерін ажыратады.

Деформация деп түсірілетін күш әсерінен дене пішіні және өлшемінің өзгеруін айтады. Пішін өзгерулері тығыз және пластикалық болуы мүмкін. Күш түсірілімінен кейін дене пішіні мен өлшемі қайта қалпына келтірілетін болса, онда бұндай деформацияны тығыз деп атайды. Күш түсірілуінен кейін сол қалпында қалған деформацияны пластикалық немесе алдықты деформация деп атайды.

Түсірілетін күш әсерінен бұйымда туындайтын кернеу мен деформациядан басқа, оларда сыртқы күштер әсері болмаған кездегі дененің өзіндік кернеуі және пішін өзгеруі болуы мүмкін. Оларға пісірілетін бұйымдарда бақыланатын пісірме кернеулері және деформациялар жатады. Оларды орын алу ұзақтығына байланысты пісіру кезінде болатын уақытша, пісірмеден кейін ұзақ мерзім бойы тұрақтиы сақталатын қалдықты деп бөледі. Кернеу таралуының сипатына және көлеміне қарай оларды бір өсті (сызықтық), екі өсті (жазықты) және үш өсті (көлемді) кернеулер, сонымен қатар, I ретті (макро көлемдердегі денелерде), II ретті (металдың кристалдық түйірі шегіндегі) және III ретті (кристалдық тор шегіндегі). Пісірме кернеулерін анықтау мақсатында материалдардың пластикалық және тығыздығының теориясына негізінделген арнайы есептеу әдістемелері жасалған. Оған қоса, металдың жылу физикалық қасиетін ескере отырып, температурадан тығыздық модулі мен аққыштық шегінің өзгеруінің тәуелділігі пайдаланылады.

Қалдық кернеулерді (рентгендік, магниттік, ультра дыбыстық) анықтаудың тәжірибелік әдістері, сонымен қатар, пісірме біріктірулерді ұсақ бөліктерге бөлумен металды кесуге негізделген механикалық әдісі бар, бұл кернеуді алып тастауға



7.1-сурет. Пісірмелік құрылымдардың деформация барысындағы жылжуы түрлері:
а — майысу (*f* — майысу сызығы); *б* — бұрылу бұрышы β; *в* — қысқаруы Δ; г — тепе-теңдік қалыптан шығуы ω

әкеледі.

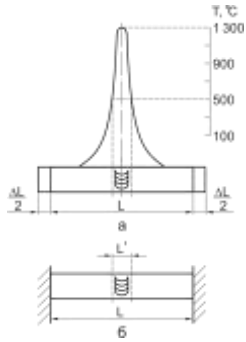
Онымен қоса, тензохабарлаушылар көмегімен жолақтардағы пішін өзгеруін кесуге дейін және кесуден кейін өлшейді. Алынған өлшеу нәтижелері бойынша пісірмеден кейінгі қалдық кернеулерді есептейді. Егер пісіру кернеулерінің мәні метал аққыштығының шегіне жетсе, онда пісірмелі құрылымның піші мен өлшемін өзгертетін оның пластикалық деформациялануы орын алады. Пісірме деформациялары әдетте элементтердің майысуы, бұрылыстар бұрышы, қысқартулар, дененің тепе-теңдік күйден шығуымен сипатталады (7.1-сурет).

Бұйымның геометриялық өстерінің қисаюымен толықтай өлшемінің өзгеруіне әкелетін деформацияны жалпылама, ал жекелеген бөліктеріне қатысты жергілікті деформация деп атайды. Құрастырылымдардағы пісірмелеу деформацияларын қарапайым өлшеу құралдарының көмегімен анықтауға болады: сызғыш, өлшеуші бау, индикаторлық бастиек.

7.2. Пісіру кезінде кернеу және пішін өзгеруінің туындау себептері

Пісірмелі біріктірулерде және құрылымдардағы өзіндік кернеулер мен пішін өзгеруінің пайда болуларының негізгі себептері металдың пісіру барысында біртегіс қыздырылмауы, құйманы орнықтыру, салқындату кезіндегі қатайтылатын металдағы құрылымдың және фазалық өзгерістер болып табылады.

Металдың біркелкі қыздырылмауы. Барлық металдар қыздыру барысында ұлғайып, ал салқындату барысында жинақталады**.** Балқыта отырып пісіру процесі пісірме біріктірілулеріндегі біртегіс емес температуралық өрістің пайда болуынан металдың жергілікті қыздырылуымен сипатталады. Пісірілетін бұйымның қыздырылған және салқын бөліктерінің арасындағы үздіксіз байланыстың болуы жағдайында онда ұлғайтатын және жинақтайтын ішкі кернеулер туындайды. Олардың пайда болуларын мысалдар түрінде қарастырайық.

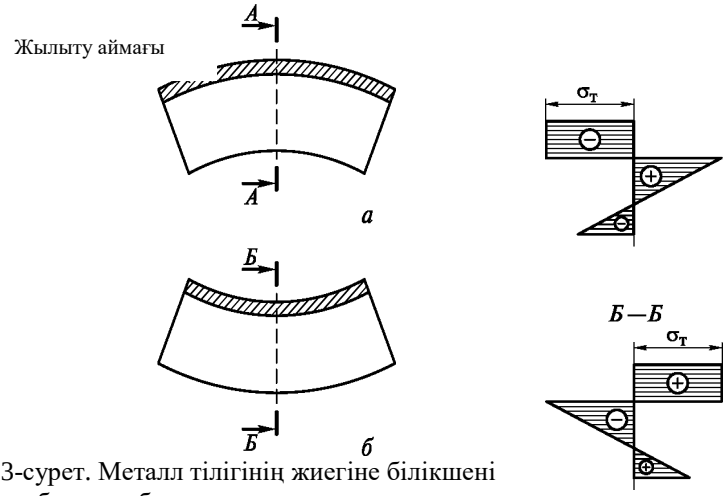


7.2-сурет. Арқаудың жергілікті қыздырылуы *а* — бекітілмеген; *б* — бекітілген; T — температура; L — арқаудың ұзындығы; L' — қыздырылған аумақ; *AL* — ұзартылуы

Пісірмелеу үстелінде жатқан металл арқауды көзге елестетейік (7.2-сурет, *а*). Жергілікті қыздыру барысында оның L ұзындығы AL дейін ұзартылады. Бұл аталған металдың сызықтық ұлғаю коэффициентіне, қыздырылған аумақ ұзындығына және қыздыру температурасына байланысты болады. Салқындату барысында ұзартылу қысқарып және бастапқы температураға қолжеткізген кезде ол нөлге теңеседі. Толығымен салқындатылғаннан кейін арқау бастапқы өлшемдерінің күйіне қайта келеді және онда ішкі кернеулер де, қалдықты деформациялар да болмайды.

Екі жағынан қатты бекітілген сол арқауды жергілікті қыздыру барысында (7.2-сурет, *б*), оның еркін түрде ұзару мүмкіндігі жоғалады. Сондықтан онда жинақтайтын ішкі кернеулер пайда болып, белгілі бір шамада қысылудың пластикалық деформациясы болады және L' (қыздырылған аумақ) ұзындығында арқау қалыңданып, онымен қоса, кернеу біртіндеп жоғала бастайды. Келесі салқындатуда арқау қысқаруы қажет, бірақ бұған оның қатты бекітілуі кедергі келтіруі мүмкін, оның нәтижесінде онда тартылыс кернеулері туындайды.

Дәл солай металл тілігінің жиегіне білікшені балқыту барысында ішкі кернеу мен деформация пайда болады (7.3-сурет). балқытылған білікше және табақшаның қыздырылған аумағы ұлғайып және салқын бөлігін тарта түседі де, онда майысу арқылы болатын деформация жасайды. Білікше мен қыздырылған аумақтың өзі жинақы болады, себебі оның жылулық кеңеюіне салқын бөлігі кедергі келтіреді. Кернеу таралуы нәтижесінде тілік жоғары қарай шығыңқылығымен майысады. Салқындау процесі кезінде балқытылған білікше және қыздырылған аумақ пластикалық деформацияға ұшырап, қысқара бастайды. Бұл қысқаруға металл тілігінің салқын бөлігінің қабаты кедергі келтіреді. Ендігі жерде балқытылған металл және металл тілігінің қыздырылған бөлігі металдың салқын бөлігін тарта жөнеледі. Олар жиналып және тілік төмен қарай шығыңқылықпен



7.3-сурет. Металл тілігінің жиегіне білікшені балқыту барысындағы кернеу және деформациялану:

а — қыздыру барысында; б — салқындату барысында; $с_т$ — ағу шегі; Q — жинақтау кернеуі; © — тартылыс кернеуі

майысады. Нақты жағдайларда салқын бөліктегі тіліктің қыздырылуынан температураның өзгеруі біртіндеп орын алады, сондықтан дәл осылай кернеу таралуы жүзеге асады.

Балқытылған металдан құйма құю. Пісірме ваннасындағы сұйық металдың салқындауы және қатаюы кезінде оның құйылып орнығуы жүзеге асырылады. Орныға отыруы қатаю кезінде металл тығыздығының артуымен түсіндіріледі, соның нәтижесінде оның көлемі ұлғаяды. Жік металы өзгеріссіз көлемде қалып және осы отырғызылатын жікке қарсы келетін негізгі металмен тығыз байланысты болғандықтан, пісірмелеу арқылы біріктіруде ішкі кернеулер пайда бола бастайды. Пісіру барысында ерітілген металдың көлбеу және бойлық орнығуы орын алады, соның нәтижесінде жікте пісірмелік біріктірулер деформациясын туыдыратын бойлық және көлбеу кернеулер туындайды. Бойлық орнату нәтижесінде бұйымның жікке қатысты бойлық деформациялануы, ал көлбеу орнығудың, ережеге сай, пісірмелеу біріктірулерінде бұрыштық деформациялар тудырады.

Металдағы құрылымдық өзгерістерден туындайтын кернеу. Термикалық кернеулермен қатар, пісіру кезінде шекті температурадан жоғары температурада қыздырылған негізгі металдың құрылымдық өзгеруі және басқа түрге айналуынан болатын кернеулер туындауы мүмкін**.** Көміртекті және жоғары шынықтырылған болаттан жасалған бұйымдарды пісіру кезінде әсіресе, ең жоғары үлестік көлемге ие мартенситтер пайда болуы барысында кернеулер туындауы мүмкін. Төмен көміртекті болатты шекті температуралар Ac_1 және Ac_3 аралықтарында пісіру

кезінде у-темірлері үшін сызықтық ұлғаю коэффициенті $1{,}2 \cdot 10^{-5}$, ал а-темірлері үшін — $2 \cdot 10^{-5}$ құрайтынына байланысты, Ac_1-дан Ac_3 аралықта қыздыру барысында көлемінің кішіреюі байқалады. Салқындату барысында аустениттің ыдырауы болат икемді және оның көлемінің өзгеруі қандай да бір кернеулік күшсіз өтетін жағдайда Ac_2...Ac_1 аралығында өтеді. Бұдан басқа да көріністер шынығуға бейім шынықтырылған болатты пісіру жағдайында байқалады. Аустениттің ыдырауы оларда метал ең жоғары төзімділік және аз икемді жағдайдайындағы ең төменгі температурада (200...300 °С) жүреді. Бұндай өзгерістер құрылымдық кернеу туындауларымен бірге орын алады. Құрылымдық өзгерістерден туындайтын тартылыс кернеуі пішін өзгерісінің қосымша ұлғаюын туындатады, ол ол икемділігі төмен балқытпаларда сызат пайда болуына әкелуі мүмкін, сондықтан шынықтырлған болаттардағы пісірме кернеулері аса қауіпті болады. Бұндай материалдарды пісіруге арналған күрделі технологиялық процестер дайындау қажет.

Механикалық деформациялану. Пісірмелі құрастырылмдарда кернеу қосымша түрде бұйымды жинау, құрастыру немесе түзету операцияларын орындау барысында материалдардың механикалық тығыздалуы және пластикалық деформацияға ұшырауымен туындауы мүмкін. Осымен байланысты туындаған кернеулер пісірме кернеулерімен үйлесіп және олардың бұйымда жалпы таралуына әсер етуі мүмкін.

7.3. Пісірме кернеулерін азайту

Пісірме кернеулерінің және деформацияларының алдын алу күрделі жұмыс болып табылады. Оларды төмендету бойынша шаралар пісірме құрылымын құрудың түрлі сатыларында жүзеге асырылуы мүмкін: пісіруге дейін – құрастырылымның жобалану сатысында және оны дайындаудың технологиялық процесін жасау кезінде, біріктіру пісірмелерін орындау барысында және пісірме жұмыстарын аяқталғаннан кейін.

Алғашқы сатысында көп нәрсе тиімді құрылым және технологиялық шешімдерді таңдауға байланысты болады. Пісірме құрылымдары құрастыру процесінде қажет:

- Балқытылатын электродтық және ерітілетін негізгі металдың есептік көлемін азайтуға ұмтылу, сәйкесінше, пісірме жіктерінің түсуін және құрылымдағы олардың санын азайту есебінен пісірме барысында жылу бергіштікті төмендету;
- Құрылымдарда, әсіресе күш максималды түсірілетін аумақтарда шамадан тыс мөлшерде пісірме жіктерінің түйісулері және жиналып қалуларын болдырмауға тырысу;
- Орын алатын майысу кездерінде өзара теңестіру мақсатында бұйымның жылпы орталық уырлығына қатысты пісірілген біріктірулердің қосарлы орналасуын пайдалану;

▪ Түйістіре біріктіруге басымдық бере отырып, пісірмелеп біріктіру типін ұтымды таңдау.

Пісіру жұмыстарын орындау процесі барысында құрылымдағы пісірумен біріктіру жұмыстарын орындаудың тиімді реттілігін таңдау үлкен маңызға ие. Оған қоса, жасалатын жіктер реттілігінен туындауы мүмкін деформациялардың өзара тепе-теңдіктеріне қол жеткізуге ұмтылу қажет, ал бұйымдағы қатты жиекті құрайтын тұйықталатын байланыстардың пісірілуіне қатысты соңғы ретте таңдау жасалады. Әрбір кезекті білікшені көпқабатты пісірме кезінде алдыңғы пісіру жүрісінің бағытына қарама-қарсы бағытта жүргізу қажет. Қолмен және механикалық пісіру кезінде ұзаққа созылатын жіктерді кері сатылы реттілікпен орындау ұсынылады. Түйіндерді қатты қосалқы бөліктерде бекітуге ұсынылады, ал пісірме жұмысын жүзеге асыруды аз шамадағы қума бойлық энергия режимінде орындаған жөн. Кей жағдайларда күтілетін пісірме деформацияларының белгілері бойынша кері, дайындамалардың пісірілетін жиектерінің алдын ала деформациялануы, сонымен қатар, алдын ала немесе әсіресе, шынықтыруға бейім материалдарды қосынды қыздырумен қолданылады.

Пісіргеннен кейін пісіру кернеуін алып тастау үшін жіберудің термикалық операциясын қолданады. Пісіруден кейін босату қалдық кернеулерді азайтудың тиімді әдісі болып табылады және бір уақытта пісірме біріктірулердің икемділік қасиетін жақсартуға мүмкіндік береді. Босату бұйымның толықтай қыздырылуы жүретін жалпы, және пісіру біріктірулері аумағындағы бөлігі қыздырылатын кездегі жергілікті болуы мүмкін. Жалпы босатудың артықшылығы – кернеулерді төмендету барлық пісірілген құрылым бойымен оның күрделігіне қарамастан өтуі. Көптеген жағдайда қыздыру температурасы 550...680 °С кезінде жоғары босатуды қолданады. Босату операциясы үш сатыда орындалады: қызыдыру, белгілі бір температурада ұстау және салқындату. Ұстау әдетте 2...4 сағатты құрайды, одан кейін ауаға шығарып табиғи салқындатады. Жергілікті босатуды қалдықты кернеулерді алу және пісіру біріктірулер аумағындағы икемділік қасиетін қайта қалпына келтіру мақсатында жасайды.

Қалдық кернеулерді алып тастауда сонымен бірге пісіруден кейінгі механикалық өңдеу әдістерін де қолданады — соғу, жұқарту, дірілдету, жарылыспен өңдеу және қалдық кернеулердің тартылуын төмендететін металдың пісірме біріктірулерінің икемді деформациялануын құруға негізделген басқа да операциялар.

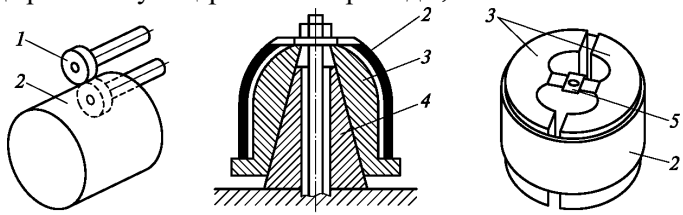
7.4. Пісіру деформацияларын жою

Қалдық деформацияларының пайда болуын ескерту мүмкін

болмаған жағдайда және олар рұқсат етілген шама шегінен шығып кеткен жағдайда оларды жою түзету операцияларының көмегімен жасанды жол арқылы жүзеге асырылады. Бұйымның құрастырылымы, пішін өзгеруінің көлемі, материал типі және оның термикалық жағдайына байланысты үш негізгі түзету түрлерін қолданады: статикалық немесе динамикалық жүктелуді қолданумен салқын, жергілікті қыздырумен, жалпы қыздырумен.

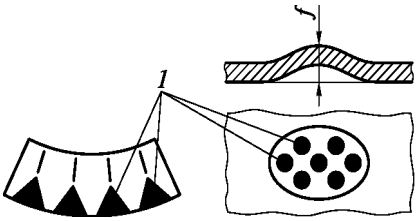
Салқын түзету пішіні өзгерген металдың қысылған аумақтарын тартуға негізделген. Деформацияның құрылым, түрі, көлеміне байланысты салқын түзетуді түрлі әдістермен орындауға болады. Ең қарапайым түрі – бұйымның жиналған тұсын соғу. Оны жұқа қаңылтырдан жасалған бұйымдарда қолданады. Дәл солай қаңылтыр бұйымдардағы төмпешіктерді қаңылтырдың шетінен бастап ортасына қарай соққылау арқылы түзетуге болады. Көбінесе салқын түзетуді статикалық, соққысыз жүктелім түсірумен жасайды. Осы мақсатта қол сығымдарын, көбінесе бұрандалы, арнайы түзеткіш қосалқы бөліктерін, механизацияланған сығымдарда қарнауға арналған болат пуансондар қолданумен, сонымен қатар, үш білікті станоктар мен арнайы станоктарда тарту арқылы жүзеге асырады. Жұқа қаңылтыр материалдардан жасалған айналым денелері үшін болат сырғытпа немесе қарнауышты пуансондар және кернеуіш сұрыптағышындағы қосалқы бөліктер қолданылуы мүмкін (7.4-сурет).

Жергілікті қыздыру арқылы түзету құрылымның тартылған аумақтарында жинақтау арқылы икемді деформациялауды дамытуға негізделген. Бұл әдіс арқылы түзету барысында әдетте пішіні өзгерген бұйымның тартылған тұсын ғана қыздырады. Қыздыруды бөлек аумақтарда жүргізеді (7.5-сурет). Оған қоса, метал ұлғаюына бұйымның салықн бөлігі кедергі келтіреді. Бұл аумақтарда метал икемді пішін өзгерісіне темірдің тартылған талшықтарының қысқаруына ұшырайды. Кезекті салқындату кезінде бұл аумақтар қысқара отырып, бұйымды түзетеді. Қаңылтыр бұйымдардың шығыңқы жерлерін түзету барысында шығыңқы бөлігін шахматтық тәртіпте қыздырады. Әрбір қыздырылған аумақ ұлғаюға тырысады,



а *б* *в*

7.4-сурет. Айналмалы дене бұйымдарын механикалық түзету: *а* — сырғытпалармен; *б* — кернегіш қосалқы бөлікте; *в* — қарнауышты пуансонда; *1* — сырғытпа; *2* — бұйым; *3* — пуансон; *4* — сүйір шоқша; *5* — кернегіш



7.5-сурет. Жергілікті қыздыру арқылы түзету:

а — қабырға бойынша; б — жазықтық бойынша; 1 — қыздыру орны; f — жебенің майысуы

бірақ қоршаған метал салықындығынан онда қысылудың икемді пішін өзгертуі туындайды. Салқындағаннан кейін қыздырылатын аумақ диаметрі азаяды, бұл шығыңқының жоғалуына әкеледі. Қыздыруды газдық қыздырумен, электр доғасымен, нүктелік пісіру машиналарымен жасауға болады. Жергілікті қыздырудың статикалық жүктеліммен үйлесуі барысында арнайы түзетудің қосалқы бөліктерін қолданумен түзету жеделдетіледі.

Жалпы қыздырумен түзетуді арнайы түзетудің қосалқы бөліктерінде жүргізеді, онда құрастырылым алдын ала тартылған күйде қажетті жағдайда ілінеді. Одан кейін бұйыммен бірге қосалқы бөлік пешкесалынып, қыздырылады. Қыздырылған метал қосалқы бөлікте икемді пішін өзгерісіне ұшырап және кзекті салқындату кезінде оған берілген пішін қалпын сақтап қалады. Бұндай түзетуді құрастырылымды жалпы термикалық өңдеумен салыстыруға болады. Алайда бұл әдіс тапшы материалдардан жасалған қымбатқа түсетін қосалқы бөліктерді қолдануды талап етеді.

Айта кетуқажет, түзету технологиялық процесте қажетсіз болып табылады. Құрылымның барлық дайындалу сатысын мұқият талдаудың әсерінен технологиялық процесте алдын ала пісірме бұйымдарында қалдық деформациялар пайда болу мүмкіндігін азайта алатын немесе болдырмайтын шараларды қарастыру қажет.

Бақылау сұрақтары

1. «Кернеу» және «деформация» түсінігінің айырмашылығы неде?
2. Пісірмелі біріктірулердегі кернеу мен деформацияның топтастрылуы туралы айтып беріңіздер.
3. Пісірмелі құрылымдардағы кернеу мен деформацияның пайда болу себептері қандай?
4. Пісірмелі құрылымдардағы кернеу мен деформацияның дамуын тежеу үшін қандай шаралар қолданылады?
5. Пісірмелі құрастырылымдардағы пайда болған деформацияны жоюдың әдістері қандай?
6. Пісіру жағдайын өзгерту есебінен қалайша деформацияны азайтуға болады?

8-тарау.
МЕТАЛДАРДЫҢ ПІСІРІЛУІ ЖӘНЕ ПІСІРМЕЛЕУ БІРІКТІРУЛЕРІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІ

8.1. Металдардың пісірілімі туралы түсінік

ГОСТ 26001–84 бойынша металдардың *пісірілімі* деп құрылымның пайдаланылу жағдайына негізделген талап етілетін қасиеттерінің кешендерімен бекітілген технологиясымен пісірмелеумен біріктірулер жасау қабілетінің сипаттамасын түсінеді.

Пісірілімнің физикалық және технологиялық түсініктерін ажыратады. Физикалық пісірілім деп материалдардың онда химиялық байланыстар орнауымен ажырамас монолиттік байланыс түзу қасиетін түсінеді. Физикалық пісірілім барлық дерлік металл түрлері және олардың қосылыстарына тән. Байланыстар түзудің сапасы пісіруде қолданылатын технологияға байланысты болады, сондықтан да пісіру жағдайындағы нақты әсер ететін жағдайларға қарай өзгеруі және соның барысында талап етілетін қасиеттерімен байланыс түзу қабілетін анықтайтын *металдың технологиялық* пісірілімі түсінігі енгізіледі. Пісірілім материалдың физикалық сипатына сәйкес келетін өзгермейтін қасиеті болып табылмайды. Ол пісірмелеу әдісі және режиміне, орнату материалының құрамына, флюске, жабынға, қорғаныс газына, ілеспе жағдайларға (мысалы, қыздыру) байланысты болады. Пісірмелеу түсінігі кешенді болып табылады және біріктірілетін байланыстардағы металдың табиғи қасиетінің жиынтығы және пайдалану жағдайларымен сипатталады. Сондықтан да пісірмелеуді бағалау мақсатында бірқатар сынақтар өткізіледі, олардың таңдалуы пісірмелеу құрастырлымын таңдауға және пісірудің әсер етуінен материалда болатын құрылымында және қасиетіндегі өзгерістер қарқынныа негізделеді.

Металдар және олардың қорытпаларының пісірілім барысындағы негізгі көрсеткіштері пісіру жағдайындағы металдың қышқылдануы, ыстық және салқын сызаттар болуына кедергі жасаулары, пісірудің жылулық әсеріне, тесіктер пайда болуын металдың сезгіштігі, бекітілген пайдалану талаптарына пісірмелеумен біріктірмелерінің сәйкестік қасиеттері болып табылады. Технологиялық пісірілімді бағалау барысында дифференциялдық көзқарасты ұстанған жөн: бір жағынан, пісіру ваннасындағы металдың өзгеруін бақылау және оның қоршаған ортамен (газдар және қалдықтармен) өзара байланысы кезінде қасиеттерінің өзгеруін, сонымен қатар, пісіру процесі кезінде

кристалдануын (металлургиялық пісірілуі) қарастыру;
екінші жағынан, пісірменің қандай да бір жағдайында металға жылулық әсер етудің өзгерісін бағалау (жылулық пісірілім). Металлургиялық тұрғыдан бағалау әдісі мен қорғаныс құралдарын таңдауға және ваннаны өңдеуге қажет.

8.2. Металдың пісірімділігін бағалау

Жылулық пісіруді бағалау пісірудің тиімді термикалық айналымын, яғни қыздыру көзі мен режимін таңдау үшін маңызды. Пісіруді бағалаудағы бұндай дифференцияланған көзқарас пісіру арқылы біріктірулерді орындаудың ең қолайлы технологиялық жолын таңдауды жеңілдетеді.

Пісірілетін металдардың қасиеті және пісірмелі біріктірулерге қойылатын талаптарға байланысты пісірілім бағалуын түрлі көрсеткіштерге сәйкес орындауға болады: металл құрылымының өзгеруі, біріктірулердің механикалық қасиеттері, белгілі бір ақаулар болуына бейінділігі бойынша және т.б. деректер.

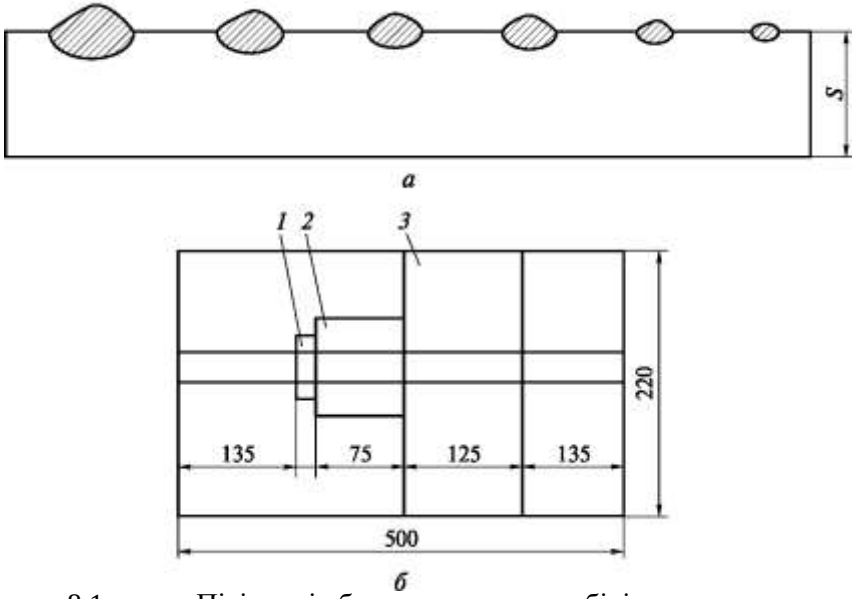
Түрлі саладағы пісірмелі біріктірулердегі *металл құрылымын бағалауды* пісірілетін металдағы құрылымдық-фазалық термокинетикалық схемаға және жағдайдың тепе-теңдігі диаграммасында өткізеді. Алынған деректерді арнайы машиналарда орындалатын металдың механикалық қасиетін зерттеу нәтижелерімен толықтырады. Бұндай сынақтар пісірмелеу біріктірулерінің кез келген аумағында пісірмелеудің термикалық айналымының ұқсастығын жасауға және олардың металдың құрылымына және қасиетіне әсер етуі бойынша нәтижелерді алуға мүмкіндік береді.

Осы мақсатта арнайы технологиялық сынамалар қолданылады, мысалы білікшелік сынама (МемСТ 13585-68). Ол үшін қалыңдығы 14...30 мм болатын метал кесіндісіне түрлі қумабойлы энергия режимінде білікшені балқытады (8.1-сурет). Статикалық 3 және соғу 2 арқылы майыстыру үшін, сонымен қатар, қаттылық пен құрылымын 1 анықтау үшін метал тілігінен көлбеу үлгілер кесіп алынады. Білікшелі сынама біріктірілімдердегі металдың қасиеті мен құрылымына технологиялық пісірменің әсерін бағалауға мүмкіндік береді.

Пісірмелік бағалау үшін пісірмелі біріктірілімдердегі және металдың бөлек аумағынадғы *механикалық қасиетін* анықтауды МемСТ 6996–66 сәйкес жүзеге асырады, ол сынамаларды статикалық тартылысқа, соғумен бүгуге, ескіруге, қатаюын қарастыруға арналған. Пісірме туралы металдың сәйкес қасиеттерінің нормативтік шамаларына немесе негізгі металл қасиетіне ұқсас қатынасында талқылайды.

Пісірмелеуді бағалауды сонымен қатар, *металдың ақау құруына бейінділігімен* де анықтайды. Ыстық сызаттар метал

жігінің майда кристалларалық бұзылуын және кристалдану процесіндегі қатты-сұйық жағдайындағы пайда болатын жапсар айналасының аумағын білдіреді.

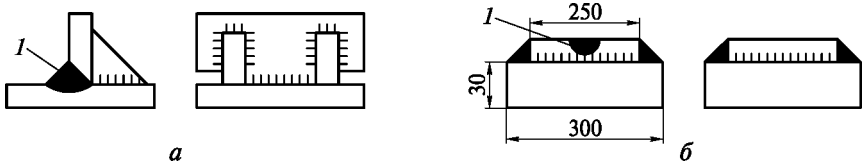


8.1-сурет. Пісірмелік бағалауға арналған білікше сынама: *а* — білікшелі сынаманың үлгісі; *б* — құрылымын зерттеуге арналған үлгілердің белгіленуі (1), соққылы (2) және статикалық (3) бүгу; S — үлгі қалыңдығы

Кристалдану барысында жіктің сұйық металы сұйық-қатты күйге, одан қатты-сұйық күйге, және қайтадан қатты күйге ауысады. Қатты-сұйық күйдегі жағдайда қатайған металл (қатты фаза) кристалиттерінен қаңқа пайда болады, оның арасында әлі де болса сұйық балқыма кездеседі. Бұндай жағдайдағы металл өте төмен пішін өзгерту және аз төзімділік қабілетіне ие болады. Металл толығымен кристалданып болғаннан кейін оның икемділігі мен төзімділігі арта түседі. Төмен икемділік және төзімділікті қатты-сұйық жағдайындағы металдың температуралық аралығын сынудың температуралық аралығы деп атайды. Бұл аралықта ыстық сызаттар пайда болуын әкелетін ішкі кернеу мен пішін өзгертудің туындауын боладыратын кристалданумен бір уақытта жікті орнату және сызықтық қысқарту басталады. Ыстық сызаттар жікте көлденең және бойлық түрде пайда болуы мүмкін.

Ыстық сызаттарға қарсыласу критерийлері бойынша металл пісірілімін бағалау үшін екі негізгі сынақ түрін қолданады:

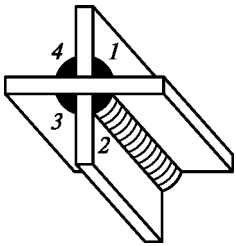
машиналарды және технологиялық үлгілерде пісіру. Машиналық



8.2-сурет. Жарықтарға бейімділігін бағалауға арналған технологиялық үлгі: *а* — бұрыштық жіктермен; б — со стыковыми швами; 1 — бақылау жігі

пісірілетін үлгіні тартады немесе пісіру барысында бүгіп майыстырады. Бұл пішін өзгеруі пісірмелеумен пішін өзгертуге ұқсайды. Материалдың ыстық сызаттарға бейінділігін сызаттар пайда болуы кезінде үлгінің днформациялану жылдамдығы және шекті көлемі бойынша бағалайды. Пішін өзгерту жылдамдығы немесе сызат түсірудегі оның көлемі неғұрлым жоғары болса, пісірме кезіндегі сызат түсіруге материалдың да қарсылығы соғұрлым жоғары болады.

Ыстық сызаттарға бейінділігін бағалау үшін бұрышытқы және түйістіру жіктерін пісірмелеп біріктірудің ұқсас технологиялық сынамалары қолданылады (8.2-сурет). Бағалауды соңғы жіктегі 1 сызаттың түсуі не болуына байланысты жасайды. Технологиялық сынаманың басқа да түрлері болады.



8.3-сурет. Суық жарықтарға бейімділігін бағалауға арналған крест үлгісі:
1 — 4 — жіктерді салу жүйелілігі

Салқын сызаттар өз атауларын төмен температураларда пайда болуымен иеленген. Салқын сызаттарға қарсылық көрсетуі бойынша металдың пісірілімін бағалау үшін сондай екі негізгі сынақ түрі қолданылады: технологиялық сынама және үлгілерге сыртқы механикалық жүктелімдер беру. Сынамалар қатты пісірмелі біріктірілімдерді білдіреді. Материалдың төзімділігін сызаттың болмауы немесе болуына қарай бағалайды. Сынамаға мысал ретінде крест сынамасы (8.3-сурет) және Киров зауытының сынамасы алынады. Крест түріндегі жікте неғұрлым қатты күйде соңғы 4 жік орналасқан және онда сызат түсуі мүмкін.

Салқын сызаттар түсуіне пісірме біріктірілімдерінің қарсылық көрсетуінің сандық көрсеткіштері болып пісірмеден кейін бірден үлгіге түсірілген аз мөлшердегі сыртқы жүктелімдер табылады. Қарсылық көрсеткіші ретінде аз жүктелім түсірілімі табылады, оның барысында сызат түсумен оның сынуы орын алады.

8.3. Құрылымдық материалдардың технологиялық пісірілуі

Металдардың және олардың қорытпаларының технологиялық пісірілуі көптеген факторларға — металдың химиялық белсенділігі, шынығу деңгейі, қоспалар құрамы және құрылымына байланысты болады. Металл неғұрлмы химиялық белсенді болып табылса, соғұрлым ол қоршаған ортамен байланысуға (бірінші кезекте, қышқылдануға) бейінді және осы жағдайда қорғаныс сапасы және пісіру барысында металлургиялық өңделу мүмкіндігі жоғары болу қажет. Белсенділігі жоғары металдарға титан, цирконий, ниобий, тантал, молибден жатады. Оларды пісіру барысында ауамен өзара әсерлесуіне тек балқытылған металды ғана емес, сонымен бірге, пісірме ваннаына салынатын негізгі металды және суытылатын жікті ішкі және сыртық жағынан қорғау қажет. Ең жақсы қорғаныс сапасын биік вакуумдар немесе тазалығы жоғары инертті газдар қамтамасыз етеді. Химиялық белсенділігімен басқа да түсті металдар ерекшеленеді: алюминий, магний, мыс, никель және осылардың негізідегі қорытпалар. Олардың қорғалуы инертті газдар, сонымен қатар, арнайы электродты жабындар және флюстермен қамтамасыз етіледі.

Болат және темір негізіндегі қорытпаларды пісіру барысында олардың ауамен қатынасын болдырмау үшін балқытылған металды жабындармен, флюстер және қорғаныс газдарымен сақтайды.

Болаттардың пісірілуіне көміртегі ең көп әсер етеді. Құрамында көміртекті және басқа да шынықтыруға раналған элементтерді көбейтумен болат пісірілімі нашарлап кетеді. Пісірмелеу құрастырылымдарында негізінен төмен көміртекті, төмен шынықтырылу, сонымен бірге шыныққан болатты қолданады. Бұл болаттарды пісіру барысындағы басты қиындықтары болып олардың ыстық сызаттарға бейінділігі, шынығуға және салқын сызаттар түсуіне сезімталдығы, пісірме біріктірілімдердің тең төзімділігін қамтамасыз етуі табылады. Болаттағы көміртегі мөлшері неғұрлым жоғары болса, соғұрлым сызат түсу қаупі де жоғары болып, пісірме біріктірілімдерінің қасиеттерін біртегіс қамтамасыз ету да қиындай түседі. Химиялық құрамы белгілі болат пісірілімінің бағдарлы сандық көрсеткіші болып көміртегінің эквиваленттік құрамы табылады (көміртегі эквиваленті) $C_э$, ол мына формуламен анықталады:

$$C_э = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/13,$$

Мұндағы көміртегі жәнге шынықтырылатын элементтер мөлшері пайызбен алынады. Құрамындағы көміртегі эквиваленті және онымен байланысты қатаюға және сызат түсуіне бейім болаттарды пісіріліміне қарай төрт топқа бөледі: жақсы, қанағаттандырарлық, шектеулі және нашар пісірілетін болаттар (8.1-кесте).

Жақсы пісірілетін болат ($C_э$ < 0,25%) шынығу құрылымынсыз және кең ауқымдағы режимде, қалыңдықта және құрастырылым пішінде сызат түсуінсіз пісіріледі.

8.1- кесте

Пісірімділігіне қарай болаттарды топтастыру

Пісірімділік	Болат	
	Көміртекті	Құрастырылған шыныққан
Жақсы	Бл1, Бл 2, Бл 3, Бл 4, 0,8, Болат 10, 20, 12кп, 16кп, 20кп	15Г, 20Г, 15ХМ, 10ХСНД, 10ХГСНД, 15ХГСНД
Қанағаттандырарлық	Бл 5, Болат 30, 35	12ХН2, 14Х2МР, 20ХН, 20ХГСА, 25ХГСА,
Шектеулі	Бл 6, Болат 40, 45, 50	35Г, 40Г, 45Х, 30ХГСА, 40ХМФА, 30ХГСМ
Нашар	Болат 65, 70, 80, У7, У8, У9, У10	50Г, 8Х3, 45ХНЗМФА, 8Х3, 5ХНТ

Қанағаттанарлық пісірілетін болаттар ($С_э$ = 0,25...0,35%) пісірме режимін дұрыс таңдау барысында салқын сызаттар түсуіне аз бейінді, бірқатар жағдайларда қыздыруды қажет етеді. Шектеулі пісірілетін болаттар ($С_э$ = 0,36...0,45%) сызат түсуіне бейін, олардың пісіру режимін өзгертумен сызат пайда болуға қарсылықтарын реттеу мүмкіндігі шектелген, қыздыруды талап етеді. Нашар пісірілген болаттар ($С_э$ > 0,45%) қатаюға және сызаттарға өте бейім, олар пісіру кезінде қыздыру үшін пісірудің және жылу өңдеудің арнайы технологиялық әдістерін талап етеді.

Бақылау сұрақтары

1. Металдың пісірілімі дегеніміз не?
2. Металл пісірілімін бағалаудың әдістері қандай?
3. Физикалық және технологиялық пісірілімнің айырмашылығы неде?
4. Пісіріліміне қарай болаттарды қалай ажыратады?
5. Көміртекті эквивалент деген не?
6. Пісірілімге көміртекті эквиваленттің әсері қандай?
7. Болаттың пісірілуіне көміртегі қалай әсер етеді?
8. Пісірмелеу жағдайының өзгеруі көміртекті болат пісіріліміне қалайша әсер етеді?

II БӨЛІМ.
ПІСІРУ МАТЕРИАЛДАРЫ, ЖАБДЫҚТАРЫ ЖӘНЕ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

9-тарау.
ПІСІРУ МАТЕРИАЛДАРЫ

9.1. Пісіруге арналған қоспа материалдар

Жалпы мәліметтер. Пісіру материалдары деп пісіру процестің өту мүмкіндігін және дәнекерленген қосылыстардың алуын қамтамасыз ететін материалдарды айтады. Оларға қоспа материалдары, жабынды электродтар, флюстар, қорғаушы газдар және т.б. жатады.

Пісіру кезінде жіктердің басым көпшілігін қоспа материалдардың қолданылуы арқылы орындайды. Олардың рөлі тек қана жіктің қажетті пішінде алуында ғана емес, сондай-ақ, ақаулардың пайда болуының төмен бейімділігі шарттарда жоғары тұтынымдық сипаттаманың қамтамасыз етуінде. Көптеген жағдайларда қоспа металдың құрамы пісірілетін металдың химиялық құрамынан айырмашылығы аз. Қоспа металдарды пісірілетін металдардың және қорытпалардың немесе одан артық олардың жеке маркаларының нақты топтарына арнайы әзірлейді. Бұл ретте жеке элементтердің шығындарын анықтайтын пісіру әдістері есепке алынады. Қоспа металы қосынды бойынша таза болуы керек, газдар мен қож кірмелердің ең аз санын қамтуы тиіс. Қоспа металдарды тұтас қималы металл сымы немесе ұнтақ сымы (ұнтақты өзек) түрінде пайдаланады. Сондай-ақ, шыбықтар, тіліктер, таспалар қолданылады. Пісіру сымына бетінің күйі, диаметрі бойынша шекті ауытқулар, сопақтығы және басқа көрсеткіштер бойынша жоғары талаптар қойылады. Пісіру сымының және басқа қоспа металдардың жоғары сапасы мұқият буып-түю және тұмшалау, сондай-ақ дұрыс сақтау және тасымалдау кезінде сақталады. Пісіру сымын сақтағыш маймен майланған орамдар түрінде ең жиі жеткізеді. Орамның бетін дымқыл өтпейтін қағазбен, полимерлі үлбірмен және т.б. орайды. Сымның әрбір партиясы сымның маркасы, оның химиялық құрамы, балқыту мөмірі және басқа мәліметтер көрсетілген шығарушы зауыттың сертификатымен жабдықталуы тиіс.

Қоспа материалдарды пісіру алдында беті мұқият тазалаудан өтуі тиіс. Майлау немесе басқа ластану іздерінің болуына жол берілмейді. Көп жағдайларда оксидтерден де тазарту талап етіледі. Маймен ластануды кетіру үшін майсыздандыру қолданылады. Оксидті үлбірді өңдеу, химиялық және электрхимиялық қырсаулау арқылы алып тастайды. Пісіру үшін

көбінесе мамандандырылған стандарттар немесе техникалық шарттар бойынша шығарылатын қоспа матриалдардың қолдануы қажет. Өнеркәсіп қоспа материалдарды болатты, шойынды, алюминийді, мысты, титанды және олардың қорытпаларын пісіру үшін шығарады.

Болаттарды пісіруге және балқытуға арналған қоспа металдары. Тұтас қималы суық тартылған болат пісіру сымды 224670 МемСТ бойынша шығарады, ол үш топқа бөлінетін түрлі химиялық құрамындағы 77 марканы көздейді: төмен көміртекті, құрамында қоспалауыш элементтердің 2,5...10,0% бар қосындыланған, құрамында қоспалауыш элементтердің 10% артық бар жоғары қосындыланған. Кейбір сымдардың химиялық құрамы 9.1-кестеде көрсетілген.

Пісіру сымының маркаларын Св әріптермен (пісіру) білдіреді. Олардың соңындағы сандар пайыздың жүзден бір бөліктегі көміртектің құрамын көрсетеді. Келесі әріптер сымдағы қоспалауыш элементтердің бар болуын көрсетеді: алюминий — Ю, азот — А (тек жоғарықосындыланған болаттарды), бор — Р, ванадий — Ф, вольфрам – В, кремний — С, кобальт — К, марганец — Г, мыс — Д, молибден — М, никель — Н, ниобий — Б, титан — Т, хром — Х, цирконий — Ц. Осы әріптерден кейінгі сандар қоспалауыш элементтің пайыздық орташа құрамына сәйкес (санның жоқтығы аталған элементтің құрамы 1% төмен екендігін білдіреді). Төмен көміртекті және қоспалауыш сымдардың белгілерінің соңындағы А әрпі күкірт және фосфор құрамы бойынша металдың жоғары тазалығын көрсетеді. Св-08АА маркасындағы қосарланған А Св-08А сымымен салыстырғанда күкірт және фосфордың құрамындарының төмендігін көрсетеді. Сымды сондай-ақ мақсаты бойынша ажыратады: пісіру (балқыту) үшін және электродтарды дайындау үшін (шартты белгісі — Э). Төмен көміртекті және қоспалауыш сымдарды оның бетін тоттанудан сақтау үшін мысқа айналмаған және мысқа айналған (шартты белгісі — О) түрінде шығарады.

Диаметрі 3 мм Св-08А маркалы беті мысқа айналған пісіру сымның шартты белгілеуінің мысалы – 3Св-08А-О МемСТ 2246—70 сымы.

Болат пісіру сымды 2246–70 МемСТ бойынша келесі диаметрде (мм) шығарады: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0 және 12,0. Сым ішкі диаметрі 150...750 мм массасы 1,5...40 кг орамға оралған түрінде, сондай-ақ шарғыға және кассетаға оранған (автоматты және механикаландырылған пісіру үшін) түрінде жеткізіледі.

Кейбір пісірмелеуге арналған болат сымдардың химиялық құрамы, %, (ГОСТ 2246–70) Кесте 9.1

Сым	C	Si	Мп	Сг	Ni	S	P	Ti	Nb	Mo
Төмен көміртекті:										
Св-08	<0,10	<0,03	0,5	<0,15	<0,3	<0,04	<0,04	-	-	-
Св-08А	<0,10	<0,03	0,9	-	-	<0,03	<0,03	-	-	-
Св-08ГА	-	-	0,9	<0,15	-	<0,02	<0,03	-	-	-
Св-10Г2	<0,12	-	1,7	<0,2	<0,3	-	-	-	-	-
Шынықтырылған:										
Св-08ГС	<0,10	0,7	1,5	<0,2	<0,25	<0,25	<0,3	-	-	-
Св-08Г2С	<0,10	0,8	1,9	-	<0,25	-	-	-	-	-
Св-18ХГС	<0,18	1,1	1,0	0,9	<0,3	<0,25	<0,3	-	-	-
Жоғары шынықтырылған:										
Св-12Х13	<0,14	<0,5	0,5	13	<0,6	<0,25	<0,3	0,7	-	-
Св-07Х19Н10Б	<0,09	<0,7	1,8	19	9,5	0,15	<0,3	-	1,3	-
Св-0Х16Н25АМ6	<0,10	<0,6	1,5	16	25	0,18	0,2	-	-	6,5

10543-75 МемСТ бойынша болат балқытылған сым 0,3...8,0 мм диаметрімен көміртекті болаттан — 9 марка (Нп-25, Нп-30 және т. б.), қосындыланған болаттан — 11 марка (Нп-10Г, Нп-50Г, Нп-30ХГСА және т.б.), жоғары қосындыланған болаттан — 11 марка (Нп-2014, Нп-30Х10Г10Т және т.б.) дайындалады.

Сым флюс астында балқыту үшін қорғаныш газдарда, электрқожды балқыту кезінде және жабынды электродтарды әзірлеу үшін пайдаланылады. Сымның маркасын мақсатына байланысты және балқытылған қабат металының талап етілетін қаттылық бойынша таңдайды. Балқыту үшін пайдаланылатын кесілген суық иленген таспа көп жағдайда ені 20...100 мм кезінде 0,4...1,0 қалыңдыққа ие. Таспаны орамда жеткізеді.

Ұнтақ сымы ұнтақ тәрізді толтырғышпен – шихтамен толтырылған түтік тәрізді сым (жиі күрделі ішкі қимамен) болып табылады. Ұнтақ сымдардың қабығын қалыңдығы 0,2...0,5 мм болат (жиі төмен көміртекті) таспадан дайындайды.

Толтырғыш газ және қожтүзуші құрамдастардан құрылған ұнтақтардың, сондай-ақ пісіру аймағының және пісірілген жіктің талап етілетін қасиеттерінің қорғауын қамтамасыз ететін қоспалауыш құрамдастардың қоспасы болып табылады.

Диаметрі 2,6...3,0 мм ұнтақ сымын ең кең қолданады. Шихтаның құрамына қарай ұнтақ сымын болат пен шойынның ауамен өзаара әрекеттесуден қорғаусыз да, қосымша қорғаумен де (флюспен, қорғаныш газбен) механикаландырылған пісіруі үшін пайдалануға болады. Көміртекті және қоспалауыш болаттардың пісіруі үшін ұнтақ сымдарды қолданады: ПП-АН1 ПП-АН3 ПП-АН6 — ашық доғамен пісіру кезінде; ПП-АН4, ПП-АН5, ПП-АН8, ПП-АН9 — көмірқышқыл газда пісіру кезінде. Ұнтақ сымдардың артықшылығы толтырғыш арқасында кең шектерде балқыту кезінде (бұйымдарды флюс астында, қорғаныш газдарда және ашық доғамен балқытуға болады) пайдаланылатын жіктің химиялық құрамын реттеудің мүмкіндігі болып табылады. Машина бөлшектерін көміртекті болаттардан (ПП-АН120, ПП-АН121, ПП-АН122) флюс астында балқыту үшін, жоғарымарганецті болаттарды (ПП-АН105) балқыту үшін, жоғарыхромды болаттарды (ПП-АН170) балқыту үшін ұнтақ сымдары; ұнтақ таспалары (ПЛ-АН101, ПЛ-АН102 және т.б.) әзірленген.

Темір негізде қалыңдығы 0,8...1,2 мм және ені 30...80 мм күйдірілген таспаны металл ұнтақтардың, ферроқорытпаның, графиттің және басқа материалдардың қоспасынан ұнтақ металлургия әдісімен дайындайды.

Ұнтақы сымдары мен таспалармен доғалық балқыту кезінде тұтас қималы электродтармен салыстырғанда тоқтың аз тығыздығын қолданады, бұл балқытудың шағын тереңділігін және негізгі металмен балқыту металдың сұйылтудың төмен дәрежесін қамтамасыз етеді. Балқыту үшін сондай-ақ ұнтақтарды

(21448–75 МемСТ) пайдаланады. Оларды сұйық металдың тозаңдатуы арқылы дайындайды. Ұнтақтардың негізгі құрамдастары көміртек, хром, кремний, марганец, никель, вольфрам, молибден, бор болып табылады. Балқыту және тозаңдату үшін сондай-ақ карбидтер, нитридтер, оксидтер қосылыстарының ұнтақтарын қолданады.

Алюминийден және алюминий қорытпаларынан жасалған пісіру сымы. Алюминийден және алюминий қорытпаларынан жасалған сымның диаметрі 0,8...12,5 мм шегінде болуы мүмкін. Сымдар диаметрінің және сопақтығының рұқсат етілген ауытқулары регламенттелген.

Стандарт сымдардың 14 маркасын көздейді (7871-75 МемСТ). Оларды бес топқа бөлуге болады: алюминийден (Св-А97, Св-А85Т), Al–Mn (Св-АМц) жүйесінің қорытпаларынан, Al–Mg (Св-АМг3, Св-АМг6 және т.б.) жүйесінің қорытпаларынан, Al–Si (Св-АК5, Св-АК10) жүйесінің қорытпаларынан, Al–Cu (Св-1201) жүйесінің қорытпаларынан. Пісіру сымдарының маркаларын белгілеу алюминий қорытпалардың тиісті таңбаларға ұқсас қабылданды.

Мыстан және оның қорытпаларынан жасалған пісіру сымдары мен шыбықтар. Отандық өнеркәсібі диаметрі 0,8...8,0 мм сымдарды және диаметрі 6 және 8 мм шыбықтарды шығарады. Сымды әртүрлі материалдардан жасайды: мыстан және мыс қорытпаларынан (М1, МСр1, МНЖ5-1, МНЖКТ5-1-0,2-0,2); хромды қоладан (БрХ0,7) және одан да күрделі құрамдардан БрХНТ, БрЕЦр, БрКМц3-1, БрОЦ4-3, БрАМц9-2, БрОФ-0,15, БрАЖМц10-3-1,5); жезден (Л63, ЛК62-0,5).

Сымдар маркаларын шартты белгілеуі мыс және оның қорытпалардың тиісті таңбаларына ұқсас қабылданды.

Титан мен оның қорытпаларын пісіруге арналған сым. Бұл сым стандартталған емес. Ведомстволық техникалық шарттар бойынша ВТ1-0, ВТ1-1 техникалық титаннан, ВТ2 қорытпадан және сирек басқа қорытпалардан шығарылатын пісіру сымын қолданады.

9.2. Доғалық пісіруге арналған электродтар

Электродты жабындылардың құрамдастары. Болаттардың қолмен доғалық пісіру үшін доғаның тұрақты жануын, ауаның зиян әсерінен қорғауын, пісіру былаудың металлургиялық өңдеуін, жік қалыптасуының жақсартуын қамтамасыз ететін жабындының қабаты жағылатын пісіру сымнан ұзындығы 450 мм өзектер түрінде металл электродтары кеңінен қолданылады. Осыған байланысты жабындыларға құрамдастардың түрлі топтары кіреді.

Тұрақтандырушы құрамдастар жабындының құрамына доғаның жану тұрақтылығын беру мақсатында енгізіледі. Бұл

құрамына оңайиондаушы элементтері (Са, Na, К) кіретін материалдардың пайдалануымен іске асырылады. Осындай материалдар ретінде бор, мәрмәр, дала шпаты және т.б. қолданылады.

Газтүзетін құрамдастар ауаның зиянды әсерінен пісіру аймағының қорғауы үшін қызмет етеді. Әдетте осындай материалдардың ретінде органикалық заттарды (крахмал, декстрин, целлюлоза), сондай-ақ қыздыру кезінде газдардың пайда болуымен диссоциацияға түсетін минералдар (мәрмәр, магнезит және т.б.) қолданылады.

Қожтүзуші материалдардың негізгі мақсаты қож жабындының әзірлеуі болып табылады және олар балқытылған металды ауаның оттегімен және азотпен өзара әрекеттесуден қорғайды. Сонымен қатар, пайда болатын қождар металлургиялық процестер өтетін орта болып табылады, және кейбір жағдайларда өздері бұл процестерде белсенді қатысады. Ең жиі қолданылатын қожтүзуші материалдары марганец кені, мәрмәр, кремнезем, дала шпаты, плавикті шпат және т.б. болып табылады.

Қышқылсыздандырғыш материалдар балқытылған металдың қышқылсыздандыруы үшін қолданылады. Осы мақсатта оттегіге жоғары ұқсастыққа ие, сұйық, металда ерімейтін оксидтерді беретін (кремний, марганец, титан ферроқорытпалары және т.б.) элементтердің ферроқорытпаларын енгізеді.

Қоспалаушы материалдарды жік металына талап етілетін қасиеттерді беру үшін пайдаланады. Осындай материалдар ретінде әдетте сәйкес ферроқорытпаларды қолданады.

Байланыстырушы материалдарда жақпалы массаның балшығы жасалынады, ол кепкеннен кейін электродты жабындылардың (калийлі немесе натрийлі сұйық шыны, декстрин және т.б.) беріктігі қамтамасыз етіледі.

Доғалық пісіруге арналған электродтардың топтастыруы. Болаттардың доғалық пісіруіне арналған металл электродтарын мақсаты мен түрі бойынша келесі топтасуын көздейтін 9466–75 МС сәйкес дайындайды.

Мақсаты бойынша электродтар келесі топтарға бөлінеді;

· У жалпы индекспен белгіленетін, уақытша кедергісі 600 МПа құрайтын көміртекті және төмен қоспаланған құрылмалық болатты пісіру үшін (Э38, Э42, Э42А, Э50, Э60);

· Л жалпы индексі бар ажыраудың уақытша кедергісі 600 МПа асатын қоспаланған құрылмалық болатты пісіру үшін (Э70, Э85, Э100, Э125, Э150);

· Т индексі бар қоспаланған жылуға орнықты болатты пісіру үшін;

· В индексі бар ерекше қасиеттерге ие жоғарықоспаланған болатты пісіру үшін;

· Н индексі бар ерекше қасиеттерге ие беттік қабатты балқыту

үшін.

Жабынды түрі бойынша электродтар келесідей бөлінеді:

- *А* қышқыл жабындымен;
- *Б* негізгі жабындымен;
- *Ц* целлюлоза жабындымен;
- *Р* рутил жабындымен;
- *П* басқа түрдегі жабындымен.

А қышқылды жабыны (электродтар маркалар АНО-2, СМ-5 және т.б.) негізінен темір оксидінен және марганецтен (кен), кермнезем ферромарганецтен тұрады. Олар технологиялы, бірақ оларда оксидті марганецтің болуы оларды улы етеді. *Р* рутил жабындылары (АНО-3, АНО-4, ОЗС-3, ОЗС-4, МР-3, МР-4 және т.б. электродтары) өз құрамында рутилдің басым бөлігіне ие (ТЮ2). Осындай жабындылардың пісірушінің тыныс алу органдарына деген зияны аздау. Ц целлюлоз жабындылары (ВСЦ-1, ВСЦ-2, ОЗС-1 және т.б. электродтары) целлюлозадан, органикалық шайырдан, ферроқорытпадан, тальктан тұрады. Осы жабындылар кез келген қалыптағы пісіру үшін қолайлы, бірақ балқытылған металдың төмен илемділікті береді. Б негізгі жабындыларда (УОНИ-13/45, ОЗС-2, ДСК-50 және т.б. электродтары) темір мен марганец оксидтері жоқ. Осындай электродтармен орындалған жік металы үлкен илемділікке ие. Кейбір жабынды электродтардың сипаттамалары 9.2-кестеде көрсетілген.

Жабынды қалыңдығы бойынша D электрод диаметрінің d болат өзегінің диаметрімен қатынасына байланысты келесі электродтарды ажыратады: М – жұқа жабындымен ($D/d < 1,2$); – орта жабындымен ($D/d = 1,20...1,45$); Д – қалың жабындымен ($D/d = 1,45...1,80$) және Г — аса қалың жабындымен ($D/d > 1,8$). Пісірудің рұқсат етілген негізгі қалыптар бойынша электродтар келесі топтарға бөлінеді: 1 – барлық қалыптар үшін; 2 – тіктен басқа барлық қалыптар үшін; 3 – төменгі, тік жазықтағы көлденең қалып үшін; 4 – төменгі қалып үшін. Пісіруге арналған электродтарды тікелей және кері полярлықтың айнымалы және тұрақты тоқтағы деп бөледі. Жабындысы бар электродарды металл өзегінің 1,6...12,0 мм құрайтын диаметрімен және 150...450 мм ұзындықпен шығарады.

Электрод типінің шартты белгіленуі келесі түрде шифрден ашылады: Э әрпі — электрод, оның артында тұрған сан — жік

9.2-кесте

Жабындысы бар электродтардың сиппатамасы

Электродтың маркасы	Электродтың түрі	Ажырауға кедергі $\sigma_в$, МПа	Аққыштық шегі $\sigma_т$, МПа	Соққы тұтқырлығы $a_н$, кДж/м^2	Балқытып қаптастыру коэффициенті «α... г/(А·сағ.)
АНО-6	Э42-Т	440	323	1 370	8,0
АНО-3	Э46-Т	490	372	1 470	8,4
ОЗС-4	Э46-Т	490	382	1 170	9,0
УОНИ-13/55	Э50-Ф	510	412	1 960	9,4
УОНИ-	Э60-Ф	608	461	1 760	9,5

металының ажырауға уақытша қарсыласуы. Мәселен, ОЗС-4, АНО-3 маркалардың Э46 типтегі электродтары 460 Мпа кем болмайтын уақытша қарсыласуды қамтамасыз етуі тиіс. Қоспалы болаттарды пісіруге арналған жабындысы бар электродтардың белгіленуіне кіретін әріптер мен сандар балқытып қаптастырылған металдың өнегелі түрдегі химиялық құрамын көрсетеді (Э-09Х1МФ, Э-12Х13).

Жабындысы бар электродтардың әрбір типіне пісіру сымының типімен, жабындының құрамымен, жік металының химиялық құрамы және қасиеттерімен сипатталатын бір немесе бірнеше маркалар әзірленген. 10051–75 МемСТ бойынша ерекше қасиеттерге ие беттік қабаттың доғалық балқытып қаптастыруына арналған элеткродтар шығарылады (мысалы, Э-10Г2, Э9ОХ4М4ВФ және т.б.).

Балқитын жабындысы бар электродтардан басқа қол доғалық және механикаландырылған пісіру үшін қорғаныш газдарда балқымайтын вольфрам, сирек көмір және графит электродтар қолданылады. Бұл электродтар жануының қоздыруы және ұстап тұруы үшін қызмет етеді. Доға жануының тұрақтылығын және вольфрам электродтарының беріктігін арттыру үшін оларға электродтың эмиссиялық қабілеттілігін жоғарылататын белсендіруші сирекжерлік металдардың (торий, лантан, иттрий) 1,5...3,0% оксидтерін енгізеді.

Вольфрам электродтарын диаметрі 0,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 және 10,0 мм болатын шыбықтар түрінде шығарады. Химиялық құрамына байланысты келесі маркалы электродтарды әзірлейді: ЭВЧ — таза вольфрамнан, ЭВЛ — вольфрамнан лантанды қосып, ЭВИ — вольфрамнан иттрий оксидін қосып, ЭВТ — вольфрамнан торий оксидін қосып әзірлейді.

Вольфрам электроды маркасындағы сандар белсендіруші қоспаның мөлшерін проценттің оннан бір бөлігінде көрсетеді. Көмір және графит электродтарды (өзектерді) электртехникалық көмірден немесе синтетикалық графиттен 4...18 мм диаметрімен және 250...700 мм ұзындықпен жасайды.

9.3. Пісіру флюстері

Пісіру кезінде металдар мен қорытпалардың көпшілігі қоршаған ортамен өзара әрекеттеседі. Әсіресе балқытылған металл белсенді әрекет етеді. Жіктің кристалданған металы және термиялық әсері аймағының металы осындай әрекетке сирек ұшырайды. Қоршаған ортамен өзара әрекеттесу нәтижесінде металдың тотығуы, сондай-ақ ондағы азот және сутектің еруі орын алады. Бұл көп жағдайда жік металы мен дәнекерленген қосылыстар қасиеттерінің нашарлауына әкеледі, сондықтан пісіру кезінде металды ауамен қосылудан сақтау керек. Қож, газды және аралас қорғау қолданылады.

Қож қорғаудың ерекшелігі – балқытылған металдың металлургиялық өңдеуден өткізу мүмкіндігінде болуда. Бұл үшін қожды еріткен кезде белгілі бір физикалық-химиялық қасиеттерге ие арнайы пісір флюстері қолданылады. Осындай флюстерді автоматты және механикалық доғалы, электрқожды пісіру және балқыту кезінде қолданады.

Қождарды шартты түрде екі топқа бөлуге болады: активті және пассивті. Активті қождар қорғаумен қатар металлургиялық өңдеуді де (қышқылсыздану, күкірт пен фосфорды байланыстыру, қоспалау және т.б.) жүзеге асырады. Пассивті қождар негізінен қорғаныш функциясын жүзеге асырады. Сонымен қатар, қождар жіктің жақсы қалыптасуын, металдың тиісті химиялық құрамын, ондағы кеуектердің және жарықшақтардың болмауын, жік бетінен қож қабығының жеңіл алынуын қамтамасыз етуі тиіс.

Пісіру үшін түрлі жүйелердің қождарын қолданады. Олардың көпшілігінде міндетті құрамдас бөлігі ретінде қождың физикалық қасиеттеріне әсер тигізетін CaF_2 фторлы кальций бар. Құрамында MnO, FeO, CaO, MgO, Al_2O_3 және т.б. бар қождар ең көп таралған. Түрлі болаттарды пісіру үшін оксидтер қатынасы өзгеріледі. Белсенді оксидтердің (FeO, MnO, SiO_2) қождарда шоғыланудың аздығы және оларда басқа оксидтердің (CaO, MgO, Al_2O_3) құрамының көптігі пісіру былаудағы қоспаланған элементтердің көпшілгіне қатысты қышқылдандыру қабілетінің төмендеуіне әкеледі, сондықтан қождардың химиялық құрамын қарап, негізділігі бойынша флюстерды құрамында SiO_2 және TiO_2 көп шоғырланған *қышқыл* және басқа оксидтер көп шоғырланған *негізгі* болып бөледі.

Дайындау тәсілі бойынша флюстерді *балқытылған* және *балқытылған еместерге* бөледі. Балқытылған флюсті электр

немесе жалынды пештерде оның құрамдастардың балқытуымен алады. Бұл ретте шихта ретінде марганец кенін (MnO), кварц құмын (SiO_2), плавикті шпатты (CaF_2) және т.б. пайдаланады. Салқындатқаннан кейін балқытылған массаны талап етілетін мөлшердегі түйірлерге уақтайды. Балқытылған флюстердің құрамында қышқылсыздандырғыштар және қоспалауыш элементтер жоқ, олар әдетте силикаттарға берік байланысқан осы элементтердің оксидтерінен тұрады.

Балқытылмаған флюстер белгілі бір байланыстырушыда бұлғанған (мысалы, сұйық шыныда), белгілі бір мөлшердегі түйірлерге қыздырылған және түйіршіктелген ұнтақ тәрізді материалдардың механикалық қоспасы болып табылады. Балқытылған флюстердің артықшылығы жоғары технологиялық қасиеттер (қорғау, қалыптастыру, қож қабығының алынуы және т.б.) болып табылады. Балқытылмаған флюстер кең шегінде балқытылатын металдарды қоспалауға мүмкіндік береді. Осы мақсатта флюстерге металл ұнтақтарын және ферроқорытпаларды енгізеді.

Қазіргі уақытта өнеркәсіпте көбінесе балқытылған флюстерді қолданады. Болат үшін балқытылған флюстерді олардағы кремний оксидтерінің құрамы бойынша жоғары шақпақтасты (SiO_2 50% дейін), төмен шақпақтасты (SiO_2 35% дейін), шақпақтассыз; олардағы марганец оксидтерінің құрамы бойынша жоғарымарганецті (MnO 30% аса), ортамарганецті (MnO 15....30%), төменмарганецті деп бөледі.

Төмен шақпақтасты флюстерді әдетте қосындыланған болаттарды пісіру үшін қолданады. Төмен көміртекті болаттарды пісіру үшін төмен көміртекті пісіру сымымен бірге көбінесе жоғары шақпақтасты марганецті флюстерді қолданады. Кремнеземнің аз құрамына ие (SiO_2) негізгі флюстердің астында, құрамында кремний, мысалы, Св-08 немесе Св-08А жоқ электродты сыммен пісіру кезінде пісіру былаудың тотықсызданuы көміртек арқасында өтеді. Металда ерімейтін көміртек оксидінің пайда болуы тігісте газды тесіктердің құрылуын тудырады. Пісіру былауда кремнийдің бұрынғы қалпына келтірілуі процесі дамыған кезде, кремний көміртектің тотығу реакциясын басқан кезде және тесіктердің пайда болуын алдына алған кезде азкөміртекті сымның қышқыш флюспен бірге пайдалануы мүмкін.

Басқа жағынан қарағанда, азкөміртекті болаттың пісірілуі кезінде ыстық сызаттардың пайда болуына бейімді емес жікті алу үшін, сондай-ақ талап етілетін механикалық қасиеттерді беру үшін металда 0,8...1,0% марганец болуы қажет. Негізгі флюстің астында құрамында марганецтің аз мөлшері бар азкөміртекті сыммен пісіру кезінде оның былауда тотығуы және қождарға өтуі орын алады. Нәтижесінде металл марганецпен ажарын кетіреді, ал жіктер ыстық сызаттардың пайда болуына бейім болады,

сондықтан азкөміртекті сымның жоғарымарганецті флюспен бірге қолдануы мүмкін. Осылайша, әдеттегі азкөміртекті болаттарды азкөміртекті сыммен пісірілуі кезінде қышқыл жоғарымарганецті флюс қолданылуы тиіс. Ал қосындыланған болаттарды дәнекерлеген кезде және қышқылсыздандырғыштары бар сымдарды қолданған кезде осындай флюстердің қолдануы қоспалаушы элементтері көпшілігінің тотығуына және жік металының металл емес қоспалармен ластануына әкеледі. Сондықтан жоғары қоспаланған болаттарды пісірген кезде марганецсіз төмен шақпақтасты негізгі флюстер қолданылуы тиіс.

Молибден, титан, алюминий және т.б. оңай тотықтырғыш элементтердің құрамы жоғары қоспаланған болаттарды пісіру үшін CaO, CaF_2, Al_2O_3 қосылыстардың негізінде кремнийсіз флюстерді және CaF_2, NaF және т.б. қосылыстардың негізінде оттексіз фторлы флюстер қолданылады.

Алюминий, магний, титан және олардың қорытпаларын пісіру үшін оттексіз қож жүйелерін құрайтын флюстерді пайдаланады: титан үшін — CaF_2 негізінде, хлоридтердің шағын қоспаларымен; алюминий үшін — хлорлы тұздардың (NaCl, KCl, LiCl) негізінде, магний қорытпалары үшін – фторидті қосылыстардың (KF, NaF, BaF_2 және т.б.) негізінде.

Мыс және мыс қорытпаларын пісіру үшін қожды жүйені құрайтын флюстерді қолданады, олардың негізін бораттар құрайды: $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ бура және H_3BO_3 бор қышқылы. Басқа қожды жүйелерге бұл қосылыстарды қоспа түрінде енгізеді.

Флюстерді дайындау үшін бастапқы материалдарды пайдаланады: кен, кварц құмы, рутил, каолин, мәрмәр, фторлы және хлорлы тұздар және басқа құрамдастар. Құрамдастар қымбат емес және зиянды қоспалардан (күкірттен, фосфордан және т.б.) тазартылуы тиіс.

Ең жоғары тазалық титан мен оның қорытпаларын және басқа да белсенді материалдарды дәнекерлеген кезде қолданылатын флюстер үшін талап етіледі. Түрлі металдардың пісіру және балқыту кезінде қолданылатын флюстердің үлкен санына қарамастан оларға жалпы стандарт әлі әзірленген жоқ. Қолда бар 9087-81 МемСТ болатты пісіру үшін балқытылған флюстерге

9.3-кесте

Пісіру флюстерді қолдануға ұсынылатын салалар

Флюсовтердің маркалары	Қолданылуы
АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45, АН-348-В, 0СЦ-	Механикаландырылған пісіру, сондай-ақ көміртекті және төмен қоспалы болатты балқыма қаптау
АН-8	Көміртекті төмен қоспалы болаттарды электрқож арқылы пісіру
АН-20С, АН-20СМ, АН-20П, АН-15М	Жоғары қоспалы болаттардың автоматты пісіруі мен балқыма қаптау
АН-22	Төмен және орта қосындыланған болаттарды электрқожды және доғалық автоматты пісіру және балқытып қаптастыру
АН-26С, АН-26СП, АН-26П	Тот баспайтын болаттарды автоматты пісіру
АН-17М, АН-43, АН-47	Беріктігі жоғары болаттарды доғалық автоматты пісіруі мен балқытып қаптастыру

деген талаптарды реттейді. Осы стандарт бойынша балқытылған флюстердің 21 маркасы шығарылады. Ең көп таралған флюстердің маркалары АН-348А, ОСЦ-45, АН-20, АН-26, АН-15М және т. б. болып табылады.

9.4. Қорғаныш газдар

Қорғаныш газдар пісіру кезінде доғаны және пісіру ваннасын қоршаған ортаның зиянды әсерінен қорғайды. Бұл қорғау пісіру орнынан газ ағынымен ауаның физикалық ығысуы арқылы жүзеге асырылады. Қорғаныш газдар ретінде инертті және активті газдар, сондай-ақ олардың қоспалары қолданылады. Пісіру кезінде инертті газдардан аргон және гелийді пайдаланады. Бұл қатты және сұйық металдармен реакцияға түспейтін және олардың көпшілігінде іс жүзінде ерімейтін бір атомды газдар.

Аргон (Ат) ең көп таралған. Оны атмосфералық ауадан алады.

Инертті газдарды химиялық белсенді металдарды (титан, алюминий, магний және т.б.) пісіру үшін, сондай-ақ негізгі және қоспа металмен құрамы бойынша біртекті пісірілген жіктерді алуға қажет болғанда қоспаланған болаттарды пісіру үшін қолданады. Инертті газдар пісіру кезінде оған металлургиялық әсерді тигізбей металдың қорғауын қамтамасыз етеді. 10157-79 МемСТ сәйкес аргон екі сұрыпта шығарылады: жоғары (Ar кемінде 99,992 %) және бірінші (Ar кемінде 99,987%). Аргонды 15 МПа қысымдағы сыйымдылығы 40 л болат баллондарда сақтайды және тасымалдайды. Гелийді (He) өндірілетін табиғи газдардан алады. Ол ауадан айтарлықтай оңай және аргоннан он есе жеңіл, сондықтан пісіру кезінде аргонмен салыстырғанда оның жоғары шығыны қажет. Сондай-ақ, гелийдің құны аргон құнынан шамамен 5 есе артық. Гелий екі сұрыпта шығарылады: ерекше және жоғары таза. Пісіру үшін инертті газдардың, мысалы, 70% аргоннан және 30% гелийден тұратын (көлемі бойынша), қоспасын жиі пайдаланады. Аргон сияқты гелий, қоңыр түске боялған баллондарда сақталады және тасымалданады.

Активті қорғаныш газдар пісіру аймағын ауадан қорғайды, бірақ сонымен бірге пісірілетін металмен химиялық өзара әрекеттеседі немесе онда еруі мүмкін. Пісіру үшін активті газдардан негізінен көмір қышқыл газы қолданады. Басқа активті газдард (оттегі, сутегі, азот) қорғаныш газ қоспаларын құрастыру үшін пайдаланады.

Көмірқышқыл газын (CO_2) 8050-76 МемСТ бойынша үш маркада шығарады. Пісіру үшін CO_2 тазалығы 99,5% кем емес пісіру газын пайдаланады. Оны 6...7 МПа қысымдағы сыйымдылығы 40 л болат баллондарда сұйық түрінде сақтайды және тасымалдайды. Баллондар қара түске боялады. Көмірқышқыл газ қышқыл газдарға жатады, сондықтан оны негізінен төменкөміртекті және төмен қоспаланған болаттарды пісіру үшін пайдаланады. Оның мақсаты ауаның азотынан өзара әрекеттесуден балқытылған металды қорғау болып табылады.

Қорғау орталары үшін сондай-ақ, аргонның азотпен, көмірқышқыл газымен, сутегімен және оттегімен қоспаларын қолданады. Бірқатар жағдайларда осындай қоспалар жеке газдарға қарағанда үздік технологиялық қасиеттерге ие болады. Мысалы, көмірқышқыл газының оттегімен (20% дейін) қоспасы электрод металдың ұсақ тамшылы тасымалдауына, шашыратудың аздығына, терең балқытуына және жік қалыптасуының жақсартуына ықпал етеді. Аргон мен 10...30% азот қосылған қоспаны кейбір маркалы мыс және аустенитті болаттардың пісіру кезінде қолданады. Азоттың қосуы доғаның балқыту қабілетін жоғарылатады.

Бақылау сұрақтары

1. Пісіру материалдарының анықтамасын беріңіз.
2. Болаттарды және басқа құрамдас материалдарды пісіруге арналған сымдардың топтамасы туралы айтып беріңіз.
3. Пісіру флюстері не үшін арналған?
4. Пісіру электродтар қалай топтастырылады?
5. Пісіру кезінде қорғаныш газдардың қолдану мақсаты қандай?
6. Ұнтақ сымның жабындысы бар электродтардан айырмашылығы қандай?
7. Қалай және неге пісіру материалдары түрлі металдарды пісіру кезінде жіктердің сапасына әсерін тигізеді?
8. Пісіру материалдар арқылы пісіру кезінде қоспалаушы элементтерді жікке қалай енгізуге болады?
9. Аз көміртекті болаттардың қол доғалық пісіруі кезінде жік металын негізгі металдан берік алуға мүмкін бе?

10-тарау

ДОҒАЛЫ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ҚУАТ КӨЗДЕРІ

10.1. Доға қуат көздерінің сипаттамасы және оларға қойылатын талаптар

Электрод пен пісіру бұйымы арасында тұрақты доғалы разряд жасау үшін оларға электр тоғымен қуаттенудің арнайы көзін жалғау ерек. Мұндай қуат көзі доғаның жеңіл және сенімді өршуін, оның пісіру барысында белгіленген режимінде тұрақты жануын, қуаттылықты реттеуді (тоқ күшін) қамтамасыз етуі тиіс. Тоқ көзі сипаттамаларының бірі сыртқы вольт-амперлік сипаттама болып табылады, ол шығатын қысқыштардағы кернеудің жүктеме және графикалық түрде берілетін тоқ күшіне тәуелділігін білдіреді.

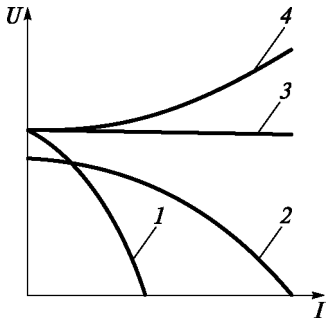
Пісіру доғасының қуат алу көзінің вольт-амперлік сипаттамасы (10.1-сурет) *түсетін* (кернеу пісіру тоғының ұлғаюымен азаяды), *қатты* (тоқ күшінің ұлғаюымен кернеудің азаюы болмайды, *өсетін* (тоқ күшінің ұлғайған кернеу өседі) болуы мүмкін. Бірінші түрдегі сипаттамасы бар көздер аса жиі пайдаланылады. Статикалық вольт-амперлік сипаттама мен қуат көзінің сыртқы сипаттамасы арасында белгілі бір сәйкестік болуға тиіс.

Доға тұрақты жанғанда мынадай талаптарды орындау талап етіледі

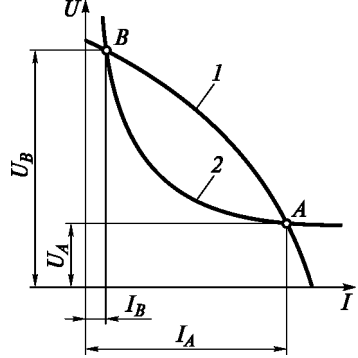
$$U_д = U_и; \; 1д = I_а,$$

мұнда $U_д$, $U_и$ – көздің және тиісінше доғаның кернеуі; $1_д$, $1_и$ – көздің және тиісінше доғаның тоғы.

2 тоқ көзінің және 1 доғаның вольт-амперлік сипаттамасын қосқанда (10.2-сурет) мұндай талап екі А және В нүктелерінде орындалуы мүмкін. Алайда доғаның тұрақты болу процесі тек А нүктесінде болады. Бұл нүктеде пісіру тоғы азайғанда қуат көзі кернеуі статикалық сипаттамасы бойынша доғаның жануы үшін қажеттіден көп болады, бұл тоқ күшінің өсуіне алып келеді де А нүктесіне қайтады. Алайда А нүктесінде тоқ күшінің ұлғаюы статикалық сипаттамаға сәйкес доғаның жануы үшін қажетті кернеудің өсуін талап етеді, бұл өз кезегінде тоқ күшінің төмендеуіне алып келеді. Сондықтан тоқ күші азаяды және доғаның жану режимі А нүктесінде қайтадан қалпына келеді.



10.1-сурет. Доғаның қуат көзінің сыртқы вольт-амперлік сипаттамасы:
1 – тік түсетін; 2 – жазық түсетін; 3 – қатты; 4 – өсетін; *U* және *I* – қуат көзінің кернеуі және тоқ күші



10.2-сурет. 2 тоқ көзінің және 1 доғаның вольт-амперлік сипаттамасын қосу:
А және В – доғаның тұрақты жану нүктелері; U_A және U_B – А және В нүктелеріндегі кернеу; I_A және I_B – А және В нүктелеріндегі тоқ күші

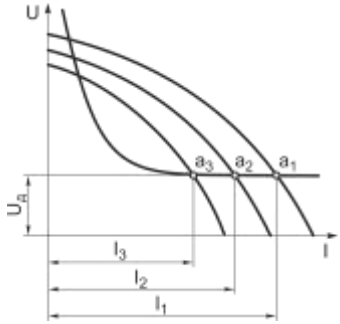
В нүктесіндегі процесті қарастыру кезіндегі көрініс басқаша. Тоқ күші азайғанда мұнда доғаның статикалық сипаттамасына сәйкес жоға разрядын қолдау үшін аса жоғары кернеу талап етіледі. Оның мәні қуаты көзі осы тоқ кезінде бере алатын көбірек бола түседі және доға сөнеді. Кернеудің аса көп болуы пісіру тоғының А нүктесіндегі тоқтың тиісті күшінің мәніне жеткенге дейін әрі қарай өсуін болдырады. Нәтижесінде процесс А нүктесінде тұрақты жану күйіне жетеді.

Сыртқы сипаттама түрі бойынша қуат көзін таңдау дәнекерлер тәсіліне және процесті жүргізудің нақты талаптарына байланысты болады. Қолмен пісіру кезінде тік түсетін сыртқы сипаттама бар көздер қолданылады, бұл ретте доға ұзындығының жиі өзгеруі пісіру тоғының және пісірудің жылу режимінің аз ғана өзгерістерімен қоса жүреді, бұл пісіру ваннасының мөлшерінде және жіктің геометриялық параметрлерінен көрінеді. Жатық түсетін сыртқы сипаттамасы бар қуат көздері флюс қабаты астында және диаметрі 1,6...2,0 мм сымдармен қорғаныс газы ортасында автоматты пісіру үшін қолданылады. Бұл ретте пісіру режимі тұрақтылығының параметрлері қолдау көрсетуге доғаның өзін өзі реттеу есебінен қол жеткізіледі. Ол доға ұзындығы ауытқығанда электродтық сымдардың балқу жылдамдығының өзгеруінде болады. Осы талаптар үшін тоқ күші өзерістері доғасының (яғни, кернеудің де) аз ғана ауытқуы кезінде тоқ күшінің өзгерістері айтарлықтай болуы қажет. Бұл көздің жатық түсетін сыртқы сипаттамасы кезінде қамтамасыз етіледі. Тоқ күшінің тығыздығы үлкен қорғаныс газымен өспелі сипаты бар статикалық сипаттама кезінде жұқа электродты сыммен пісіру қатты немесе аз ғана өспелі сипаты бар тоқ көзінен жүргізіледі.

Бұл жағдайда өзін-өзі реттеу процесі аса қарқынды өтеді, доғаның жану тұрақтылығы жоғарылайды, оның тұтануы жеңілдейді, шашырау азаяды.

Доға қорегінің көзі пісірудің қажетті режиміне жеңіл реттеуі тиіс. Осы мақсат үшін тоқ көздерінде өз параметрлерінің мәндерімен ерекшеленетін сыртқы сипаты бірдей топтар алуға мүмкіндік беретін реттеуші құрылғы қажет (10.3-сурет).

Доғаның қуат көзінің динамикалық қасиеттері де маңызды. Тоқ күші және доғадағы кернеу пісіру процесінде үздіксіз өзгереді. Бұл электродты металл тамшысының өтуіне және қысқа тұйықталулардың болуына байланысты. Бұл сәттерде доға кернеуі нөлге дейін түседі, ал пісіру тоғы жоғарылай түседі. Доғалық разряд жаңартылған кезде доға ернеуі нөлден бастап от алу кернеуіне дейін қайтадан жоғарылай бастайды. Бұл ретте доғаның қуат көзі кернеуді нөлден бастап бос жүріс кернеуіне дейін өзгертуге тиіс. Қуат көзі доғада болатын барлық өзгерістерді жылдам сезінуге тиіс. Бұл ретте тоқ күші мен қуат кернеуі белгіленген мәндерді бірден емес, ал белгілі бір уақыт ішінде соның магниттік қарқындылығына байланысты қабылдайды. Қуат көзінің доғада болатын өзгерістерді жылдам сезіну қаблеттілігі оның қарқындық қасиетін анықтайды. Доғаның қуат көзі кернеуді қаншалықты тез қалпына келтірсе, оның жылдамдық қасиеті де солай жақсы болады. Бұл ретте металды электродтан пісіру ваннасына қолайлы түрде ауыстыру, шашыраудың азаюы және пісіру сапасының жақсаруы қамтамасыз етіледі. Қуат көзінің қарқынды сипаттамасы кернеуді қысқа тұйықталуы сәтіндегі нөлдік мәннен 0,05 с аспауы тиіс жұмысшы мәнге дейін қалпына келтіру үшін қажетті уақыт болып табылады. Бұл ретте қысқа тұйықталу тоғы күшінің өсу жылдамдығы сондай-ақ оңтайлы болуға тиіс. Тоқ күші өсуінің үлкен жылдамдығы кезінде металды қатты шашыратып электрод балқуының қопарылмалы сипаты, жылдамдық аз болғанда – иондық аралықтың пайда болуының қиындауы және доғаның өршуінің қиындауы байқалады. Доғаның қуат көзі қазіргі заманғы стандарттар бойынша белгіленген режимдердегі жұмыс кезінде алынатын



10.3-сурет. Тоқ көзінің сыртқы сипаттамалар тобы:

U – доғаның кернеуі; a_1, a_2, a_3 – пісіру тоғы кезіндегі пісіру тәртібі 1_1, $/_2$, 1_3

параметрлер қатарымен сипатталады. Белгіленген режимдерге бос жүріс, жұмыс жүктемесі және қысқа тұйықталу кезіндегі қуат көздерінің жұмысы жатады.

Тоқтың номиналды құны қуат көзінің пісіру тоғының есептік мәнін анықтайды. Доғаның қуат көзінің номиналды күші электр тоғының көздері үшін әдетте белгіленетін параметрлік қатарларға сәйкес келеді. Шығарылатын қуат көзі көпшілігінің номиналды тоғының күші 50...1000 А шегінде болады.

Пісіру тоғының реттеу шегі пісіру кезінде пайдаланылуы мүмкін ең көп және ең аз тоқ мәніне сәйкес келеді. Көптеген жағдайларда тоқтың ең көп күші деп тоқтың номиналды күші қабылданады. Тоқтың ең көп күшінің ең азға қатынасы реттеудің мәртелілігін көрсетеді. Әдетте олар үштен бастап одан жоғарыға дейін өзгереді.

Бос жүріс кернеуі айтарлықтай шамада от алу және доғаның қайта өршуі талаптарын анықтайды және пісіру тізбегінде жүктеме жоқ болған кезде қуат көздерінің қысқыштарында реттеледі.

Номиналды жұмыс кернеуі жүктемелі қуат көзі қысқыштарындағы кернеу және шартты түрде пісіру тоғынан желілік функциямен анықталады. 600 А дейінгі пісіру тоғының номиналдық мәні бар қуат көздері үшін $U = 20 + 0{,}04/_{св}$ формуласы бойынша анықталады, мұнда $1_{св}$ – тоқ күші. Аса қарқынды қуат көздері үшін 44 В тең немесе одан жоғары шартты жұмыс кернеуі қабылданады. Берілген қуаттылық кезінде қуаты көзі жұмысының ұзақтығы оның қатты қызып кету мүмкіндігін анықтайды.

Пісіру тоғының көздері мынадай пісіру режимдерінің бірінде жұмыс істей алады: ауыспалы, қайталама-қысқа мерзімді және созылмалы.

Ауыспалы режимде күш қуат көзі желіден ажыратылмағанда $t_н$ уақыт ішінде жүктемемен жұмыс істеу $t_{хх}$ уақыт ішінде бос жүріспен қайталанады. Мұндай режим жүктеменің салыстырмалы ұзақытығымен (СҰ) сипатталады, мына формула бойынша анықталады

$$ПН = \frac{t_п}{t_п + t_{х.х}} 100\ \%.$$

Жұмыстың мұндай режимі қолмен доғалы пісіру кезінде, сондай-ақ автоматты және механикаландырылған пісіруге тән. Қолмен пісіру жағдайында көздердің 20; 35 және 60% тең номиналдық жүктеме ұзақтығы бар.

Қайталама-қысқа мерзім режимінде қуаты көзі жүктемемен жұмыс істеу $t_п$ уақытында желіден толық ажыратылғанда үзілістер уақытымен қайталанады. Мұндай режим қосудың салыстырмалы ұзақтығымен (СҰ) сипатталады:

$$\text{ПВ} = \frac{t_{\text{н}}}{t_{\text{н}} + t_{\text{п}}} 100\,\%.$$

Мұндай режим ауыспалы тоқта автоматты және механикаландырылған пісіруге тән, ал қуат көздерінде қосудың 60% тең және одан көп ұзақтығы бар. $t_н$ + $t_{хх}$ және $t_н$ + $t_п$ қуаты көздерінің жұмыс циклінің ұзақтығы $t_ц$ есептік-тексеру циклін білдіреді, ол қолмен доғалы пісіру үшін 5 минутқа тең, автоматты пісіру үшін 10 минутқа тең қабылданады. Бұл ретте есептік тоқ ЖҰ немесе СҰ қалыпты мәні кезінде таңдалады.

Егер қуат көзі паспортта көрсетілгеннен айырықшаланатын ЖҰ немесе СҰ кезінде болса, ең көп рұқсат етілетін $1_{доп}$ тоқ мына формула бойынша анықталады, мұнда

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{ном}} \sqrt{\frac{\text{ПН}_{\text{ном}}}{\text{ПН}_{\text{раб}}}},$$

$1_{ном}$ – номиналды пісіру тоғы; $ЖҰ_{ном}$ – жүктеменің номиналдық ұзақтығы; ЖҰжұм – жүктеменің жұмыс ұзақтығы.

.

1-мысал. $ЖҰ_{ном}$ = = 65 % кезінде /$_{ном}$ = 500 А бар өзгерткіш берілген, тексеру циклі 10 мин. Егер генератор 10 мин аса үздіксіз жұмыс істейтін болса ең көп рұқсат етілетін дәнекерлеу тоғын есептеу, яғни $ЖҰ_{жұм.}$ = 100 \%

Шешім

$$I_{\text{доп}} = 500\sqrt{\frac{65}{100}} \approx 500 \cdot \frac{8}{10} = 400 \text{ А}.$$

Тиісінше көз 400 А. аспайтын кезде тоқ күші үздіксіз істейді.

2-үлгі. /$_{ном}$ = 1 000 А $ЖҰ_{ном}$ = 75 % дәнекерлеу трансформаторы берілген. Егер трансформатор 1 200 А тоқ күші кезінде пайдаланылатын болса, рұқсат етілетін ЖҰ анықтау.

Шешім:

$$1\,200 = 1\,000\sqrt{\frac{75}{\text{ПН}}};$$

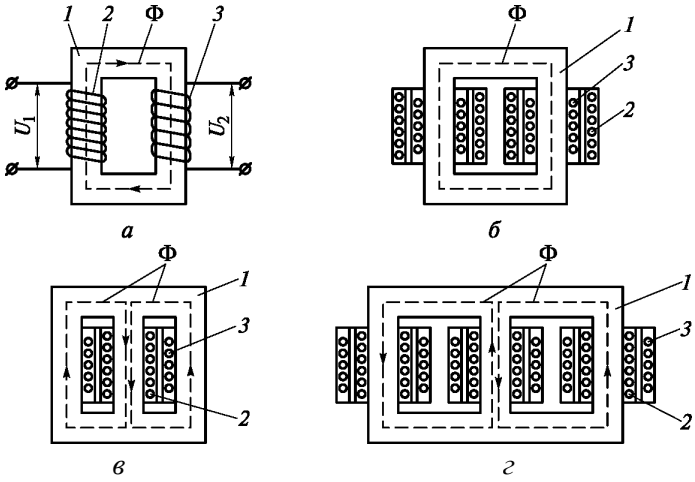
$$\text{ПН} = \frac{100 \cdot 75}{144} \approx 52\,\%.$$

Тиісінше трансформаторды 1200 А тоқ күші кезінде, бірақ 52% кем емес ЖҰ кезінде пісіру үшін қолдануға болады.

Созылмалы режимде қуат көзі жүктеме үздіксіз көп орынды көздер) жұмыс істей алады. Кәсіпорындағы барлық пісіру көздері белгілерінің қатары бойынша жіктеледі. Ауыспалы тоқта пісіру трансформаторары, жоғары жиілік генераторлары жұмыс істейді; тұрақты тоқта – генераторлар, түзеткіштер. Сондай-ақ, жіктеу құрылымдық ерекшеліктері бойынша, сыртқы сипаттамаларына, бір уақытта іске қосылатын пісіру орындары және т.б. қарай жүргізеді. Қуат көздеріне қойылатын талаптар және олардың сипаттамалары тиісті стандарттармен анықталады.

10.2. Пісіру трансформаторлары

Жалпы мәліметтер. Трансформатор деп бір кернеудің ауыспалы тоғын сол жиіліктегі басқа кернеудің ауыспалы тоғына түрлендіретін электромагнитті аппаратты атайды. Трансформатор жұмысы бір-бірімен өзара байланыспаған екі немесе бірнеше сым орамдарының электромагниттік өзара әрекетіне негізделген. Трансформатор (10.4-сурет) *1* магнит сымнан, бастапқы *2* және қайталама *3* орамдардан тұрады. Орамдардың W_1 және W_2 орамдарының тиісті сандары болады.



10.4-сурет. Трансформаторлардың айқындама сызбасы ***(а)*** және түрлері *(б* – піспекті; *в* – бронды; г – үш фазалы):
1 – магнит сым; *2* және *3* – бастапқы және қайталама орамдар; Ф – магниттік ағын; U_1 және U_2 — тиісінше бастапқы және қайталама орамдар кернеуі

Магнит сым беттерінің қалыңдығы 0,35 немесе 0,5 мм лактан оқшаулауы бар электр техникалық болат беттерден орындалады. Магнит сымның мұндай құрылымы ондағы пайда болатын паразиттік түйдек тоқтарды әлсіретуге мүмкіндік береді. Бумалармен орналастырылған магнит сымдардың бір бөлігі білдектер деп аталады, олар бұғаумен біріктіріледі. U_1 сыртқы желінің кернеуін бастапқы орамға келтіру онда 1_1 тоғының күшін тудырады. Бұл ретте магнит сымдардарда рамдардың екеуінен өтетін Ф магнит ағыны өршиді, Нәтижесінде оларда ЭДС индукцияланады, оның әрекет етуші мәні мынадай түрде анықталады:

$$E_1 = 4{,}44\, f\, W_1 \Phi \blacksquare 10^{-8};\ E_2 = 4{,}44\, f\, W^{\wedge} \blacksquare 10^{-8},$$

мұнда f – ауыспалы тоқтың жиілігі, Гц; W_1, W_2 – бастапқы және қайталама орамдар орауының саны; Ф – магниттік ағын, Мкс.

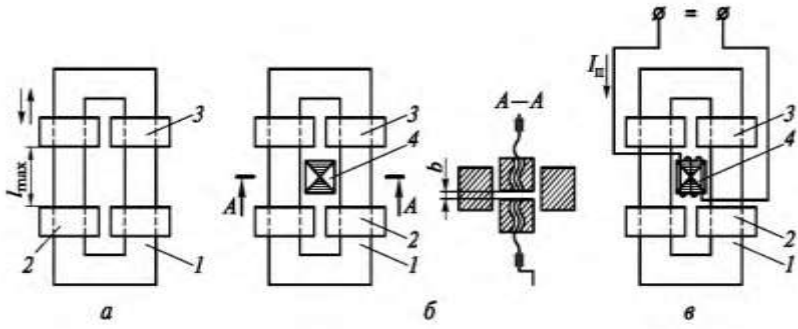
Трансформаторда жоғару аз болғандықтан, $U_1 = E_1$ и $U_2 = E_2$ деп есептеуге болады. Сонда:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = K.$$

К бұл қатынасы трансформатордың қайта құрастыру қасиетін сипаттайтын трансформация коэффициенті деп аталады, ол бастапқы және қайталама орамдар буынтығы санына байланысты.

Пісіру трансформаторлары талап етілетін сыртқы сипаттамасы бар, пісіру доғасын қуаттандыруды және пісіру тоғын реттеуді қамтамасыз ететін арнайы төмендететін трансформаторлар болып табылады. Әдетте пісіруші трансформаторлардың түсетін сипаты бар. Оларды қолмен доғалы және флюспен автоматты пісіру үшін пайдаланады. Қатты сипаттамасы бар трансформаторлар электрошлакты пісіру үшін қолданылады. Пісіру тоғын реттеу және пісіру трансформаторларында керекті сыртқы сипаттаманы жасау сейілтудің магниттік ағынын өзгерту арқылы индуктивті қарсылығы бойынша қамтамасыз етіледі.

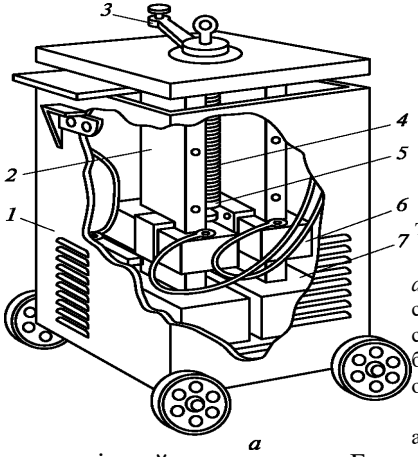
Пісіру трансформаторларының негізі түрлері. Тізбекте индуктивті қарсыласу доғасын құру тәсіліне байланысты пісіру трансформаторлары екі топқа бөлінеді: қалыпты магниттік сейілтумен және реактивтік орауыш – дроссельмен; ұлғайтылған магнитті сейілтумен. Алайда қалыпты магниттік сейілту бар трансформаторлар қазірі уақытта аз тараған және іс жүзінде шығарылмайды. Мысалы, автоматты пісіру үшін қашықтан басқаруы бар ТСД-1000-4 флюспен трансформатор пайдаланылады. Сондықтан негізінен екінші топтың трансформаторлары пайдаланылады.



10.5-сурет. Магниттік сейілту арқылы ұлғайтуы бар мен трансформаторлар сызбасы:
а – сырғымалы орамалармен; *б* – қозғалмалы тұйықпен; *в* – басқарылатын тұйықпен; *1* – магнит сым; *2* – бастапқы орау; 3 – бастапқы орау; *4* – тұйық; I_{max} – орамалар арасында ең көп мүмкін болатын қашықтық; b – тұйықтағы саңылау; $I_п$ – тұйықпен басқарудың тұрақты тоғы

Ұлғайтылған мангиттік сейілтумен трансформаторлар білікті түрге жатады (10.5-сурет). Олардың бастапқы және қайталама орамалары магнит сымның биіктігі бойынша алшақтатылған және электрмагнитті байланысы бар. Орауштардың орамалары бойынша тоқ өткенде олардың негізгі бөлігі магнит сымның өзегі бойынша тұйықталады. Екінші бөлігі трансформаторда реактивті ЭДС келтіретін вольтамперлік сипаттаманы қамтамасыз ететін сейілту ағынын жасай отырып, ауа бойынша тұйықталады, ол түсетін индуктивті қарсыласуды анықтайды. Ұлғайтылған магниттік сейілту бар пісіру трансформаторларының үш түрі бар: жазылмалы орамалармен, қозғалмалы магниттік тұйықтары бар, басқарылатын магниттік тұйықтармен. Қазіргі уақытта магниттік сейілтумен ұлғайтылған трансформаторлар аса кең тараған.

Сырғымалы ормаларлы трансформаторлар 1 магнитті сымнан (10.5-сурет, *а*) және екі орамадан тұрады, оның 2 бастапқысы қозғалмайтындай бекітілген, ал қайталама *3* – қозғалмалы. Пісіру тоғын реттеу олардың арасындағы қашықтықты өзгертумен іске асырылады. Осы айқындама бойынша ТД, ТДМ түріндегі пісіру трансформаторлары жұмыс істейді. Бұл түрдегі трансформаторлар қолмен доғалы пісіру үшін



10.6-сурет. ТД-500У2 трнсфарматорының құрылысы және сыртқы сипаттамалары:

а — құрылымы; *б* — сыртқы сипаттамалары; *1* — корпусы; *2* — магнит сым; 3 — бұрама тұтқасы; *4* — жүріс бұрамасы; *5* — жүріс сомыны; *6, 7* — орамалар;

---------- — үлкен тоқтар; ---------- — аз тоқтар

аса жиі пайдаланылады. Бұл топтың трансформаторларының құрылымдық ерекшеліктері ТД-500У2 трансформаторының үлгісінде келтірілген (10.6-сурет, *а*), ол қолмен және механикаландырылған доғалы пісіру, кесу металл балқытуға арналған. Трансформатор табиғи салқындатқышы бар бір корпусты орындаудағы доға қорегінің қозғалмалы көзін білдіреді. *1* корпус ішінде *2* магнитсым, *6* бастапқы және *7* қайталама орамалар. Тоқ баспалдақтарын ажыратып-қосқыштар және тоқ көрсететін механизм бар. Орамалардың әрқайсысының екіден орауыштары бар. Сырғымалы қайталама ораманы *4* жүріс бұрамасының көмегімен ауыстыру. Жүріс бұрамасын айналдыра отырып, орамалар арасындағы қашықтық өзгертіледі.

Пісіру тоғы индуктивті қарсылықты өзгертумен реттеледі. Трансформаторда пісіру тоғын реттеудің екі баспалдағы қарастырылған. Баспалдақтар арнайы ажыратып-қосқышпен қосылады. Баспалдақтардың әрқайсысында тоқ күшін баяу реттеу орамалар арасындағы қашықтықты өзгертумен іске асырылады. Орауыштар жақындағанда индуктивтік қарсыласу азаяды, бұл пісіру тоғының ұлғаюына алып келеді, оларды алшақтатқанда пісіру тоғы азаяды. Сейілтудің көтеріңкі индуктивтік салдарынан трансформатор түсетін вольт-амперлік сипаттамаға ие болады. (10.6 -сурет, *б*).

Қозғалмалы магниттік тұйығы бар трансформаторлар (10.5-сурет, *б*) бастапқы *2* және қайталама *3* орамалар арасында орналасқан *1* магнитсымнан тұрады. Магнитсым ішінде ауысатын *4* магнитті тұйық орналасқан, ол электр техникалық болат пластиналарынан тұратын екі пакетті білдіреді. Тұйықты айналдыру көмегімен сейілтудің магниттік ағындары өзгертіледі. Тұйық пакеттері арасындағы саңылау азайғанда бастапқы және қайталама ораулар арасындағы магниттік байланыс азаяды, ал соған орай пісіру тоғы да азаятын болады. Бұл саңылау ұлғайғанда магнит ағынының үлкен бөлігі негізгі магнит ағыны бойынша өтетін болады, ораулар арасындағы магниттік байланыс

ұлғаяды, бұл пісіру тоғының ұлғаюына алып келеді. Мұндай принцип мысалы, СТШ-500 пісіру трансформаторында қолданылған.

Магниттік тұйықпен басқарылатын трансформаторлардың, сондай-ақ 1 магнитсымы болады (10.5-сурет, *в*) бастапқы *2* және қайталама *3* орамалар арасында орналасқан. Басқару орауы бар *4* магниттік тұйық магнит сым терезесінде орналасқан. Мұндай трансформаторлардың артықшылығы құрылымда қозғалмалы бөліктердің жоқ кезінде пісіру тоғын реттеу шегін кеңейту мүмкіндігі болып табылады, бұл олардың сенімділігі мен ұзаққа жарамды болуын анықтайды. Басқару орау тұрақты тоқтан қуат алады. Ол үлкен ағын жасаған сайын тұйық өзегі көбірек қанық болады және трансформатор сейілтуінің магниттік ағыны аз болады. Осылайша, тұйықты басқару орауындағы магниттеудің үлкен тоғына пісіру тоғының үлкен мәні сәйкес келеді және керісінше. Осындай принциппен флюспен автоматты доғалы пісіру үшін қолданылатын ТДФ трансформаторлары, сондай-ақ ТСФЖ түріндегі трансформаторлар жұмыс істейді.

Қолмен пісіруге арналған пісіру трансформаторларының негізгі параметрлері МемСТ 95–77 регламенттелген. Қалыпты 25...30 В кернеуімен 125...250 А тоқ күшіне есептелген тасымалданатын және ең аз 30...40 В жұмыс кернеуі кезінде 250...500 А тоқ күшіне есептелген қозғалмалы трансформаторлар шығарылады.

Автоматты пісіруге арналған пісіру трансформаторларының негізгі параметрлері МемСТ 7012–77 регламенттелген. Олар 48...76 В жұмыс кернеуі кезінде номиналды 630...2 000 А тоққа есептеліп шығарылады.

Электрошлакты пісіру кезінде арнайы бірфазалы және үшфазалы пісіру трансформаторлары пайдаланылады, олар қатты вольт-амперлік сипаттамаға ие. Оларға ТШС-1000-1, ТШС-1000-3 трансформаторлары жатады .

Ауыспалы тоқта қорғаныс газында алюминий балқымаларды доғалы пісіру кезінде сондай-ақ арнайы құрылғылар қолданылады. 10 мм дейін қалыңдықты металды пісіру үшін УДГ түріндегі құрылғы кең тараған. Олардың құрылымдарының ең негізгі элементі – тік түсетін сыртқы сипаттаманы қамтамасыз ететін магнитті тұйығы бар пісіру трансформаторы. Олардың құрылымында пісіру тоғының тұрақты құрамын түзету мақсатында трансформатор орауымен бірізді пісіру тізбегіне енгізілген конденсаторлар батареясы айтарлықтай орынға ие (3-тарауды қараңыз). Бұдан басқа доғаны өршіту үшін осциллятор және тоқтың нөл арқылы өту сәтінде доғалы разрядты тұрақтандыру үшін стабилизатор қарастырылған. Балқытылмайтын электродпен доғалы пісіру үшін тұрақты және өзгермелі тоқта процесті жүргізуге болатын ДИҚБ типіндегі

10.1-кесте

Пісіру трансформаторларының техникалық сипаттамалары

Трансформатор	Бос жүріс кернеуі U_{xx}, В	Номиналды кернеу $_{Дюм,}$ В	Пісіру тоғының номиналды күші $I_{ном}$, А	Тоқ күшін реттеу ауқымы, А	Тұтыну қуаты, кВА	-4оМ5 % кезіндегі ЖҰ	Масса, кг
Сырғымалы орамалары бар трансформаторлар							
ТД-306	80	30	250	100... 300	19,4	60	67
ТД-500	60...76	38	500	90...600	32	60	210
ТДМ-250	75	26	250	30...280	22	20	55
ТДМ-317	60... 80	32	315	60...360	32	60	130
ТДМ-503	65...80	40	500	90...560	36	60	170
Қозғалмалы тұйықты трансформаторлар							
СТШ-300	63	30	300	110...400	20,5	60	158
СТШ-500	60	30	500	60...600	44,5	60	323
Магниттелген басқарылатын тұйығы бар трансформаторлар							
ТДФ-1001	70	40	1000	400... 1200	80	100	740
ТДФ-1601	90	40	1600	600... 1800	182	100	990
ТДФ-2001	80	40	2000	800...2 200	170	65	—
ТДФЖ-2002	120	40	2000	600...2 200	260	100	490
Алюминий балқымаларды пісіруге арналған құрылғы							
УДГ-301	75	—	315	15...315	25	60	—
УДГ-501	72	—	500	40... 500	40	60	—
УДГУ-301	75	—	315	15...315	25	60	—
УДГУ-501	65	—	500	15...500	30	60	—

қондырғылары шығарылады. ТАР типіндегі өнеркәсіптік мамандандырылған қондырғылары жасалып және қолданылуда, ондағы өзгермелі пісіру тоғы синусоидті емес, әр толқынның тік пішінін құрайды.

Пісіру тарнсформаторларының аталған типтерінің техникалық сипаттары 10.1-кестеде келтірілген.

Пісірудің түрлі әдістері үшін трансформатор таңдау. Өзгермелі тоқта пісірудің түрлі әдістері үшін трансформаторды таңдау туралы сұрақтың шешілуі барысында, ең алдымен, аталған пісіру жағдайындағы доғаның вольт-амперлік сипатын және пісіру режимі байланысты оның параметрлерін анықтайды. Одан кейін пісіру трансформаторларының пайдаланылу жағдайлары және режимнің берілген электрлік параметрлері негізінде талап етілетін қуаттағы пісіру трансформаторын және оның жұмыс істеу режимін (созылмалы, орын ауыстыратын немесе қайталама-қысқа мерзімді) таңдайды. Оған қоса доғаның вольт-амперлік сипаттамасының пісіру трансформаторының сыртқы келбеті сипаттамасымен сәйкес келуін ескереді.

1-мысал. Төменгі жағындағы диаметрі 4 мм болатын АНО-3 маркалы электродпен жабындалған қолмен доғалы пісіру үшін өзгермелі тоқ күшінің көзін таңдау.

Ш е ш і м і. П.1-кестедегі 1 қосымшаны табамыз, бұнда диаметрі 4 мм болатын электродтар үшін пісіру тоғы 150...200 А тең. Берілген күшке вольт-амперлік сипаттама қатты болады. Өзгермелі тоқ күшінде электродпен жабындалған доғалық қолмен пісіру үшін жылжымалы орамалары және құламалы сыртқы келбеттері бар трансформаторлар қолданылады. Бұндай сыртқы сипаттамадағы қысқа уақытта тұйықталатын тоқ жұмыс істеу тоғынан сәл асып тұрады. Одан басқа, пісіру тоғы процесте доға ұзындығының жиі өзгеруі жағдайында қолмен пісіруге тән сипатта өзгеріске ұшырайды. Нәтижесінде жылулық режим пісіру процесінде тұрақты болып сақталады. Доғаның қатты вольт-амперлік сипаттамасында доғаның тұрақты жануын қамтамасыз ету үшін доға қуат көзінің құламалы сыртқы сипатымен жақсылап келісіледі. Қолмен доғалық пісіру барысында доға кернеуі 20...36 В шамасында болады және пісірунің нақты жағдайына байланысты болады. Доғаның қуат көзін дұрыс таңдау үшін оның техникалық сипаттамаларын білу қажет (10.1-кестеде). Берілген параметрлерді ТД-306 және ТДМ-317 қанағаттандырады. Қуаттылығы аз трансформаторларды қолдану пісірунің қажетті режимін қамтамасыз ете алмайды, ал қуаттылығы жоғары трансформаторды қолдану экономикалық тұрғыдан тиімсіз болып табылады. Қолмен пісіру барысындағы доғаның қуат көздері үшін қабылданған жалпы жұмыс айналымынан (5 мин), ТД-306 трансформаторы 1 минут жұмыс істеп және 4 минут үзіліспен жұмыстың орындалуын қамтамасыз етсе, ТДМ-317 трансформаторы сәйкесінше – 3 минут жұмыс істеп және 2 минут үзіліспен жұмысты қамтамасыз етеді, сондықтан белгіленген параметрлерді қамтамасыз ету үшін ТД-306 трансформаторы

қысқа уақытта жұмыс режимінде құрастырмалау жағдайында қолдануда ең ыңғайлысы болып табылады, ал ТДМ-317 трансформаторы – ұзақ жұмыс жасау қажеттігі талап етілетін стационарлық жағдайларда қолдануға ыңғайлы болып табылады.

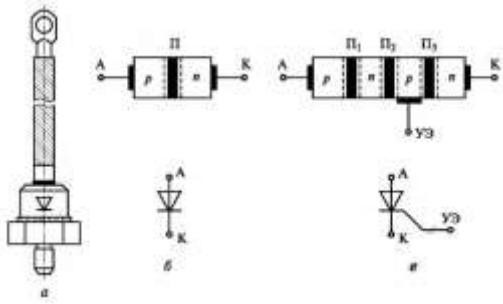
2-мысал. Қалыңдығы 10 мм Ст3 болаттан жасалған жиектері бөлінбеген біржақты түйіндестірілетін біріктірмелерді өзгермелі ток күшінде қолмен флюс арқылы пісіру үшін доғаның қуат көзін таңдау.

Ш е ш і м і. Қалыңдығы 10 мм Ст3 болаттан жасалған жиектері бөлінбеген біржақты түйіндестірілетін біріктірмелер үшін диаметрі 5 мм және ток күші 700... 750 А, доға кернеуі 34... 38 В, пісіру жылдамдығы 28...30 м/сағ. болатын болаттар қолданылады. Берілген жағдайда доғаның вольт-амперлік сипаттамасы ұлғаймалы болып табылады, сәйкесінше, пісіру процесінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін сыртқы қатты сипаттамалы доғаның қуат көзін қолдану қажет. Флюсте автоматты пісіру үшін ТДФ типіндегі трансформаторлар шығарылады (10.1-кестені қара). Аталған жағдайға ең сәйкес келетіні $I_{ном}$ = 1 000 А және қатты сыртқы сипатқа ие ТДФ-1001 трансформаторы.

10.3. Пісірулік түзеткіштер

Жалпы мәліметтер. Пісірулік түзеткіштер өзгермелі ток күшін тұрақты ток күшіне (түзетілген) ауыстыруға арналған қондырғыны білдіреді. Олар келесідей негізгі түйіндерден құралады: ток көзінің бос жүрісіндегі қажет кернеуге дейінгі желі кернеуін төмендету үшін қажет күш трансформаторы, өзгермелі тоқты түзету үшін жартылай өткізгіштік элементтер бөлігі, түзетілген тоқтың пульсін азайтуға арналған тұрақтандырғыш дросселі. Түзеткіш бөлік белгілі бір схема бойынша қосылған жартылайөткізгіш элементтер топтамасын білдіреді. Жартылайөткізгіш элементтердің ерекшеліктері олардың тоқты тек бір бағытта өткізетіндігі, соның нәтижесінде, ток күші тұрақтандырылады (түзетіледі). Бұндай элементтер вентилдік/шұралық тиімділікке ие болады – тоқты бір бағытта өткізеді; оларды жартылай өткізу шұралары деп атайды. Жартылай өткізу шұралары басқарылмайтын – диодтар және басқарылатын – тиристорларға бөлінеді (10.7-сурет).

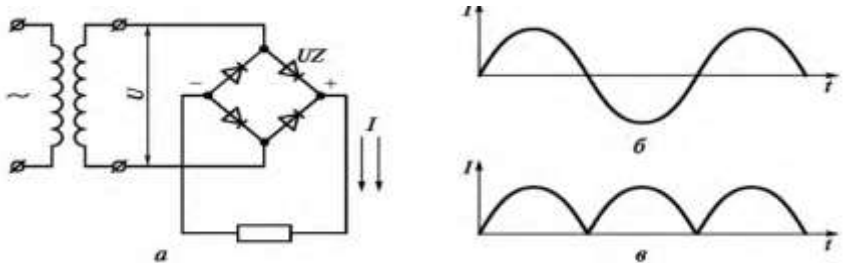
Кремний диоды үшін материал ретінде (10.7-сурет, *б*) жұқа кремний табақшасы – катодты қолданады, оның бір жақ бетіне алюминий қабаты – анод жағылған. Бірігу орнында екі жартылайөткізгіштің байланысуы барысында бір бағыт бойымен (анодтан катодқа) электр тоғын жеңіл өткізгіш қабат $П_ь$ пайда болады және ол кері бағытта тіптен өткізбейді. Бұзылмаған герметикалық жабынға дәнекерленген бұндай өткізгіш қабатты кремнийлі диск (10.7-сурет, *а*) бір ұшында салқындатқышқа бұрап қайтаруға арналған түйреуіші, ал екінші ұшында – жабыннан оқшауланған икемді жетек түріндегі түйін орналасқан диод құрастырмасын білдіреді.



10.7-сурет. Диод және тиристор қондырғысы және схемасы: *а* – жартылайөткізгіш элемент; *б* – диод схемасы; в – тиристор схемасы; А –
анод; К – катод; УЭ – басқарушы электрод; П, Щ – $П_3$ – ауыспалар

Кремнийлі тиристор төрт қабаттан және 3 ауысымнан құралады (10.7-сурет, *в*). Егер бұндай элементке анодтан катодқа дейінгі сыртқы кернеуді беретін болсақ, онда ортаңғы ауысу $П_2$ кері бағытта қосылған болады және тоқ тиристоры өткізбейді (жабық). Егер оған басқарушы электродты (БЭ) беретін болсақ, оны жағымды жағдайға дейін (импульс) ығыстыруға болады. Бұл жағдайда $П_2$ өткізгіш ашылады және тоқ тиристер бойымен анодтан катодқа қарай ағылады. Тиристор оның бойымен ағатын тоқ нөлге жеткенде қайта жабылады. Фаза бойынша тиристор ашылуының электрлік бұрышын өзгерте отырып, яғни қуаттаушы кернеу синусоидының бастамасына қатысты импульсті беру уақытының өзгеруімен түзетілген тоқтың орташа мәнін реттеуге болады. Осылайша, тиристор түзеткіш қызметін ғана емес, сонымен бірге, пісіру тоғын реттеуші қызметін де атқарады. Импульсті беру уақытын өзгертеді, сәйкесінше, арнайы электрондық қондырғы көмегімен тоқ күшін де өзгертеді. Құрастырмалық жағынан кремнийлі тиристор кремнийлі диодқа ұқсас жасалған, бірақ ол үшінші (басқарушы) электродтан тұрады. Қазіргі таңда өнеркәсіпте кремнийлі және селенді диодтар мен кремний тиристорлары кеңінен қолданылады.

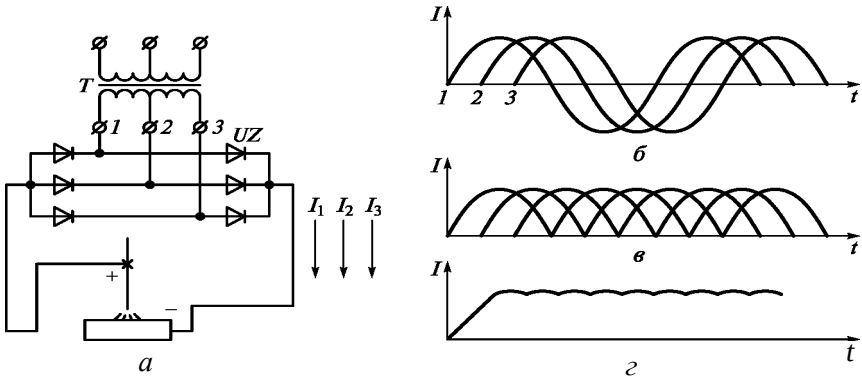
10.8-суретте бір фазалы өзгермелі тоқтың түзетілу схемасы келтірілген. Ол бір фазалық тоқ трансформаторынан және көпірлік схема бойынша біріктірілетін төрт диодтан құралады.



10.8-сурет. Бірфазалы өзгермелі тоқтың түзетілу схемасы:

а – қосу схемасы; б – сыртық тізбек тоғы; в – түзетілген тоқ; U – тоқ көзі кернеуі; *UZ* – түзеткіш; I – көздердің тоғы; t – уақыт

Бұндай жағдайда әр жартылай кезеңнен кейін тоқтың нөлге дейінгі түсуімен үздіксіз түзетілген тоқ күшін алады. Пісіру түзеткіштерінде тоқ күші трансформаторлары, ережеге сай, үшфазалы, үшфазалы желі біртегіс жүктемесін қамтамасыз етеді, сонымен қатар түзетілген тоқтың аз пульсін алуға мүмкіндік береді. Бұндай жағдайда диодтарды алты бұғаналы желіні білдіретін үшфазалы желінің екі жартылай кезеңді түзеткіш схемасы бойынша байланыстырады (10.9-сурет). Көпір тектес желінің әрбір бұғанасына желдетпелер қондырылған. Әр фазаның бұғанасындағы диодтар реттілікпен байланыстырылған. Түзеткіш катодтық топты құрайтын барлық катодтар үш бұғанда, ал қалған үш бұған бойынша анодтық топты құрайтын анодтардың барлығы өзара байланысқан.



10.9-сурет. Үшфазалы өзгермелі тоқтың түзетілуі:

а – қосу схемасы; *б* – үшфазалы тоқ; *в, г* – түзетілген тоқтар; 1 – 3 – трансформатор фазалары; Т – трансформатор; UZ – түзеткіш; I_1–1_3 – фазалық тоқ

10.2-кесте

Кесте 10.2

Пісіру түзеткіштерінің техникалық сипаттамалары

Параметрлер	ВСВУ-400	ВД-306УЗ	ВДГ-303	ВДГ-601	ВДУ-506	ВДУ-1201
Вольт-амперлі сипаттамалар түрі	Құламалы	Құламалы	Қатты	Қатты	Әмбебап	Әмбебап
Номиналды пісіру тоғы, А	400	315	315	630	500	1200
Тоқ күшінің реттеу диапазоны, А	5...400	45...315	50...315	100... 630	50... 500	300... 1200
Бос жүрістер кернеуі, В	100	70	60	90	80	100
Жұмыс режимі ПВ, %	60	60	60	60	60	100
Тұтыну қуаты, кВА	15,5	24	13	69	40	120
Масссы, кг	–	180	230	595	310	850

Бұндай схема барлық үш фазада үшфазалы өзгермелі тоқтың екі бірдей жартылай кезеңдерін түзетуді қамтамасыз етеді. Үшфазалы көпірлі схеманы қолдану түзетілген тоқ пульсін минимумға дейін апаруға мүмкіндік береді.

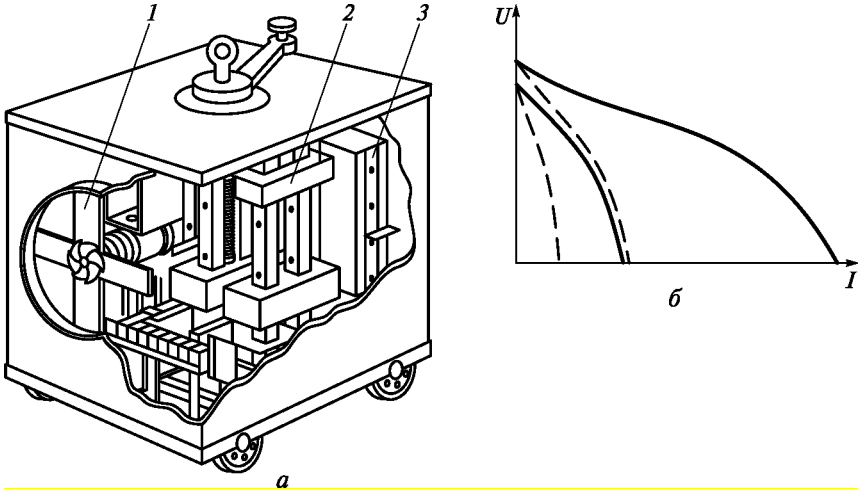
Қолмен доғалық пісіруге арналған түзеткіштерді 46...66 В номиналды жұмыс кернеуінде 125...500 А пісіру тоғының шамасында дайындайды.

Механикаландырылған және автоматтандырылған пісірулерге арналған түзеткіштерді 25...40 В номиналды жұмыс кернеуінде 500...2 000 А пісіру тоғының шамасында дайындайды.

Өндірісте кеңінен қолданылатын түзеткіштердің кейбір типтерінің техникалық сипаттамалары 10.2-кестеде келтірілген.

Қолмен және механикалық доғамен пісіруге арналған пісіру түзеткіштері. Даналаған электродтарды қолданумен қолмен доғалы пісіру үшін әдетте құламалы вольт-амперлік сипаттамаларымен ВД типіндегі пісіру түзеткіштері қолданылады. Жанатын электродпен пісіру барысында қорғаныс газдарында, әсіресе, көмірқышқыл газдарымен пісіру барысында процесті доғаның ұлғаймалы вольт-амперлік сипаттамасы жағдайындағы жоғары пісіру тоғында жүргізеді. Осы жағдайларда доғаның тұрақты жануы үшін сыртқы сипаты қатты тоқ көзі қажет болады. Бұндай сипаттамаларға ВДГ типіндегі түзеткіштер ие. Әмбебап пісірулі ВДГ типіндегі түзеткіштерде процесті ауыстыра отырып, жүргізу немесе кемімелі немесе вольт-амперлік сипатталармен жүргізу мүмкіндігі қарастырылған.

Пісірулі түзеткіш ВД-306У3 үшфазалы өзгермелі тоқ желісінен қуаттану барысында қолмен доғалық пісіру, металдарды кесу және балқытуға арналған. Ол қоспалы және қорғанысты аппаратураның жылжымалы бастапқы орамалы, желдеткішті 1 кремнийлі бөлігінен 3 тұратын түзеткішті төмендеткіш пісіру трансформаторынан 2 (10.10-сурет, *а*) құралады. Түзеткіштің барлық құрамдық бөліктері арба қаңқасына бекітілген және қаңылтыр материал қаптамамен қорғалған. Пісіру процесіне қажетті кернеу, түзеткіштің кемімелі сыртқы сипаты және пісіру тоғының реттелуі жоғары магниттік таралуға ие үшфазалы трансформатормен қамтамасыз етіледі. Түзеткіш пісіру тоғын реттеудің екі ауқымына ие. Әр ауқым ішінде пісіру тоғының толқымалы реттелуі пісіру трансформаторы ішіндегі орамалар арасындағы арақашықтықтың өзгеруімен жүзеге асырылады. Түзеткіштің сыртқы сипаттары (10.10-сурет, *б*) қысқа тұйықталатын тоқтың үзінділерімен – пісіру тоғының 1,2–1,4 номиналды жұмыс кернеуінде бірден кемімелі жұмыс бөлігіне ие болады.



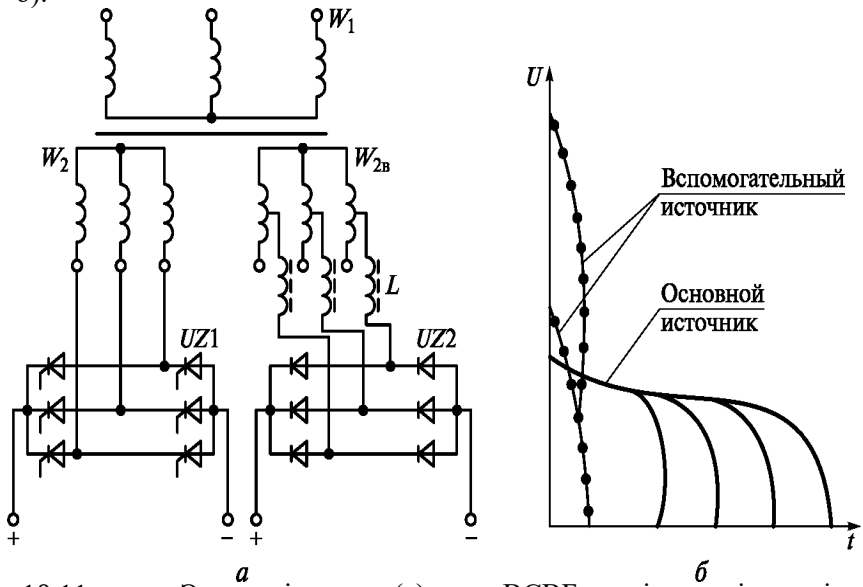
10.10-сурет. ВД-306У3 пісіру түзеткіші:
а – қондырғы; *б* – сыртқы сипаттары; *1* – желдеткіш; *2* – трансформатор; 3 – түзетуші бөлік; – үлкен тоқтар; --------- – кіші тоқтар

ВДГ-601 пісіру түзеткіші жеделдетілген режимдегі көмірқышқыл газы ортасында бір постылы механикаландырылған пісіру жасауға арналған. Түзеткіш үшфазалы трансформатор, алтыфазалық схемада жиналған тиристорлардағы күштеуші түзеткіш бөлік, пісіру тізбегінің дросселі, тиристорларды басқару бөлігі, пісіру жартылай автоматтарын басқару бөлігі, газ қыздырғыш, қосуды реттеуші және қорғаныс аппараттарынан тұрады. Түзеткішті желіге қосуға және пісіру жетегін қосуға арналған арнайы қысқыштар бар. Күштеуші пісіру трансформатор – арқау типті, үшфазалы қондырғы. Бірінші және екінші ретті орамалар магнит орамаға орталықтандырыла орнатылған. Күштеуші түзеткіш бөлік алты тиристордан тұрады. Түзеткішті салқындату ауада күштеп жасалады. Пісіру кернеуінің толқынды реттелуі басқару бөлігінде орналасқан (жергілікті басқару) резисторлармен, немесе басқару тетігі арқылы жартылай автоматпен (қашықтықтан басқару) жүзеге асырылады. Түзеткіш қатты сипаттамаға ие.

ВСВУ және ВСП пісіру түзеткіштері тиристорлы түзеткіштерге жатады. Олардың бұған дейін аталған тиристорлардан айырмашылығы тоқ күші реттеуші ретінде қолданылуы мүмкін тиристорлы түзеткіш бөліктің болуымен сипатталады. Тиристорлы бөлікке берілетін басқару импульстері арқасында түзеткіштің вольт-амперлік сипаттамасын қалыптастырады және оның берілген режимге бапталуын үздіксіз немесе импульсті доғалық пісіру арқылы жүзеге асырады.

Осы мақсатта тоқ көздерінде фазо импульстік басқарудың арнайы бөлігі қарастырылған. Тиристорлы түзеткіштер қуаттаушы желінің кернеуі, доға ұзындығы және қоршаған орта температурасы өзгерген жағдайда кернеу және доғаның тоқ күші бойынша жоғары тұрақтылығымен ерекшеленеді.

ВСВБ типтегі түзеткіштің қағидалы электрлік схемасы 10.11, *а*-суретте келтірілген. Үшфазалы күштеу трансформаторы бір алғашқы орамнан W_1 және екі екінші ретті W_2 және $W_{2в}$ орамдардан тұрады. W_2 орамы тоқ реттеушінің қызметін атқаратын және жатық кемімелі вольт-амперлік сипаттамаға ие тиристорлы түзеткішке UZ1 қосылған. Екінші орамадан $W_{2в}$ кернеу L дроссельдер көмегімен бірден кемімелі вольт-амперлік сипаттамамен доғаның қуаттау көзін құрайтын диодты түзеткішті бөлікке UZ2 жеткізіледі. Көмекші қуат көзі доға жануы үшін кіші тоқтарда пісіруге, т.б. арналған. Пісіру барысында доға екі бірдей қуат көзін пайдаланады. Қуат көзінің екеуін біріктіре қолдану негізгі қуат көзінің бос жүріс кернеуін айтарлықтай төмендетуге және жұмыс тоғы аумағында бірден құламалы сыртқы сипаттамалардың қалыптасуына мүмкіндік береді. (10.11-сурет, б).



10.11-сурет. Электрлік схема (а) және ВСВБ типті түзеткіштердің сыртқы сипаттамалары (б) :
Wj – бірінші орам; W_2, $W_{2в}$ – екінші орам; UZ1, UZ2 – түзеткіштер; L – дроссель

Бұл типтегі түзеткіштерді (ВСВУ-315, ВСВУ-400) импульсті және

үздіксіз доға доғалық вольфрамды электродпен жасайтын қолмен, автоматты және жартылай автоматты пісірулерге қолданылады.

ВСП типіндегі түзеткіштер жанатын электродпен механикалық пісіру жасауға арналған және жатық кемімелі сыртқы сипатқа ие. Екі типтің қуат көздерінің біріккен қағидатты схемасы сәйкестендірілген бөліктер түрінде жүзеге асырылаған. Қазіргі таңда бұл түзеткіштер өнеркәсіпте кеңінен қолданыс тапқан.

Түрлі пісіру әдістеріне арналған түзеткіштерді таңдау. Түрлі пісіру әдістеріне арналған түзеткіштерді таңдау барысында доғаның вольт-амперлік сипаттамасын анықтайды және пісіру параметрінің режимін есептейді. Техникалық жағдайлар негізінде одан әрі пісіру түзеткіштерді және белгіленген пісірунің электрлік параметрлерін пайдалану барысында талап етілетін қуаттағы түзеткіштер және оның қажетті жұмыс режимімен (созылмалы, жылылық немесе қайталама-қысқа мерзімді) таңдалады, доғаның қуатталу көзінің сыртқы сипатымен доғаның вольт-амперлік сипатының сәйкестігін орнатады.

1-мысал. 270 А тұрақты тоқта қолмен доғалық пісіру жасауға арналған тұрақты тоқтың қуат көзін таңдау.

Ш е ш і м і. 270 А тұрақты тоқта жабындалған электродтарды қолданып, қолмен доғалық пісіру жасау барысында доға қатты сыртқы сипатқа ие болады. Бұл жағдайда доғаның жану процесінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін кемімелі сыртқы сипаттағы түзеткіштерді қолдану қажет болады. Қолмен доғалық пісіруде доға кернеуі 26... 30 В аралығында болады. Пісіру түзеткішін таңдау үшін оның техникалық сипаттамаларын білу қажет (10.2-кестені қараңыз). Берілген параметрлерді неғұрлым қанағаттандыратыны жұмысты 3 минут жасап, 2 минут үзіліс жасаумен ВД-306 түзеткіші қамтамасыз етеді.

2 мысал. 500 А тоқта көмірқышқыл газды ортада механикалық пісіру жұмыстарын жасау үшін тұрақты тоқтың қуат көзін таңдау.

Ш е ш і м і. Көмірқышқыл газды ортада механикалық пісіру жұмыстарын жасау үшін сыртқы сипаттары қатты немесе ұлғаймалы түзеткіштерді қолданады, себебі бұл жағдайда доғаның вольт-амперлік сипаты да қатты немесе ұлғаймалы болып табылады. Көмірқышқыл газды ортадағы пісірулі доғаның кернеуі 22...34 В шектеу аралығында болады.

Көмірқышқыл газды ортада механикалық пісіру жұмыстарын жасау үшін сыртқы сипаттары қатты вольт-амперлік немесе әмбебап – қатты немесе ұлғаймалы вольт-амперлік сипаттағы түзеткіштерді шығарады. Берілген шарттарды неғұрлым түрде сыртқы сипаттары қатты вольт-амперлік сипаттағы ВДГ-601 түзеткіші қанағаттандырады. Таңдалған түзеткіштің шыға берісінде орын алатын нақты жағдайларға байланысты доғаның тұрақты жануын қамтамасыз ететін кернеу орнатады. Көмірқышқыл газды ортада пісіру жұмыстарын кері қарама-қайшылықты бағытта жасау ұсынылады.

10.4. Электрмашиналық пісіру генераторлары мен түрлендіргіштер

Пісіруге арналған түзеткіштермен қатар, тұрақты тоқ көздері болып механикалық энергияны электр энергиясына өзгертуші пісіру генераторлары да қолданылады. Электр генераторларының әрекет ету қағидаттары электрмагниттік индукциялық құбылысқа негізделген. Электрмагниттік индукция деп ЭДП өткізгішінде пайда болатын құбылыстың осы өткізгішпен түйісетін магниттік өрісте оның орын ауыстыруын айтады. Пайда болатын ЭДП мәні өткізгіштің қозғалу жылдамдығына, магниттік өріс шамасына және өткізгіштің ұзындығына (орама айналымының саны) байланысты болады. Тұрақты тоқтың пісіру генераторлары арнайы қолданылатын электрмашиналарына жатады. Қазіргі таңда өнеркәсіпте коллекторлы және вентильді/шұралы тоқ түзетудің әдістерімен генераторлар шығаруда.

Коллекторлы типтегі пісіру генераторы магнитті өріс статорынан және коллектор және орамалы зәкірден тұрады. Генератор жұмыс істеу кезінде зәкір статор полюстерімен құрылатын магниттік өрісте айналады. Зәкір орамалары генератор полюсінің магнит күштер желісін қиып өтеді, және оның айналымдарында өзгермелі тоқ туындайды. Коллекторға бұрыштық щетке қысылған, ол арқылы тұрақты тоқ коллекторларынан алынады және шығу қысымдарына беріледі. Бұл қысқыштарға электрод пен бұйымға баратын пісіру жетектерін қосады.

Пісіру генераторларында ЭДП генератордың өзінде пайда болатын магнит ағындарымен жасалады:

$$\boldsymbol{E} = \text{СФ}_\text{г},$$

мұндағы С – генератордың тұрақты тоғы (құрастырылуына байланысты); $\Phi_г$ – қосынды магнит тоғы.

Барлық генераторлар тәуелсіз көздерден немесе сол генератордың өзінен қуат алатын қозғалтқыштардың $Ж_н$ магниттелмейтін орамдарына ие. Алғашқы жағдайда тәуелсіз қозғалтқышты генераторлар, екінші жағдайда – өздігінен қозғалатын генераторлар (10.12-сурет). Магниттелетін орамалар айналмалардың көп санын құрайды (200 – 500), оларды диаметрі 1,5...2,5 мм жұқа жетектен жасайды және генератор жабынының жеке табанына орнатады. Магниттелетін тоқ $1_н$ бұл орамдарда онша көп емес (2...20 А) және резистормен *R* реттеледі.

Магниттелетін тоқ болған жағдайда генератор орамдарында W магниттелетін магнит ағыны $\Phi_н$ пайда болады:

$$\Phi_\text{н} = \boldsymbol{I_н W_н / R_{мн}},$$

мұндағы $I_н$ – магниттелетін орамадағы ток; $W_Н$ – магниттелетін орамадағы айналма саны; $R_{МН}$ – магниттік тізбектің қарсылығы. ЭДП генераторының бос жүрісін $E_г$ және кернеуі U_0 мына формуламен анықтайды:

$$E_г = C\Phi_н = \frac{I_н W_н}{R_{мн}} = U_0.$$

Магниттелуден болатын ток өзгерісі бос жүріс кернеуін, сәйкесінше, генератор жүрісін реттеумен жүзеге асыралады. Генератор қысқыштарындағы кернеу мына формула бойынша есептеледі:

$$U_г = E_г - I_г R_г,$$

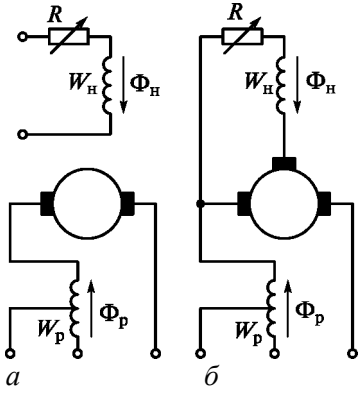
мұндағы $I_г$ – генератордың зәкірлік тізбегіндегі ток; $Л_г$ – генератор тізбегіндегі қосынды қарсылық.

Генераторларда аз көлемдегі (3 – 5) реттілікпен орналасқан қозғалтқыш орамдар болады. Осы орамдармен доғамен ретті түрде қосылумен доғаның ток күшіне тең ток ағыны өтеді. Магниттелетін күшпен реттілікте оралған магнит ағыны генераторды қосу барысында ғана пайда болады (пісіру барысында). Ораманы реттілікпен қосу әдісіне байланысты оған қарсы болатын магнит ағыны магниттелетін ағын $Ф_н$ немесе бағыт орамын реттілікті қосу әдісіне байланысты. Генератор жұмыс істеу барысында оның ЭДП қосындысы ағынға байланысты болады $Ф_н \pm Ф_п$:

$$E_т = C\ (Фн \pm Фп),$$

мұндағы $Ф_п$ – реттілікті орамдалған магнит ағыны.

Осының әсерінен генераторлардың кемімелі және ұлғаймалы сипаттарын алуға болады. Реттілікпен орамдау бөліктендірілген.



10.12-сурет. Пісіру генераторларының электрлік схемасы:
а – тәуелсіз қоздырғышпен; б – өздігінен қоздырғыш; W – магниттелетін қоздырушы орам; $Ф_н$ – магниттелетін ағын; Wр – қоздырғыш орамның магниттелмеуі; $Ф_р$ – магниттелмейтін ағын; R – резистор

Барлық айналымдарын немесе оның жартысын қамти отырып, пісіру режимдерін екі ауқымға бөлуге болады. Ауқымдар аясында режимдерді магниттелетін қозғаушы орамадағы тоқ күшін өзгерту жолымен реттейді.

Пісіру генераторларын түрлі пісіру схемаларымен орындайды. Олар кемімелі сыртқы сипатқа (ПСО-300, ПСО-500 және басқа типтердегі ГПҚ генераторлары), қатты немесе жартылай кемімелі сипатқа (өзгерген типіндегі ГПГ генераторлары) және әмбебап (ПСУ-300, ПСУ-500 өзгермелілер) ие болуы мүмкін.

Генератор зәкірінің айналуы электр қозғалтқышының немесе іштен жану қозғалтқыштарының көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Пісіру генераторынан және жетекті үшфазалы қосарланған емес электрқозғалтқыштан құралған қондырғыны *пісіру өзгермелісі* (мысалы, ПСГ-500-1, ПД- 502 және басқа өзгермелілер) деп атайды.

Пісіру генераторынан және жетекті іштен жану қозғалтқыштарынан құралатын қондырғыны *пісіру агрегаты* деп атайды. Агрегаттарды электр желісі болмайтын құрастыру және кенді жағдайларда негізінен қолмен пісіру жұмыстарына қолданады. Бұл жағдайларда тиімді болып вентильдік әдісті қолдана отырып тоқ түзетумен коллекторсыз пісіру генераторларын қолдану табылады. Вентильдік генераторлар кремний диодтарының бөліктерімен кейіннен өзгеріске ұшырайтын жиілігі 200 немесе 400 Гц үш фазалы өзгермелі тоқ шығарады, ал коллектордың жоқтығы құрастырманы жеңілдетеді және тоқ көзінің пайдалану сенімділігін арттырады. Мысалы, ГД-4006 типтегі генераторлар мына схема бойынша жұмыс істейді. Генераторлар кемімелі, қатты вольт-амперлік сипатқа ие вентильді индукторлық шөткесіз электр машиналарына жатады. Пісіру тоғының реттелуі қашықтықтан басқарылатын әрбір саты шегіндегі 60... 170 А, 150...330 А, 300.450 А ауқымда үш сатылы және толқымалы түрде өтеді. Вентильді генераторлар негізінде дизельді қозғалтқышты пісіру агрегаттары кешенделеді, мысалы АДД-4001. Агрегаттың номиналды тоғы 400 А (ПН = 60%), бос жүрістің кернеуі – 100 В. Агрегат қолмен доғалық пісірудің бір постын қуаттауға арналған.

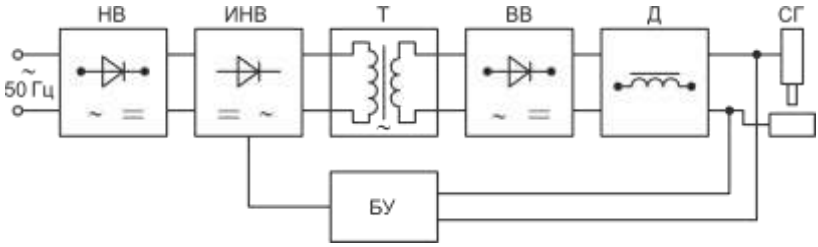
10.5. Жиілік өзгермелермен қуаттаудың көздері (инверторлық)

Өнеркәсіпте технологиялық процестер мен қолданылатын құрылғылардың жалпы модернизациялануы мен жақсартылуының жалпы тенденциясы байқалады. Пісіру өндірісіндегі болашағы бар бағыттардың бірі болып жоғары жиілікті өзгермелілерді қолданыумен энергия үнемдеуші құрылғыларды құру табылады. Сонымен, соңғы жылдары инвенторлық типтегі қуат көздерін қолдану кеңінен қолданылуда.

Бұндай қуат көзінің негізгі элементі тұрақты тоқты жиілігі жоғары өзгермелі тоққа ауыстыратын жоғары жиілікті тоқ өзгертуші инвертор болып табылады. Тоқты өзгерту ондаған килогерцке жететін жиілікте жұмыс істейтін тиристорлы немесе транзисторлы типтегі коммутациялық элементтер көмегімен жүзеге асырылады. Бұндай қуат көздерінің салмағы мен көлемі инвенторлықсыз түрлерімен салыстырғанда бірнеше есеге азаяды. Олардың қуаттылық коэффициенті 0,95...0,98, аз жоғалтуларға, жоғары КПД және динамикалық қасиеттерге ие.

10.13-суретте доғалық пісіруге арналған инвенторлық қуаттау көзінің схемасы келтірілген. Қуаттау желісінің өзгермелі кернеуі 50 Гц жиілікте және 220 немесе 380 В кернеумен төмен жиілікті түзеткіш НВ-ға беріледі. Түзетілгеннен кейін ол инвертор ИНВ арқылы жоғары жиілікті өзгермелі кернеу арқылы (ондаған килогерц дейін) өзгеріске ұшырайды, содан кейін азаятын жоғары жиілікті күштік трансформаторға Т келіп түседі. Трансформаторды екінші ретті ораумен тоқ жоғары жиілікті түзеткіш ЖЖ және тегістеуші дроссель Д арқылы тікелей пісіру орнына келіп түседі. Сыртқы сипаттарын және пісіру режимін реттеуді кері байланыс бөлігінің басқару жүйесімен БЖ жүзеге асырылады. Трансформаторды жоғары жиілікті кернеумен қуаттауының салмағы мен өлшемін айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Қуаттылығы 20 кВ-А транформатордың есепті салмағы 50 Гц кернеумен қуаттау барысында 100 кг-нан асады, ал 50 кГц кернеумен қуаттау барысында –10 кг-нан аспайды.

Инверторлық қуат көздері оңай тұтану мен доға икемділігін, металдың кіші құймалы және құймалы орын ауыстырумен электрод балқытылуын, бос жүрі кернеуін азайтуды, электр энергиясын 30...40% үнемдеуді, пісіру режимінің параметрлерін қашықтықтан реттеуді қамтамасыз етеді.



10.13-сурет. Инверторлық қуат көздерінің қызмет ету схемасы:
НВ — төмен жиілікті түзеткіш; ИНВ — инвертор; Т — трансформатор; ВВ — жоғары жиілікті түзеткіш; Д — дроссель; СГ — пісіру жылытқышы; БУ — басқару бөлігі

10.3- кесте

Инверторлы тоқ көзінің техникалық сипаттары

Параметрлері	ВДУЧ-1371	ВДУЧ-315	Р-321И	ДС-400
Желі кернеуі, В	1х220	3х380	220х380	3х380
Тоқ диапазоны, А	5 ... 130	40 ... 315	40 ... 320	50...400
Кернеу диапазоны, В	16 ... 24	16 ... 36	14 ... 26	16 ... 36
Тұтынылатын қуат, кВ-А	6	15	9,5	–
Жүктеме ұзақтығы, %	100	40 ... 100	60 ... 100	90
Массасы, кг	8	45	30	45

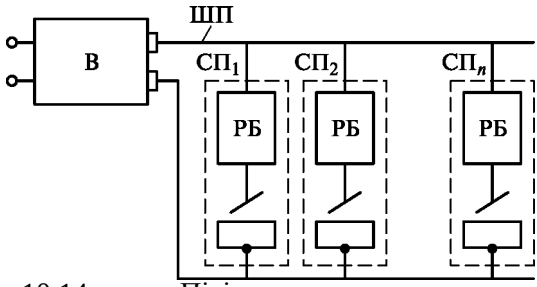
Кейбір инверторлық қуат көздерінің сипаттамалары 10.3-кестеде келтірілген.

Инверторлық өзгермелер көздерін доғалық пісіруде тұрақты және өзгермелі тоқта жанатын және жанбайтын электродпен үздіксіз және импульстық режимде, қорғаныс газдарында болатты және алюминий қорытпаларын қолмен және механикалық пісіру арқылы, ең алдымен, жұқа және орташа қалыңдықтағы бұйымдарға қолданылады. Алайда жақын болашақта инверторлар негізінде электр қалдықты пісіру және флюспен пісіруге арналған қуаттылығы жоғары көздер құрылады деп болжауға да болады.

10.6. Доғаны қуаттаудың көппостылық көздері

Шектеулі өндіріс алаңдарында пііру посттарының айтарлықтай көлемін орналастыру қажеттігі барысында қуаттау көздерінің қуаттылығы жоғары түрлерін қолданған жөн. Бұндай көздер бір уақытта бірнеше пост жұмыстарын қуат көзінің шығыс қысқышына қосылған жалпы өткізгіш арқылы қамтамасыз етеді. Бұндай көздерді қуаттаудың көппостылы көздері деп атайды.

Көппостылы доғаның қуат көздеріне қойылатын негізгі талап – қондырылған және өтпелі режимдегі басқа посттар әсер етуінен тәуелсіз, оған қосылған әрбір посттың тұрақты жұмысын қамтамасыз ету.



10.14-сурет. Пісіру постын көптостылы қуат көзіне қосу схемасы:
В – тоқ көзі; $СП_1$ – $СП_n$ – пісіру посты;
ШС – шинасым; РБ – балласттық кедергі

Посттардың бұндай тәуелсіздігі әрбір пост үшін дөңгелек өткізгіш арқылы жасалатын бос жүріс кернеуінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Көппостылы қуаттауды электродтармен жабындалған қолмен доғалық пісіру, флюс арқылы автоматты пісіру және көмірқышқыл газ ортасында механикалық пісіру үшін қолданады. Көппостылы қуаттауда әрбір пісіру посты бөлек постылық (балласттық) кедергі арқылы дөңгелек өткізгішке жалғанады.

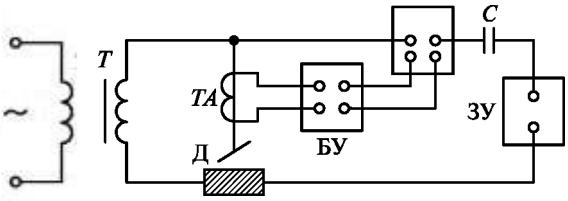
Қосу схемасы 10.14-суретте көрсетілген. В көппостылық көз n пісіру посттарын ($СП_1$–$СП_n$) жалпы дөңгелек өткізгіш ШС арқылы өткізеді. Әрбір пісіру посты дөңгелек өткізгішке балласттық қарсылық РБ арқылы жалғанған.

10.7. Қуат көздеріне арналған көмекші қондырғылар

Тұрақты және өзгермелі тоқта пісіру жасауға арналған көптеген арнайы доғаны қуаттау көздері доға жануын жеңілдететін қондырғылармен топтамаланады.

Осцилляторлар, жоғары кернеу тоқтарын (2...5 кВ) және жиіліктерін (150...250 кГц) құрушы, қуаттылығы аз (100...300 Вт), жоғары жиілікті, кеңінен қолданыс табудағы генераторлардар.

Пісіру доғасын пісіру тогының негізгі көзімен бірге жоғары жиілікті және жоғары кернеулі тоқпен қосарынан қуаттау, доғаның тұрақты жануын арттырып және оның тұтануын жеңілдетеді. Доғаның жануы электродтың бұйыммен жанаспауынсыз ақ қамтамасыз етіледі, бұл әсіресе, қорғаныс газдарында вольфрамдық электродпен пісіру барысында қажет болып табылады. Осциллятордан импульстік тоқты беру барысында бұйым мен электрод арасында аралықтың үзілуі орын алады. Онда еркін электрондар пайда болып, негізгі тоқтан қуатталатын доғаның жануына жағдай жасайды.



10.15-сурет. ДТ-2 доға тұрақтандырғышын қосу схемасы:
Т – пісіру трансформаторы; ТА – тоқ трансформаторы; К – контактор; С – конденсатор; ЗУ – қуаттаушы қондырғы; БУ – басқару бөлігі; Д – доғалық аралық

Жоғары жиілікті және кернеулі тоқ адамға қауіпіз. Тұрақты тоқты қуаттау көздерімен бірге осцилляторлар доғаны бастапқы қозғалысқа келтіру үшін қолданады, ал өзгермелі тоқты – доғаны бастапқы қозғалысқа келтіру үшін де және полярлығын ауыстырғаннан кейін (тоқ синуоидтарының нөлден ауысуынан кейін) де қозғалысқа түсіруге, яғни доғаның тұрақты жануын қолдау үшін қолданады. Осцилляторларды негізінен аз қуатты доғалық пісіру барысында, аргонды доғалық пісіру барысында, жұқа қаңылтыр металды доғалық пісіру барысында, пісірулі тоқ көзінің бос жүрісінің төмен кернеуінде қолданады.

Тұрақтандырғыштар кернеу пульсінің әрбір артуы кезеңінде, нөлдік шамадан тоқтың өтуі кезінде нақты түрде доғаны қайта жаға отырып, жанатын электродпен өзгермелі тоқта пісіру жасау барысында, пісіру доғасының тұрақты жануына қолдау көрсетеді.

Қосу схемалары 10.15-суретте көрсетілген СД-2 доғасының тұрақтандырғыштары қуаттаушы қондырғылардан ЗУ, тоқ трансформаторының ТА конденсаторынан С, контактор К және басқару бөлігінен БУ құралады. Конденсатор қуаттаушы қондырғыдан қуатталады және тоқтың нөлдік шамадан өтуі барысында доғалық аралыққа дейін Д доғалық разрядты тұрақтандыра отырып тоқ жоғалтады. Тұрақтандырғыш бөлек бөліктерді білдіреді және пісірулік трансформаторының *Т* екінші орамасына қосылады.

Алюминийдің және оның қорытпаларының балқымайтын электродпен өзгермелі тоқта аргонды доғалық қолмен пісірілуі барысында доғаның жануын жүзеге асыру және тұрақтандыру үшін ВСД-01 қозғалтқыш-тұрақтандырғышты қолданады. Ол доғаның тұрақты жануын доға аралығы 6 мм және бұйым мен электрод арасындағы түйісу аралығы 2 мм дейінгі ұзындығында

қамтамасыз етеді. Доғаны қуаттаушы көздер ретінде пісіру соңында пісіру тоғын баяулата азайтуды реттеушілер кеңінен қолданылады. Бұл пісірудің аяқталуы кезінде жіктерінің кратерін дәнекерлеу үшін қажет.

Бақылау сұрақтары

1. Пісіру доғасының қуат көзіне қандай негізгі талаптар қойылады?
2. Пісіру трансформаторлары, түзеткіштер, генераторлар, ауыстырғыштар қалай құрастырылған?
3. Пісірудің тұрақты процесі кезінде доғаның қуаттау көзі мен сыртқы сипаты арасындағы өзара байланыс қандай?
4. Қуат көзінің тиімді түрін қалай таңдауға болады?
5. Пісіру доғасының қуат көзінің көмекші қондырғыларын қалай тағайындайды?
6. Неге электродтармен жабындалған қолмен пісірілетін доға қуаты көзін керемет құламалы сыртқы сипатымен бірге қолданады?
7. Қатты сыртқы сипатты доғаның қуат көзінен пісіруге арналған құламалы сипатты алады?
8. Инвенторлық қуат көздерінің ерекшеліктері қандай?

-

ДОҒАЛЫ АВТОМАТТЫ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚТАР

11.1. Пісіруге арналған автоматтар туралы жалпы мәліметтер және олардың сыныптамасы

Пісірудің автоматты және механикаландырылған тәсілдері кезінде доғаның қуаттау көздерінен басқа пісіру процесін қолмен жүргізуді жоюға мүмкіндік беретін арнайы жабдықтар болуы қажет. Бұл ретте екі негізгі технологиялық қозғалыстарды: электродты пісіру зонасына беруді және доғаны пісірілетін жиектер бойымен ауыстыруды орындауды механикаландыруды талап етеді. Электрод пен доғаның негізгі технологиялық ауысуын, пісіру режимінің берілген параметрлерін (доғаның, пісіру тоғының кернеуін, пісіру жылдамдығын) тұрақты қолдаумен, автоматты орындауды қамтамасыз ететін пісіру аппараттарын *автоматтар* деп атайды.

Автоматтардың негізгі бөлігі балқып жатқан электрод доғасының немесе қоспа металдың зонасына автоматты беретін электр механикалық құрылғысын білдіретін пісіру бастиегі болып табылады. Бұйымға қатысты қозғалыссыз бекітілген пісіру бастиегін *аспалы автоматты бастиек* деп атайды**.** Аспалы бастиектерде бастиектің өзін ауыстыратын механизм жоқ. Бұл жағдайда доғаға қатысты пісіру объектісін қосалқы құрылғы немесе пісіру құрылғысының көмегімен ауыстырады. Егер де пісіру аппаратының конструкциясында бастиекті ауыстыратын механизм болса, оны *өздігінен жүретін* деп атайды**.**

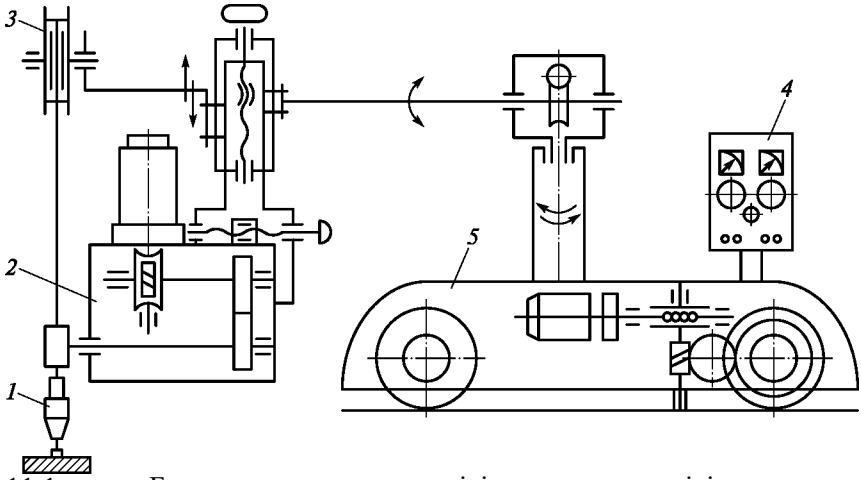
Өздігінен жүретін бастиекті ауыстыру әдетте арнайы бағыттауыш бойынша жүргізіледі. Осындай аппаратты *аспалы типті автомат* деп атайды. Егер автомат конструкциясында бастиек бекітілген арба тікелей пісірілетін бұйым бойынша қозғала алатын болса, ондай автоматты ***пісіру трактары*** деп атайды (11.1-сурет).

Автоматтар жіктемесінің негізінде әртүрлі белгілер: электрод типі, ауысу тәсілі, қорғаныс сипаты және басқалар пайдаланылады.

Қолданылатын электрод типіне байланысты автоматтар электроды балқитын автоматқа немесе электроды балқымайтын (вольфрамды) автоматқа бөлінеді.

Арбаның жылжуы тәсілі бойынша трактор типті және кареталық автоматтарға бөлінеді.

Пісіру ваннасының қорғаныс сипаты бойынша флюсті пісіру, қорғаныс газы ортасындағы және әмбебап автоматтар деп бөлінеді.



11.1-сурет. Балқитын электродпен пісіруге арналған пісіру тракторының
схемасы:
1 — оттық; 2 — беретін механизм; 3 — сым; 4 — басқару блогі; 5 — арба

Пісіру қосылыстарын кеңістікте орындау бойынша төмен, тік және көлденең күйінде тігістерді, көлденең жазықтағы айналмалы бұрма және бұрма емес жіктерді, айналмалы жіктерді пісіруге арналған автоматтар деп ажыратады.

Доға параметрлерінің тұрақтылығын қолдау тәсілі бойынша доғаны мәжбүрлі реттеумен және өзін—өзі реттеумен автоматтар шығарады.

Жанатын доғалардың саны бойынша бір доғамен, екі доғамен және үш фазалық доғамен пісіру автоматтары деп ажыратады.

11.2. Пісіру автоматтарын жинақтау және олардың негізгі тораптары

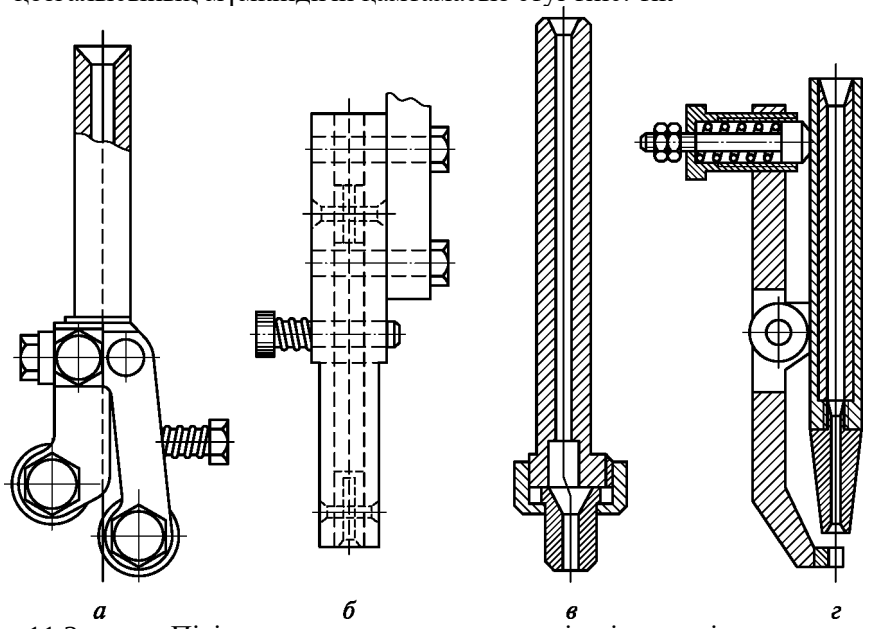
Пісіру автоматтары мына негізгі тораптардан жинақталады: пісіру бастиегі, арба, басқару пульті, аппараттық шкафы, пісіру сымдары бар кассетасы.

Пісіру бастиегінің негізгі элементтері сымды беру механизмі, беретін роликтер, тоқ беретін мүштік пен бастиектің белгіленген ауысуына арналған құрылғы болып табылады.

Беру механизмі электр қозғалтқышы мен редуктордан тұрады. Ауыспалы тоқтың электр қозғалтқыштарын пайдаланған жағдайда, реттелетін редукторларды қолданады. Тұрақты тоқтың электр қозғалтқыштары реттелмейтін редуктормен бірге жұмыс істей алады. Беретін роликтер редуктордың шығыс біліктерінде

орналасқан. Олардың мақсаты — пісіру сымының шығып кетуінсіз тұрақты беру. Әдетте оған беретін роликтердің екі жұбын пайдалану барысында жетуге болады. Редуктор корпусына электр түйіспесі мен сымның пісіру ваннасына бағытын қамтамасыз ететін тоқ жүргізетін мүштік бекітіледі. Мүштік пісіру ваннасына қатысты электрод қапталының барынша аз адасуын қамтамасыз етуі тиіс. Ол үшін кейбір кезде мүштіктің алдына бастиекке сымды түзетуге арналған роликті дұрыс механизмі орнатылады. Бұдан басқа, мүштікке пісіру сымымен сенімді электр түйіспесі орнатылу керек. Мүштік конструкциялары пісіру тәсіліне, сым диаметрі мен қаттылығына байланысты әртүрлі болады (11.2-сурет). Үлкен диаметрлі (3..5 мм) электрод сымын пісіру үшін, роликті сырғанақ түйіспесі бар мүштіктер кеңінен тараған (11.2, а суреті.). Диаметрі кішірек (0,8...2,5 мм) сымдарды пайдалану барысында түтікшелі мүштіктер қолданылады (11.2, б суреті.). Сырғанайтын түйіспе мүштіктің ауыспалы үштері есебінен ұсталып тұрады. Сондай-ақ екі серіппелі қалыптан тұратын қалып типті мүштіктер де (11.2, в суреті) және етік типті мүштіктер де қолданады (11.2, г суреті).

Пісіру бастиегінің конструкциясы оның бекітілген қозғалысының мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс: тік —



11.2-сурет. Пісіру автоматтарына тоқ жүргізетін мүштіктер: *а* — роликті; б — құбырлы; *в* — қалыпты; г — етікті

электродтың немесе оның еңісі бұрышының қажетті шығындысын пісірілетін жікке қатысты орнату үшін; көлденең —

электрод қапталын басында жік ортасы бойынша орнату және оны пісіру процесінде оны түзету үшін.

Арба бастиекті пісірілетін жиек бойымен жылжытуға арналған. Көптеген автоматтарда арба базалық элемент рөлін атқарады. Оның корпусына пісіру бастиегін, сымға арналған кассета мен автоматты басқару пультін орнатады. Арба пісіру жылдамдығының кең диапазонында жүріс жатықтығын қамтамасыз ету керек. Трактор және карета типті арбалар деп бөледі. Трактор типті арба жүгіршек доңғалақтар көмегімен бағыттауыш рельстер немесе тікелей пісірілетін бұйым бойынша қозғалады. Карета типті арба тек бағыттауыш стапель немесе автоматтың өзін бекіту құрылғысы бойынша ғана қозғалады. Автоматтардың арбалары электр қозғалтқыштары көмегімен редуктор арқылы қозғалады. Тұрақты тоқтың электр тартпасы бар автоматтарда арбаның қозғалыс жылдамдығын қозғалтқыштың айналым жиілігін өзгерту арқылы реттейді. Ауыспалы тоқ тартпаларында редуктордағы ауыспалы тегершік термен икемдейді.

Пісіру тәсіліне байланысты пісіру автоматтарын қосымша құрылғылармен жабдықтауға болады. Мысалы, флюсті пісіру барысында автоматтарда флюсті пісіру зонасына беруге, пісіру кезінде оны тігіс бетінде ұстап тұруға және процес біткеннен кейін оны алып тастауға арналған арнайы флюс аппараты болады.

Қорғаныс газында пісіруге арналған автоматтарда қалыпты тоқ жүргізгіш мүштіктің орнына арнайы пісіру оттығы пайдаланылады, онда тоқ беруден басқа, пісіру зонасына қорғаныс газын беру мен оттықты қызып кетуден сақтайтын мәжбүрлі суыту құрылғылары болады.

11.3. Пісіру автоматтарының жұмыс істеу қағидалары

Пісірудің тұрақты процесі мен пісіру тігістерінің жақсы сапасы пісіру режимінің параметрлерін оңтайлы таңдаған жағдайда қамтамасыз етіледі, оларға доға кернеуі, пісіру тоғының күші мен пісіру жылдамдығы жатады. Осы параметрлерді дұрыс орнату керек, сондай-ақ пісіру процесінде оларды тұрақты ұстап отыру керек. Ең көп өзгерістерге ұшырайтыны доға кернеуі болып табылады, өйткені ол тікелей оның ұзындығына байланысты. Балқитын электродпен пісіру барысында доға ұзындығының тұрақтылығы электрод сымын пісіру зонасына беру $v_э$ жылдамдығы, оның балқу жылдамдығы v_n тең болғанда қамтамасыз етіледі: $v_э = v_n$. Егер $y_э > v_n$, онда доға ұзындығы қысқарады да,

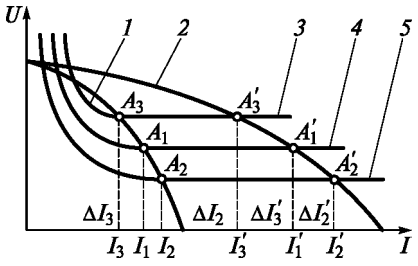
электродтың бұйыммен қысқа тұйықталуы пайда болуы мүмкін. Егер $v_3 < v_n$, онда доға үзілгенге дейін ұзаруы және процестің тоқтауы мүмкін.

Қолданылатын пісіру автоматтары доғаны кернеуі бойынша реттеудің екі қағидасын қолданады: электродтың тұрақты беру жылдамдығы барысында доғаны өздігінен реттеу және мәжбүрлі реттеу, бұл жағдайда электроды беру жылдамдығы автоматты түрде доға кернеуіне байланысты өзгереді.

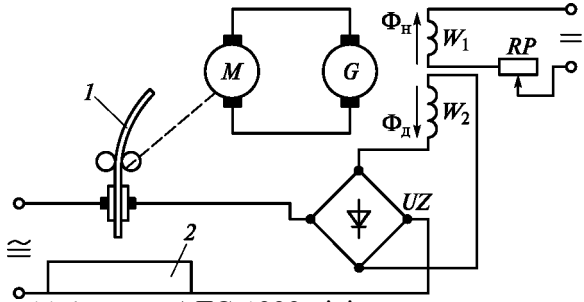
Доғаны өздігінен реттеу қағидасы пісіру тоғының күшіне байланысты электродтың балқу жылдамдығын өзгертуге негізделген (11.3-сурет). Көз бен доғаның вольт-амперлік сипаттамалары қиылысқан кезде, тұрақты жану процесі A_1 нүктесінде болады. Доға ұзындығы өскен кезде, доғаның статикалық сипаттамасы көтеріледі де, жану процесі A_3 нүктесіне ауысады, бұл ретте доға кернеуі өседі, ал пісіру тоғының күші I_3 мәніне дейін азаяды. Электродтың балқу жылдамдығы ток күшіне тікелей байланысты болғандықтан, ол азаяды. Электрод сымын берудің тұрақты жылдамдығы барысында, доға ұзындығы, демек, оның кернеуі де, $v_э = v_n$ теңдігі орнағанға дейін, алғашқы берілген мәнге дейін азаяды. Және керісінше, доға ұзындығы азайған кезде оның статикалық сипаттамасы төмен түседі де, процес $Л_2$ нүктесіне ауысады, ток күші $/_2$ мәніне дейін өседі. Электрод тезірек балқиды, доға ұзындығы өседі де, тепе-теңдік ($v_э = v_n$) қайта қалпына келеді.

Доғаның өзін-өзі реттеу қағидасы негізінде, доға кернеуіне тәуелді емес электрод сымын берудің тұрақты жылдамдығымен жұмыс істейтін бірқатар пісіру автоматтары жасалған. Осы принцип бойынша жұмыс істейтін автоматтарда доғаны қуаттау үшін жатық түсетін сыртқы сипаттамасы бар доғаны қуаттау көзін қолдану керек. Сипаттама неғұрлым жатық болса, доға ұзындығы ауытқыған кезде пісіру тоғы соғұрлым көп өзгереді және өзін-өзі реттеу процесі қарқындырақ жүреді. Сымды берудің тұрақты жылдамдығы бар автоматтар құрылымы қарапайым және жұмыс барысында сенімді болып келеді.

Мәжбүрлі реттеу қағидасы электрод беру жылдамдығын доғадағы кернеуге байланысты өзгертуге негізделген.



11.3-сурет. Пісіру доғасының өзін-өзі реттеу схемасы: 1, *2* — ток көзінің вольт-амперлік сипаттамалары; 3, *4, 5* — доғаның вольт-амперлік сипаттамалары; 1_1 — $/_3$, *1[* — *Ц* — ток күшінің мәні; Д/$_2$, Д/$_3$, Д/2, /3 — ток күшінің ауытқуы



11.4-сурет. АДС-1000 пісіру автоматының доғаны автоматты реттеу схемасы:

1 — электрод; 2 — бұйым; М — қозғалтқыш; *UZ* — түзеткіш; *RP* — потенцио-
метр; G — қозғалтқыш генераторы; W_b W_2 — өршіту орамдары; $Ф_д$, $Ф_н$ — доғаның кернеуіне тәуелді және тиісті тәуелді емес магнитті ағындар

Егер қандай да болмасын себептермен доға ұзындығы өссе, онда доға кернеуі де өседі. Электр сымын беру тартпасының қозғалтқышы, беру жылдамдығын арттырып, тезірек айнала бастайды. Доға ұзындығы, демек, оның кернеуі де бастапқы мәнге дейін қайта қалпына келеді. Және, керісінше, доға ұзындығы азайған кезде, беру жылдамдығы да бәсеңдейді, сөйтіп параметрлер қайта қалпына келеді. Жылдамдықтар теңдігі $y_э = v_u$ электрод сымын беру жылдамдығын өзгерту арқылы қамтамасыз етіледі. 11.4-суретте АДС-1000 пісіру автоматының доға параметрлерін автоматты реттеудің қарапайымдалған схемасы берілген. Пісіру бастиегінің беретін механизмнің М қозғалтқышы қарама-қарсы қосылған екі өршіту орамы бар G арнайы генераторынан берілетін тұрақты токтан қуат алады. W_1 тәуелсіз орамы бөтен тоқ көзінен қуат алады да, доға кернеуіне тәуелді емес тұрақты, магнитті ағын құрады $Ф_н$. Генератордың W_2 орамы UZ түзеткіші арқылы доғаға қосылған және ол доға кернеуіне тәуелді магнитті ағынын құрады $Ф_д$, ол үнемі $Ф_н$ магнитті ағынынан үлкен болады.

G генераторы М қозғалтқышының зәкіріне, қозғалтқыш сымды пісіру зонасына доғаның тұрақты ұзындығы мен оның кернеуіне қолдау көрсететін жылдамдықпен беру бағытында айналатындай етіп, соған қажетті қарама-қарсы және мәнді кернеу береді. Алдын ала доғаның қажетті кернеуін тәуелсіз орам тізбегіндегі *RP* потенциометрі береді. Схема доғаның тұрақты жануына ғана қолдау көрсетіп қоюды ғана емес, сонымен қатар пісіру процесінің басында оны автоматты тұтатуды да қамтамасыз етеді.

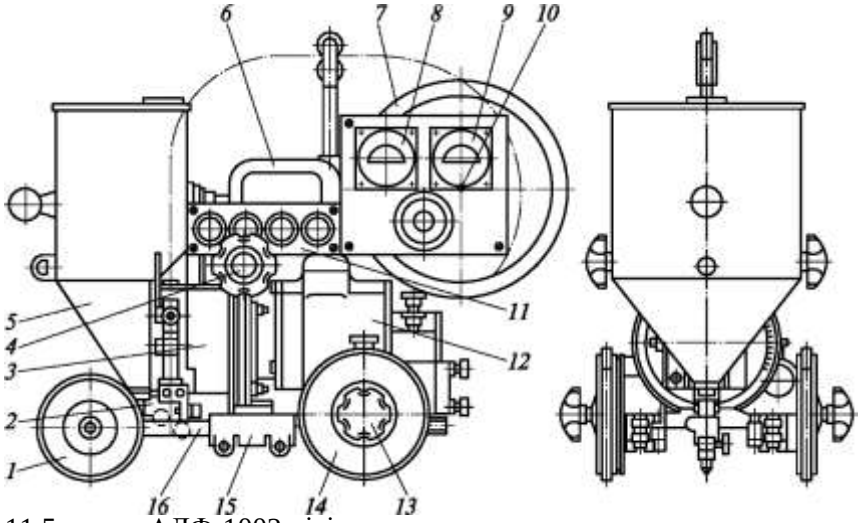
Вольфрамды электродпен пісіру автоматтарында доғаның бұрын берілген (тірек) кернеуін мәжбүрлі қалпына келтіру реттеу әсерін береді. Ол биіктіктегі электродты жылжыту арқылы доға аралығы ұзындығын өзгерту арқылы жүргізіледі. Доға кернеуі өскен кезде, электрод автоматты түрде түседі, және керісінше, доға кернеуі азайған кезде, электрод көтеріледі. Осы мақсатта пісіру бастиегі доға кернеуін тұрақтандырудың арнайы автоматты жүйесімен жасақталады.

11.4. Флюспен пісіруге арналған автоматтар

АДФ-1002 автоматы пісіру барысында электр сымын тұрақты жылдамдықпен беретін автоматтарға жатады және доғаның өзін-өзі реттеу қағидасы бойынша жұмыс істейді. Ол айқас қосылыстарды, жиегі қиғашталған және қиғашталмаған жиек қосылыстарын флюсті ауыспалы токпен пісіруге, сондай-ақ тік және еңкіш электродтармен бұрыштық тігістерді орындауға арналған. Пісіру тігістері түзу сызықты және сақиналы болуы мүмкін. Автомат пісіру процесінде бұйым бойынша немесе оған салынған бағыттағыш сызғыш бойынша жылжиды. Пісіру автоматы екі негізгі тораптан тұрады: пісіру тракторы және кіріктірілген басқару блогі бар ТДФЖ-1002У3 трансформатор. Пісіру тракторы (11.5-сурет) дегеніміз, ортақ электр қозғалтқышымен 12 қозғалысқа келтірілетін беретін механизм редукторы мен жүріс арбасынан тұратын механизм. Бір электр қозғалтқышының болуы осы типті автоматтарға тән ерекшелік болып табылады. Электрод сымын беру мен пісіру жылдамдықтары пісіру доғасының кернеуіне байланысты емес, және сатылы-ауыспалы тісті доңғалақтармен реттеледі. Электрод сымы пісіру зонасына пісіру бастиегінің беру механизмімен 3 беріледі. Автомат жүгірткіштер 1 және доңғалақтар 14 көмегімен тігіс бойымен жылжиды. Екі механизм де электр қозғалтқышымен бір блокқа монтаждалған, ол автоматтың көтеруші корпусы болып табылады. Корпусқа мүштік 2 пен басқару пульті 11 бар кронштейн 6 орнатылған. Кронштейнге дұрыс және түзету механизмдері, сымдар кассетасы 7, флюске арналған бункер 5, бос жүгірткілері бар автоматтың алдыңғы шассиі 1 монтаждалған. Мүштік тоқты электр сымына беру мен оны пісіру зонасына бағыттауды қамтамасыз етеді.

Түзету механизмі 4 электрод сымын тігіске көлденең ауыстыру және мүштікті бастиекпен, кронштейн және кассетамен бірге көлденең ию қызметін атқарады.

Электрод сымын беру механизмі редуктор мен доғаның жану зонасына электрод сымын беретін екі роликтен тұрады.

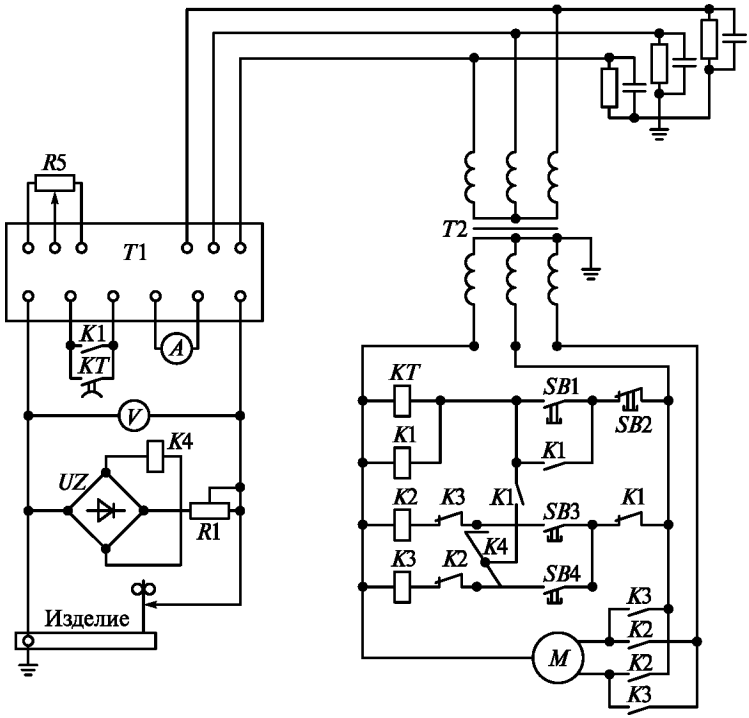


11.5-сурет. АДФ-1002 пісіру тракторы:
1 — жүгіртпе; 2 — мүштік; 3 — пісіру бастиегі; 4 — түзету механизмі; 5 — бункер; 6 — кронштейн; 7 — кассета; 8 — амперметр; 9 — вольтметр; 10 — резистор; 11 — басқару пульті; 12 — электр қозғалтқышы; 13 — жалғастық; 14 — дөңгелек; 15 — траверс; 16 — штангі

Сымды берудің керекті жылдамдығына икемдеу үшін, ауыспалы тісті дөңгелектердің цилиндрлі жұбы бар. Арбаны қозғалту механизмінде де пісіру жылдамдығын икемдеуге арналған алынатын тісті дөңгелектердің цилиндрлі жұбы бар. Екі механизм де ауыспалы тоқтың бір асинхронды электр қозғалтқышымен әрекетке келтіріледі.

Пісіру тракторының электр схемасы (11.6-сурет) қосалқы операциялар барысында: пісіру алдында электр сымын қысқарту; дәнекерлегеннен кейін қождан сымды көтеру; сымды бастиекке кіргізу (SB 3 «Жоғары», SB 4 «Төмен» батырмалары); автоматты икемдеу үшін қозғалту (SB 1 «Іске қосу», SB 2 «Тоқта» батырмалары); пісіру тоғын қосу және доғаны өршіту; электрод сымын пісіру зонасына беру және автоматты пісірілетін бұйым бойынша жылжыту ***(SB*** 1); кратерді пісіру және пісіру соңында пісіру тоғын өшіру ***(SB*** 2) барысында электрод сымын түсіру мен көтеру мүмкіндігін қамтамасыз етеді АДФ-1002 типті автоматтардың жетістігі олардың конструкциясының қарапайымдылығы, жинақылығы, кішігірім салмағы мен габариттері, жоғары сенімділігі болып табылады.

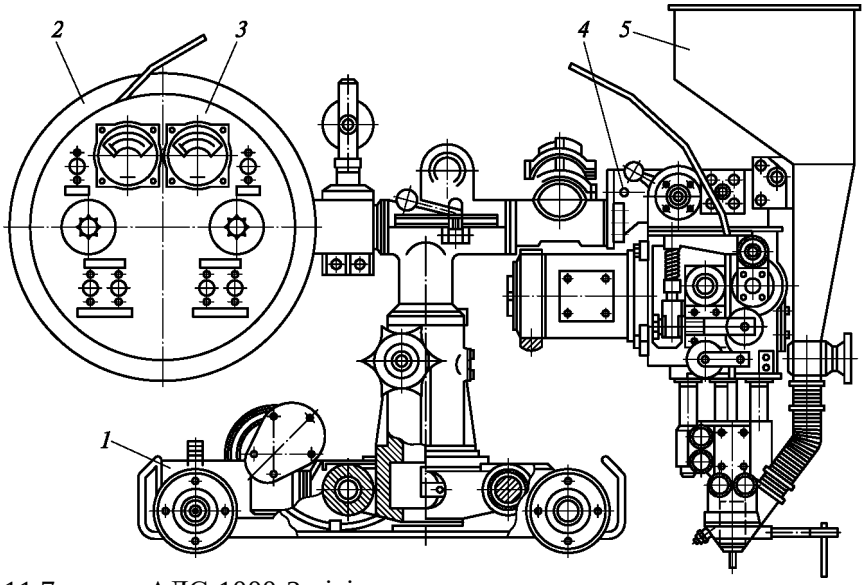
АДС-1000-2 автоматы пісіру барысында электрод сымын беру жылдамдығы доға кернеуіне тәуелді автомат болып табылады және электродты беру жылдамдығын өзгерту арқылы доғаны автоматты реттеу қағидасы бойынша жұмыс істейді.



11.6-сурет. АДФ-1002 пісіру тракторының электр схемасы:

А — амперметр; V — вольтметр; R1, *R5* — резисторлар; 71 — басқарушы трансформатор; 72 — трансформатор; К*1* — *К*3 — реле; К4 — ауыстырғыш реле; *К7* — уақыт релесі; *UZ* — түзеткіш; *SB* 1 — *SB* 4 — батырмалар; М — қозғалтқыш

Автомат пісіру тракторы болып табылады. Осы автоматта электрод сымын беру және арбаларды жылжыту механизмдері тұрақты тоқтың жеке электр қозғалтқыштарымен жабдықталған. Беру жылдамдығы мен пісіру жылдамдықтарын реттеу қозғалтқыштар айналымының жиілігін баяу өзгерту арқылы жүргізіледі. Сымды беру үшін жеке қозғалтқыштың болуы доғаны кернеу бойынша автоматты түрде реттеуге мүмкіндік береді. Конструкциялық түрде АДС-1000-2 автоматы төрт дөңгелекті арба (11.7-сурет) болып табылады, оған сым беруге арналған беру механизмі бар пісіру бастиегі 4, сымдарға арналған кассета 2, флюске арналған бункер 5 мен басқару пульті 3 бекітілген. Арба қозғалысы рельс жолымен немесе тікелей бұйым бойынша орындалады. Пісіру тракторының жоғарғы бөлігі бұрылады, ал ол аппаратты рельс жолынан әртүрлі қашықтықта орналасқан тігістерді пісіруге икемдеуге мүмкіндік береді.



11.7-сурет. АДС-1000-2 пісіру тракторы:
1 — арба; 2 — кассета; 3 — басқару пульті; 4 — пісіру бастиегі; 5 — бункер

Сымдарды беру мен арбаларды қозғалту механизмдерінің жеке электр тартпаларының болуы конструкцияны біраз қиындатады, бірақ автоматтың әмбебаптығы артады.

Трактор типті ***ТС-80 автоматы*** автоматты доғалы пісіру мен әртүрлі типті созылған тігістерді болат сыммен флюсті балқыма қаптауға арналған. Автомат автоматты пісіруді доға кернеуіне тәуелді де, тәуелсіз де пісіру сымын беру жылдамдығымен жүргізуге мүмкіндік береді.

Трактор конструкциясында басқарудың жетілдірілген жүйесі, бұрынғыдан да күшті электр қозғалтқыштары мен электрод сымымен сенімді контактті қамтамасыз ететін тартпалар, ток бергіштер қолданылған.

Пісіру бастиегінің тігінен және көлденеңінен реттейтін қозғалыстарының ұлғайтылған жүрістері, оның әртүрлі бұрыштарда бұрылуы пісіруді әртүрлі кеңістік жағдайларында жүргізуге мүмкіндік береді. Трактора көшіретін құрылғылар мен флюс сору жүйелерінің элементтері қарастырылған. Автомат 100 % қосылу ұзақтығы барысында 24.360 м/сағ жылдамдықпен электрод бере отырып, 6.120 м/сағ жылдамдықпен пісіру барысында 1 250 А атаулы токқа есептелген.

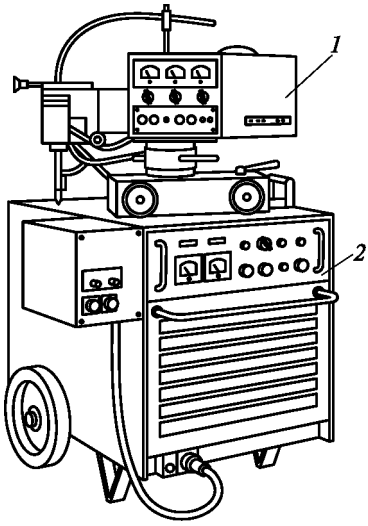
11.5. Қорғаныс газдарындағы пісіру автоматтары

АДГ-502 автоматы (11.8-сурет) бұрыштық тігістер мен айқас қосылыстарды жиектерін бөле отырып және бөлместен жіктік қосудың көмірқышқылды газ ортасында тұрақты токпен пісіруді орындауға арналған. Автомат екі бөліктен жинақталған: пісіру тракторы *1* және доғаның қуат көзі *2* — ВДУ-504 түзеткіші.

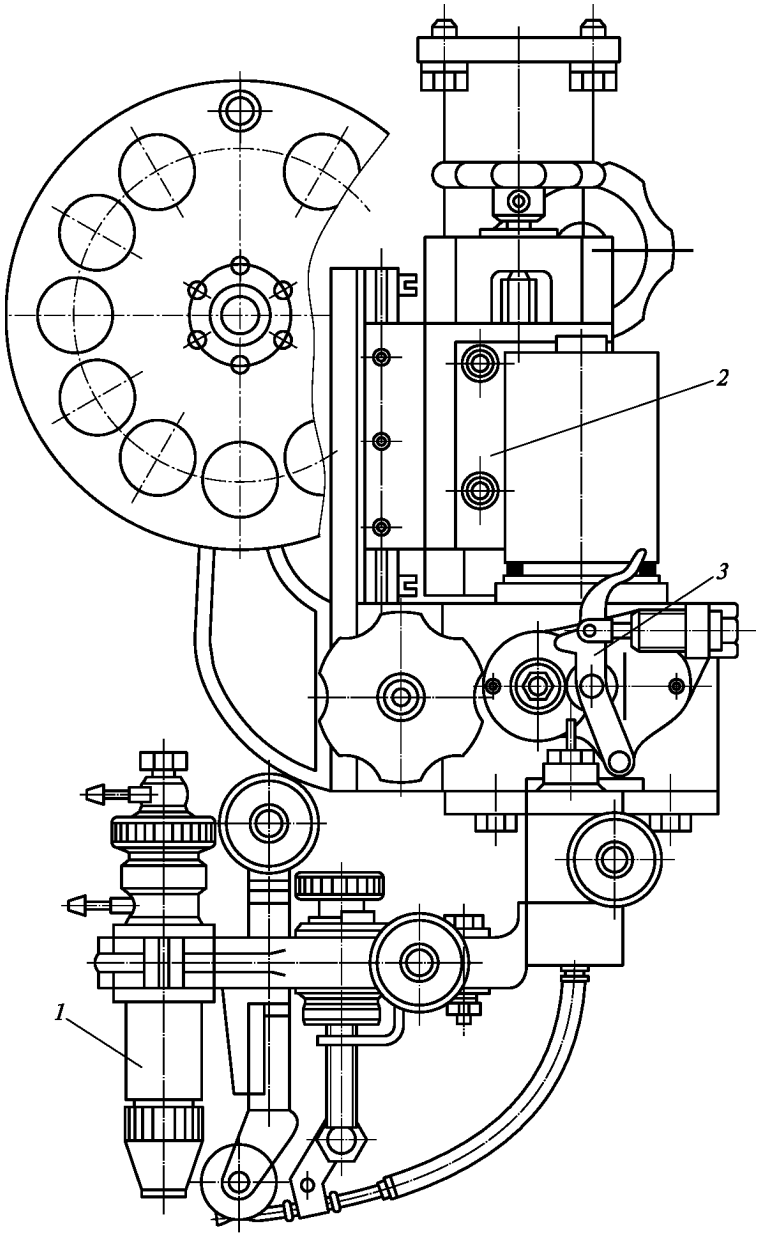
Автоматты басқару схемасы жартылай өткізгіш элементтермен орындалған. Автомат жұмысы электрод сымын беру жылдамдығының доға кернеуіне тәуелдігіне негізделген. Схема қорғаныс газын үрлеу, доғаны созу, кратерді пісіру және тігісті пісіру біткеннен кейін қорғаныс газымен үрлеу үшін қажетті ұстау уақытын орнатуға мүмкіндік береді. Автоматты басқару толығымен пісіру тракторына орналастырылған басқару пультінен жүргізіледі. Пультке режимді бақылау құралдары, доға кернеуі мен пісіру және электрод сымын беру жылдамдықтарын реттегіштер, сондай-ақ басқару батырмалары орнатылған. Пісіру түзеткішіне бекітілген қосымша пультте қорғаныс газын беру элементтері орналасқан.

АДГ-502 пісіру тракторы флюсті пісіруге арналған АДФ пісіру тракторына ұқсас құрастырылған, бірақ тоқжолы конструкциясымен, суытатын су мен қорғаныс газының болуымен, флюске арналған бункер мен жарық көрсеткішінің жоқтығымен ерекшеленеді. Пісіру зонасындағы тоқжолы су суытатын шүмекпен қорғалған, оған көмірқышқыл газы келіп түседі.

АГВ-4 пісіру бастиегін инертті газда балқымайтын вольфрамды электродпен пісіру үшін қолданады (11.9-сур.). Бастиек тоқжолынан, электр ұстағыш пен қосымды сымды автоматты беру механизмінен тұрады. Бастиекті карета типті аспаға (АРК-3) немесе трактор типті өздігінен жүретін арбаға орнатуға болады. Осындай схема бойынша АДСВ-5 типті немесе балқымайтын электродпен автоматты аргонды пісіру үшін АДСВ-7 типті тракторлар жинақталады. Автоматтар



11.8-сурет. АДГ-502 пісіру автоматы:
1 — пісіру тракторы; *2* — доғаның қуат көзі



11.9-сурет. Вольфрам электродымен пісіруге арналған пісіру бастиегі:
1 — пісіру оттығы; 2 — түзеткіш; 3 — сым беру механизмі

әртүрлі материалдан жасалған бұйымдарды аргонда вольфрам электродымен пісіруге арналған. Пісіруді тұрақты, жүріп тұрған ток немесе ауыспалы токта автомат жабдықталған қуат көзіне байланысты 315 А дейін жүргізуге болады. Пісіру жылдамдығы 5... 80 м/сағ шегінде реттеледі. Пісіру оттығы диаметрі 1...5 мм вольфрам электродтарын бекітуге есептелген, диаметрі 0,8...2,0 мм қосымды сымды 8...120 м/сағ. жылдамдықпен бере алады. Автоматтар АГВ-4 бірегейленген бастиекпен жинақталған. Бастиек доға кернеуін автоматты реттеу және жік жағдайының индукциялық қадағасы көмегімен жік сызығын қадағалау құрылғысымен жабдықталған.

Балқитын электродпен пісіру үшін АГП-2, АГП-4 пісіру бастиектерін қолданады. Олармен диаметрі 1,0.2,5 мм пісіруші электрод сымын қолданатын АЛСП-2 трактор типті пісіру автоматтарын жабдықтайды.

11.6. Қорғаныс газдарында пісіру автоматтарында қолданылатын газ аппаратурасы

Қорғаныс газдарында автоматты және механикаландырылған пісіруді орындау үшін газды беруді басқару үшін арнайы газ аппаратурасын қолдану керек: газдар сақтауға арналған баллондар, газ редукторлары, газ араластырғыш, газ жылытқыштар мен кептіргіштер, шығын өлшегіштер, электр магнитті газ клапандары.

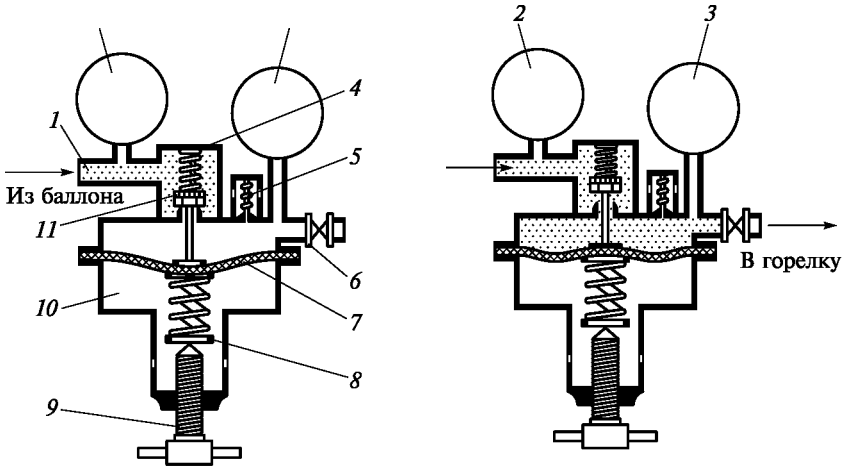
Баллондар жоғары қысымды қорғаныс газын сақтау мен тасымалдауға арналған. Ең көп қолданылатын баллондар көрсеткіштері келесідей:

Баллон сыйымдылығы, л..... .	100 және	150 және	200
Қабырғасының қалыңдығы, мм.	5,2	7	9,3
Корпус ұзындығы, мм	1340	1 390	1 460
Сыртқы диаметрі, мм	219	219	219
Массасы, кг..... .	43	60	81

Көмірқышқыл газынан басқа, барлық газдар сығылған жағдайда, ал көмірқышқыл газы – сұйық жағдайда болады.

Редукторлар (11.10-сурет) баллоннан немесе үлестіруші тұрба құбырынан келіп түсетін газ қысымын төмендетуге және берілген жұмыс қысымын автоматты түрде тұрақты ұстап тұруға арналған. Баллондағы газ қысымын жоғары қысым манометрі 2 көрсетеді.

Газ аздап ашылып тұрған серіппе ***8*** арқылы өтіп, төмен қысымды камераға ***10*** түседі**.** Клапан арқылы өту барысында газ айтарлықтай кедергіні жеңеді, соның нәтижесінде клапан артындағы қысым, яғни төмен қысымды камерадағы қысым төмендейді.

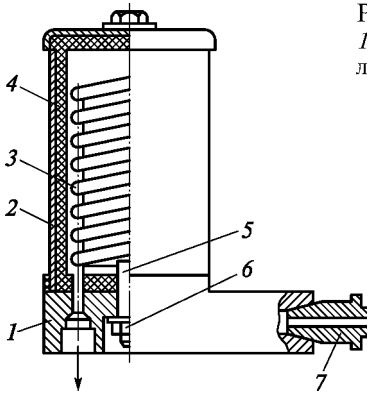


11.10-сурет. Газ редукторының құрылымы мен жұмысының схемасы:
а — жұмыссыз жағдайы (газ редуктор арқылы өтпейді); б — жұмыс жағдайы (газ редуктор арқылы өтеді); 1 — тұрба құбыры; 2 — жоғары қысым манометрі; 3 — төмен қысым манометрі; *4, 8* — серіппелер; 5, 11 — клапандар; *6* — жалғастық; 7 — мембрана; 9 — реттеу бұрандасы; 10 — төмен қысым камерасы

Осы қысымды төмен қысым манометрі 3-ті көрсетеді. Төмен қысымды камерадан қорғаныс газы жалғастық 6 арқылы пісіру бастиегіне (ұстағышқа) бағытталады.

Қорғаныс газының жұмыс қысымын реттеу келесідей жүргізіледі. Реттеу бұрандасын 9 бұрау барысында серіппелер 4 пен 8 қысылады да, клапан 11 ашылып, төмен қысымды камерадағы қысым көтеріледі. Клапан қаншалықты көп ашылса, одан соншалықты газ көбірек өтеді де, газдың жұмыс қысымы көтеріледі. Бұрандаманы 9 айналдыра аударған кезде, керісінше, клапан 11 жабылады да, 10 камерадағы газ қысымы азаяды. Аргонда пісіру барысында АР-10, АР-40 немесе АР-150 редукторларын қолданады. Көмірқышқыл газда немесе оның қоспаларында пісіру барысында кері әрекет редукторларын пайдаланады, олар сонымен қатар бір мезетте шығын өлшегіштер болып табылады (У-30 және ДЗД-1-59М). Сондай-ақ қарапайым оттегі редукторларын да қолдануға болады, мысалы, РК-53, РКД-8-61 және т.б.

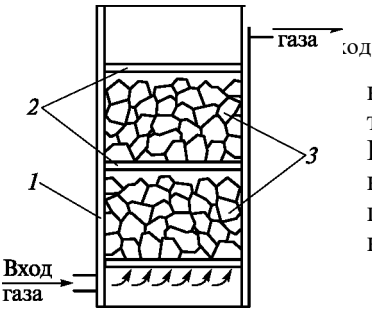
Жылытқыш (11.11-сурет) баллоннан редукторға келіп түсетін көмірқышқыл газын, редуктор қатып қалмас үшін, жылытуға арналған. Көмірқышқыл газының шығыны көп болған жағдайда (сұйық көмірқышқыл газы булану барысында жылуды сіңіру салдарынан) газ температурасы төмендейді, ал ол ондағы ылғалдың қатуы мен редуктор арналарының бітеліп қалуына әкеліп соғуы мүмкін.



11.11-сурет. Көмір қышқыл газдың жылытқышы:
1 - корпусы; 2 – қаптама; 3 – иректүтік; 4 – жылу оқшаулағыш; 5 – жылыту элементі; 6 – жамыла салынатын сомын; 7 - қысқыш

Жылытқышты көмірқышқыл газбен пісіру барысында ғана пайдаланады. Ол корпустан 1, көмірқышқыл газ өтетін иректүтіктен 3, қаптамадан *2,* жылу оқшаулағыштан *4* және иректүтік ішіне орналасқан хром-никельді сымнан жасалған қыздыру элементінен 5 тұрады. Жылытқышты баллонға салмалы сомынмен *6* бекітеді. Ол кернеуі 20 В тұрақты токтан немесе кернеуі 36 В ауыспалы токтан қуатталады. Басқару шкафының сымдарын қысқыштарға *7* жалғайды.

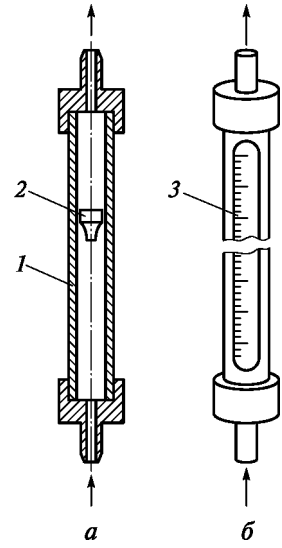
Ылғалды көмірқышқыл газын пайдалану барысында одан ылғалды сіңіру үшін қолданылатын *кептіргіш* жоғары қысымды және төменгі қысымды болуы мүмкін. Жоғары қысымды кептіргішті төмендететін редуктор алдына орнатады. Оның мөлшері кішкентай және ылғал сіңіргішті жиі ауыстыруды талап етеді, ол жұмыста қолайсыз. Мөлшерлері айтарлықтай төмен қысымды кептіргішті (11.12-сурет), төмендететін редуктордан кейін орнатады.



11.12-сурет. Төмен қысымды көмірқышқыл газын кептіргіш:
1 — камера; *2* — торлари; *3* — ылғал сіңіргіштер
– Газдың кіруі, Газдың шығуы

Ол ылғал сіңіргішті жиі ауыстыруды талап етпейді. Төмен қысымды кептіргіштерді негізінен орталықтандырылған газды тарату кезінде қолданған дұрысырақ. Ылғал сіңіргіш ретінде силикагельді немесе алюмогликольді пайдаланады, тотияйын мен хлорлы кальцийді сирек қолданады. Ылғалға қаныққан силикагель мен тотияйын 250... 300°С қыздыру арқылы қалпына келтіруге болады.

Шығын өлшегіштер қорғаныс газы шығынын өлшеуге арналған. Олар қалтқылы немесе дроссельді типті болуы мүмкін.



11.13-сурет. РС-3 қалтқы қалқымаөлшеуішінің құрылымы (а) және жалпы түрі (б):
1 — шыны түтік; 2 — қалтқы; 3 — шәкіл

Қалтқы типті шығын өлшегіш, мысалы РС-3 (11.13-сурет), конус тәрізді тесігі бар шыны түтікшеден 1 тұрады. Түтікше тігінен, кең жағы тесігімен жоғары қаратып орналастырылады. Түтікше ішінде еркін қозғала алатын жеңіл қалтқы 2 болады. Төменнен жоғарыға өте барысында газ қалтқыны, қалтқы мен шыны түтікше арасындағы саңылау газ ағынының қысымы қалтқы массасын теңестіргенге дейін, көтереді. Газ шығыны мен оның тығыздығы үлкен болған сайын, соншалықты қалтқы жоғары көтеріледі. Қалқымаөлшеуіш ауа шығыны бойынша теңестірілген шәкілмен 3 жабдықталған. Қорғаныс газының шығынын қайта есептеу үшін графиктер қолданылады.

Дроссель типті шығын өлшегіш, газ шығынына байланысты және манометрлермен анықталатын кедергіш мембранаға дейінгі және кейінгі қысым ауытқуын өлшеу қағидасында жасалған. Қорғаныс газының шамалы шығыны туралы газ редукторының төмен қысымды манометрінің көрсеткіштері бойынша да айтуға болады. Ол үшін редуктордың шығысына кішігірім калибрлеу тесігі бар дроссель шайбасын (дюзді) орнатады. Газдың осы тесігі арқылы газ ағысының жылдамдығы, демек, газ шығыны да жұмыс камерасындағы газ қысымына пропорционалды болады. Осы принцип У-30 редукторында пайдаланылған, онда манометр жұмыс камерасындағы қысымды емес, тікелей газ шығынын көрсетеді. Осы мақсатта редуктор әртүрлі диаметрлі калибрленген тесіктері бар екі дюзбен жасақталған. Сәйкес дюзге қарсы шекті қысым клапанының корпусын бұру арқылы арна орнатады, оның әр жағдайына манометрдегі шәкіл бөліктері сәйкес келеді.

Араластырғыштар CO_2 + + O_2 және CO_2 + Ar + O_2 газдарының қоспасын алуға арналған. Баллондардан алынатын CO_2 + O_2 газдарының қоспасын алуға және берілген құрамды және газ қоспасының шығынын тұрақты автоматты ұстап тұруға арналған УКП-1-71 посттық араластырғышы ДКП- 1-65, редукторы бар қысым реттегіші мен газдарды араластыру торабынан тұрады. Қоспа құрамын дюздерді ауыстыру арқылы өзгертеді. УКР-1-72 рампалы алмастырғыш оттегіні баллон

рампаларынан іріктеу барысында CO_2 + O_2 қоспасын, ал көмірқышқыл газды – сұйытылған суытылған көміртегі диоксидіне арналған изотермиялық ыдыстан алуға мүмкіндік береді. Араластырғыш 10-15 пісіру посттарын газбен қуаттауды қамтамасыз етеді.

Қорғаныс газын үнемдеу үшін пайдаланылатын *газдық клапанын* мүмкіндігінше пісіру оттығына жақынырақ орнату керек, кейде оны оның тұтқасына кіріктіреді. Электр магнитті газ клапандары ең көп тараған. Газ клапан, алдын ала газ беру (доғаны тұтатқанға дейін) қамтамасыз етілетіндей етіп қосу керек, және доға үзіліп, тігіс кратері толық қатқаннан кейін өшіру керек.

Қайта өткізу рампасын қорғаныс шығыны айтарлықтай болған кезде, оны пісіру цехына беру үшін қолданады. Ол кезек-кезек қосылатын баллондардың екі тобынан, газ аппаратурасы мен қорғаныс газы пісіру орындарында берілетін тұрба құбырынан тұрады. Көмірқышқыл газы мен оның қоспаларын беруге арналған тұрба құбырларын қара түске бояйды.

Бақылау сұрақтары

1. Доғалы пісіру автоматтарының талаптары мен мақсаты қандай?
2. Пісіру автоматтарының жіктемесі мен олардың негізгі түрлері туралы айтып беріңіз.
3. Пісіру автоматтарының жұмыс істеу қағидалары және оларды қолдану салалары қандай?
4. Пісіру автоматтарының негізгі тораптарын және олардың конструкциялық ерекшеліктерін атаңыз.
5. Флюс қабатымен пісіруге арналған қолданыстағы автоматтарды атап, оларды тізбектеп беріңіз.
6. Қорғаныс газдарында пісіруге арналған пісіру автоматтарын атап, оларды тізбектеп беріңіз.
7. Қорғаныс газдарында автоматты пісіруге арналған газ аппаратурасын атаңыз.
8. Көмірқышқыл газда пісіру үшін қуат көзінің вольт-амперлік сипаттамасы қандай болу керек?
9. Көмірқышқыл газда, аргонда, флюспен автоматты пісіру орнын ұйымдастыруға арналған жабдықтардың қажетті жинағын атаңыз.

12-тарау

МЕХАНИКАЛАНДЫРЫЛҒАН ДОҒАЛЫ ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚТАР

12.1. Пісіру жартылай автоматтар туралы жалпы мәліметтер және олардың сыныптамасы

Механикаландырылған пісіру барысында пісіру сымын механикалық беруді қамтамсыз ететін арнайы пісіру аппараттарын пайдаланады, ал доғаны тігіс осі бойынша жылжытуды қолмен орындайды. Осындай аппараттар доғалы пісірудің *жартылай автоматтары* деген атқа ие болған. Жартылай автоматтар әртүрлі белгілер бойынша жіктеледі:

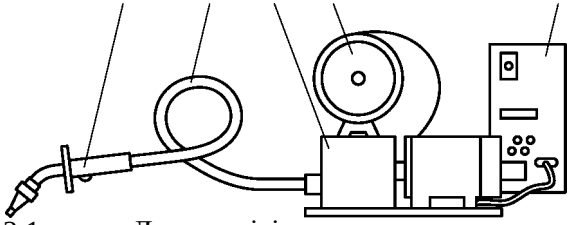
- Пісіру зонасын қорғау тәсілі бойынша – флюспен, қорғаныс газдары ортасында, ашық доғамен пісіру;
- Доғаны реттеу тәсілі (негізінен доға өздігінен реттелетін жартылай автоматтарды қолданады);
- Қолданылатын сым түрі – тұтас, ұнтақты немесе аралас;
- Сымды беру тәсілі – итеретін, тартатын және аралас типті;
- Конструкциялық орындалу — стационарлық, жылжымалы және тасымалы беру құрылғысы.

Пісіру үшін 150...600 А атаулы тоғына, диаметрі 0,8...3,5 мм сым үшін беру жылдамдығы 1.17 м/мин есептелген жартылай автоматтар шығарады.

Жартылай автоматтар жинағына электрод сымына арналған кассеталары бар беру құрылғысы, басқару шкафы, пісіру оттығы, пісіру тізбегі мен басқару тізбегіне арналған сымдар, газ аппаратурасы кіреді.

12.2. Жартылай автоматтардың құрылымы мен негізгі тораптары

Механикаландырылған пісіру барысында пісіру бастиегі көбіне екі бөлікке – өзара икемді шлангімен жалғанған беруші механизм және ұстағышқа (қорғаныс газында пісіру барысында – пісіру оттығы) бөлінеді, сондықтан осындай аппаратты шлангтік деп атайды. Жартылай автоматтар автоматты пісірудің артықшылықтарын қолдың әмбебаптығы және ептілігімен біріктіруге мүмкіндік береді. Жартылай автоматтың типтік схемасы 12.1-сурет берілген. Оның құрамына кіретін тораптар: ұстағыш 1, икемді шланг 2, пісіру сымын беретін механизм 3, пісіру сымына арналған кассета 4 және аппарат шкафы немесе басқару блогі 5.



12.1-сурет. Доғалы пісіруге арналған жартылай автоматтың схемасы:
1 — ұстағыш; *2* — шланг; 3 — беруші механизм; *4* — кассета; 5 — басқару блогі

жартылай автоматтардың ең жауапты элементі сым беру механизмі болып табылады. Оның мақсаты мен жинақтамасы, доғалы пісіру автоматтарының пісіру бастиегіндегі сияқты дерлік. Әдетте ол электр қозғалтқышынан, редуктор мен беретін және қысатын роликтердің жүйелерінен тұрады. Механизм электрод сымын икемді шланг бойынша пісіру зонасына беруді қамтамасыз етеді.

Тартпаларда ауыспалы немесе тұрақты тоқ қозғалтқыштарын пайдалануға болады. Бірінші жағдайда беру жылдамдығын сатылы-ауыспалы тегершіктермен өзгертеді, ал екінші жағдайда – қозғалтқыш айналымы жиілігін өзгерту есебінен бірқалыпты реттейді.

Беру механизмінің конструкциясы көбіне жартылай автоматтың мақсатына байланысты. Жартылай автоматтарда диаметрі үлкен сыммен пісіру үшін беру механизмі жылжымалы арбаға орнатылған және жеке корпусқа орналастырылған. Жартылай автоматтарда диаметрі кішкентай сыммен пісіру үшін ол тасымалы футлярға орнатылған және тікелей ұстағыш корпусына орналастырылған.

Итергіш типті жартылай автоматтар кеңінен тараған. Беруші механизм сымды икемді шланг арқылы оттыққа итеру арқылы береді. Бұл жағдайда, электрод сымы жеткілікті деңгейде қатты болса, тұрақты беру мүмкін болады.

Тарту типті жартылай автоматтарда беру механизмі немесе оның беру роликтері оттыққа орналастырылған. Бұл жағдайда сым шланг арқылы тартылады. Осындай жүйе жұмсақ және жіңішке сымды тұрақты беруді қамтамасыз етеді. Сымды шланг арқылы бір мезетте итеретін және тартатын екі синхронды жұмыс істейтін беру механизмі бар жартылай автоматтар бар (тарту-итеру типті).

Жартылай автоматтарда икемді шланг электрод сымын, пісіру тоғын, қорғаныс газын, кейде суыту суын оттыққа беруге арналған. Осы мақсатта арнайы конструкцияның шлангі тартпасын қолданады. Ток, газ бен су беру үшін бір ортақ

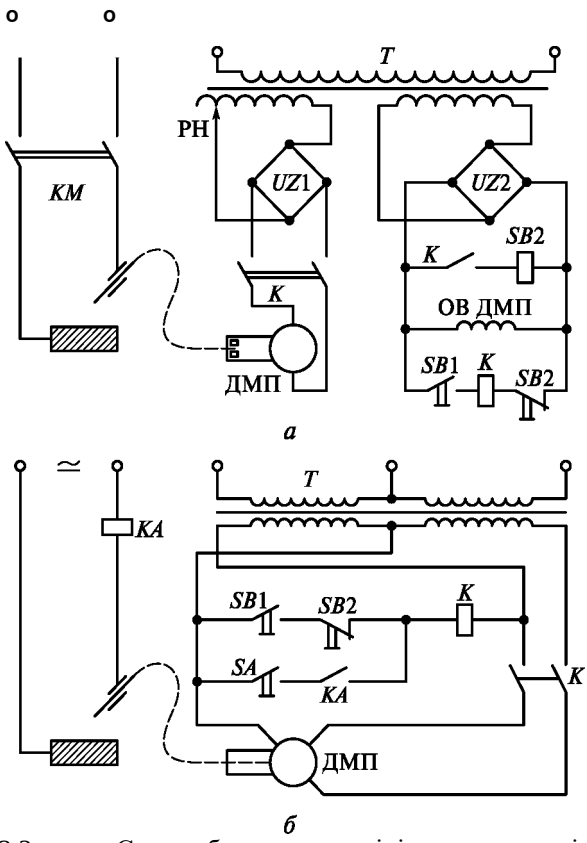
бұрамаға жиналған бірнеше түтіктер мен сымдардан тұратын құрамдас шлангтер де қолданылады.

Пісіру оттықтары пісіру орнына электрод сымын, пісіру тоғын, қорғаныс газын немесе флюсті беруге, сондай-ақ оны пісіру процесінде қолмен ауыстыру және игеруге арналған. Бұл ретте дәнекерші ұстағышты қолында ұстап тұрып, оны тігіс бойымен жылжытады. Қорғаныс газында балқитын электродтары бар жартылай автоматтар үшін 125...630 А тоғына есептелген ГДПГ типті оттықтар қолданылады. Және көмірқышқыл газында 500 А дейінгі токта пісіру үшін оттықтар табиғи ауамен суытылатын болып орындалады. 500 А, 600 А тоқтарымен жұмыстың қиын жағдайлары, сондай-ақ 300 А артық тоқтарда аргонмен пісіру үшін сумен суытылатын оттықтарды қолданады. Ұстағыштың тез тозатын бөлшектері (қорғаныс газымен пісіру барысында – оттық) мыстан жасалатын ток өткізетін ұштық пен газ шүмегі болып табылады. Флюспен пісіру барысында ұстағышқа флюске арналған бункер орнатады.

12.3. Жартылай автоматтардың электр схемалары

Жартылай автоматтардың электр схемаларының пісіру автоматтарында қолданылатын схемалардан бірқатар айырмашылығы бар. Доға параметрлерінің тұрақтылығын ұстап тұру тәсіліне, электр қозғалтқышының типіне және басқа факторларға байланысты, электр схемаларының ерекшеліктері болады. Доға өздігінен реттелетін жартылай автоматтардың электр схемалары пісіру сымын беру механизмдегі электр тартпасының типімен ерекшеленеді. Тұрақты тоқтың электр тартпасы бар жартылай автоматтарда (12.2, а суреті) зәкір орамы мен беру механизмінің электр қозғалтқышын өршіту орамы (ОВ ДМП) UZ1 және UZ 2 түзеткіштері арқылы Т төмендеткіш трансформаторынан қуатталады. Доға аралығындағы кернеу КМ контакторын қосқан кезде беріледі. Осы контактордың шарғысы К аралық релесімен байланысты. «Іске қосу» батырмасын қосқан кезде, К релесінің шарғысы UZ 2 түзеткішінің кернеуіне түседі. К релесінің тұйықтау контактілері қосылады және КМ қосылумен бір мезетте электрод сымы беріледі. Сымды беру тұрақтылығын сақтау үшін, Т трансформаторы кернеу тұрақтандырғышынан қуатталады. Сым беру жылдамдығын икемдеу беру механизмі қозғалтқышының (БМҚ) тізбегіндегі зәкір тоғын өзгерту арқылы бірқалыпты орындалады. Осы мақсат үшін кернеу реттегіші (КР) қарастырылған. SB 2 «Тоқта» батырмасын ажырату арқылы пісіру тоқтатылады.

Жартылай автоматтарда тұрақты тоқтың электр тартпасымен басқа схемаларды да пайдаланады. Мысалы, БМҚ тікелей доғаның қуат көзінің қысқышына тікелей қосады.



12.2-сурет. Сымды беру механизмінің электр жетегі:

а — тұрақты тоқтың; б — ауыспалы тоқтың; БМҚ — беру механизмінің қозғалтқышы; БМҚ ҚО — беру механизмі қозғалтқышының қоздыру орамы; КР — кернеу реттеуіші; Т — төмендеткіш трансформатор; *КМ* — контактор; *UZ*1, *UZ* 2 — түзеткіш; *К* — аралық реле; *КА* — тоқ релесі; SB 1— «Қосу» батырмасы; *SB2* — «Тоқта» батырмасы; SA — тумблер

БМҚ ҚО, КР

Бұл қатты вольт-амперлік сипаттамалы тұрақты тоқтың доға қуаты көздерін қолдану барысында мүмкін болады. Осындай жартылай автоматтардың конструкциясы айтарлықтай ықшамдалады. Электр тартпасын қуаттау үшін түзеткіштерді қолдану қажет болмай қалады.

Ауыспалы тоқтың электр тартпасы бар жартылай автоматтарда (12.2, б суреті) пісіру сымының БМҚ үш фазалық Т-дан қуатталады. БМҚ екі тәсілмен қосуға болады: SB 1 іске қосу батырмасын тұйықтау немесе электрод сымын пісірілетін бұйымға тұйықтау. Осы мақсатта доға тізбегіне КА тоғы релесінің шарғысы қосылған. Жартылай автоматты іске қосудың екінші тәсілі бойынша ауысу үшін, алдын ала SA тумблерін тұйықтау керек. Жартылай автоматтардың қарастырылған типі контакторсыздарға жатады. Оларды жасау қиын емес, пайдалануда сенімді және жұмыста қолайлы. Пісіру сымын беру жылдамдығын баптау сатылы түрде беру механизмінің

редукторында ауыспалы тегершіктердің көмегімен сатылы жүзеге асырылады.

12.4. Пісіру жартылай автоматтардың тұрпатты конструкциялары

Бүгінгі таңда өнеркәсіпте әртүрлі пісіру жабдықтары пайдаланылады. Кейбір кеңінен тараған жартылай автоматтардың техникалық деректері 12.1- кестесінде берілген.

ПДГ-502 жартылай автоматы (12.3-сурет) тігістері әртүрлі кеңістік жағдайында орналасқан болат конструкцияларды көмірқышқыл газының қорғаныс ортасында балқитын электродпен доғалы механикалық пісіруге арналған. Жартылай автоматқа бірегей блоктар: БУСП-2 пісіру процесінің электронды басқару блогі, пісіру сымын беру жылдамдығын бірқалыпты реттейтін редукторлы электр тартпа, тежегіш құрылғы мен кассета кіреді. Беру механизмінің тартпасында тұрақты типті электр қозғалтқышын қолданады. Басқару блогі сым беру жылдамдығын қолмен орнатуды және оның автоматты тұрақтандырылуын, автоматтың атқарушы органдарын (электр қозғалтқышты, газ клапанын, тоқ көзінің контакторын) автоматты қосу мен ажыратуды қамтамасыз етеді.

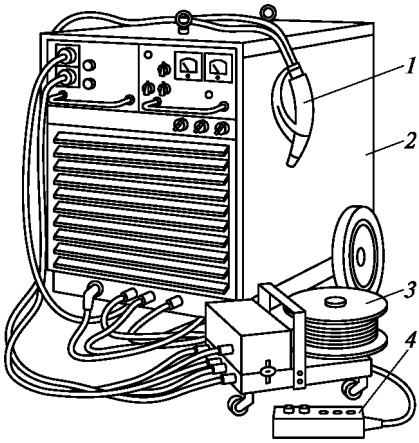
А-765 жартылай автоматы доғалы пісіру мен тұтас және ұнтақты сымдармен балқытуға арналған, пісіру зонасына сымды механикалық беруді, қиын жерлерде пісіру және аз ғана қосымша уақытта айтарлықтай өндіріс ауданына қызмет көрсету мүмкіндігін береді

12.1-кесте

Қорғаныс газдарында доғалы пісіруге арналған жартылай автоматтардың техникалық сипаттамалары

Жартылай автомат	ПН кезінде номиналды тоқ 60%, А	Электродтық сым		Пісіру тоғының көзі
		Диаметрі, мм	Беру жылдамдығы, м/сағ	
ПДГ-305УЗ	315	1,2 ... 1,6	120 ... 960	ВДГ-302
ПДГ-502УЗ	500	1,2 ... 2,0	120 ... 1 200	ВДУ-504
ПДГО-511	500	0,8 ... 1,6 1,2 ... 3,2*	60 ... 960	—
А-765	700	1,2 ... 2,6	—	—

* Ұнтақ сым үшін.

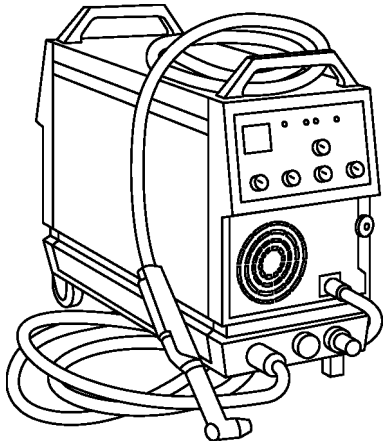


12.3-сурет.
ПДГ-502 жартылай пісіру автоматы:
1 — оттық; 2 — басқару блогі бар доғаның қуат көзі; 3 — кассета; 4 — басқару пульті

Жартылай автомат жинағына беру механизмі, шлангтер мен оттықтар жинағы, басқару шкафы, сымы бар кассета кіреді. Беру механизмі асинхронды үш фазалық электр қозғалтқышының кернеуімен 36 В жұмыс істейді. Беру жылдамдығын тегершіктерді ауыстыру арқылы орнатады және ол доға кернеуіне тәуелді емес. Ұнтақ сым онша қатты емес және оларды қатты қысқан кезде беруші роликтермен деформациялана алады, сондықтан электрод сымын беруді барлығы жетекші болып табылатын роликтердің екі жұбымен орындайды. Ал ол онша қатты қыспаған кездің өзінде сымды итеруге мүмкіндік береді, соның нәтижесінде ол формасын жоғалтпайды. Жартылай автомат ұнтақ сыммен және тұтас қимылысу сымымен пісіруге арналған А-1197П оттығымен жабдықталған. Сым бағыттағыш арнамен, ал пісіру тоғы – басқа кабель бойынша беріледі. Басқару шкафына монтаждалған жартылай автоматтың электр схемасы икемдеу операциялары барысында электрод сымын көтеру мен түсіруді, сондай-ақ пісіру процесінде оны доғаның жану зонасына беруді қамтамасыз етеді.

Алюминий мен оның қорытпаларын пісіру үшін тарту типті жартылай автоматтарды қолданады. Мысал ретінде ПШП - 10 жартылай автоматын алуға болады. Осы жартылай автоматта кіріктірілген беру механизмі, сым тартылатын қуыс шланг пен басқару шкафы кіріктірілген ұстағышы болады.

Соңғы он жылда инверторлы ток көзі пайдаланылатын жартылай автоматты пісіруге арналған аппараттар кеңінен қолданысқа еніп келеді Осындай аппараттарда пісіру процесін автоматты икемдеу және басқарудың арнайы құрылғысы болады. Механикаландырылған пісірудің перспективалық бағыты – синергетикалық басқарылатын жабдықты пайдалану. Осындай жабдықтың негізгі элементтері жиілігі жоғары инвертор мен ток көзі мен атқарушы механизмдер жұмысты сандық басқаратын микропроцессор болып табылады.



12.4-сурет. Тоқтың инверторлы көзі бар ДС200АУ.3 пісіру жартылай автоматы

Олар оған салынған алгоритмдер есебінен бағдарламалар бойынша пісірудің оңтайлы режимін таңдауды жеңілдетеді. Осындай алгоритмдер қажетті вольтамперлік сипаттаманы баптауды, режимнің қажетті импульстігін орнатуды, тамшы пайда болу кезеңінде тоқты басқару мен пісіру кезінде басқарылатын ауыстыру жүргізуді қамтамасыз етеді.

Кейбір жартылай автоматтардың техникалық сипаттамалары 12.2-кестесінде берілген. Мысалы, ДС200АУ.3 (12.4-сурет) инверторлы аппарат болаттар мен түрлі-түсті металдарды, импульстағы тоқтың өсу және түсу уақытын реттей отырып, тура және кері қарама-қарсылық амплитудасы мен ұзақтығын реттейтін тұрақты және ауыспалы токпен қорғаныс газында балқымайтын пісіру жүргізуге мүмкіндік береді

12.2-кесте

Тоқтың инверторлы көзі бар пісіру жартылай автоматтарының техникалық сипаттамалары

Параметрлер	ДС200АУ.3	ПАРС Н-321И	ПАРС Н-511	S5 Lorch (Германия)
Номиналды пісіру тоғы, А	200	320	500	400
Тоқтар диапазоны, А	10 ... 200	40 ... 320	50 ... 500	25 ... 400
Реттеу уақыты — импульс/үзіліс, с	4 ... 14 / —	0,5 ... 25/ 1 ... 50		
Сым диаметрі, мм:	—			
болаттан		0,8 ... 1,6 1,0 ... 2,4	0,8 ... 2,6 1,0 ... 2,4	0,6 ... 2,2 0,8 ... 2,0
алюминийден				
Тұтынылатын қуат, кВт	6,5	9,6	—	19,4
Массасы, кг	30	17	—	91

ПАРС Н-321И жартылай автоматы пісіру сымының барлық жағдайында және электродтармен жабылғанда болаттан, алюминийден және басқа қорытпалардан жасалған конструкцияларды белсенді және инертті газдармен пісіру және балқыма қаптауға арналған. ПАРС Н-321И жартылай автоматы Р-321И инверторлы ток көзімен және жартылай автомат режимінің параметрлері мен икемдеулерін, ток көзін сақтау мен тапсыруға, пісіру кезінде режимді түзетуге арналған. Құрылғының пісіру процесін, қажетті вольт-амперлік сипаттаманы икемдеуге, доғаны тұтату мен өшіруді бағдарламалауға, кратерді пісіруге, алфавиттік-сандық сұйық кристалды индикаторда нақты уақыт режимінде пісіру процесінің икемдеулері мен параметрлері туралы ақпаратты көрсетуге мүмкіндік бере отырып, пісіру процесінің параметрлерін техникалық бағдарламалау және тұрақтандыру мүмкіндігі бар. Сандық құрылғының электронды жадына жартылай автоматтың пісіру режимі мен икемдеулерінің 20 нұсқасы салынған, ал Lorch (Германия) фирмасының S5 жартылай пісіру автоматында пісірудің 100-ге дейінгі бағдарламасы бар.

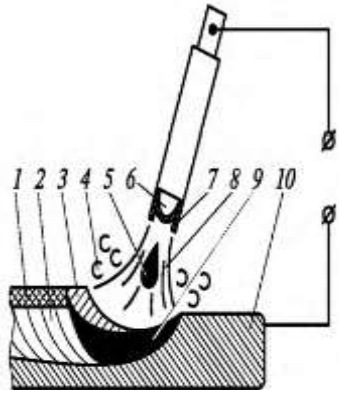
Бақылау сұрақтары

1. Жартылай пісіру автоматтары деген не?
2. Жартылай пісіру автоматтарының мақсаты мен сыныптамасы қандай?
3. Қорғаныс газында және флюспен пісіруге арналған жартылай автоматтардың жалпы құрылысын және олардың жұмыс істеу қағидасын сипаттаңыз.
4. Автоматтар мен жартылай автоматтардың пісіру бастиектерінің негізгі айырмашылықтары неде?
5. Жіңішке және жұмсақ пісіру сымымен механикаландырылған доғалы пісіру үшін беру құрылғысының қандай типі ең жарамды?
6. Жартылай автоматпен автоматты режимдегі пісіруді орындауға болады ма және қалай?

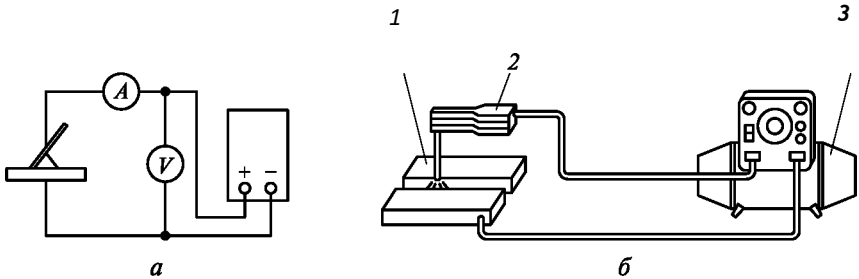
13-тарау
ҚОЛДАН ДОҒАЛЫ ПІСІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

13.1. Тәсіл мәні және жабдық

Доғалы қолмен пісіру арқылы пісіру конструкциялары өндірісі барысында пісіру жұмыстарының үлкен көлемі орындалады. Жабық электродтар арқылы қолмен доғалы пісіру кеңінен қолданыс тапқан. Жабық металл электродымен доғалы қолмен пісіру процесінің схемасы 13.1- суретте көрсетілген. Доға 8 өзектер 6 мен негізгі металл 10 арасында жанады. Доға жылуы әсерінен электрод пен негізгі металл балқып, пісіру ваннасын құрайды 9. Электрод өзегінен сұйық металл тамшылары 5 доға аралығы арқылы ваннаға жылжиды. Металл өзегімен электрод жабыны 7 де бірге балқиды да, балқыған металл бетінде газ қорғанысы 4 мен сұйық қож қабықшасын 3 құрайды. Жылудың көп бөлігі электродтың металл өзегінің сыртына шығуына байланысты, оның ұшында жабыннан газ ағынының бағытты қозғалысына ықпал ететін конусты төлке пайда болады. Ол пісіру ваннасының қорғанысын жақсартады. Доға қозғалған сайын, пісіру ваннасы, пісіру тігісін 2 құра отырып, суиды да қатады. Сұйық қож та қатып, тігіс бетінде пісіруден кейін алынып тасталатын қатты қож 1 құрайды. Осы тәсіл барысында балқыған металды ауамен өзара әрекеттер қорғайтын газ қожды қорғаныс жүзеге асырылады. Бұдан басқа, қождар ваннада қажетті металл өңдеуді жүргізуге мүмкіндік береді. Қорғаныс функциясы мен электрод жабынының балқыған металын өңдеу үшін, балқыту барысында белгілі бір физикалық-химиялық қасиеттері бар қождар мен газдар пайда болу керек,



13.1-сурет. Жабық электродпен қолдан доғалы пісіру процесінің схемасы:
1 — қатты қож; 2 — тігіс; 3 — сұйық қож; 4 — газ қорғанысы; 5 — сұйық металл тамшысы; 6 — өзек; 7 — электрод жабыны; 8 — доға; 9 — пісіру ваннасы; *10* — бөлшек



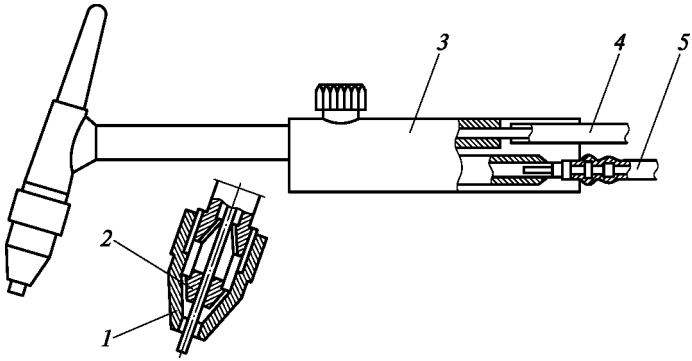
13.2-сурет. Жабық электродпен қолмен доғалы пісіру кезіндегі доғаның қуаттану схемасы:

а — электр тізбегі; б — пісіру постының схемасы; 1 — бөлшек *2* — электр ұстағыш; 3 — тоқтың көзі; А — амперметр; V — вольтметр

сондықтан әртүрлі металлдарда қосылуларды орындау барысында тігістің белгіленген құрамы мен қасиеттерін қамтамасыз ету үшін, электр жабындарының белгілі бір типтерін қолданады, оларға бірқатар арнайы талаптар қойылады (9-тарауды қараңыз).

Жабық электродтармен пісіру барысында электродтың пісіру желісі бойымен қозғалуын және электродты доға зонасына беруді, оның балқуына байланысты, қолмен орындайды. Бұл ретте доға ұзындығының жиі өзгерісі пайда болады, ол пісірудің негізгі параметрлерінің: доға кернеуі мен пісіру тоғының күшінің тұрақтылығынан көрінеді. Ваннада тұрақтырақ жылу режимін ұстап тұру мақсатында қолмен доғалы пісіру кезінде вольт-амперлік сипаттамалары қатты түсетін қуат көздерін қолданады. Қолмен доғалы пісіру барысындағы доға қуатының схемасы 13.2-суретте көрсетілген.

Жабық электродтармен доғалы пісіру арқылы қиын жерлер мен әртүрлі кеңістік жағдайында орналасқан, тігістерінің ұзындығы кішігірім жалғанатын элементтердің жуандығы 2 мм артық металдар конструкцияларын жасайды.



13.3-сурет. Қорғаныс газында қолдан доғалы пісіруге арналған оттық:

1 — шүмек; 2 — ұштық; 3 — тұтқа; 4 — токжолы; 5 — газжолы

Осы тәсілдің негізгі артықшылығы – жабдықтың әмбебаптығы мен қарапайымдылығы болып табылады. Кемшілігі – өнімділігінің ошна жоғары болмауы және қол еңбегін қолдану. Өнімділіктің жоғары болмауы ток тығыздығының ұйғарымды мәнінің аз болуымен негізделеді. Өнімділікті көтеру үшін, жүктелген доғамен, электродтар шоғын пайдаланады немесе жабынында темір ұнтағы бар электродтарды қолданады.

Қорғаныс газында балқымайтын (әдетте вольфрамды) электродпен пісіру барысында пісіру оттықтарын қолданады (13.-сур.). Қазіргі уақытта 450, 150, 70 А тоқтарына есептелген оттықтардың сәйкес үш типін шығарады: ГСН-1, ГСН-2, ГСН-3.

13.2. Бөлшектерді пісіруге дайындау

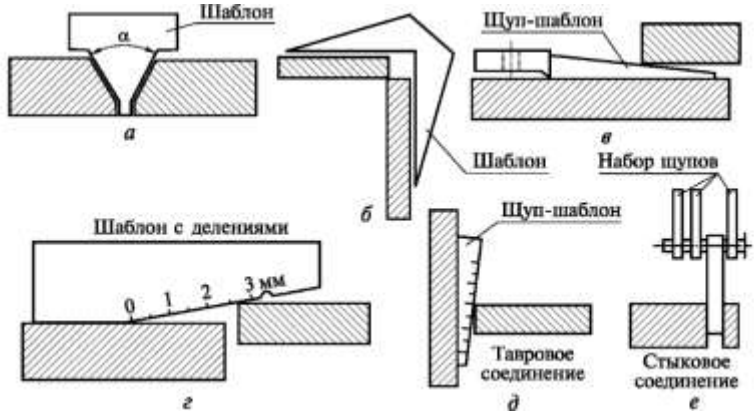
Пісіру алдында жалғанатын бөлшектерді дайындау керек. Пісіру конструкцияларын жасауға арналған негізгі металды алдын ала түзетеді, жекелеген бөлшектерге кеседі де, жиектерін қажетті бейіндейді.

Болаттан, сондай-ақ қолмен доғалы пісіру арқылы орындалатын темір никельді және никель негізінде жасалған пісіру жалғамаларының негізгі типтерін, конструкциялық элементтері мен мөлшерлерін ММСТ 5264 — 80 белгілеген, ол пісірілетін бөлшектердің қалыңдығына байланысты жалғамалардың төрт типін қарастырады. Дайындалған жиектер формасы бойынша жалғамалар көмкерілген жиекті, қиғаш жиекті, қиғаш емес жиекті (біреуі немесе екеуі) болады.

Тігістерді жалғамалардың бір жағынан да (бір жақты), сондай-ақ екі жағынан да (екі жақты) орындауға болады.

Пісірілетін бөлшектерді бұрышқа орналастыру барысындағы пісіру жалғамаларының негізгі типтерін, конструкциялық элементтері мен тігістер мөлшерін ММСТ 11534 — 75 белгіленген, онда бұрыштық және таврлық жалғамалар тігістерінің мөлшерлері мен жиек формасын дайындау көзделген.

Пісіру тігістерінің сапасы айтарлықтай деңгейде дәнекерленген жиек бетінің жағдайына байланысты. Жиектерді пісіруге дайындау дегеніміз, оларды тоттан, қақтан, кірден, майдан және басқа бөтен қосындылардан тазалау болып табылады. Жиектерді болат айналатын шөткелермен, гидроқұмағынды және бытыра лақтыру тәсілдерімен, ажарлауыш шарықпен, пісіру оттығының отымен, қышқылдар мен сілтілердің ерітінділерінде дәрілеу арқылы тазалайды.



13.4-сурет. Қалыптармен жинау сапасын бақылау (а — е): *а* — жиектерді бөлшектеу бұрышы

Дайындалған бөлшектерді пісіруге дайындау. Жинау барысында қажетті саңылауларды ұстау мен жиектерді біріктіру маңызды. Жинау нақтылығын қалыптармен, өлшеу сызғыштарымен және әртүрлі қуыс бұрғылармен тексереді (13.4-сурет). Жинауды арнайы құрылғыларда немесе тексерілген стеллаждарда орындайды. Бөлшектерді уақытша бекітуді бұрандама қысқышпен, қапсырмамен немесе қысқа тігістермен қысу арқылы орындайды.

13.3. Жабық электродтармен қолдан доғалы пісіру режимдері

Пісіру режимі дегеніміз, пісіру жағдайларын анықтайтын бақыланатын параметрлер жиынтығы болып табылады. Пісіру режимін таңдау доғаның тұрақты жануы мен тігістің белгіленген мөлшерлерін, формалары мен қасиеттерін алу қамтамасыз етілетін параметрлер мәнін анықтауды көздейді. Параметрлерді негізгі және қосымша деп бөледі. Жабық электродтармен қолмен доғалы пісірудің негізгі параметрлеріне электрод диаметрі, пісіру тоғының күші, оның тегі мен қарама-қарсылығы, доға кернеуі, ал қосымшаларына - жабындардың құрамы мен қалыңдығы, кеңістіктегі тігіс жағдайы, өту сандары жатады.

Электродтар диаметрін металл қалыңдығына, тігіс катетіне, тігістік кеңістіктегі жағдайына байланысты таңдайды. S металының қалыңдығы мен *d* электрод диаметрі арасындағы шамалы қатынас пісіру барысында төменгі жағдайда келесілерді құрайды:

S, мм	1...2 ..... 3...5	4...10	12...24	30...60
$d_э$, мм	2...3 ..... 3...4	4...5	5...6	6

артық

Пісіру металының қалыңдығына қарамастан, тік, көлденең және төбе жігін диаметрі үлкен емес (4 мм дейінгі) электродтармен орындайды, өйткені бұл ретте сұйық металл мен қождың пісіру ваннасынан ағуының алдын алу оңай. Көп қабатты тігістерді пісіру барысында, тігіс тамырын жақсылап пісіру үшін, бірінші тігісті диаметрі 3.4 электродпен, ал келесілерін – диаметрі үлкен электродтармен дәнекерлейді.

Пісіру тоғының күші әдетте электродтың таңдап алынған диаметріне байланысты белгілейді. Тігістерді төменгі жағдайда пісіру барысында диаметрі 3...6 мм электродтар үшін ток күшін Ісв келесідей анықтауға болады:

$$I_{св} = Kd_3$$

немесе

$$I_{св}{}^{(20} + 6d_3{}^{)}d_3,$$

онда К — электрод диаметріне тәуелді коэффициент; d3 — электрод диаметрі, мм. К коэффициентінің мәнін d3 ескере отырып қабылдайды:

dэ, мм	2	3	4	5	6
К	25.30	30.45	35.50	40.45	45.60

Келтірілген тәуелдіктен, тоқтың ұйғарымды күші шектеулі екендігі анықталады. Ток күші үлкен болған жағдайда, электрод өзегінің қызып кететіні байқалады. Нәтижесінде жабынның қорғаныс қасиеттері нашарлайды, ол өзектен шашыла бастайды да, электродтық балқу тұрақтылығы бұзылады.

Тік жазықтықта пісіру барысында ток күшін 10.15% азайтады, ал төбе жағдайында — төмен жағдайға таңдап алынған мәнмен салыстырғанда 15.20 % азайтады.

Ток түрі мен полярлық пісірілетін металл түрі мен оның қалыңдығына байланысты анықталады. Кері полярлықтың тұрақты күшімен пісіру барысында электродтан жылу көбірек бөлінеді. Осыған байланысты, кері полярлықты күйіп кетпес үшін, жіңішке бөлшектерді пісіру барысында және қатты қызып кетпес үшін, қосындылаған болатты пісіру барысында қолданады. Көміртекті болаттарды пісіру барысында процес үнемділігіне байланысты ауыспалы тоқты қолданады.

Қолмен доғалы пісіру барысында доға кернеуі 20-дан 36 В дейін өзгереді және режимді есептеу кезінде реттелмейді. Қолмен пісіруді тігістің барлық кеңістік жағдайларында жүргізуге болады, бірақ ең жақсысы төменгі болып табылады, өйткені ол қолайлырақ және пісіру тігісінің жоғары сапасына қол жеткізу үшін жақсырақ жағдайларды қамтамасыз етеді.

13.4. Қолдан доғалы пісіруді орындау технологиясы

Жалпы мәліметтер. Қолдан доғалы пісіру технологиясы келесі операцияларды орындауды көздейді: доғаны өршіту, пісіру процесінде электродтарды жылжыту, пісіру жалғамаларының ерекшеліктеріне байланысты тігістерді салу тәртібі.

Доғаны өршіту, электрод ұшымен бұйымға қысқа уақытта тию және оны 3...5 мм жерге апару кезінде орындалады. Техникалық түрде осы процесті екі тәсілмен: электродты тигізу және оны жоғарыға бұру; электрод ұшымен металл беті бойынша сырғанай қозғалу (шағылыстыру) және оны тез қажетті арақашықтыққа бұру арқылы орындайды.

Пісіру процесінде доғаның белгілі ұзындығына қолдау көрсету қажет, ол электрод маркасы мен диаметріне байланысты. Шамамен доғаның қалыпты ұзындығы $L_д$ = = (0,5... 1,0)4, шегінде болу керек.

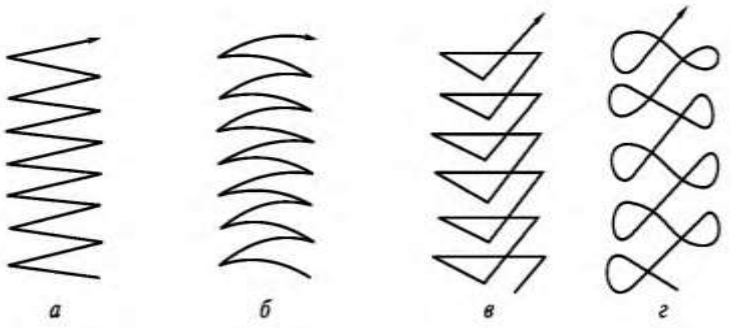
Доға ұзындығы дәнекерленген тігіс сапасы мен оның геометриялық формасына маңызды әсер етеді. Ұзын доға балқытылатын металдың қарқындырақ тотығуы мен азотталуына ықпал етеді, оның шашырауын арттырады, ал негізгі типті жабық электродтармен пісіру барысында металл кеуектігіне әкеліп соғады.

Пісіру жігін жасау үшін электродқа үш бағытта күрделі қозғалыс беріледі. Бірінші қозғалыс — ол электродтың өзінің осі бойынша ілгерілемелі қозғалысы. Ол электродтың балқу жылдамдылығымен орындалады және доғаның белгілі ұзындығын ұстап тұруды қамтамасыз етеді. Электродтың екінші қозғалысы жік осі бойынша бағытталған және пісіру жылдамдығымен орындалады. Осы екі қозғалыс нәтижесінде жіңішке, ені электрод диаметрінен 1,5 артық емес, жіп жігі деп аталатын жік пайда болады. Осындай жікті жіңішке металды пісіру барысында, сондай-ақ көп қабатты (көп өтпелі) пісіру барысында қолданады. Үшінші қозғалыс — ол электрод ұшының жік осіне көлденең тербелуі, ол белгілі еннің білікшесін құрау, жиектерді жақсылап пісіру және пісіру ваннасының суып кетуін баяулату үшін керек.

Электродтың жік осіне көлденең тербелмелі қозғалысы әртүрлі болуы мүмкін және кеңістіктегі жік нысанымен, мөлшерімен және жағдайымен анықталады (13.5-сурет).

Доға жанған кезде, сұйық металда кратер пайда болады, ол металл емес қосулардың жиналу орны болып табылады, ол жарықтардың пайда болуына әкеліп соғуы мүмкін. Сондықтан доға үзілген жағдайда (сондай-ақ электродты ауыстырғанда) оны қайта жағуды кратер алдында орындау керек, содан кейін

электродты артқа қайтарып, кратердің қатып қалған металын қайта балқытып, тек содан кейін ғана пісіру процесін жалғастыру керек. Пісіруші бөлшек жиектері мен электрод сыртының балқуын, жік тамыры жиегінің балқуын мұқият қадағалап, сұйық металдың доға алдына ағуына жол бермеуі керек .



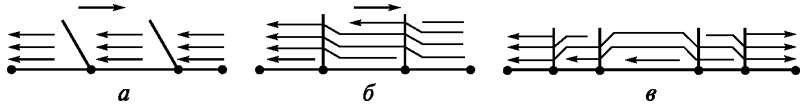
13.5-сурет. Қолмен пісіру барысында электродтың тербелмелі қозғалысы:
а, б — қалыпты пісіру барысында; в, *г* — жиектерді қатты қыздыра отырып пісіру барысында

Пісіруді кратерді пісірумен бітіреді. Ол үшін, электродты доға үзілгенге дейін қозғалыссыз ұстап тұрады, не доғаны жиі қысқа тұйықталуға дейін тез қысқартады да, содан кейін оны кенеттен үзеді.

Түйіс жіктерді орындау. Түйіс жіктерді түйіс жалғамалар алу үшін орындайды. Қиғаш бір немесе екі жиегі бар түйіс жалғамаларды бір қабаттық немесе көп қабаттық жіктермен орындауға болады. Бір қабатты жікпен пісіру барысында доғаны жиек қиғаштығы шетінде өршітеді, содан кейін оны төмен ауыстырып, жік түбірін пісіреді. Жиек қиғаштарында электрод қозғалысын, оларды жақсылап пісіру үшін, баяулатады. Доға бір жиектен екіншісіне ауысту барысында электрод қозғалысының жылдамдығын, жиектер арасындағы саңылау орнында күйдіріп алмас үшін, арттырады. Көп қабатты жікті орындау барысында әрбір келесі қабатты толтырғаннан кейін, алдыңғы қабатты мұқият боқаттан тазалайды, өйткені керісінше болған жағдайда, жекелеген қабаттар арасында ботақ қосулары пайда болуы мүмкін. Соңғы өтулер арқылы негізгі металл бетінен жіктің биіктігі 2...3 мм кішігірім дөңесі пайда болуы мүмкін.

Өте қалың (25 мм артық) жауапты конструкциялар қосылыстарын пісіруді, көлемді кернеулер пайда болып, жарықтар пайда болу қаупі туындаған кезде, жіктерді блоктармен және каскадпен толтырудың арнайы тәсілдерін қолдана отырып орындайды (13.6-сурет). Каскадпен пісіру барысында алдымен

жиек бөлімдеріне онша ұзын емес 200...300 мм бірінші қабатты, содан кейін бірінші қабатты жабатын және шамамен ұзындығы екі есе үлкен екінші қабатты балқытады. Үшінші қабатты екіншімен жабады және ол одан 200...300 мм ұзынырақ болады. Осылайынан қабаттар, бірінші қабат үстіндегі кішігірім учаскеде бөлшек толғанға дейін балқытады.



13.6-сурет. Жиек бөлшектерін толтыру схемасы: *а* — блоктармен; б — бір жақты каскадпен; в — екі жақты каскадпен

Содан кейін осы учаскеден пісіруді сол тәсілмен қысқа жіктер арқылы жан-жаққа жүргізеді. Демек, пісіру зонасы барлық уақытта ыстық қалпында болады, ал ол жарықтардың болуының алдын алады. Блок әдісінде кері сатылы пісіру орындалады, оның барысында көп қабатты жікті әрқайсысын толық толтыра отырып, жекелеген учаскелер бойынша орындайды.

Бұрыштық жіктерді орындау. Бұрыштық жіктерді бұрыштық, таврлік және айқас қосылыстарды пісіру барысында қолданады. Бұрыштық жікпен пісіру көлбеу электродпен және «қайықшалап» орындайды.

Көлбеу электродпен пісіру барысында жік түбірін немесе көлденең бөлшектің жиегін толық балқытпау мүмкін. Пісірілмей қалмас үшін, доғаны, жік шекарасынан 3...4 мм шегініп, көлденең сөреде өршітеді. Содан кейін доғаны жік төбесіне ауыстырады, онда оның түбірі жақсырақ пісірілу үшін біраз ұстап тұрады да, тік сөрені пісіре отырып, жоғары көтереді. Осындай процесті электродты біраз алдыға ауыстырғаннан кейін қайтадан кері бағытта қайталайды. Пісіру барысында электрод көлбеулігінің бұрышы, доғаның қай бұрышта осы мезетте жанғанына байланысты өзгереді. Пісіру процесін тік сөреде бастауға болмайды, өйткені бұл жағдайда электродтан балқыған металл көлденең сөредегі әлі суық негізгі металға ағады, нәтижесінде шалапісірілім пайда болады. Ал тік сөреде тіліктер пайда болуы мүмкін. Көп қабатты пісіру барысында жік түбірі жақсылап дәнекерленуі үшін, бірінші қабатты тербелмелі қозғалыссыз диаметрі 3...4 мм электродпен жіңішке немесе жіп жігі арқылы орындайды.

Бұрыштық «қайықша» жігімен пісіру барысында балқытылған металл екі сөре жасайтын науашаға орналасады. Ол жіктің дұрыс қалыптасуы мен оның түбірінің жақсы

пісірілуін қамтамасыз етеді.

Жіктерді төменгі жағдайда орындау. Осы жағдай пісіру үшін өте қолайлы, өйткені осы жағдайда электрод металының тамшылары өз салмасының әсерінен пісіру ваннасына жеңіл өтеді де, сұйық металл одан ақпайды. Бұдан басқа, жіктің қалыптасу процесін бақылау оңай. Пісіру барысында электродты пісіру бағытында 10...20° бұрышына еңкейтеді.

Жіктерді тік жағдайда орындау. Бұл жағдайда балқытылған металл төмен ағуға тырысады, сондықтан тік жіктерді өте қысқа доғалармен орындайды, ол кезде электродтағы тамшылар мен пісіру ваннасындағы сұйық металл арасындағы арақашықтық өте аз, сондықтан олардың арасында өзара тарту пайда болады. Осының арқасында электрод металының тамшылары тіпті аздапқана болса да бір-біріне тиетін болса, пісіру ваннасына құйылады. Тік жіктерді төменнен жоғары да, сондай-ақ жоғарыдан төмен де орындайды. Бірінші жағдайда, доға тігінен орналасқан пластиналардың ең төменгі нүктесінде өршітіледі де, сұйық металл ваннасы құрылғаннан кейін, алдымен көлденең қойылған электрод біраз жоғары бұрылады. Бұл ретте жіктің қатқан металы келесі металл тамшыларын ұстап тұратын сөре баламасын құрайды. Ваннадан сұйық металл ақпас үшін, электродты жоғары қарата отырып және кезек-кезек екі жаққа, жік осіне көлденең термелмелі қозғалту керек. Ол сұйық металдың тез қатуын қамтамасыз етеді.

Жоғарыдан төмен пісіруді металл онша жуан болмағанда немесе көп қабатты пісіру процесінде жіктің бірінші қабатын салу барысында қолданады. Бұл жағдайда доға астына ағатын сұйық металл өтпелі күйіктердің пайда болу мүмкіншілігін азайтады. Пісіру басында доға электрод көлденең орналасқан кезде пластиналардың ең жоғарғы нүктесінде өршітіледі. Сұйық металл ваннасы пайда болғаннан кейін, электродты, доға негізгі және балқытылған металға бағытталатындай етіп, 15...20° еңкейтеді. Жікті қалыптастыру жағдайын жақсарту үшін, электродтың тербелмелі қозғалысының амплитудасы үлкен болмау керек, ал доға – балқытылған металл тамшыларын төменге ағуға жол бермес үшін өте қысқа болу керек.

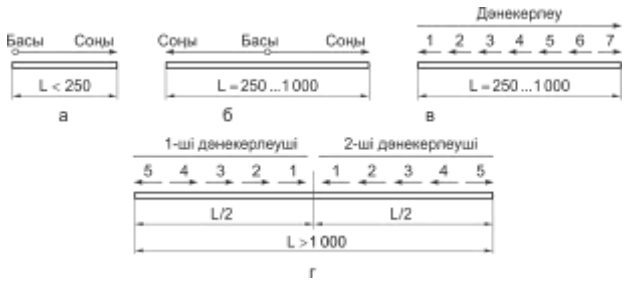
Жіктерді көлденең жағдайда орындау. Осы жіктерді орындау тік жағдайда орындаудан қиынырақ. Сұйық металл ақпас үшін, әдетте жиектер бір жоғарғы бөлшекте қиғашталады. Бұл жағдайда доға төменгі көлденең жиекте өршітіледі және бөлшектерді мұқалтуға ауысады, содан кейін, металдың ағып бара жатқан тамшысын жоғары көтере отырып, жоғарғы жиекке жылжиды. Электродпен тербелмелі қозғалысты шыршықтап орындайды. Көлденең пісіру жіктерімен түйіскен қосылыстар жасағанға қарағанда, айқас жалғамалар жасаған жеңілірек, өйткені табақтың көлденең жиегі балқыған металды төмен

ағудан ұстап тұрады. Көлденең жіктерді екі қиғаш жиекпен орындау барысында, оларды толтыру тәртібін белгілейді, ол жоғарғыжиекті пісіру процесінде балқыған металдың төбе жағдайын болдырмауға мүмкіндік береді.

Жіктерді төбе жағдайында орындау. Жіктерді төбе жағдайында орындау ең қиыны болып табылады. Өйткені тамшы салмағы металды электродтан пісіру ваннасына ауыстыруға кедергі жасайды, ал балқыған металл ваннадан төмен ағуға тырысады. Сондықтан пісіру процесінде, пісіру ваннасының көлемі үлкен болмауына қол жеткізу керек. Оған кіші диаметрлі электродтарды (3...4 мм артық емес) және күші төмендетілген пісіру тогын қолдану арқылы қол жеткізеді. Сапалы жік алудың негізгі шарты, электродты сұйық металл ваннасымен кезеңді тұйықтау арқылы ең қысқа доғаны ұстап тұру болып табылады. Тамшыны тұйықтау кезінде металл үстіртін тарту күші әсерінен пісіру ваннасына тартылады. Электродты алу барысында доға өшеді де, жік металы қатады. Сол мезетте электродқа сондай-ақ жікке көлденең тербелмелі ққозғалысы беріледі. Электродтың бөлшек бетіне еңкеюі пісіру бағытында 70.80° құрай керек.

Ұзындығы әртүрлі жіктерді орындау. Барлық пісіру жіктерін олардың ұзындығына байланысты үш топқа бөледі: қысқа — 250 мм дейін, ұзындығы орта — 250-ден 1 000 мм дейін, ұзын — 1 000 мм бастап және одан үлкен.

Қысқа жіктерді бір бағытта, яғни электродтың жік басынан соңына дейінгі қозғалысы барысында орындайды (13.7, а суреті). Орта ұзындықты және ұзын жіктерді орындау барысында бұйымдар өзгеруі мүмкін. Оны болдырмас үшін, орта жіктерді пісіру қосылысының ортасынан ұшына қарай (13.7 б суреті) және кері сатылы тәсілмен (13.7 в суреті) орындайды, оның мәні, олардың әрқайсысы электродтардың бүтін санымен (екі, үш және т.б.) орындалуында болып табылады, бұл ретте бір учаскеден екіншісіне өту электродты ауыстырмен біріктіріледі. Әрбір учаске пісірудің жалпы бағытына қарсы бағытта пісіріледі, ал



13.7-сурет. Ұзындығы әртүрлі жіктерді орындау:

а — қысқа; б, *в* — ұзындығы орташа; г — ұзын; 1— 7 — жік учаскелерін пісіру тәртібі мен бағыты; L — жіктің ұзындығы

соңғысы үнемі «шығысқа» пісіріледі. Ұзын жіктерді кері сатылы тәсілмен ортасынан ұшына қарай орындайды (13.7, г суреті). Бұл жағдайда екі дәнекершінің жұмысын бір мезетте ұйымдастыруға болады.

Бақылау сұрақтары

1. Бөлшектерді пісіруге дайындау үшін қандай талаптар қойылады?
2. Қолдан доғалы пісіру параметрлерін атаңыз.
3. Қолдан доғалы пісірудің оңтайлы режимін таңдау пісіру ваннасының қалыптасуына қалай әсер етеді?
4. Қолдан доғалы пісірудің кеңістіктегі әртүрлі жағдайдағы ерекшеліктері қандай?
5. Ұзындығы әртүрлі жіктерді қолдан доғалы пісіру ерекшеліктері мен тәсілдері қандай?
6. Пісіру кезінде электрод пен бөлшектің қандай қалыптарында балқудың үлкен тереңдігін алуға болады?

Пісіру процесінде жікті қалай қалыптастырады?

14 - тарау

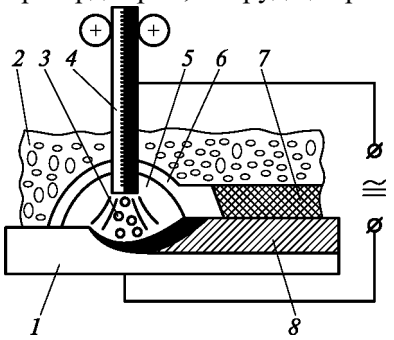
ФЛЮСПЕН АВТОМАТТЫ ДОҒАЛЫ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

14.1. Флюспен пісіру процесінің ерекшеліктері

Флюспен автоматты доғалы пісіру процесінің ерекшелігі (14.1 - сурет) электродтық жабынсыз және ұсақталған (түйіршектелген) флюссіз пісіру сымын қолдану болып табылады. Пісіру доға зонасынданда бу мен газдардың бөлінуінен туындайтын газ көпіршігінің кеңістігінде флюспен жанатын жабық доғаның көмегімен жүзеге асырылады. Пісіру зонасында үстіңгі жағынан балқытылған қож қабықшасымен шектеледі, үстіңгі жағы — пісіру ваннасымен. Пісіру зонасындағы орта металды ауамен арақатынастан қорғау тұрғысында анағұрлым қолайлы орта болып табылады. Пісіру процесінде көпіршіктегі газ бен бу қысымы артады. Бір уақытта балқытылған қож қабықшасы жарылып, артық газ айналадағы атмосфераға тарайды. Осындай газдарды жою процесі жүйелі түрде қайталанып отырады.

Қож бен металдың пісіру ваннасындағы жақсы байланысы, сыртқы ортадан оқшауланған кеңістіктің болуы пісіру ваннасындағы металды қорғау және металлургиялық өңдеу үшін қолайлы жағдай жасайды және жоғары механикалық қасиеттері бар жіктерді алу мүмкіндігін береді. Оған қоса, флюс сұйық металдың жан-жаққа шашырауына жол бермейді және жік металын салқындату және кристалдау кезінде айтарлықтай жағымды жағдай жасайды.

Флюспен пісіру балқитын электродтың көмегімен жүзеге асырылады. Доға пісіру бағытына кері жаққа қарай тік ұсталған күйде біршама еңкейтіліп, ваннаның алдыңғы жағында жанады. Доға қысымының әсерінен сұйық металл пісіру ваннасында кратерді түзіп, пісірудің кері бағытына қарай



14.1 - сурет. Флюспен доғалы пісіру сызбасы: 1 — бөлшек; 2 — флюс; 3 — доға; 4 — электрод; 5 — бу және газ көпіршігі; 6 — сұйық қож; 7 — қатты қож; 8 — пісіру жігі

ығысады. Доға астында қалыңдығына балқыту тереңдігі аса тәуелді болатын сұйық металдың қабаты орналасады. Нәтижесінде, тығыздығы анағұрлым аз, ваннаға берілетін балқытылған флюс жіктің балқытылған металл бетіне қалқып шығады және ол қождың қатып қалған тығыз қабатымен қапталады.

Пісіру доғасының жылуды жоғары деңгейде оқшаулауы, газды ортаның ванна үстіндегі жоғары қысымы және тоқтың үлкен тығыздығы (қыздыру нүктесіндегі энергия тығыздығы 10^3 Вт/см^2 дейін жетеді) пісірілетін металдың анағұрлым терең балқуына көмектеседі. Бұл өз кезегінде, өңдеу тереңдігін азайтып, жік пайда болған кезде балқыма қаптау үшін қажетті металдың көлемін азайту мүмкіндігін береді. Осы факторлар процестің өнімділігін арттыруда шешуші болып табылады. Жасалатын жіктердің жоғары өнімділігі және сапасы, сондай-ақ процесті автоматтандыру мүмкіндігі — Флюспен пісірудің негізгі жетістіктері. Процестің кемшіліктеріне қалыңдығы азғантай бөлшектерді пісіру қиындықтарын және төмендегі жай-күйімен салыстырғанда басқа жай-күйдегі жіктерді жасауды жатқызуға болады. Процесті көзбен шолу арқылы бақылау кезінде қиындық туады. Флюспен пісіру арқылы болат, алюминий, титан, мыс және оның қорытпалары дәнекерленеді. Флюс астында пісіруді жүзеге асыру үшін әдетте кішкентай бұрыш астындағы вольт-амперлік сипаттамаларға қуаттандыру көздері, ілмелі немесе жылжымалы түрдегі пісіру автоматтары және пісіруге арналған майтүтік жартылай автоматтар пайдаланылады.

14.2. Бөлшектерді пісіруге дайындау

Элементтерді пісіруге дайындау металдың қалыңдығына қарай белгілі бір нысан бойынша жиектерді кесу және бөлу дегенді білдіреді. Флюспен автоматты және механикаландырылған тәсілмен пісіру жүзеге асырылатын пісіру қосылыстары жіктерінің негізгі түрлері, құрылымдық элементтері және өлшемдері МЕМСТ 8713 — 79 регламенттелген. Жиектерді бөлуді жүзеге асыру үшін механикаландырылған оттегі тілімі, гильотиндік қайшылардың көмегімен механикалық тілім, сондай-ақ жонғыш, айналдырғы және жиекті сүргілеу білдегіндегі өңдеу пайдаланады. Қолмен басқарылатын оттегі кескіші кейде кедір-бұдыр жерлерді тегістеу және қождың ағылуын болдырмау үшін пневматикалық кескіштің немесе қажақты құралдың көмегімен жиектерді қосымша тазалауды қажет етуі мүмкін. Жинау алдында дайындалған жиектер тот басқан жерлерден, майлардан, сырдан, дымқылдан және пісіру барысында ұсақ тесіктердің, қож қосылыстарының және басқа ақаулықтардың пайда болуына әкелетін басқа ластанулардан тазартылуы тиіс. Жиек бетіндегі тотқақтың жіңішке қабаты жіктің сапасына үлкен әсерін тигізбейді. Тазалауға жататын бөлшектер: пісірілетін

бөлшектердің дөңбек төселген шеттері, сондай-ақ оларға іргелес орналасқан, ені 25...30 мм учаскелер.

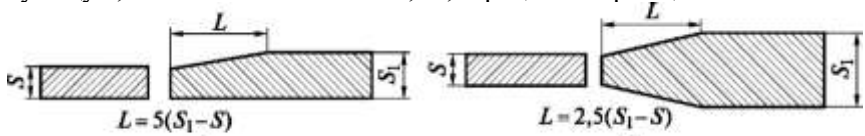
Тазарту механикалық (құрыш сымнан жасалған айналма шөткенің, қажақты құралдың және басқалардан көмегімен) тәсілмен және газжалынды өңдеу тісілімен жүзеге асырылуы мүмкін. Соңғы жағдайда қарапайым пісіру немесе газ арқылы пісіруге арналған көпжалынды жанарғылар пайдаланылады. Осындай тазалау процесі тотқақ шөгіп қабат пайда болатын, тот басқан жер сусызданатын, сыр жанып кететін, ал ылғал буланатын бөлшек бетін тез қыздыру тәсіліне негізделген. Жанып кету өнімдерінің қалдықтары металдан жасалған шөткенің көмегімен алып тасталады. Бөлшектер оларды жинағаннан кейін тазартылмайды, себебі тазарту кезінде саңылауларға жікте ұсақ тесіктерді пайда болдыратын әртүрлі қоқыстар түсіп кетуі мүмкін. Пісіру алдында жиналған құрылымдарды тек сығымдалған ауамен ғана үрлеуге немесе газ жанарғысының көмегімен жандыруға болады.

Автоматты пісіру үшін бөлшектерді жинау қолмен басқарылатындармен салыстырғанда анағұрлым толығырақ орындалады. Тереңдеп пісіру, балқытылған металдың сұйылтылған күйдегі ағыны тұрақты пісіру жылдамдығы жинау кезінде бірдеу саңылауларды, өңдеу бұрыштарын және жиектерді жапыру қажеттігін тудырады, басқа жағдайда пісірілмеген жерлер және күйіктеспелер пайда болуы мүмкін.

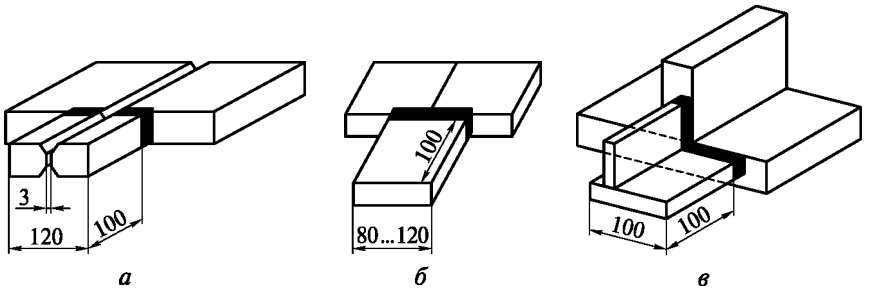
Саңылауы үлкен жерлерде жіктер ойыс болатындықтан, ал саңылаулары кішкентай жерлерде балқыған жерлер тек кішіреймей, үлкен дөңес жікке айналатындықтан, барлық жіктің бойында саңылаулардың біртектес болуына аса назар аудару қажет. Әртүрлі қалыңдықтар үшін қосылыстарды жинақтау кезінде пайда болатын саңылаудардың өлшемдері және жиектерінің орнынан ауытқуы МЕМСТ 8713—79 және МЕМСТ 11533—75 белгіленген.

Пісірілетін жиектердің қалыңдығы әртүрлі болса, қалыңдығы үлкенірек екі жақтың біреуіне қарай жылжытылуы тиіс (14.2 - сурет). Пісірілетін жиектердің қалыңдығына қарай орнынан ауытқуына жол берілетін аралық (нормадан артық болу) мынадай:

Парақтардың қалыңдығы, мм	..... 4 дейін	4... 10	10-нан астам
Жиектердің жол берілетін орнынан ауытқуы, мм.....	1	0,1S, бірақ 3 мм артық емес	



14.2-сурет. Қалыңдығы әртүрлі жиектерді дайындау:
а — бір жақты қисаю; б — екі жақты қисаю; L — қисаюдың ұзындығы; S және S_1 – жиектің қалыңдығы



14.3 - сурет. Пісіру жіктері үшін кіріс және шығыс планкалары: *а* —жиекті бөлумен; б —жиекті бөлмей; в — бұрыштық жік үшін

Бөлшекті жинақтау кезінде ол уақытша бұранда қысқышының, қапсырманың көмегімен немесе басқа тәсілдермен бекітіледі. Тұтқыштар болаттың осы маркасын пісіруге арналған ұзындығы 50...80 мм электродтармен қапталады. Пісіру алдында барлық тұтқыштар қождан және балқытылған металл тамшыларынан тиянақты тазартылуы тиіс.

Негізгі металл жеткілікті түрде қыздырылмаған кезде жіктің басына пісіру кезінде шала пісірілген жерлер пайда болуы мүмкін. Жіктің соңында балқытылған кратерде бос қуысты ұсақ тесіктер мен жарықтар пайда болуы мүмкін, осыған орай, суығаннан кейін жіктер алып тасталатын пісіру шығыс планкалардан басталуы және шығыс технологиялық планкалармен аяқталуы тиіс (14.3 - сурет). Кіріс және шығыс технологиялық планкаларының жиектерін өңдеу негізгі қосылыстың жиектеріндегідей жүзеге асырылуы тиіс. Кіріс және шығыс технологиялық планкалары жинақтау кезінде бекіткіш элементтер болып табылады, сондықтан міндетті түрде толықтай пісірілетін болаттың осы маркасын пісіру үшін арналған электродтармен қапталған түрде балқытылады. Толықтай пісірілмесе, жіктің басында негізгі жікке дейін таралуы мүмкін ұзындығы бойынша ыстық жарықтар пайда болуы мүмкін.

14.3. Флюспен пісіру режимі

Флюспен автоматы пісіру режимі бірнеше параметрлерден тұрады. Олардың ішіндегі негізгілер — пісіру тоғының күші, доғаның кернеуі, пісіру жылдамдығы, электродтың диаметрі, тоқтың түрі және полярлығы. Қосымша параметрлер — электродтың шығуы, электродтың еңісі және басқалары.

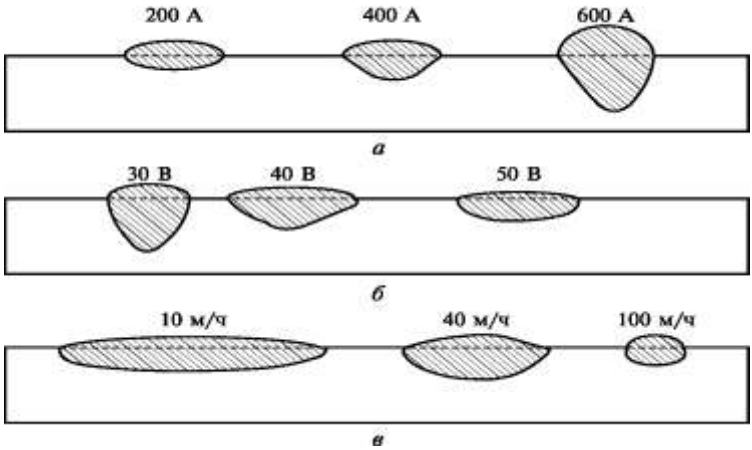
Пісіру режимінің параметрлері пісірілетін металдың қалыңдығына және пісіру тереңдігі мен жік енімен айқындалатын пісіру жігін талап ететін нысанына қарай таңдалады. Пісіру режимі кейінгіде технологиялық сынамаларда тексерумен тәжірибелі (анықтамалық) кестелер және шамалас есептер

бойынша айқындалады. Әдетте, пісіру режимі мынадай тәртіпте таңдалады: пісірілетін материалдың қалыңдығына қарай электродтық сымның диаметрі таңдалады, одан кейін диаметрге қарай пісіру тоғының күші белгіленеді, бұдан кейін электронды беру жылдамдығы және пісіру жылдамдығы айқындалады. Флюспенғы автоматты пісіру режимі мынадай:

Металдың қалыңдығы, мм .	5	10
Электродтың диаметрі, мм	3	5
Пісіру тоғы, А.	450...500	700...750
Доғаның кернеуі, В	32-34	34-36
Пісіру жылдамдағы, м/сағ .	35	30

Пісіру тоғының күшіне доғаның жылу қуаттылығы байланысты болады. Ток күші артқан кезде бөлінетін жылудың көлемі ұлғаяды және доғаның ваннаға түсіретін қысымы артады. Бұл негізгі металды балқыту тереңдігін және жіктерді қалыптастыру кезінде оның қатысу үлесін арттыруға әкеледі. Жіктің ені бұл ретте кішкене ғана өзгереді (14.4 - сурет, а).

Электрон сымның диаметрі үлкейген және пісіру тоғы өзгеріссіз қалған кезде электродтағы тоқтың тығыздығы азаяды, бір уақытта доғаның электрондық соңы мен пісіру ваннасының беткі қабаты арасында жылжуы артады, бұл жік енінің артуына және пісіру тереңдінің азаюына әкеледі. Керісінше,



14.4 - сурет. Пісіру режимі параметрлерінің жік нысанына әсері: *а* — пісіру тоғы; *б* — доға кернеуі; *в* — пісіру жылдамдығы

электрод сымның диаметрі кеміген кезде ондағы тоқтың тығыздығы доғаның жылжуын азайтады, пісіру ваннасының аз аймағында жылу жиналып, пісіру тереңдігі артады, бұл ретте жіктің тереңдігі азаяды. Бұл жіңішке электрон сыммен пісіру кезінде біршама кішкентай жерлерде терең пісіру жерін алу мүмкіндігін береді.

Доға кернеуі жіктің еніне ең үлкен әсер тигізеді (14.4 - сурет, *б*). Доға кернеуі ұлғайтылғаннан кейін оның ұзындығы мен қозғалғыштығы артады, оның нәтижесінде негізгі металдың және флюстің беткі қабатын балқытуға жұмсалатын жылу үлесі артады. Бұл жік енінің айтарлықтай артуына әкеледі, балқыту тереңдігі азаяды, аталған жағдай жіңішке металды пісіру кезінде әсіресе маңызды болып табылады. Жік дөңбегінің биіктігі де біршама азаяды.

Доға кернеуін арттырумен *тоқтың түрі және полярлығы* жік енін арттыруға байланысты болады. Бірдей доға кернеуі астында тұрақты тоқпен пісіру кезінде жіктің ені, әсіресе, кері полярлық кезінде ауыспалы тоқтың көмегімен жасалған жіктің енінен анағұрлым үлкен болады.

Жіктің пішіні мен өлшемдерінің ауыспалы тоқ кезіндегі пісіру режимдерінің негізгі параметрлеріне тәуелділігінің тұрақты тоқ кезіндегімен бірдей болады. Алайда, тұрақты тоқтың полярлығы балқыту тереңдігіне әртүрлі әсерін тигізеді, бұл катод пен анодтан шығарылатын жылудың әртүрлі көлемімен түсіндіріледі. Доғалы пісіру кезінде тұрақты тоқ қолданылатын флюспен әдетте кері полярлық қолданылады.

Пісіру жылдамдығы (14.4 - сурет, *в)* балқыту тереңдігіне және жік еніне әсер етеді. Пісіру жылдамдығын арттыру кезінде бастапқы кезде доға бағаны сұйық металды анағұрлым көбірек ығыстыра бастайды, доға қабаты астындағы сұйық металл қабатының қалыңдығы азаяды және балқыту тереңдігі артады. Пісіру жылдамдығын бұдан әрі арттыру кезінде (40...50 м/сағаттан көп) қума қуат анағұрлым кеміп, балқыту тереңдігі азая бастайды. Пісіру жылдамдығын арттырған кезде барлық жағдайда пісіру ені әрқашан азаяды. Пісіру жылдамдығы 70.80 м/сағаттан көп болғанда негізгі металл толықтай қызып үлгірмейді, нәтижесінде жіктің екі жағы бойынша жиектер мен тіліктер балқымауы мүмкін. Жоғары жылдамдықта пісіруді жүзеге асыру қажеттігі туса, арнайы әдістер (екі доғалы пішу, үшфазалы доғалы пісіру және басқалары) қолданылады.

Электродты сымды беру жылдамдығы пісіру тоғы мен доға кернеуімен тығыз байланысты. Тұрақты пісіруді қамтамасыз ету үшін электродты сымды беру жылдамдығы оны балқыту жылдамдығына тең болуы тиіс. Сымды беру жылдамдығы кеткіліксіз болған кезде доға қайта-қайта үзілуі мүмкін, тым жоғары жылдамдықта пісіру ваннасына қосылған электродтың

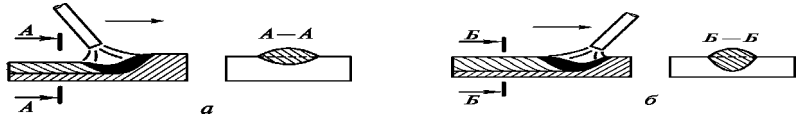
қысқа тұйықталуы жиі орын алады. Бұның барлығы пісірілмеген жерлердің пайда болуына және жіктің дұрыс қалыптаспауына әкеледі.

Электродтың шығысы артуына байланысты оны өтпелі пісіру тоғының көмегімен алдын ала жылыту қарқыны артады. Электрод тез балқиды, ал негізгі металл біршама салқын болып қалады. Оған қоса, доғаның ұзындығы артады, бұл балқыту тереңдігің азаюына және жік енінің біршама артуына себепші болады. Әдетте шығыс 40...60 мм құрайды.

Электродты жіктің бойына еңкейту және бөлшектің жай-күйі жіктің пішініне әсер етеді. Әдетте, пісіру тік орнатылған электродтың көмегімен орындалады, бірақ кейбір жағдайларда ол электродтың пісіру бағытына қарай алдыңға жаққа қарайтын бұрышпен (14.5 - сурет, *а)* немесе артқа қарайтын бұрышпен (14.5 - сурет, *б*) еңкейтілген түрде жүзеге асырылуы мүмкін.

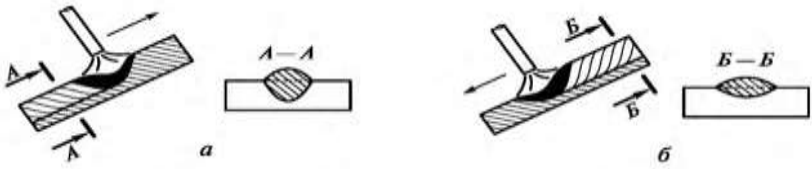
Алдыңғы жаққа қарайтын бұрыш астында пісіру кезінде сұйық метал доғаның астына ағып кетеді, оның қабатының қалыңдығы артады, ал балқыту тереңдігі азаяды. Сондай-ақ жіктің дөңестік биіктігі азаяды, бірақ ені біршама артады, бұл әдісті қалыңдығы аз металды пісіру кезінде пайдалануға болады. Оған қоса, алдыңғы жаққа қарайтын бұрыш астында пісіру кезінде пісірілетін жиектер анағұрлым жақсырақ балқиды, бұл жоғары жылдамдықта пісіру мүмкіндігін береді. Артқы жаққа қарайтын бұрыш астында пісіру кезінде сұйық металл газдардың түсіретін қысымымен доға астынан сығылады, яғни оның доға астындағы қабатының қалыңдығы азаяды, ал балқыту тереңдігі артады. Сондай-ақ жіктің дөңестік биіктігі артады, бірақ ені біршама азаяды. Тереңнен балқытуға және пісірілетін жиектердің жеткіліксіз түрде қыздырылуына байланысты балқытылған және борпылдақ жіктің пайда болуымен негізгі металдың пісірілмеуіне жол берілмейді. Осының барлығы есепке алына отырып, осы әдіс кеңінен пайдаланылмайды, ол көбінесе үлкен қалыңдықты металды пісіру кезінде жоғары жылдамдықтарда пайдаланылады, мысалы, екідоғалы пісіру немесе диаметрң кішкентау сақина тәріздес жіктерді жасау кезінде.

Әдетте Флюспенғы автоматты және механикаландырылған пісіру төменгі жай-күйден орындалады. Биікке көтеру (14.6 - сурет, *а)* төменге түсіру (14.6 - сурет, *б*) арқылы пісіруге болады. Биікке көтеру арқылы пісіру кезінде сұйық металл өзінің салмағына байланысты доға астынан ағып шығады, оның қабатының қалыңдығы азаяды, бұл



14.5 - сурет. Пісіру кезінде электродты еңкейтудің жік пішініне әсері:

а — алдыңғы жаққа қарайтын бұрыш астында; *б* — артқы жаққа қарайтын бұрыш астында



14.6 - сурет. Алдыңғы және артқы жаққа қарайтын бұрыш астында пісіру кезінде бөлшекті еңкейтудің жік пішініне әсері *(б)*

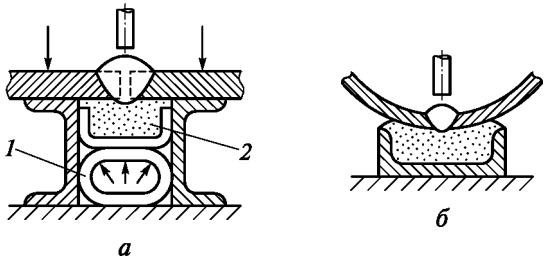
балқыту тереңдігінің артуына және жік енінің азаюына әкеледі. Еңкейту ені 6...8° тең болғанда жіктің екі жағы бойынша жіктің пішінін нашарлататын тіліктер пайда болуы мүмкін.

Төменгі жаққа қарай пісірген кезде балқытылған металл доға астына ағып кетеді, бұл оның қабат қалыңдығының артуына себепші болады. Бұл ретте балқыту тереңдігі де азаяды. Жік жақсы қалыптасқан және балқыту тереңдігі азғантай болған кезде пісіру жылдамдығын біршама арттыруға мүмкіндік беретін осы тәсіл жіңішке металды пісіру кезінде қолданылады. Еңкейту ені 15.20° астам болғанда пісірілетін бұйымның бетіне электрод металы қатты ағып кетуі мүмкін, бірақ ол онымен бірге балқымайды, сондықтан осы әдіс қолданылмайды.

Жік пішініне және балқыту тереңдігіне әсер ***флюс маркасымен*** және оның ***грануляциясымен*** көрсетіледі**.** Әртүрлі флюстер түрлі тұрақтандырғыш қасиеттерге ие болады, олар артқан кезде доғаның ұзындығы мен оның кернеуі артады, нәтижесінде ені ені артып, балқыту тереңдігі азаяды. Флюс қаншалықты үлкен болса, оның көлемдік салмағы соншалықты аз болады. Көлемдік салмағы аз флюстер (ірі ұнтақты шыны тәріздес және пемзатәріздес) пісіру зонасынданың газды кеңістігіне азырақ қысым көрсетеді, бұл балқыту тереңдігі азырақ, бірақ анағұрлым кең ауқымды жікті алу мүмкіндігін береді. Көлемдік салмағы үлкен, бірақ ұсақ ұнтақты флюсті қолдану балқыту тереңдігінің артуына және жік енінің азаюына әкеледі.

14.4. Флюспен түйістіру және бұрыштық жіктерді пісіру

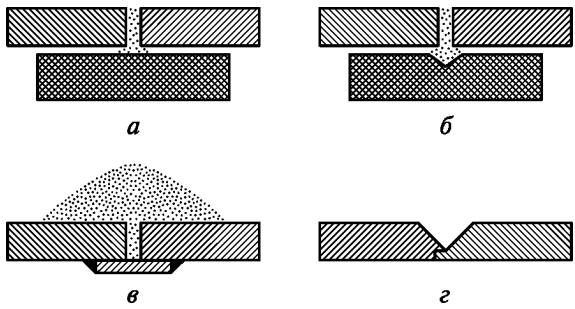
Түйістірілген қосылыс орындау үшін технологиялық тұрғыда және пайдалану кезінде жұмысқа анағұрлым жарамды болып табылады. Олар біржақты және екіжақты болуы мүмкін. Біржақты түйістірілген қосылыстарды пісіру кезінде сұйық металдың саңылауға ағып кету және күйіктеспенің пайда болу қаупі пайда болады. Осыған жол бермеу үшін бірқатар технологиялық шаралар қолданылады: флюс төсеніші астында пісіру, мыс төсемінде, қалатын төсемде, жіктің түбін қолмен қайта пісіріңкіреу және басқалары (14.7, 14.8 - суреттер).



14.7 - сурет. Флюс төсеніші:
а — сығымдалған ауамен қысу; б — бұйым салмағының есебінен қысу; 1 — шланг; 2 — флюс

Флюс төсеніші астында пісіру. Флюс төсеніші - пісіру кезінде пісіру қосылысының басқа жағына басатын тығыздалған ұсақ флюс қабаты. Сығымдалған ауа 1 - майысқақ шлангқа берілген кезде (14.7 – суретті қараңыз, *а)* соңғысы кеңейіп, 2 - флюс қабатын пісірілетін қосылысқа басады. Пісіру барасында жиектер толықтай балқып кетеді және жоғарғы және төменгі жағында дөңестігі бар жікке айналады. Салмағы жеткілікті бұйымдарды пісіру кезінде флюс төсенішіне басу бұйымның өз салмағының есебімен жүзеге асырылады (14.7 – суретті қараңыз, б). Пісіру процесінде флюстің қабаты пісіру ваннасының металын ағып кетуден қорғайды, ауамен өзара әрекеттесуден қорғайды және жіктің басқа жағының пайда болуына мүмкіндік береді.

Мыс төсемінде пісіру. Алмалы-салмалы мыс төсемдері (14.8 – суретті қараңыз, *а)* жіңішке қалыңдықты металды пісіру кезінде қолданылады. Төсемдер салқындатын суды, жіктің кері жағынан қорғағыш газды беру үшін жіктің, өзектің басқа жағынан арнайы қалыптастырылатын жырашықтар болуы мүмкін.



14.8-сурет. Түйістіру жіктерін пісіруге арналған төсемдер: *а* — мыс; б — флюстелген мыс; в — қалатын; г — парақтағы сөре

Пісіру нұсқаларының бірі флюстелген мыс төсемін пайдалану тәсілі болып табылады (14.8 – суретті қараңыз, б). Бұл жағдайда мыс төсенішінде пісіру алдында ұсақ флюс қабаты себілетін кең арна (ені 12...20 мм, тереңдігі 1,5...2,5 мм) жасалады. Флюс қабаты флюс төсенішінде пісіру кезінде орындалатын функцияларды да атқарады және бір уақытта мыс төсемін қосылысқа пісіруден қорғайды. Пісірілгеннен кейін флюстің пайдаланылған қабаты алып тасталады және жаңа қабатпен жабылады.

Қалатын төсемде пісіру. Қалатын төсем (14.8 – суретті қараңыз, в) пісіру ваннасынан балқытылған металдың ағып кетуіне және пісіруден кейін қадықтардың қалуына және күйіктеспенің пайда болуына жол бермеу үшін түйіскен жердің жағына бекітілетін бір типті балқытылатын металдан жасалатын жіңішке пластинка болып табылады. Қалатын төсем әдетте ені 10.40 мм және қалыңдығы 2. 4 мм пісірілетін металдың қалыңдығына байланысты қолданылады. Төсем қиылысқан жерлердің төменгі жағына тығыз орнатылады және тұтқыштардың көмегімен бекітіледі. Пісіру кезінде төсеніш пісірілетін қиылысу жеріне дәнекерленеді, бұл пісірілетін жиектердің толықтай дәнекерленуін қамтамасыз етеді. Осындай тәсіл алмалы-салмалы төсеніш қолдану мүмкін болмаған кезде ғана қолданылады. Қалатын төсем бұйымды пайдалану кезінде кедергі жасамауы тиіс және металдың қосымша шығындалуын қажет етеді, сондықтан осындай нұсқа шектелген түрде қолданылады.

Пісірілген жік бойынша пісіру. Пісірілген жік бойынша пісіру қиылысқан жерлерді сапалы түрде жинауды қамтамасыз ету мүмкіндігі болмаған кезде немесе сұйық металдың ағып кетуіне жол бермейтін арнаулы тетіктер болмаған кезде пайдаланылады.

Екіжақты пісіру кезінде түйістірілген қосылыс түйістірілген жердің барлық бойында бірдей саңылауды қалдыра отырып жиналады. Пісіру бір жағынан парақтар қалыңдығынан 60.70 % тереңдікке балқытуды қамтамасыз етумен асылып тұрған күйде жүзеге асырылады, бұдан кейін жік түйіскен жердің кері жағынан пісіріледі. Түйіскен жерде ауытқымалы саңылау жасалған кезде бірінші пісіруді төсеніш үстінде (флюс немесе флюстелген мыс) жүзеге асыруға болады. Қалың металдарды пісіру жиектерді алдын ала бөлшектеумен көп қабатты жіктердің көмегімен жасалады. Екіжақты пісірудің өнімділігі азырақ, бірақ ол режимнің ауытқуына соншалықты сезімтал емес және жіктің басқа жағын қалыптастыру үшін арнаулы тетіктердің болуын қажет етпейді.

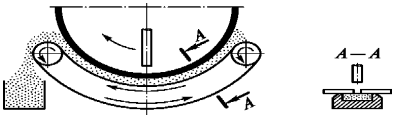
Бұрыштық жіктер тік және көлденеңінен орналасқан электрондық көмегімен орындалуы мүмкін. Тік орналасқан

электродтың көмегімен пісіру көбінесе жік «қайықша тәріздес» түрде орындалған кезде пайдаланылады. «Қайықша тәріздес» пісіру жіктің дұрыс қалыптастырылуын қамтамасыз етеді және пісірілетін парақтар симметриялық немесе симметриялық емес түрде орналастырылған күйде орындалады. Оған қоса, тік орналасқан электродтың көмегімен пісіру әдісі жиектің жоғарғы жағын балқытумен немесе жоғарғы парақты балқытумен айқас қосылысты дайындау кезінде қолданылады. Бір жаққа қисайтылған электродпен пісіру әдісі бұйымды «қайықша тәріздес» жай-күйге орнату мүмкіндігі болмаған кезде қолданылады. Бір жаққа қисайтылған электродпен пісіру кезінде тік қойылған парақта тіліктердің және толықтай пісірілмеген жерлері бар қаспақтардың пайда болу қаупі туындайды — осындай жағдай көлденеңінен қойылған парақта 8 ммм астам катетті жіктерді пісіру кезінде көбінесе орын алады, осыған орай, тіліктері үлкен жіктерді пісіру бірнеше рет қайталады.

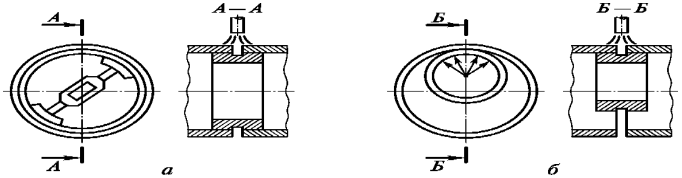
14.5. Сақиналы жіктерді флюспен пісіру

Сақиналы жіктер құбырлар мен ернеушенің қиылысқан жерлерін пісіру, бөлшектер түбін, фланецтерді ерітіп жабыстыру кезінде, сондай-ақ цилиндр ыдыстарды пісіру кезінде басқа бөлшектерді ерітіп жабыстыру үшін қолданылады.

Сұйық металдың және саңылауға қождың ағып кетуіне болдырмау үшін диаметрі үлкен құбырлардың сақиналы жіктерінің қиылысқан жерінің бірінші қабатын пісіру процесінде үздіксіз ұсақ түйіршекті флюс берілетін науа тәріздес пішінді резеңкеленген белбеу тәріздес флюс төсеніші (14.9 - сурет) қолданылады. Бірінші қабатты пісіру ыдыстың ішінде жүзеге асырылады, қалғандары — сыртында. 800 мм дейінгі сақина шіктерімен пісіру кезінде флюстелген мыс төсемдері жиі қолданылады, олар жылжымайтын (14.10 - сурет, а) немесе айналып-



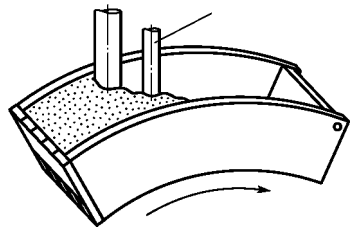
14.9 - сурет. Сақина жіктерін пісіру үшін арналған флюс төсеніші



14.10 - сурет. Сақина жіктерін пісіруге арналған флюс төсеніші: *а* — жылжымайтын; б — жылжымалы

аударылатын (14.10 - сурет, б) болуы мүмкін. Егер флюс көпшіктері немесе флюс төсемі болмаған жағдайда, онда саңылауы биік орналасқан жерлерді қолмен пісіруге болады. Диаметрі кішкентай ыдыстарды сақиналы жікпен пісіру кезінде (100... 200 мм) флюс көпшегі бұйымның барлық ішкі кеңістігін ұсақ түйінді флюспен толтыру арқылы қалыптастырылуы мүмкін.

Қалатын төсеніште – сақинада да пісіруге болады.



14.11 - сурет. Сақиналы жікті пісіру үшін арналған флюсті ұстап қалушы құрылғы:
1 — электрод

Диаметрі кішкентай цилиндр бетінде балқытылмаған флюсті ұстап қалу үшін автоматтың басына бекітілетін флюсті ұстап қалуға арналған арнайы құрылғылар қолданылады (14.11 -сурет). 800 мм дейінгі сақиналы жікті пісіру кезіне цилиндр бетінен сұйық металл мен қождың ағып кетуі қосымша қиындық тудырады. Осы құбылысты болдырмау үшін электрод сым бұйымның айналатын бағытына қарама-қарсы жаққа қарай пісірілетін металдың қалыңдығына қарай асылып тұрған жерінен 15.75 мм-ге ығысумен белгіленеді. Ығысу өлшемі бұйымның диаметріне, сондай-ақ пісіру режиміне байланысты болады. Ығысу тым көп болған кезде сұйық металл және қож кері бағытқа қарай ағып кетуі мүмкін.

Бақылау сұрақтары

1. Флюспен пісіру ерекшеліктері қандай?
2. Флюспен пісіру үшін бөлшектерді дайындаудың және жинаудың қандай тәсілдері қолданылады?
3. Флюспен пісіру кезінде қойылатын талаптарды айқындайтын параметрлерді атаңыз.
4. Жіктерді қалыптастыру кезінде пісіру режимі параметрлерінің рөлі қандай?
5. Түйісетін, бұрыштық және сақиналы жіктерден тұратын пісірілетін қосылыстарды флюспен пісіру технологиясы және ерекшеліктері қандай?
6. Флюспен пісіру кезінде күйіктеспенің пайда болуын қалай болдырмауға болады?
7. Төбе жіктерін флюспен пісіруге болады ма?

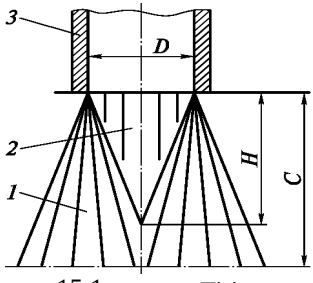
15 - тарау

ҚОРҒАНЫШ ГАЗДАРДА АВТОМАТТЫ ДОҒАЛЫ ПІСІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

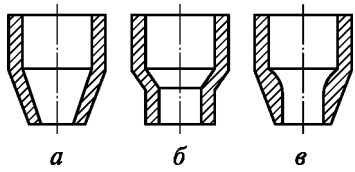
15.1. Қорғаныш газдарда пісірудің ерекшеліктері

Қорғаныш газдарда доғалы пісірудің ерекше өзгешілігі - жоғары температураға дейін қыздырылып, балқытылған негізгі металды және металл электродтарын металды және пісіру аймағын ауаның әсерінен физикалық қорғау және пісіру зонасынданда қажетті атмосфераны қамтамасыз ететін қорғаныш газдардың көмегімен ауаның кесерлі әсерінен қорғау. Инертті және белсенді қорғаныш газдары (9.4 – бөлімшені қараңыз) пайдаланылады.

Имектеп дәнекерлеу кезінде газдарда қорғаудың екі негізгі тәсілі қолданылады: жергілікті және камералардағы жалпы (бақыланатын ортада пісіру). Анағұрлым кең тарағаны пісіру жанарғысының шүмегінен шығатын газ ағынындағы жергілікті ағынды қорғаныш. Ағынды қорғаныштың сапасы 3 – шүмектің (15.1 - сурет) құрылымы мен өлшемдеріне, қорғаныш газдарының шығыны және шүмек тесігінің пісірілетін материалдың арасындағы *С* арақашықтығына байланысты болады. Газ ағынының екі қолдану саласы болады: *2 бүріккіш ядросы* және 1 – перифериялық учаске. Қорғашан ауа ортасына тарап кеткен кезде 2 - ағынның ядросында шүмек тесігінен шығатын газдардың жылдамдығы мен құрамы сақталады. Ағынның 3 - перифериялық учаскесі қорғаныш газ қоршаған ауамен араласатын, ал ағынның бойындағы кез – келген тіліктегі жылдамдық ағынның сыртқы жағында бастапқыдан (шүмектің тесігіндегі) нөлге дейін өзгеретін облыс болып табылады, осыған орай металдың сенімді қорғанысы ағын ядросының шегінде ғана жүзеге асырылуы мүмкін. Осы учаскенің Н ядросының ұзындығына қарай оның қорғаныш қасиеті жоғары болады. Ең үлкен Н ұзындығы газдардың шүмектен ламинарлық ағыны кезінде бақыланады. Газ ағыны турбуленттік болған кезде ағынның осындай құрылымы бұзылады және оның қорғаныш қасиеттері лезде азаяды. Ағын сипаттамасы шүмектің ағынды бөлігінің сипаттамаларына, оның өлшеміне және



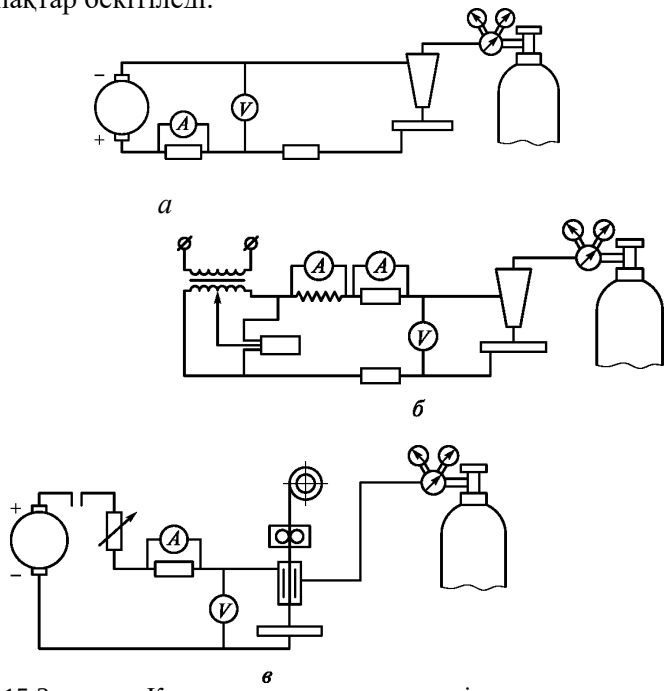
15.1 - сурет. Пісіру жанарғысының шүмегінен газ ағынының шығу сызбасы: 1 — перифериялық учаске; 2 — ағынның ядросы; 3 — шүмек; Н — ядро ұзындығы; С — шүмектен бөлшекке дейінгі аралық; D — шүмек диаметрі



15.2 - сурет. Пісіру жанарғысындағы шүмектің пішіндері:
а — конустық; б — цилиндр тәріздес; в - бейіндік

газдардың шығынануына байланысты болады. Практикада шүмектердің үш түрі қолданылады: конустық, цилиндр тәріздес және бейіндік (15.2 - сурет).

Қорғаныш газдарын шығындау ламинарлық тәсілге жақын ағын шығынын қамтамасыз ету үшін оңтайлы болуы қажет. Шүмекке кіру кезінде ағынды қорғаныштың қасиетін жақсарту мақсатында жанарғы шүмегінен шығу кезінде газ ағынын қосымша түзету мүмкіндігін беретін ұсақ торларды, борпылдақ материалдар және басқалары орнатылады. Ағынды қорғаныштың көмегімен пісіру кезінде пісіру аймағынан ауаны соруға болады. Қорғау зонасындан кеңейту үшін, әсіресе белсенді материалдарды пісіру кезінде жанарғының шүмегіне қосымша тіреуіш – қалпақтар бекітіледі.



15.3 - сурет. Қорғаныш газдардың көмегімен пісіру үшін арналған посттар сызбасы:
а — тура полярлықты инертті газдағы балқымайтын электрод; б — ауыспалы тоқта; *в* — кері полярлықты тұрақты тоқта; А — амперметр; V — вольтметр

Анағұрлым тиімдісі бақыланатын ортадағы камералардағы жалпы қорғаныс. Камералар біршама артық қысымды (0,005... 0,010 МПа) инертті газдарда толтырылады, камерада дәнекерленетін бұйымдар мен дәнекерлеу жабдығы (автомат) орналастырылады. Ауа ортасынан оқшауланған камера ішінде пісіру жүзеге асырылады. Осындай қорғаныш тәсілі әдетте химиялық белсенді металдардан (титан, цирконий, тантал, молибден және басқалары) жасалатын бұйымдарды пісіру кезінде пайдаланылады.

Қорғаныш газдарды қолданумен пісірудің ерекшелігі — жоғары өнімділік, жоғары қорғаныш сапасы, доғаның жануын бақылау процесін бақылау қолжетімділігі, механикаландыру және автоматтандыру жеңілділігі, әртүрлі кеңістік жай-күйінде пісіру мүмкіндігін береді. Қорғаныш газдарын қолдану арқылы пісіру балқымайтын және балқитын электродтардың көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. 15.3 – суретте қорғаныш газдарында доғалы пісірудің әртүрлі нұсқалары үшін арналған посттар сызбасы берілген.

15.2. Бөлшектерді дайындау және қорғаныш газдарда пісіру режимдері

Қорғағыш газды қолданумен бөлшектерді пісіру үшін дайындауға қойылатын талаптар негізінде Флюспен пісіру кезінде қойылатын талаптармен іспеттес. Болаттан жасалатын дәнекерлеу қосылыстарының, сондай-ақ никель және темір-никель негіздеріндегі қорытпалардың жіктерін қорғағыш газдардың көмегімен имектеп дәнекерлеу кезінде қолданылатын элементтердің негізгі түрлері және құрылымдары қалыңдығы 0,5.100 мм металды пісіру кезінде қолданылатын қосылыстардың төрт түрі көзделген МЕМСТ 14771—76 регламенттеледі. Жиектерді дайындау пішініне және пісірілетін бөлшектердің қалыңдығына байланысты жіктер жиектері көмкерілген, жиектері майыстырылмаған, бір немесе екі жақтан бір немесе екі жиекті еңкейту түрінде бір-бірімен қосылады. Жіктерді орындау сипатына қарай олар біржақты немесе екіжақты болуы мүмкін. Біржақты жіктер салмақ түсірумен, сондай-ақ әртүрлі алалы-салмалы және қалатын төсеніштерде орындалуы мүмкін.

Стандартпен қорғаныш газдардың көмегімен пісіру тәсілдерінің мынадай мағыналары белгіленген: ИН — балқымайтын электродтың көмегімен қосымды материалсыз инертті газдарда, ИНп — балқымайтын электродтың көмегімен қосымды материалы бар инертті газдарда, ИП — балқитын электродпен инертті газдарда және оның көмірқышқыл газы мен оттегі қосындыларында.

Қорғаныш газдарда пісіру режимдерінің негізгі параметрлеріне электродтың және электрод сымының диаметрі, пісіру тоғы, доғадағы кернеу, электрод сымын беру жылдамдығы, пісіру жылдамдығы, электродтың шығуы, қорғаныш газдарын шығындау, электродты жік білігін жағалай еңкейту жатады.

Электрод сымының диаметрі пісірілетін металдың қалыңдығы мен жіктің кеңістіктегі жай-күйіне қарай 0,5... 3,0 мм шегінде таңдалады. Сымның диаметрі азайған сайын доғаның жану коэффициенті артады, балқыту тереңдігі мен балқыма қаптаманың коэффициенті артады, сұйық металдың жан-жаққа шашырауы азаяды. Сымның диаметрі артуына қарай тоқтың күші де көбейтілуі қажет.

Пісіру тоғы балқыту тереңдігіне әсер етеді. Пісіру тоғы күшейтілген сайын балқыту тереңдігі де артады. Бұл негізгі металдың жіктегі үлесінің артуына әкеледі. Жіктің ені басында үлкейеді, содан кейін кішірейеді. Пісіру тоғы электродтың диаметріне және пісірілетін металдың қалыңдығына қарай белгіленеді.

Доғадағы кернеу артқан сайын балқыту тереңдігі азаяды, ал жіктің ені үлкейеді. Доғадағы кернеу асыра арттырылған кезде сұйық метал жан-жаққа шашырауы, газ қорғанышының азаюы және балқытылған металда кішкентай тесіктердің пайда болуы мүмкін. Доғадағы кернеу таңдалған пісіру тоғына байланысты белгіленеді.

Электрод сымды беру жылдамдығы пісіру тоғымен байланысты. Оны пісіру процесінде шағын шалыстардың орын алмауы және доғаның үзілмеуі үшін арнайы есеппен белгіленеді, бұл электродты балқытудың тұрақты процесін өткізу үшін қажет.

Пісіру жылдамдығы пісірілетін металдың қалыңдығына байланысты және жіктің дұрыс қалыптастырылуын қамтамасыз ету есебімен белгіленеді. Пісіру жылдамдығы артқан сайын жіктің барлық геометриялық өлшемдері азаяды. Үлкен қалыңдықты металды үлкен жылдамдықта мүмкіндігінше жіңішке білікшелермен пісірген жөн болады. Пісіру жылдамдығы тым үлкен болса, электродтың соңғы жағы қорғаныш зонасынданан шығып кетіп, ауада қышқылдануы мүмкін. Аз жылдамдықпен пісіру пісіру ваннасының тым үлкейіп кетуіне әкеледі және жік металында ұсақ тесіктердің пайда болуына себепші болады.

Электродтың шығысы артуына байланысты доғаның жану тұрақтылығы мен жіктің қалыптасу қасиеті нашарлайды, сондай-ақ сұйық металдың шашырауы артады. Өте аз шығыс пісіру процесін бақылауды қиындатады, газ шүмегінің және тоқ беретін байланыс ұштығының жиі жанып кетуіне әкеледі. Электродтың шығысынан басқа жанарғының шүмегінен пісірілетін металдың бетіне дейін белгілі бір арақашықтықты сақтау қажет, өйткені осы арақашықтық артқан сайын пісіру зонасындан газдарда

Электрод сымының диаметрі, мм	0,5...0,8	1,0... 1,4	1, 6 ..2,0 2,5 ..3,0
Электрод шығысы, мм	7. .10	8... 15	15 ..25 18 ..30
Жанарғы шүмегінен металға дейінгі аралық,	7. .10	8-14	15 . 20 18 . 22
Көмірқышқыл газдарының	5. ..8	8... 16	15 . ..20 20 . 30

қорғау қасиеті төмендейді және ауамен беру кезінде оттегі мен азоттың балқытылған металға түсі қаупі пайда болады. Электродтың шығыс өлшемі, сондай-ақ жанарғының шүмегінен пісірілетін металдың бетіне дейін белгілі бір арақашықтық электродты сымның таңдалған диаметріне қарай белгіленеді. Көмірқышқыл газдарында пісіру кезінде қолданылатын кейбір мағыналар бұдан әрі берілген: *ығындалуы* негізінде электрод сымының таңдалған диаметріне, тоқ күшіне байланысты доғаның жылу қуаттылығына сәйкес айқындалады. Алайда, оған пісіру жылдамдығы, бұйымның конфигурациясы және цехта ауаның, желдің қозғалысының болуы және басқалары да өз әсерін тигізеді. Газдардың қорғаныш қасиетін жақсарту үшін бұл жағдайларда қорғаныш газдарының шығындалуын арттырыға, пісіру жылдамдығын азайтуға, шүмекті металдың бетіне қарай жылжытуға немесе қорғаныш қалқандарын және басқа құрылғыларды пайдалануға тура келеді.

Электродты жік білігін жағалай еңкейту балқыту тереңдігіне және жіктің сапасына өз әсерін тигізеді. Алдыңғы жаққа қараған бұрыш астында пісіру кезінде жіктің пайда болуына бақылау жасау қиынырақ болады, бірақ пісірілетін жиектер жақсырақ көрінеді және электродты басқару кезінде қиындық тумайды. Бұл ретте жіктің ені артады, ал балқыту тереңдігі азаяды. Алдыңғы жаққа қараған бұрыш астында пісіруді тесіп өткен күйіктеспелердің пайда болу қаупіне байланысты жұқа қалыңдықты металда қолдану жөнді болады. Артқы жаққа қараған бұрыш астында пісіру кезінде пісіру зонасындан көзбен шолу мүмкіндігі артады, балқыту тереңдігі үлкейіп, балқытылған металл анағұрлым тығыз болып шығады.

15.3. Балқымайтын электродпен пісіру

Қорғағыш газдарда пісіру кезінде балқымайтын электродтар ретінде вольфрам және графит өзекшелері қолданылуы мүмкін. Негізінде пісіру вольфрам электродының көмегімен жүзеге асырылады. Оның жоғары төзімділігі вольфраммен өзара әрекеттеспейтін қорғаныш газдарын пайдалану кезінде бақыланады. Өндірісте көбінесе торий, лантан, иттрия қоспалары бар электродтар пайдаланылады (9.2 - бөлімшені қараңыз). Негізгі қорғаныш газы аргон болып табылады, ал процес вольфрам

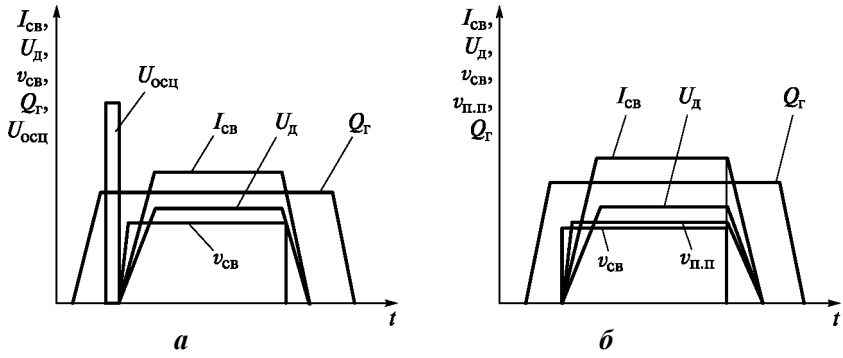
электродты аргондоғалы пісіру деп аталады. Гелийде доғаның жануы анағұрлым жоғары кернеуде жүзеге асырылады (аргондағымен салыстырғанда 1,4 —1,7 рет жоғары). Бұл қуаттандыру үшін бос жүрістің кернеуі артқан күйде мамандандырылған көздердің доғасын қолдануды талап етеді. Осыған орай, гелийдің жеткіліксіздігін есепке ала отырып, осы процесс әлдеқайда сирек қолданылады. Көбінесе гелий аргонға қоспа ретінде пайдаланылады. Аргон-гелий қоспаларын пісіру тоғын көбейтпей, доғаның балқыту қабілетін арттыру қажет болатын жағдайларда жүзеге асырылады. Инертті газдармен бірге вольфрам электродымен пісіру кезінде кейбір белсенді газдар да пайдаланылады, мысалы азот және сутегі немесе олардың аргомен қосылыстары.

Вольфрам электродты аргондоғалы пісіру жергілікті және жалпы қорғаныспен, қосымды сымды берумен және берусіз, тұрақты немесе ауыспалы тоқ берілетін жағдайда жүзеге асырылуы мүмкін. Көптеген металдар тура полярлықты тұрақты тоқ берілген кезде пісіріледі. Алюминий, магний және бериллий ауыспалы тоқ берілген кезде пісіріледі.

Тұрақты тоқ берілген кезде пісіру жағдайында тура полярлықта электродтан термоэлектронды эмиссиялау үшін жақсы жағдайлар, жоғары төзімділік және тоқ күшінің шегі қамтамасыз етіледі. Мысалы, диаметрі 3 мм вольфрам электроды үшін тоқтың шекті күші тура полярлық кезінде шамамен алғанда 240... 280 А құрайды, кері полярлықта — тек 20... 42 А, ал ауыспалы тоқ кезінде — аралық мағына 140.160 А. Тура полярлықтағы доға жеңіл қозып, тоқ тығыздығының кең диапазонында 10.15 кернеуінде жанады. Кері полярлық кезінде доға кернеуі артады, жану тұрақтылығы азаяды, электродтың тұрақтылығы қатты төмендейді, оның жануы және шығындалуы артады. Кері полярлық доғасының осы ерекшеліктері оны пісіру процесінде тікелей қолдану үшін жарамсыз етеді. Алайда, кері полярлық доғасы маңызды технологиялық қасиетке ие: оның пісірілетін металдың бетіне әсері кезінде жоғарғы бетте орналасқан оксид жойылады —металдың беті тазартылады. Бұл құбылыс кері полярлық кезінде металдың беткі қабаты анодтан (электрод) катодқа (бұйым) электр өрісінің әсерінен орын ауыстыратын аргонның ауыр оң иондарымен шабуылданумен түсіндіріледі. Бұл ретте металдың беткі қабатындағы оксид қабаты бұзылады, ал катодтан (бұйымның үстіңгі қабатынан) шығатын электрондар олардың жойылуына себепші болады. Осы беткі қабатта орналасқан оксидтерді жою процесіне катодпен ыдырату (катодтың көмегімен тазарту) процесінің аты берілді. Аталған қасиет беткі қабатында қатты оксид қабаты бар алюминийді, магнийді, бериллийді және олардың қоспаларын пісіру кезінде пайдаланылады. Кері полярлықтың тұрақты тоғы кезінде вольфрам электродының беріктігі төмен болатындықтан,

осы мақсатта ауыспалы тоқ пайдаланылады. Бұл ретте қабықты алып тастау, яғни катодтың көмегімен тазарту пісірілетін бұйым катод болып табылатын жағдайда пісіру тоғының кері полярлығының жартылай кезеңінде жүзеге асырылады. Осылайша, ауыспалы тоқпен вольфрам электродының көмегімен пісіру кезінде электродтың төзімділігі және бұйымның үстінгі қабатындағы оксидтердің бұзылуы қамтамасыз етіледі.

Аргондоғалы пісіру қолмен немесе автоматтандырылған түрде орындалуы мүмкін. 15.4 - суретте әртүрлі пісіру нұсқалары үшін процестер циклограммасы берілген.



15.4 - сурет. Қорғаныш газдармен пісіру процестерінің циклограммалары:
а — вольфрам электродпен; *б* — балқитын электродпен; t — уақыт; $/_{св}$ — пісіру тоғы; $Ц_д$ — доғадағы кернеу; $и_{св}$ — пісіру жылдамдығы; Q_r —газдардың шығындалуы; $и_{пл}$ — сымның беру жылдамдығы; $и_{осц}$ — осциллятордағы кернеу

Қорғаныш газы доға жана бастағанға дейін 10...15 с ішінде беріледі. Доға осциллятордың қысқа мерзімді разрядымен және электрод пен негізгі металды көмір өзекшемен тұйықтаумен қоздырылады. Қолмен пісіру алдыңға жаққа қарайтын бұрышпен еңкейтілетін жанарғының көмегімен жүзеге асырылады, бұйым бетіне еңкейту бұрышы 70.80° құрайды. Қосымды сым бұйымның бетіне 10.15° бұрыш астында пісіру ваннасының алдыңғы жағынан беріледі. Пісіру аяқталғаннан кейін доға кратерді пісіру үшін арналған электродты көтерумен біртіндеп үзіледі. Салқындатылатын металды қорғау үшін газды беру тоқ сөндірілгеннен кейін 10.15 с өткен соң тоқтатылады.

Қалыңдығы 3 мм жоғары шынықтырылған болаттан түйіспе қосылысын вольфрам электродымен қолмен аргондоғалы пісіру режимінің параметрлері мыналардан тұрады: вольфрам электродының диаметрі — 3.4 мм, қосымды сымның диаметрі —

1,6.2,0 мм, пісіру тоғы — 120.160 А, доғадағы кернеу — 12.16 В, аргонның шығындалуы — 6.7 дм^3/мин. Вольфрам электродының көмегімен қолмен аргондоғалы пісіру ең алдымен күрделі пішінді немесе жетуге қиын жерде орналасқан ұзындығы қысқа жіктердің қалыңдығы жіңішке (3 мм дейін) металға дәнекерлеу үшін қолданылады. Жіктері ұзын құрылымдар доғаның қуаттылығы мен вольфрам электродының диаметріне қарай таңдалған қосымды сымды берумен балқымайтын вольфрам электродының көмегімен автоматты пісіру жолымен дайындалады: d_u = (0,5.0,7) 4, где d_u — сымның диаметрі; d-з — электродтың диаметрі. Вольфрам электродының көмегімен пісіру кезінде тіп-тіке құлама вольт-амперлік сипаттамалары бар қуаттандыру көздері пайдаланылады.

15.4. Вольфрам электродымен аргондоғалы пісірудің түрлері

Еркін жанатын доғамен пісіру тәсілдерінің негізгі кемшіліктері олардың төмен өнімділігі болып табылады. Доғаның пісірілетін металға жылумен және күшпен әсер ету қартының арттыру есебімен доғаның балқыту қабілетін күшейтуге негізделген вольфрам электродының көмегімен аргондоғалы пісірудің бірнеше түрлері әзірленді. Осы ерекшеліктерге батырылған доғамен пісіру, қорғаныш ортасындағы қысым жоғары болған кезде флюсті қолданумен, импульстік-доғалы, плазмалы пісіру жатады.

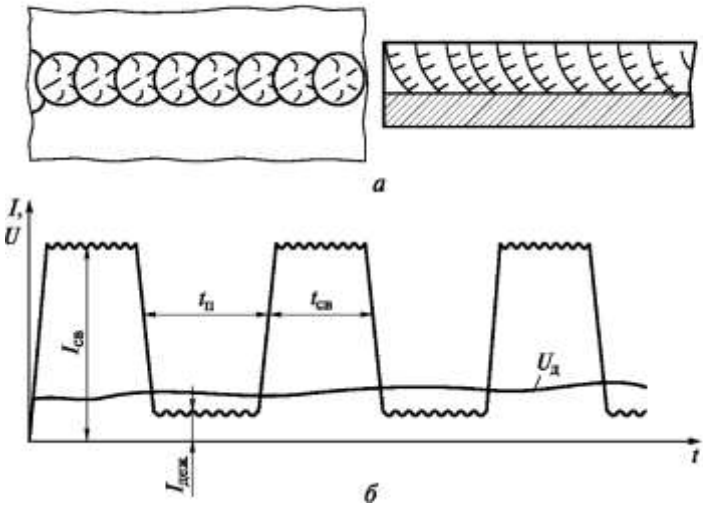
Батырылған доғамен пісіру кезінде электродтың диаметрі мен тоқтың күші артқан сайын доғадағы қысым және металға енгізілетін жылудың көлемі артады. Доға қысымымен сұйық металл электродтың астына ығыстырылады. Доға бұл ретте пісіру доғасына батырылады, ал орнатылған кернеу (доғаның ұзындығы) электродты пісірілетін метал бетінен төмен қарай түсіру жолымен сақталады, балқыту тереңдігі 10.. .12 мм және одан жоғары болады, аргон шығыны 15.20 л/мин құрайды.

Флюсті қолдану арқылы пісіру кезінде пісірілетін жиектер бетіне фтор, хлор және кейбір оксидтердің қосылыстарынан тұратын қалыңдығы жұқа (0,2.0,5 мм) флюс қабатын жағу қыздыру нүктесінде жылу ағынының жинақталу қасиетін арттыруға және доғаның балқыту қасиетінің артуына жағдай жасайды. Бұл ретте жылу энергиясының жоғары концентрациясына байланысты балқыту қасиеті артады және пісіру кезінде энергияның өн бойымен өткізу қабілеті төмендейді.

Қорғаныс ортасындағы қысым жоғары болған кезде доғаның қуаттылығы тоқ күші мен доғаның ұзындығы өзгеріссіз қалғанда, қорғаныс атмосфераның пісіру зонасындана түсірілетін қысымның өсуімен артады. Бұл ретте доға сығымдалады, осыған орай, оның балқыту қабілеті шамамен алғанда 25.60% - ға артады.

Осы тәсілді пісіру ортасы бақыланатын және жалпы қорғаныс қолданылатын камераларда пісіру кезінде пайдалануға болады.

Вольфрам электродының көмегімен импульстік-доғалық пісіру доғаның негізгі және электродты металға жылу және күшпен әсер етуә кезінде шоғырландыру үшін жылу көзі ретінде импульстік доғаны қолдану болып табылады. Қысылған жылу ағыны кезінде доғаның жылуы негізгі металды балқыту үшін тұрақты доғаның көмегімен пісіру кезімен салыстырғанда толығырақ пайдаланылады. Импульстік-доғалы пісіру қолмен және механизацияланған тәсілмен жүзеге асырылуы мүмкін және әртүрлі кеңістік жағдайларында жіңішке парақтық материалдардан қосылыстарды (2.3 мм) орындау үшін қолданылады. Доғада тоқ беру импульсі мен үзіліс жасаудың белгіленген арақатынасқа сәйкес тоқ жүреді (15.5 - сурет). Тұтас жік



15.5 - сурет. Импульстік пісіру кезінде жіктің пайда болуы (а) және тоқтың өзгеруі (б):
$I_{св}$ — импульст кезіндегі пісіру тоғы; $I_{деж}$ — доғаның кезекші тоғы;
$t_{СВ}$ — пісіру уақыты; $t_п$ — үзіліс уақыты; $u_д$ — доғадағы кернеу

белгілі бір жабыны бар жеке нүктелердің балқытудан пайда болады (15.5 - сурет, а). Қайта қозу және доғаның тұрақтылығы қуаттығы аз кезекші доғаның жануымен қамтамасыз етіледі (импульстегі тоқ күшінен 10...15 %). Негізгі пісіру тоғы күші үлкен жеке импульстер түрінде беріледі (15.5 -сурет, б). Тоқ күшімен, кернеу, пісіру жылдамдығымен бірге импульстік-доғалы пісіру параметрлеріне импульстің ұзақтығы (пісіру уақыты) $t_{св}$

және $t_п$ үзілісі, пісіру циклінің ұзақтығы $T = t_{св} + t_п$ және нүктелер қадамы $s = v_{св}(t_{св} + t_п)$ жатады, мұнда $v_{св}$ — пісіру жылдамдығы.

$t_п / t_{св} = G$ арақатынасы режимнің қатаңдығы деп аталады. Импульспен берілген энергия мен цикл ұзақтығы кезіндегі режимнің қатаңдығы доғаның балқыту қабілетімен сипатталады. Импульстік-доғалық пісіру режимінің параметрлерін өзгерте отырып, кең шекте жік металының кристалдануын өзгертуге болады, осылайша, ол дәнекерленген қосылыстардың қасиеттеріне әсер етеді. Вольфрам электродты импульстік доғамен пісірудің технологиялық артықшылығы деформациялану деңгейінің және жіңішке парақты бөлшектердегі күйіктеспелер санын азайтуда, қумабойлы энергияның азаюында. Импульстік-доғалы пісірудің зор мүмкіндіктері модуляцияланған және жоғары жиілікті импульстарды қолдану есебінен қолжетімді болады.

Алюминий қорытпалары үшін ассиметриялы ауыспалы тоқты немесе өлшемдері бойынша полярлықтары әртүрлі балқымайтын электродтың көмегімен пісіру тісілін қолдану тиімді болады. Бұл ретте тура және кері полярлықты тоқтар өлшемі бойынша ерекшеленеді. Бұл кері полярлық тоғының әрекет етуі кезінде пісіру ваннасының қажетті катодтың өңделуін, электродтың қатты қызып кетпеуін қамтамасыз ету және тұрақтылығын, полярлығы тура тоқ импульстарының анағұрлым жоғары мағыналарының әсер етуі есебінен доғаның балқыту қабілетін арттыру мүмкіндігін береді. Пісіру тоғы бұл жағдайда $К_{ас}$ ассиметрия коэффициентімен сипатталады:

$$К_{ас} = I_{n.n.}(I_{n.n.} + I_{o.n.}),$$

мұнда $I_{n.n.}$ және $I_{o.n.}$ — тура және кері полярлықтағы импульстардағы тоқтың мағыналары. Сығымдалған доғамен пісіру әдеттегі вольфрам электродты доғамен пісіруден доғаны жанарғының шүмегі өзегінде плазмақұрушы газ ағынымен сығымдаумен ерекшеленеді. Сығымдалған доғаның негізгі артықшылығы — жану кезіндегі анағұрлым жоғары тұрақтылығы және қыздыру нүктесіндегі қуаттың жоғары концентрациясы ($10^4...10^5$ Вт/см^2).

Сығымдалған доғамен пісіру полярлығы тура ауыспалы немесе тұрақты тоқпен жүзеге асырылады. Доға осциллятордың көмегімен қоздырылады. Тура әрекетпен доғаны қоздыруды жеңілдету үшін электрод пен жандырғы шүмегінің арасындағы жанып тұрған кезекші доға пайдаланылады. Плазмақұрушы доғаны қуаттандыру үшін жұмыс кернеуі 120 В тең немесе одан жоғары пісіру тоғын қуаттандыру көздері талап етіледі.

Сығымдалған доғамен төменгі және тік жай-күйдегі барлық металдарды пісіруге болады. Плазмақұрушы газ ретінде қорғаныш газдары ретінде қолданылуы мүмкін аргон және гелий газдары пайдаланылады, олардың шығындалуы 0,2.1,5 л/мин құрайды. Плазмалы пісірудің өнімділігі жоғары, доға

ұзындығының ауытқуларына сезімталдығы аз. Жиектерді қиғаштаусыз бір ретте қалыңдығы 15 мм дейінгі металды пісіруге болады. Сығымдалған доғамен түйістіру және бұрыштық жіктер дәнекерленеді. Қалыңдығы 2 мм дейінгі металдағы түйістіру қосылыстарын жиектерді көмкерумен пісіруге болады, бөлшектердің қалыңдығы 10 мм асатын жағдайда жиектерді көмкеру ұсынылады. Қажеттігінше, қосымды металды пайдалануға болады.

15.5. Қорғаныш газдарда балқитын электродпен пісіру

Қорғаныш газдарын қолданумен балқитын электродпен пісірудің негізгі түрлері аргондоғалы пісіру және көмірқышқыл газдарында пісіру болып табылады.

Қорғаныш газдарын қолданумен балқитын электродпен пісірудің бірнеше ерекшеліктері бар. Осылайша, доғаның тұрақты жануы өспелі вольт-амперлік статикалық сипаттама кезінде электродта тоқтың тығыздығы жоғары болғанда (100 А/мм^2 және одан жоғары) қамтамасыз етіледі. Пісіру жігі параметрлерінің тұрақтылығы (балқыту тереңдігі және ені) электрод сымы тұрақты жылдамдықпен берілген кезде доғаны өздігінен реттеу процесін жүзеге асыру есебінен қамтамасыз етілетін доға ұзындығының тұрақтылығына байланысты болады, бұл ретте электродтың балқу және оны беру жылдамдығына тең шарттар сақталады. Процес жоғары тығыздықты пісіру тоғы қолданылатын режимдерде жүргізілетіндіктен, әдетте диаметрі кішкентай ($d_n \approx$ 0,8...2,5 мм) және оны беру жылдамдығы жоғары электрод сымы қолданылады. Осы жағдайда өзін өзі реттеу процессі сиппаттамалары төмен түсетін қуаттандыру көздерін пайдалану кезінде қамтамасыз етілмейді, осыған орай, сипаттамалары қатты немесе өспелі вольт-амперлік қуаттандыру көздері қолданылуы мүмкін. Пісіру әдетте полярлығы кері тұрақты тоқпен жүзеге асырылады. Тура полярлық кезінде кері полярлықпен салыстырғанда балқу жылдамдығы 1,4—1,6 есе көп болады, алайда, доғаның қарқынды бүрку кезінде тұрақтылығы азаяды.

Пісіру режимінің негізгі параметрлеріне тоқтың күші, доғадағы кернеу, пісіру жылдамдығы, электрод сымының диаметрі мен беру жылдамдығы, қорғаныш газдарының шынындалуы жатады. Пісіру тоғы электродтың диаметрі мен құрамына байланысты болады, оны электрод сымын беру жылдамдығына сәйкес орнатады. Пісіру жылдамдығы әдетте 15.80 м/сағ құрайды, ол жіктің өнімділігі мен қалыптасу сапасы есебімен таңдалады. Режим параметрлерін таңдау әдетте тәжірибелік кесте деректерінің көмегімен жүзеге асырылады. Жікті қалыптастыру процесін жақсарту үшін пісіру арна

қалыптастырылған мыс төсенішінде немесе негізгі металдан тұратын төсеніш қалдығында жүзеге асырылады. Жіңішке парақты металды пісіру үшін диаметрі 0,5.1,2 мм сым қолданылады. Қалыңдығы 4 мм дейінгі метал жиектері бөлінбеусіз пісіріледі. Екі жақтан пісірген кезде қалыңдығы 12 мм дейінгі металдардың жиектерін бөлшектеусіз пісіруге болады. Қалыңдығы үлкен болғанда жиектерді бөлшектеу қолданылады.

Балқитын электродпен аргондоғалы пісіру негізінде түрлі-түсті металдарды (алюминий, магний, медь, титан және олардың қоспалары) және қосындыланған болатты пісіру үшін қолданылады. Пісіру электроды металды ұсақ тамшылы және ағынды тасымалдау режимдерінде жүргізіледі. Ағынды тасымалдау кезінде балқыту тереңдігі артады. Тамшылы тасымалдау ағындыға көшетін пісіру тоғының сыни мағынасы әрбір металл үшін әртүрлі және сымның диаметріне байланысты болады. Осылайша, болатты пісіру кезінде 1 мм^2 электрод кесіндісінде 60...120 А тоқ тығыздығына сәйкес келеді, алюминийді пісіру кезінде — 70 А. Мысалы, Св-12Х18Н9Т маркалы болаттан жасалған электродты сым үшін доға оргон ортасында жанған кезде әртүрлі диаметрлер үшін сыни тоқтың мынадай мағыналары болады:

Электродың диаметрі, мм	1	2	3
Сыни тоқ, А	190	280	350

Бөлшектерді пісіру кезінде қорғаныш газы ретінде, негізінде аргон мен көмірқышқыл газы немесе оттегі қоспалары (жалпы көлемнен 1...5 %) қолданылады. Белсенді газдарды енгізу доғаның жануын тұрақтандырады, бүріккіш қабілетін төмендетеді. Осымен бірге, қышқылдандырғыш орта жіктің сутекті қуыстылыққа қарсы төзімділігін арттырады.

Доғаның пісіру тоғымен импульстік қуаттандыру кезінде балқыту процесін басқарудың және электрод металын тасымалдаудың қосымша мүмкіндігі пайда болады. Бұл жағдайда импульстық – доғалы пісіру кезінде вольфрам электродымен пісіру кезіндегідей доғаны қуаттандыру қағидаты пайдаланылады. Қуаттылығы кішкентай көзден үлкен мағыналы тоқ импульсі берілген кезде бүркитін электродтағы сұйық металдың тамшыларын құратын доғаны қуаттандырады. Пайда болатын электрдинамикалық күш есебінен тамшыға пісіру ваннасына жіберудің қатаң бағыты қадағаланады, осының көмегімен жан-жаққа шашырауға жол берілмейді және шіктерді әртүрлі кеңістік жай-күйінде пісіру мүмкіндігі қамтамасыз етіледі.

Балқитын электродтың көмегімен аргондоғалы пісіру кезінде вольфрам электродымен пісіруге қарағанда бөлшектерді жинау сапасына анағұрлым қатаң талаптар қойылады. Пісіру алдында пісірілетін бөлшектер мен электрод сымының шеттерін тиянақтап тазарту қажет.

Көмірқышқыл газдарында балқитын электодпен пісіру кезінде пісірудің басқа түрлерімен қанағаттанарлықтай дәнекерленетін көптеген құрыш түрлерін пісіруге болады. Бірінші кезекте диаметрі 0,8...2,0 мм сыммен қалыңдығы 3 мм асатын көміртекті және төменқосындыланған болат пісіріледі. Сондай-ақ осы тәсіл жоғарықосындыланған болаттан жасалған құрылымдарды пісіру кезінде де қолданылады.

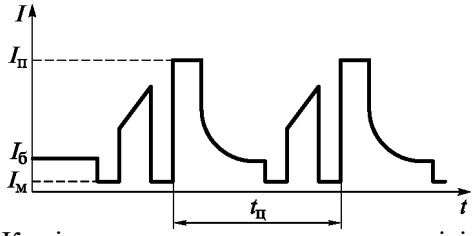
Қорғаныш газдарында пісіруге тән келетін басқа басымдылықтармен бірге көмірқышқыл газдарында жоғары өнімділікпен және төмен құнымен сипаттамалады. Процесс үнемді, қорғаныш газ қоры жеткілікті, жік металының жоғары сапасын қамтамасыз етеді. Анағұрлым өнімді процес ретіндегі көмірқышқыл газдарында механикаландырылған пісіру тәсілі өзінің әмбебаптылығына қарай электродтармен қапталған қолмен доғалы пісіру тәсілімен ойдағыдай бәсекелесе алады. Кемшіліктерге жан-жаққа шашырауды және терең жіктердің пайда болуын жатқызуға болады.

Көмірқышқыл газдарында пісіру кезінде металл тотықтанады және қосындылану элементтері жоғалады, сондықтан олардың пісіру зонасынданда жанып кетуін компенсациялайтын және металдың ваннада тотығуына және ұсақ тестіктердің пайда болуына жол бермейтін ашытқыш (кремний, марганец) элементтер құрамының артуымен электрод сымдарды қолдану қажет. Көмірқышқылды болат үшін негізінде тұтас кесілетін Св-10ГС, Св-08Г2С пісіру сымдары, сондай-ақ толтырғышта кремний және марганец ферроқорытпаларының ұнтақтары болатын ұнтақ сымдар пайдаланылады.

Көмірқышқыл газда автоматты және механикаландырған түрде пісіру кері полярлықты тұрақты токта жүргізіледі. Тұрақты процесс токтың жоғары тығыздығында қамтамасыз етіледі, сондықтан диаметрлері аз сымдар (0,8...2,5 мм) пайдаланылады, ал доғаны қуаттандыру қатты сыртқы сипаттамалары бар көздерден жүзеге асырылады. Доға кернеуі 32...34 В көп болмауы тиіс, доғаның кернеуі мен ұзындығы артқан сайын жан-жаққа шашырау және тотығу деңгейі артады. Әдетте доғадағы кернеу 20...30 В тең болады, пісіру жылдамдығы — 20...80 м/сағ, газдардың шығындалуы — 6...25 л/мин. Мысалы, қалыңдығы 8 мм төмен көміртекті болатты механизацияланған пісіруді диаметрі 2 мм жиектерді бөлшектеусіз бір рет пісірген кезде ток - 260...280, кернеу - 28...30 В, газдардың шығындалуы -16.20 л/мин тең сымның көмегімен жүзеге асыруға болады. Көміртекті газдарда (CO_2) бірге CO_2 + + Ar, CO_2 + O_2 газдарының және басқалардың қорғаныш қоспалары қолданылады. Бұл ретте тамшылық тасымалдау мүмкіндігі артады, жан-жаққа шашырау азаяды, жік жақсы қалыптасады.

Көмірқышқыл газдарында пісіру кезінде тіпті пісіру тоғының жоғары тығыздықтарында электрод металдың ұсақ тамшылы

(бүріккіш) тасымалдануына қол жеткізуге болмайды, пісіру процесінде тамшылар жан-жақты қарқынды шашырайды. Тамшылы тасымалдау сипатын басқару үшін пісіру тоғының модуляцияланған импульстарын қолданумен пісіру процесі әзірленген (15.6 -сурет). Тамшылар «негізгі» деп аталатын тұрақты тоқ кезінде көбейеді. Сұйық ваннаның беткі қабатына тиген кезде пісіру тоғы 5 А деңгейіне дейін тез түсіп кетеді. Бұл ретте тамшының ваннаның бетімен байланысы кезінде аудан артады. Бұдан кейін тамшы мойнын қысу үшін көздегі тоқ ұзындық бойынша көбейтіледі және белгілі бір өлшемге жеткеннен кейін қайтадан 5 А деңгейге дейін түсіріледі. Бұл ретте жалғастырғыштың жарылуынсыз тамшы түрде сұйық металдың бетіндегі керіліс күші есебінен пісіру ваннасына бірсарынды ағып кетеді. Тізбек үзілгеннен кейін доға аралығының өткізгіштігін қалпына келтіру үшін қуаттандыру көзі қайтадан «ең жоғары» тоқты береді, ол белгілі бір уақыттан кейін реттелетін заң бойынша негізгі деңгейге дейін төмендейді, тамшыны тасымалдау циклі қайталанады. Пісірудің әдеттегі түрімен салыстырғанда осындай



15.6 - сурет. Көмірқышқыл газда импульстық пісіру кезінде тоқтың өзгеруі:
$I_п$ — «ең жоғары» тоқ; $I_б$ — «негізгі» тоқ; $I_м$ — ең төменгі тоқ; $I_ц$ — тасымалдау циклі

тасымалдау тәсілін басқару бірнеше артықшылықтар береді: жан-жаққа шашырау дейгейін азайту, қуаттылықты, зақымдануды төмендету, кез келген кеңістік жай-күйінде пісіру мүмкіндігі, жіктің қалыптасу сапасын арттыру. Алайда, микросекундтық уақыт ұсталымын тексеру процесін іске асыру үшін инверторлық қуаттандыру көздерімен және микропроцессорлық цифрлық басқарумен арнаулы пісіру жабдығын қолдану талап етіледі.

Бақылау сұрақтары

1. Қорғаныш газдарды пайдаланумен металды қорғаудың қандай ерекшеліктері және тәсілдері бар?
2. Қорғаныш газдарында пісіру шарттарын айқындайтын режимдердің технологиялық параметрлерін таңдау және бөлшектерді дайындау туралы айтып беріңіз.
3. Қорғаныш газдарда вольфрам электродының көмегімен

пісіру технологияларының ерекшеліктерін сипаттаңыз.

4. Қорғаныш газда вольфрам электродының көмегімен пісірудің қандай түрлері бар?

5. Аргон ортасында балқитын электродпен пісіру процесінің және технологиясының ерекшеліктері туралы айтып беріңіз.

6. Көмірқышқыл газда балқитын электродтың көмегімен пісіру процесінің және технологиясының ерекшеліктері туралы айтып беріңіз.

Аргондоғалы пісіру кезінде тұрақты тоқты балқитын электродта жіңішке бөлшектер үшін қандай полярлықты пайдаланған жөн?

16-тарау

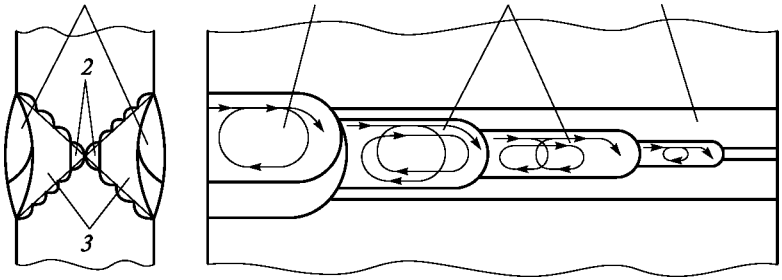
ДОҒАЛЫ МЕХАНИКАЛАНДЫРЫЛҒАН ПІСІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

16.1. Балқитын электродпен механикаландырылған доғалы пісіру технологиясы туралы жалпы мәліметтер

Механикаландырылған пісіруде электрод сымын доғаның жану аймағына беру механикаландырылған тәсілмен орындалады, ал доғаның пісірілетін жиектері бойы қозғалуы қолмен жүргізіледі.

Балқитын электродпен механикаландырылған пісіруді флюспен қорғаушы газда және өзін қорғаушы ұнтақ түріндегі сымда орындауға болады. Қазіргі уақытта флюс астында механикаландырылған пісіруді пайдалану шектелген. Жалпы қойылатын талаптар және орындау технологиясы жалпы алғанда флюс астында автоматталған доғалы пісіру сияқты ұқсас. Көбірек кең қолдануды тапқан соңғы екі нұсқа. Қорғаушы газдарда механикаландырылған пісірумен қиысқан және бұрыш жіктері бар қосындыларды пісіреді. Пісіру электродты сымды берудің тұрақты жылдамдығымен шлангісі бар жартылай автоматтармен орындалады. Доғаның қолданылатын қуат көзі қатаң вольтамперлік сипатқа ие.

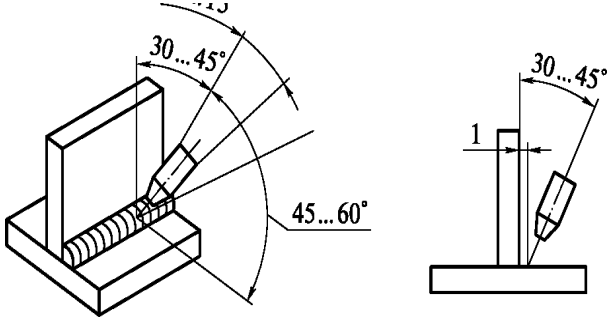
Қиылысқан жіктерді тік электродпен жанарғыны өзіне қарай, солдан оңға және оңнан солға қарай қимылмен орындауға болады. Қалыңдығы 8 мм дейін бұйымды жиектерін бөлмеусіз бір жақты жікпен пісіруге болады, үлкен қалыңдықта – жиектерін бөліп екі жақты жікпен және көпқабатты вариантта пісіріледі. Қиылысқан жерлерді қосуды бір қабатты жікпен орындаған кезде, сонымен қатар, көпқабатты жіктің бірінші қабатын салғанда жанарғыны кері қозғайды – электродтың көлденең теңселуісіз жіктің білігі бойынша ілгерілемелі (16.1-сурет). Келесі пісірілген қабаттарды қойған кезде жанарғыны созылған шиыршық бойынша қозғайды. Соңғы пісірілетін қабаттар жанарғының «жыланша» иір-иір қимылымен орындалады немесе созылған шиыршық бойынша, бірақ теңселудің үлкен амплитудасымен орындалады. Пісіру кезінде жанарғы бір жерде тоқталмауы керек, өйткені кері жағдайда пісіру ваннасының өлшемі біраз үлкейеді, бұл металдың қызып кетуіне әкеледі. Кратерді пісіріп дәнекерлегеннен және дәнекерлеу тоғын айырғаннан кейін ванна металын қышқылданудан қорғау үшін сұйық метал толық қатайғанша қорғаушы газының келуін тоқтатпай жанарғыны кратер үстінде 3...5 с бойы ұстау қажет. Пісіру процесін доғаны созу және жанарғыны бұрып жіберумен аяқтау ұсынылмайды.



16.1-сурет. Көмірқышқыл газда көпқабатты жіктерді жартылай автоматтандырылған пісіру кезінде электродтың қозғалысы:
1 — тұйықтаушы қабаттар; *2* — бірінші қабат; 3 — толықтырушы қабаттар

Қиылысу қосындыларын орындау үшін пісіруді электродты қалай бұрышымен алға, солай артқа еңкейтіп жүргізуге болады. Бірінші жағдайда электродты 10... 30° -қа еңкейтуде балқытылу тереңдігі біраз кішірек, жігі кең болады. Доғаны жік өндеуі бойынша бағыттаған ыңғайлы, бұл жерде едәуір шашырауды азайтуға қол жеткізіледі. Электродты бұрышымен алға еңкейтумен пісіруді тік электродқа қарағанда үлкен жылдамдықта орындауға болады. Бұрышымен артқа пісіруді орындауда жанарғыны 5.15° еңкейту ұсынылады. Бұл жағдайда пісіру тереңдігін біраз үлкейтуге болады, бірақ жіктің ені азаяды. Жікті кеңейту үшін пісіру жік білігіне көлденең электрод теңселуімен орындалады.

Бұрыштағы жіктерді қалай еңкейген, солай да тік электродпен «қайықша» орындауға болады. Еңіс электродпен пісіруде (16.2-сурет) жанарғы жікке көлденең 30...45° бұрышымен қисайтылады. Электродтың бүйір жағын қосылу бұрышына бағыттайды немесе көлденең бөлшектерді 1 мм дейін қашықтықта одан қозғайды. Пісіру процесінде жанарғыны жік білігі бойынша көлденең теңселусіз қайтымды – ілгерілмелі қозғайды. Пісіруді бұйымның



16.2. сурет. Бұрыштағы жіктерді пісіруде жанарғының қалпы

6... 10°-қа көлбеу бұрышымен құлама жүргізілгені дұрыс.

Бұл жіктің қалыптасуын жақсартады, пісіру жылдамдығын көтеруге және металдың шашырауын азайтуға мүмкіндік береді. Бұрыштық жіктерді еңіс электродпен орындауда негізгі қиындық болып көлденең бетте сұйық металдың ағып кетуі болады, бұл тілікшелер мен шалапісірілімге әкелуі мүмкін. Бұған жол бермеу үшін бір өтілімде әдетте катеті 8 мм аспайтын бұрыштық жікті қалыптастырады. «Қайықша» жасалған бұрыштық жіктерді орындауда ерекше қиындық туындамайды. Қорғаушы газдарда механикаландырылған пісіру барысында пісіру қосындыларының жіктерінің негізгі типтері, конструктивтік элементтері және өлшемдері автоматтандырылған пісірудегідей болады (15 тарауды қар.).

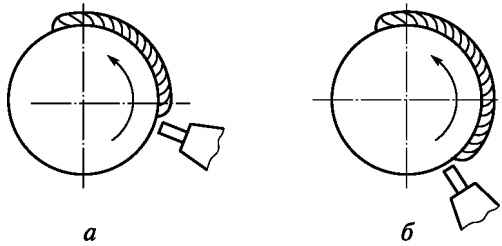
Қорғаушы газдардағы механикаландырылған пісіруді жіктің барлық кеңістік қалпында жүргізуге болады, оның ішінен ең қолайлысы төменгі болып табылады. Жіктің белдігіне көлденең жасалған теңселу қозғалысы талап етілетін жіктің ені, пісірілетін металдың қалыңдығы мен дайындалған жиектердің формаларына байланысты электродқа хабарлайды.

Тік қиылысқан және бұрыштық жіктерді төменнен жоғарға қарай және жоғардан төменге қарай орындауға болады. Жоғардан төменге қарай пісіру жұқа бетті бөлшектерді қосқанда, сонымен қатар, көпқабатты жіктің бірінші қабатын төсегенде қолданылады. Пісіру процесінің басында жік басының жақсы пісірілімін қамтамасыз ету үшін электродты негізгі металға перпендикуляр түрінде орналастырады. Пісіру ваннасы құрылғаннан кейін оны 10.15° көлдеңінен төмен еңкейтеді де ваннаның алдыңғы жағына бағыттайды, бұл жерде оның ағып кетуінің алдын алып, жік түбін балқытуды көбейтіп және жік шеттеріндегі шалапісірілімдер мен сұйық қатпарлары болуына жол бермей орындау қажет. Металдың қалыңдығы 6 мм көп болғанда пісіру төменнен жоғарға қарай бұрышымен алға, солай бұрышымен артқа жүргізіледі. Екінші тәсіл металдың үлкен қалыңдығы болған жағдайда қолданылады. Жік қалыптасуын жақсарту үшін электродқа теңселу қозғалысын хабарлайды. Төменнен жоғарға қарай пісіруде жік түбінің терең пісірілімі қол жеткізеді және оның шеттерінде шалапісірілімдер болмайды.

Көлденең қалпында бөлшек қалыңдығы 3 мм дейін пісіру жиек қиғаштығысыз, құрастыруда азғантай саңылаумен жүргізіледі, бұл жіктердің толық пісірілімдігін және жіктің көп емес дөңгестігін қамтамасыз етеді. Пісіруді электродты еңкейтумен төменнен жоғарға қарай және бұрышымен артқа электродтың көлденең теңселуісіз жүргізеді. Металл қалыңдығы 3 мм артық болғанда жоғарғы беттің жиектерінде қиғаштық жасалады, бұл металдың төменгі жиектеріне ағып кетудің алдын алады.

Төбелік қалпында пісіру тоқтың минималды кернеуі мен

күшінде бұрышымен артқа орындалады. Доғаны және қорғаушы газдың ағынын сұйық металл ваннасына бағыттайды, бұл оның ағып кетуін азайтады. Бұл мақсатқа жету үшін қорғаушы газдың шығынын көбейту қажет. Төбелік қалпында қиылысқан жіктерді жиектерін қиғаштаумен және электродтың көлденең теңселуімен орындайды.



16.3-сурет. Айналмалы жіктерді пісіруде жанарғының орналасуы: *а* — жоғарда; б — жартылай төбелік

Бұрылма айналмалы қиылысқан жіктерді орындау технологиясы көбіне ұзына бойы жіктерді орындау технологиясына ұқсас. Бұл жерде электрод шеңбердің жоғарғы нүктесінен бұйымның айналу бағытына қарсы жоғарда жанына қарай азғана қозғалуымен орналасады. Қалыңдығы 2,5 мм дейін металды пісіру, сонымен қатар, үлкен қалыңдықтағы металдың бірінші қабатын төсеу тік қалпында жүргізу ұсынылады (16.3-сурет). Доғаны және қорғаушы газдың ағынын сұйық металл ваннасына қарай бағыттау керек. Бұл саңылаулардың біраз ауысып кетуі жағдайында да күйіктеспесіз, жіктің кері қалыптасуымен қосылыстың толық балқуына жетуді қамтамасыз етеді.

Жиектерді дайындау және механикаландырылған пісіруге құрастыру, сонымен қатар, электродты сым темірді таңдау негізінде қорғаушы газда автоматтандырылған пісіру тәсіліндегідей жүргізіледі. Барлық жағдайда, қай жерде мүмкін болады, қосылыстарды жинау және пісіруді тұтқышсыз құрылғыда жүргізу ұсынылады. Тұтқыш көмегімен жинауда оларды қосылыстың кері жағынан орнату қажет. Тұтқышты балқымайтын электродпен, қорғаушы газда жұқа сыммен және басқа пісіруге болады. Саңылауға сұйық металл ағып кетпеуі үшін жұқа бөлшектердің қиылысқан қосылыстарын пісіру мыс және керамикалық төсемде жүргізу қажет.

Көмірқышқыл газда механикаландырылған пісіру қорғаушы газда балқитын электродпен механикаландырылған пісіру тәсілдерінің ішінен ең кең таралғаны болып табылады. Қазіргі уақытта бұл тәсіл, аса өнімді тәсіл ретінде қапталған электродпен қолмен доғалы пісіру тәсілімен маневрлік жағынан да бәсекеге түседі. Көмірқышқыл газда механикаландырылған пісірудің технологиялық шарттары мен тәртібі шамамен

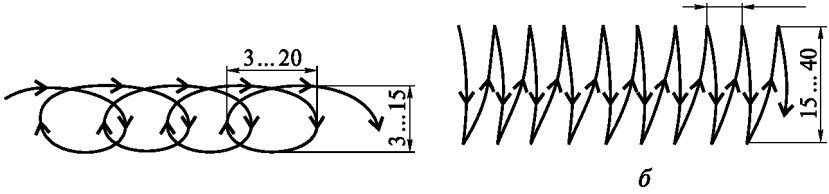
автоматтандырылған пісіру тәсіліндегідей болады (15 тарауды қар.). Күйіктеспелердің болмауын алдын алу үшін механикаландырылған пісіруді автоматтандырылған пісіруге қарағанда тоқтың аздау күшімен орындайды, сол себепті аз жылдамдықпен де орындалады.

16.2. Ұнтақ сыммен механикаландырылған пісіру

Ұнтақты сыммен механикаландырылған пісіру қиылысқан, бұрыштық, таңбалы және айқас қосылыс жиектерін өңдеуімен де, өңдеусіз де орындауға мүмкіндік береді. Бөлшектерді пісіруге дайындау және құрастыру қорғаушы газдарда пісіру сияқты жүргізіледі.

Ұнтақты сыммен пісіру тәртібіне көмірқышқыл газында пісіру тәсіліндегі параметрлер жатады. Ұнтақты сымның диаметрі мен тоқ күшін пісірілетін металдың қалыңдығы, жік қабаттарының қажетті саны және кеңістіктегі қалпына байланысты орнатады. Сымды беру жылдамдығы тоқ күші, доғаның кернеуі, ұнтақты сымның диаметрі мен маркасына тәуелді. Электродтың ұшып шығуы қолданылатын сымның диаметріне тікелей тәуелдікте болады.

Ұнтақты сыммен механикаландырылған пісіру технологиясы тұтас электродты сыммен көмірқышқыл газда механикаландырылған пісіру технологиясына аналогия құрайды. Алайда ұнтақты сыммен пісірудің түрлі маркалары белгілі бір дағдыларды талап етеді. Пісіру қысқа доғамен жасалады, өйткені оның ұзындығын көбейту барысында сұйық металдың шашырауы көбейеді, оның ауадан қорғанысы нашарлайды, сымдағы элементтердің күйіп кету мүмкіндігі артады, ал бұл балқытылған металда тесік пайда болуына әкеледі. Тым аса қысқа доғада оның кернеуі біраз түседі, бұл доғаның жану тұрақтылығын төмендетеді және жіктің нашар қалыптасуына, сонымен қатар, шлакты қосулардың пайда болуына әкеледі. Аса ерекше назарды ұсынбалы электродтың ұшып шығуына салу керек. Оны азайтқанда жанарғының мүштігі қатты шашыратады, оған сымның ерітіліп жабысуы және жікте дефект пайда болуы мүмкін. Сымның ұшып шығуын көбейтуде ол қатты



16.4. сурет. Ұнтақты сыммен пісіруде электродтың тербелмелі қимылдары: *а* — шиыршық бойынша; б — жыланша қызады, бұл уақытынан

бұрын газ жасаушы құрамдастардың күйіп кетуіне және жіктің кеуектілігіне әкеледі. Электродтың тербелмелі қимылдары (16.4-сурет) пісірілетін металдың қалыңдығына тәуелді.

Пісіруді, әдеттегідей, тік электродпен орындайды, алайда оны 15... 20°алға немесе артқа еңкейтуге рұқсат беріледі. Бұрыштық жіктерді жасағанда электродты тік 30...40° бұрышпен орналастырады. Тік қалпында пісіру әдетте жоғардан төмен қарай орындалады, бұл мүмкін болушы күйіктеспелерді болдырмайды. Көпқабатты жіктерді орындауда әр келесі қабатты салғанда алдыңғы қабат мұқият шлактан тазартылады.

Ваннаны қорғауды жақсарту және сымды толтырушы құрамын қысқарту үшін ваннаны көмірқышқыл газбен қосымша қорғаумен ұнтақты сыммен пісірудің біріктірілген процесі қолданылады.

16.3. Өзін-өзі қорғайтын сыммен ашық доғамен механикаландырылған пісіру

Қосымша қорғанысы жоқ тұтас қимамен өздігінен қорғалатын сыммен пісіру монтаждық, және сонымен қатар, көмірқышқыл газда пісіру жасауға келмейтін зауыттық жағдай оқиғаларында қолдану үшін жасақталған. Бұл тәсілдің ерекшелігі кейін оның кристалданып, жік жасайтын жалаң электродтық сым және бұйымның арасындағы жанып жатқан доғаның жылуынан металдың еруінде жатыр. Және бұл жерде ішкі қорғаныс ұнтақты сымдағыдай, ал флюс немесе газбен қосымша қорғаныс жоқ. Бұндай пісіру технологиясында, егер электродты сымның құрамында оттегі мен азотты берік химиялық қосындыларға байланыстыратын, жік металының созымдылығын төмендететін ашытқыш – элементтер жеткілікті мөлшерде болса, жіктер жоғары механикалық сапаларға ие болады.

Бұндай сыммен механикаландырылған пісіру ашық алаңдардағы монтаждық жұмыстарда қаптаулы электродпен қолмен пісіруді толық алмастырады.

Ашық доғамен қарапайым сыммен пісіруде қосындыланған элементтерінің күйіп кетуі және металл жігінің газдармен (оттегі, азот және сутегі) қанықтыруы болады. Өздігінен қорғалатын сыммен пісіруде элементтердің жойылуы электродтық сымдағы күйіп кететін элементтерге қарағанда оттегіге ұқсастығы көбірек көтеріңкі көлемдегі элементтердің есебінде өтеледі. Бұндай элементтерге алюминий, титан, церий, цирконий, лантан және басқа жатады. Олар металдың созымдылығы мен жабысқақтығына аз әсер беруші оттегі мен азотты берік қосуларға байланыстырады.

Ашық доғалы механикаландырылған пісіру үшін арнайы

қосындыланған сымдар (МЕМОСТ 2246—70) қолданылады. Сонымен, өздігінен қорғалатын пісіру сымы Св-20ГСТЮА қалыңдығы 2 мм және одан да көп көміртекті болатты төменгі, тігінен және көлденең қалыптарда пісіруге мүмкіндік береді.

Пісіру сымы Св-16ГСТЮЦА церий және цирконий қоспаларымен көміртекті және марганецтелген болатты барлық кеңістік қалпында пісіруге қызмет етеді. Өздігінен қорғалатын сыммен қабыршақтанған металды, аздап тот басылған және т.б. пісіруге болады. Аталған сыммен балқытылған жік металы механикалық сапалары бойынша Э46 немесе Э50 типті қаптаулы электродтармен пісіруде алынатын жік металына тең бағалы.

Бақылау сұрақтары

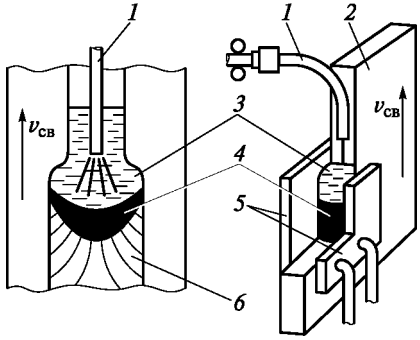
1. Көмірқышқыл газда механикаландырылған пісіруді орындау технологиясын сипаттаңыз.
2. Ұнтақты сыммен механикаландырылған пісіру технологиясы мен ерекшелігі қандай?
3. Ұнтақты сыммен механикаландырылған пісіру технологиясының жетістігі неде?
4. Тұтас қима өздігінен қорғалатын сыммен механикаландырылған пісіру процесінің маңызы мен технологиясы қандай?
5. Көмірқышқыл газда автоматтандырылған және механикаландырылған пісіруде қолданылатын электродтық сым немен айырылады?
6. Көмірқышқыл газда пісіруге арналған автоматта ұнтақты және өздігінен қорғалатын сыммен процесті енгізуге бола ма?

17-тарау

ЭЛЕКТР ҚОЖДЫ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ЖАБДЫҚТАРЫ

17.1. Электр қожды пісіру процесінің ерекшеліктері

Флюс астында автоматтандырылған доғалы пісіруді қолдану саласын кеңейту ынтасы жіктің еріксіз қалыптасуымен тігінен қалпында пісіру тәсілін құру идеясына әкелді. Белгілі көлемдегі пісіру ваннасы пайда болғаннан кейін доғалы пісіру процесі қожды қыздыру процесіне айналуы мүмкін болады. Бұл артықшылықтар қатарын береді, оның ішінде негізгісі – ванна көлемі бойынша жылудың тегіс бөлінуі. Бұл үлкен қалыңдықтағы бөлшектерді пісіруде ерекше маңызды. Электр қожды пісіру тәсілі балқытылған электр жүргізуші флюс (қож) арқылы электр тоғы өтіп, жылу бөлінуіне негізделген. Электр қожды пісіру схемасы 17.1-суретінде көрсетілген. Электрод 1 және негізгі металл деталдары 2 балқытылған қож 3 арқылы электрикалық байланысқан. Қожды ваннадағы жылу есебінен электр тоғын өткенде электрод металы және негізгі металл жиектері қорытылады да пісіру ваннасының 4 түбіне ағады. Пісіру процесінің басында электр доғасын жағады, флюс ерітілген және қожды ванна пайда болғаннан кейін сұйық флюс доғаға құйылып, сөндіреді де доғалы процес доғасыз (электр қожды) процесіне айналады. Пісірілуші деталдар тігінен жиектерін қиғаштаусыз, 20...40 мм саңылаумен құрастырылады. Жікті қалыптастыру және сұйық металл мен қожды ағып кетуден бөгеу үшін қалған пластиналар мен арнайы қалыптастырушы қондырғалар – салқындататын суды жеткізе алатын қимылды және қимылсыз мыс сырғақтар (кристалдандырғыштар) 5 қолданылады. Металл ваннасының төменгі жағында кристалданатын балқытылған металл жікті 6 құрайды.



17.1-сурет. Электр қожды пісіру процесінің схемасы:
1 — электрод; 2 — бөлшек; 3 — сұйық қож; 4 — пісіру ваннасы; 5 — кристалдандырғыш; 6 — жік; $v_{св}$ — пісіру жылдамдығы

Процес автоматтандырылған түрде жүреді.

Электр қожды пісіру процесі келесі ерекшеліктермен сипатталады:

• доғалы қуаттың болмауы, бұл тоқтың үлкен тығыздығында пісіруде сұйық металл мен қождың шашырауына жол бермейді;

• жиектерді дайындау қарапайым, қиғаштық жасауды талап етпейді, бұл металл шығыны мен пісіруге құрастыруды жеңілдетеді;

• бір өтілімде кез келген қалыңдықтағы деталдар пісірілуге болады;

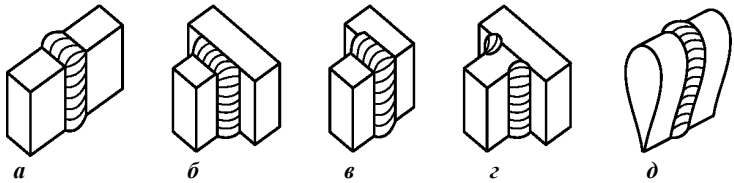
• пісіру ваннасы ұзақ уақыт сұйық қалпында сақталады, сондықтан пайда болатын газдар оның бетіне шығып үлгіреді, бұл тесіктердің пайда болуына жол бермейді;

• пісірілуші деталдар барлық қалыңдығы бойынша тегіс қыздырылады, соның нәтижесінде дәнекерленуші байланыстың бұрыштық деформациялары болмайды;

• пісіру өнімділігі флюс астында көпқабатты автоматтандырылған пісіруден 5-15 рет (металл қалыңдығына байланысты) жоғары;

Электр қожды пісірумен жоғары қысымды қазанның барабандары, қуатты престердің тұғыры, су турбина белдігі, кеме белдігі, ауыр пісірулі – құйылған және пісірулі – қақталған конструкцияларды және т.б. дайындауда пайдаланылады. Ол сонымен жұмыс жасауға арналған беттерді металмен және қоспалармен балқыма қаптаумен қаптағанда қолданылады.

Қолданылатын электрод типіне байланысты электр қожды пісірудің бірнеше тәсілдерін айырады – электродты сыммен, электродты пластинамен, балқитын мүштікпен. Электр қожды пісіру тәсілін таңдау қосылатын элементтердің кесік формасы мен өлшемі және олардың созымдылығымен анықталады. Пісірілетін бөлшектердің қалыңдығына байланысты процесті бір немесе бірнеше электродтармен жүргізеді. Ең кең таралған диаметрі 2,5...3,5 мм құрайтын ***электродты сыммен*** пісіру тәсілі болды. Қалыңдыққа байланысты (500 мм дейін) бір- немесе көп электродты пісіру (жиірек үш электрод) қолданылады. ***Электродты пластинамен*** пісіру жетілген тікбұрышты кесікпен (ені 2 м дейін) шағын ұзындықтағы жіктерді пісіру (1,5 м дейін) үшін пайдаланылады. ***Балқитын мүштікпен*** пісіру сымды және пластиналы электродтармен пісіру тәсілдерін біріктіргендей болады. Сонымен бірге пісірілетін элемент кесігі формасы бойынша орындалған пластиналы электродта саңылау жасайды немесе электродты сымдарды беру үшін трубкаларды оған қосып пісіреді. Пісіру барысында үздіксіз берілетін сымдардың да, қозғалыссыз пластина – мүштіктің де бір уақытылы балқытылуы жүреді. Бұл тәсілмен күрделі қисық сызықты профилдегі жіктерді пісіруге болады. Олардың үш негізгі типтегі қосындылар:



17.2-сурет. Электр қожды пісіруге арналған қосындылар:
а — қиылысқан; б — таңбалы; в — бұрыштық; г — бұрыштық жіктермен; *д* — ауыспалы қалыңдық

қиылысқан, бұрыштық және таңбалы қарастыратын конструктивтік параметрлері мен өлшемдері МЕМСТ 15164—78 анықталады (17.2-сурет). Қиылысқан және бұрыштық қосындылар бөлшектердің 16...800 мм қалыңдығында, ал таңбалы – 16...450 мм қалыңдықта қолданылады.

Үлкен кесіктерді де пісіруге болады. Электр қожды пісіруді қалыңдығы 25 мм жоғары болат, алюминий, титан және олардың қоспалары үшін қолданылады.

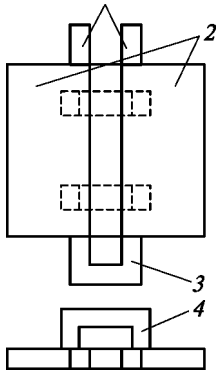
Стандартпен электр қожды пісіру тәсілдерінің келесі белгілері қабылданды: ШЭ – сымды электродпен, ШМ – балқитын мүштікпен, ШП – кесігі пісірілетін элементтер кесігіне көлденең сәйкес келетін электродпен.

17.2. Электр қожды пісіруді орындау технологиясы

Электр қожды пісіруге жиектерді дайындау доғалы пісіруге қарағанда тіптен оңай. Көп жағдайда дайындық бөлшектің бетіне 90° бұрышпен бүйір жағын кесуде тұрады. Жиектерді дайындау үшін әдетте машинамен оттегілі немесе плазмалы – доғалы кесу қолданылады.

Электр қожды пісіруге құрастыруды жүргізу барысында пісірілетін жиектердің арасындағы саңылауды жабатын тұтқыштарды қолдануға болмайды, саңылау пісіру автоматының мүштіктері өту үшін ашық болып тұруы керек. Әдетте құрастыру қиылысатын жіктің сырт жағынан уақытша ерітіп жабыстыратын бекітуші П-тәрізді қапсырмалар көмегімен жүргізіледі. Бұндай қапсырмалардағы ойықтар мыстан жасалған салқындатылған жылжымалар мен бос арбалар еркін жүруі үшін қажет. Кейде, соның ішінде, айналмалы жіктерді орындауда қапсырмалар орнына пісіру аппараттары оларға жақын келген сайын алшақтай беретін пластина түрінде тарақтарды ерітіп жапсырады. Пісіруге арналған бөлшектерді құрастыруда деталдар жиектері арасына пісірілетін металдар қалыңдығына және саңылауға енгізілетін тоқ өткізуші мүштіктердің өлшемдеріне байланысты 1.26 мм шегінде белгілі саңылауларды қалдыру қажет. Біршама үлкен саңылаулар дәнекерленген конструкциялар Осыған орай, есептегіш және құрастырылған саңылау түрлерін айырады. Есептегіш саңылау

құрастырылған саңылаудан балқытылған металдың шамамен отыру көлеміндей кіші болады.



17.3-сурет. Электр қожды пісіруде қиылысқан қосылыстарды құрастыру:
1, 3 — тиісті шығыс және кіріс тақтайшалары;
2 — бөлшектер; *4* — П-тәрізді қапсырма

Есептегіш саңылау бойынша дайын конструкциялар өлшемін анықтайды. Құрастырылған саңылау – онымен бөлшектерді пісіруге құрастырады. Құрастырылатын саңылау көлемін аналогиялық конструкцияларды пісіру тәжірибесі немесе пісірудің бақылау үлгілері негізінде анықтайды.

Электр қожды пісіру тәртібінің негізгі параметрлері – дәнекерлеу тоғы, электродтағы кернеуі пісіру жылдамдығы.

Дәнекерлеу тоғын өзгерту ең үлкен әсерін металл ваннасының тереңдігіне береді. Тоқты көбейтумен ванна тереңдігі есейеді де сызықтыға шақын тәуелдікке ие болады. Ванна енін тоқ күшінің өзгеруі азғана өзгертеді.

Электродтағы кернеуі көп әсерді металл ваннасының тереңдігіне береді. Кернеуі өскен сайын ванна тереңдігі де өседі.

Процес тұрақтылығын сақтау үшін *пісіру жылдамдығын* өзгерту процестің басқа параметрлерін өзгертуді талап етеді, соның ішінде пісіру тоғын. Пісіру тоғын көбейтуде ванна тереңдігін артуы бақыланады. Электр қожды пісіру тәртібінің қосымша параметрлеріне саңылау, электродты беру жылдамдығы, олардың саны, қож ваннасының тереңдігі, флюс құрамы және т.б. жатады. Олардың пісіру ваннасы мен жіктің өлшеміне беретін әсері бәсеңдеу. Процестің тұрақтылығына қож ваннасының тереңдігі үлкен әсерін береді. Жеткіліксіз тереңдікте не ваннаның ішінде, не оның бетінде доғалы разрядтың пайда болуы ықтимал. Қож ваннасының тереңдігі 30...90 мм шегінде ұсталынады. Барлығына жуық төмен көміртекті болат түрлері Св-08ГА немесе Св-10Г2 маркалы электродты сыммен пісіріледі. Пластиналы электродпен пісіруде 09Г2 марганецтелген болаттан пластиналар қолданылады. Пісіру АН-8 немесе ФЦ-7 флюспен жүргізіледі. Қосындыланған болаттар және қоспаларын пісіруде дәнекерлеу материалдарын негізгі материал құрамына сәйкес таңдайды. Пісіру тәртібін әдетте анықтаушы материалдар немесе технологиялық сынау бойынша тәжірибе жолымен орнатады. Доғаны өршіту мен жіктің басында электр доғалы процесті электр қождыға ауыстыру және жіктің соңындағы отырғызу

шұңғылшасын шығару қосылатын элементтерге жабысып пісірілетін технологиялық пластиналарда (шығыс және кіріс тақтайшалар) жүргізеді (17.3- сурет).

17.3. Электр қожды пісіруге арналған жабдықтар

Электр қожды пісіруде қож ваннасы бөлетін және берілген өлшемді пісіру ваннасын қолдау үшін қажетті қуат аралығындағы қуат теңдігі сақталуы керек. Процес тұрақтылығы қатаң вольт – амперлік сипаттамасымен ауыспалы тоқтың қуат көздерін қолдануда қамтамасыз етіледі. Электр қожды пісіруде пісіру аппараттары келесі іс – әрекеттерді орындайды:

- электродты сымды немесе қолданылатын электродты пісіру аймағына оларды балқыту жылдамдығымен беру;
- пісіру аппаратын жік бойы жоғары саңылауды электродты металмен толтыруына қарай пісіру жылдамдығымен қозғау;
- сумен салқындайтын кристалдандырғыштар – жылжымалар көмегімен пісіру жіктерінің бетін еріксіз түрде қалыптастыру;
- пісірілетін жиектердің шет жақтары арасындағы электродтардың қайтымды – ілгерілеме қозғалысын жүзеге асыру;
- пісіру ваннасы деңгейін автоматты түрде реттеу.

Бұл операцияларды орындау үшін электр қожды аппараттары доғалы пісіруге арналған аппараттардан ерекше қожды және металл ваннасын ұстау және жікті еріксіз түрде қалыптастыру, сонымен қатар, металл ваннасы деңгейін автоматты түрде реттеуге арналған қондырғылармен, электродты сымды беру, аппаратты тігінен қозғау үшін т.б. механизмдермен қамтылады. Конструкциясы бойынша ұстау және қозғалу тәсілдеріне байланысты аппараттар рельсті, рельссіз және аспалы типте болады.

Рельсті типті аппараттар жік бойы тігінен орнатылған рельс немесе пісірілетін бұйымда жікке параллель құрап бекітілген бағыттауыштар бойынша қозғалады. Рельстер немесе арнайы бағыттауыштар қозғаушы механизмнің тісті дөңгелегі айналып отыратын тісті тақтайшамен қамтылады. Аппарат бұл ретте төменнен жоғарға қарай қозғалады. Рельс жолы қатты (түзу жіктерді пісіру үшін) немесе иілгіш (қисық сызықты жіктерді пісіру үшін) болуы ықтимал. Рельсті типті аппараттардың орындайтын пісіру жіктерінің максималды ұзындығы салыстырма түрде үлкен емес және рельс пен тісті тақтайшаның ұзындығымен шектеледі. Бұндай типті аппараттарға А-372Р, А-433Р және т.б. аппараттар жатады.

Пісіру процесінде аппараттың қозғалу жылдамдығы мыстан жасалған жылжымаларға қатысты металл ваннаның деңгейіне байланысты автоматты түрде реттеледі. Осы мақсатпен жылжымалардың біреуінде ванна деңгейін бақылау үшін пісіру жылдамдығын автоматты реттеуге арналған қондырғымен

электрикалық байланысқан қуыс бұрғы орналастырылған. Автоматты жұмыс барысында жүйе металл ваннасы деңгейін берілген көлемге қатысты ±2 мм шегінде ұстауды қамтамасыз етеді.

Рельссіз типті аппараттар біркелкі шағын қалыңдықтағы (100 мм дейін) бөлшектерді пісіруде қолданылады. Бұл топта аппараттардың екі түрін айырады: механикалық қысумен және магниттік – қозғалушы.

Механикалық қысумен аппараттарға А-306М, А-340М және т.б. жатады. Олар тура бұйым бойынша қозғалады, онымен еріксіз түрде механикалық жолмен ілінеді де пісіру барысында оның бетін көшіреді. Рельсті типті аппараттарда күрделі механизмдер қатары болмауы оларды қарапайымдырақ көрсетеді. Аппарат пен бұйымның ілінісуі қозғаушы механизм мен бұйым жиектері арасындағы үйкеліс күші есебінде жүзеге асады. Қозғаушы механизм ретінде пісірілетін жиектердің екі жанында орналасқан және жиналған саңылау арқылы өткізіліп, серіппелермен тартылған өз арасында жалпақ тәжілермен байланыстырылған екі арбаша пайдаланылады.

Рельссіз типті аппараттардың ерекше тобын *магниттік – қозғаушы* (жеңіл аспалы) аппараттар құрайды, бұл жерде электродты сым бөлек беру механизмі көмегімен солқылдақ құбыршек бойынша беріледі. Олар қалыңдығы 100 мм дейін бөлшектердің қосындыларын алу үшін арналған. Пісіру бір немесе екі электродпен жүргізіледі. М*агниттік – қозғаушы* аппараттары тік жазықтықта өзара қос иінді немесе эксцентрикалық белдігімен байланған екі немесе бірнеше әрдайым қосулы электр магниттер көмегімен ұсталынады және қозғалады. Белдік айналғанда электр магниттер кезегімен бұйымнан жұлынады да пісіру бағыты бойынша алға қарай аттайды (жылжиды). Рельссіз типті аппараттар, механикалық қысумен де, м*агниттік – қозғаушы да, жіктің үлкен ұзындығында рельс ауыр және қолайсыз болып, оның бұйымға қажетті дәлдігімен бекітілуі қиындау жағдайында қолданылады.*

Аспалы типтегі аппараттарды, әдетте, пісіру қозғалысы үшін механизмдердің болмауы оларды қарапайым және портативті жасайды. Аталған аппараттар құрамына электродты беру механизмі және пісіру тоғын мүштікке жеткізуге арналған қондырғы кіреді. Аспалы типті аппараттарды үш негізгі топқа бөлуге болады. Пластиналы және өзекті электродтармен пісіру аппараттарында сым электродтардың орнына 20 х 250 мм өлшемдегі пластиналарды немесе 30 мм дейін және одан да көп диаметрлі өзектер, сонымен қатар, шаршы пішінді кесікті өзек те пайдаланылады. Бұндай аппараттар кемшіліктерінің бірі пісіру жігінің максималды биіктігі электродтың шекті болатын ұзындығына тәуелді болады. Бұл топқа А-480, А-500 және басқа

аппараттарын жатқызады.

Балқитын мүштікпен пісіруге арналған аппараттарда пісіру тоғы қож ваннасына ішінде қоспалайтын сымы жүргізілген мүштіктің денесі бойы апарылады. Пісіру процесінде мүштік те, сым де балқиды да балқыма металға айналады.

Бұл аппараттар күрделі профилдегі бұйымдар, қиын қолжетімді жіктері бар бұйымдарды пісіруде, жөндеу жұмыстары барысында қолданылады. Бұл топқа А-645, А-741 және басқа аппараттар кіреді.

Айналмалы жіктерді сымды электродтармен орындауға арналған аппараттарда сымды беру механизмі қозғалыссыз түрде орнатылады, ал саңылауды толтырған сайын жай роликті стендтер көмегімен пісірілімдегі бұйым айналады. Бұл аппараттарға А-356, А-401 және басқалары да жатады.

Электр қожды пісіруде қуат көзі ретінде қатаң вольт – амперлік сипаттамамен және бос жүрістің төмендеген кернеуімен пісіру трасформаторлары пайдаланылады. Кең тарауды қалыпты магниттік сейілумен бір фазалық және үш фазалық трансформаторлары алған. Трансформаторлар ерекшелігі болып екінші реттік (жиірек сатылы) кернеуді реттеудің кең диапазоны болып табылады. Қолдану үшін трансформаторлар бір фазалық (ТШС-1000-1, ТШС-3000-1) және үш фазалық (ТШС-600-3, ТШС-1000-3, ТШС-3000-3 және басқа) ұсынылады.

Бақылау сұрақтары

1. Электр қожды пісіру процесі және электр қожды пісірумен қосылысты орындау технологиясының ерекшелігі неде?
2. Электр қожды пісіру тәсілдері мен қолдану аймағын атаңыз.
3. Электр қожды пісіруді орындауға арналған аппараттардың ерекшелігі мен түрлері қандай?
4. Электр қожды пісіру тәртіптерін анықтайтын негізгі параметрлер қандай және олар жіктің қалыптасуына қалай ықпал етеді?
5. Флюспен электр қожды және де автоматтандырылған доғалы пісіруді пайдалануда бөлшектерді құрастыру мен қалыңдығы 50 мм құрайтын металл қосылысын орындау технологиясының қандай айырмашылығы бар?
6. Флюспен электр қожды және автоматтандырылған доғалы пісіру негізінде немен ажыратылады?
7. Электр қожды пісіру доғалы пісіру процесі тобына неге кірмейді?

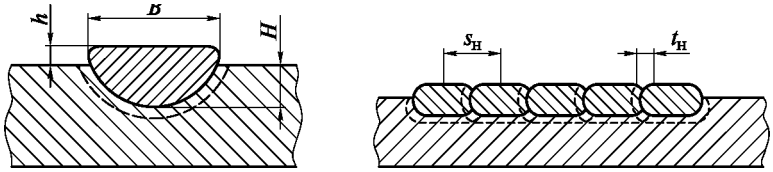
18-тарау

ДОҒАЛЫ БАЛҚЫМА ҚАПТАУ ЖӘНЕ МЕТАЛДЫ КЕСУ

18.1. Балқыма қаптау туралы жалпы мәліметтер

Балқыма қаптау берілген сапалары және геометриялық параметрлері бар қабатты жасақтау үшін балқытылған металды қорытылған металдан жасалған бетке келесі жолда оның кристалданумен жағуды қарастырады. Балқыма қаптау тозығы шыққан бөлшектерді жаңғырту, сонымен қатар, жоғарғы қаттылық, беріктік, ыстыққа төзімділік, қышқылға төзімділік және басқа да сапалары бар жаңа бөлшектерді дайындауда қолданылады. Олар деталды дайындауда қызмет көрсету мерзімін біраз арттыру мен дефицит материалдардың шығынын көп қысқартуға мүмкіндік береді. Балқыма қаптаудың көптеген әдістерін пайдалануда, пісіруде сияқты, қозғалысты пісіру ваннасы пайда болады. Ваннаның бас жағында негізгі металл балқиды да электродты металмен араласады, ал соңғы жағында ерітіндінің кристалдануы мен жік металының пайда болуы жүреді. Қалай балқытып қаптауға құрамы, құрылымы және сапалары бірдей металл қабаттарын бөлшек металымен болса, солай одан біраз айырмашылығы бар метал қабаттарын да болады. Балқытып қаптайтын металды эксплуатациялық талаптар мен пісірімділігін ескерумен таңдайды.

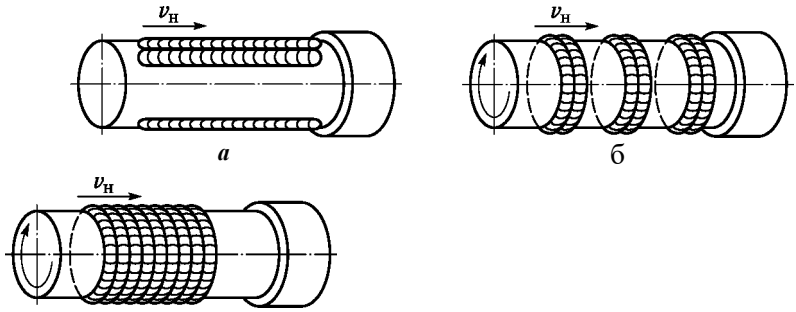
Балқыма қаптауды жалпақ, цилиндрлік, конус пішінді, сфералық және басқа да беттің формаларына бір немесе бірнеше қабатты түрде жүргізуге болады. Балқыма қаптау қабатының қалыңдығы кең ауқымда өзгере алады – милиметр бөлігінен сантиметрлерге дейін. Берілген сапаларымен беткі қабаттарды балқытып қаптауда, әдеттегідей, балқытылған металдың химиялық құрамы негізгі металдың химиялық құрамынан айтарлықтай айырмашылығы бар, сондықтан балқытып қаптауда технологиялық талаптар қатары орындалуы қажет. Бірінші кезекте бұндай талап ретінде балқытылған қабатқа белдіктерді салғанда балқытылатын негізгі металдың минималды қосылуы, сондықтан балқытып қаптау процесінде балқыма қабаттың негізгі металдың минималды ерітіліп қосылуымен алынғаны қажет, себебі кері болған жағдайда балқыма қаптау қабатын қалыптастыруда негізгі металл үлесі өсіп кетеді. Бұл балқытып қапталған металдың құрамына ерітілген қажет емес негізгі металдың қосылуына әкеледі. Әрі қарай балқытып қаптау кезінде тәртіп параметрін, қума қуатты реттеу, электродтың ұшып шығуын асыру, жалпақ электродты лентаны қолдану және басқа



18.1-сурет. Балқыма қаптау қабаттарының схемасы:
B — белдік ені; *h* — балқыма қаптау биіктігі; *H* — еріту тереңдігі; $s_н$— балқытып қаптау қадамы; t_n — белдіктерді жабу

да технологиялық тәсілдер есебінде қол жеткізетін қызулық әсердің минималды зонасы мен минималды кернеу және деформацияларды қамтамасыз ету қажет.

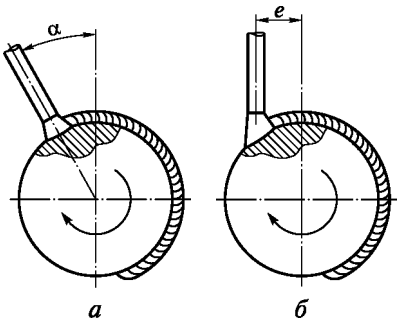
Әртүрлі беттерді балқытып қаптау технологиясы балқытылған қабатты жағудың тәсілдер қатарын қарастырады:



а б

18.2-сурет. Айналу денесін балқытып қаптау:
а — жасаушы бойы; б — шеңбер бойы; в — бұрама сызығы бойы; $v_н$ — балқытып қаптау жылдамдығы

бірін бірі енінен 0,3-0,7-ке жабатын жіп белдіктермен, электрод теңселуі белдік өсі бағытына көлденең болғаннан алынған жалпақ белдіктермен, электродты ленталармен және басқа. Белдіктердің орналасуы олардың өзара бірін бірі жабуын ескерумен балқыту қадамымен сипатталады (18.1-сурет). Дененің қисық сызықты беттерін балқытып қаптауда айналуды үш тәсілмен орындайды (18.2-сурет): айналу денесін жасаушы бойы белдіктерді балқытып қаптаумен, шеңберлер бойы және бұрама сызығы бойы. Жасаушы бойы балқытып қаптау бөлек белдіктермен жазық беттерді балқытып қаптағандай орындалады. Шеңберлер бойы балқытып қаптау да солай олардың бастапқы және соңғы учаскелерінің жасаушы бойы белгілі қадамға орнынан қозғалуымен толық тұйықталғанға дейін бөлек белдіктермен орындалады.



18.3-сурет. Айналып тұрған денені балқытып қаптауда электродтың орнынан қозғалуы:
а — еңіс электродпен; б — тік электродпен; а — көлбеу бұрышы;
е — электродтың орнын ауыстыруы

Бұрама сызығы бойы балқытып қаптауда бөлшек тоқтамастан айналып тұрады, бұл ретте қызу көзі балқытылған қаптаудың қадамына тең болатын қызу көзінің орнынан қозғалуына сәйкес келетін бөлшектің бір айналымы жылдамдығымен орнынан қозғалады. Айналып тұрған денені балқытып қаптауда ерітілген металдың бөлшек айналымы бағытында ағып кету мүмкіндігін ескеру қажет. Бұл жағдайда қыздыру көзін айналым бағытына қарсы жанына қарай ауыстыру жөн, бұл ретте пісіру ваннасының ұзындығы мен бұйымның диаметрін ескеру қажет (18.3- сурет).

Балқытып қаптаудың технологиялық шарттарын таңдау балқытылып қаптайтын материалдың ерекшелігінен шығып жүзеге асырылады. Төмен көміртекті және төмен коқосындыланған болаттан жасалған бөлшектерді балқытып қаптау әдетте бұйымды қыздырусыз жағдайында жүргізіледі. Орта- және жоғары көміртекті, қосындыланған және жоғары коқосындыланған болатты балқытып қаптауда жиі алдын ала қыздыру, сонымен қатар, содан кейін ішкі кернеуді алып тастау мақсатында жылулық өңдеу жүргізіледі. Жиі жылулық өңдеу (босаңдату) қабатты келесі механикалық өңдеуден өткізу алдында қаттылықты төмендету үшін балқытып қаптаудан кейін орындалады. Балқытып қаптауды орындау үшін негізінде доғалы және электр қожды пісіру тәсілдері қолданылады. Балқытып қаптаудың ең оңтайлы тәсіл мен технологиясын таңдауда балқытылып қапталған қабаттың эксплуатациялық жағдайы мен процестің экономикалық тиімділігін ескеру қажет.

18.2. Балқытып қаптаудың тәсілдері мен технологиясы

Флюспен доғалы балқытып қаптау. Металды қыздыру және балқыту пісірудегідей флюспен балқытылған электродпен негізгі металдың арасында жанып тұрған доғаның жылуымен жүзеге асады. Флюспен балқытып қаптау механикаландырылған балқытып қаптаудың негізгі түрлерінің бірі болып табылады. Негізгі артықшылығы процестің үздіксіздігі және жоғары өнімділігі, электродты металдың азғантай шығыны, доғаның ашық сәулеленуінің болмауы. Флюспен балқыма қаптаудың

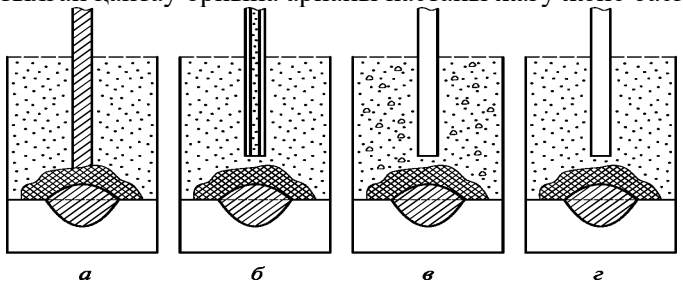
айырма ерекшелігі балқытып қапталған қабаттың сыртқы жақсы түрі (тегіс беті және бір балқытылып қапталған белдіктен екіншісіне бірқалыпты ауысу). Балқытып қаптау процесінде балқытып қапталған металды легирлеудің төрт негізгі тәсілдері болады (18.4 сурет).

1. Қосындыланған сым немесе қарапайым ерітілген флюстерден ленталарды қолдану. Балқытып қаптауға қосындыланған пісіру сымдар, арнайы балқитын сымдар және қосындыланған ленталар, соның ішінде жымдасқан. Балқытып қаптау электродты металл құрамына байланысты таңдалатын АН-20, АН-26 және басқа флюстер астында жүргізіледі.

2. Ұнтақты сымды немесе ұнтақты лентаны және қарапайым балқытылған флюстерді қолдану. Ұнтақты сым (немесе лента) доғада балқиды да біртектес сұйық балқытпа құрайды. Бұл тәсіл қосындыланған қоспалары 50 % дейін жалпы болуымен балқытылған металды алуға мүмкіндік береді. Ұнтақты сым немесе лентаның маркасы балқытылған металдың қажетті типі және оның талап қойылған қаттылығына байланысты таңдалады.

3. Қарапайым төмен көміртекті сым немесе лентаны және қосындыланған балқытылмаған флюстерді (керамикалық) қолдану. Бұл тәсіл балқытылған металға 35 % дейін қосындыланған қоспаларды енгізуге мүмкіндік береді. Балқытып қаптауда ең көп қолданысты алған АНК-18 және АНК-19 керамикалық флюстер, олар балқытылған металдың жақсы қалыптасуын, қож қабатының жеңіл бөлінуін, балқытылған металдың тесік және жарық пайда болуға қарсы жоғары төзімділігін қамтамасыз етеді.

4. Қарапайым төмен көміртекті сым немесе ленталарды және балқытылып қапталған бұйымның бетіне алдын ала қосындыланған материалды төсеумен жай балқытылған флюстерді қолдану. Бұл жерде алдын ала құю немесе дозаланған қосындыланған ұнтақты беру, сонымен қатар, алдын ала шыбықшаларды немесе қосындыланған болат қиықтарын төсеу, балқытылған қаптау орнына арнайы пастаны жағу және басқа.



18.4-сурет. Балқытып қапталған металды легирлеу тәсілдері: *а* — сымды қолданумен; б — ұнтақты сымды қолданумен; в — флюсті қолданумен; г — қоспаларды қолданумен

Барлық жағдайда жағылған қосындыланған материал доғалы балқытылады және балқыма қапталған металға ауысады. Балқытып қаптау және пісіру арасында орындау технологиясында ортақ нәрсе көп болғандығына байланысты балқытып қаптау үшін де сәйкес тәсілді пісірудегідей құралдар қолданылады.

Көміртекті және төмен қосындыланған болатты балқытып қаптау ОСЦ-45, АН-348-А балқытылған флюстермен орындалады. Флюс АН-60 бірқалыпты және жоғарылатылған жылдамдықта төмен көміртекті және төмен қосындыланған болатты бір- және көп электродты балқытып қаптау, сонымен қатар, электродты ленталармен балқытып қаптау үшін жарамды.

Қосындыланған болатты балқытып қаптау төмен кремнийлік балқытылған флюстер АН-22, АН-26 және басқа астында жүргізіледі, ал жоғары қосындыланған хромды – никелдік болаттар және жеңіл қышқылданатын элементтерімен (титан, алюминий) басқа типтегі болаттар – фторидтік флюстер АНФ-1 и АНФ-5 астында жүргізіледі. Көпқабатты балқытып қаптауда балқытылған қаптау қабатында қожды қосылыстар мен шалапісірілімдер болуының алдын алу үшін алдыңғы қабаттардан қожды қабықтарды мұқият тазалап отыру керек.

Қорғауыш газдарда доғалы балқыма қаптау. Қорғаушы газда балқытып қаптау жасау флюсті беріп отыру және қожды қабықты тазалап отыруға мүмкіндік жоқ немесе қиындатылған жағдайда қолданылады. Аталған балқытып қаптау түрінің артықшылығы процесті көрнекі бақылау және оны сериялық пісіру құралдарын пайдалану негізінде кең ауқымда механизациялау және автоматтандыру мүмкіндігі болып табылады. Ол түрлі кеңістік қалпында, ішкі беттерді, терең тесіктерді, ұсақ деталдар мен күрделі формаларды және т.б. балқытып қаптауда қолданылады. Қорғаушы газдарда балқытып қаптау технологиясы флюспен балқытып қаптау технологиясына ұқсас келеді, айырмашылығы тек пісіру зонасын қорғауда флюс емес, газды қорғау қолданылады. Аталған артықшылықтардан басқа бұл металды пісірушіні флюсті салу мен қожды тазарту қажеттілігінен босатады. Металдың шашырауын азайту мақсатында қорғаушы газда балқытып қаптау ең қысқа доғамен жүргізіледі. Жалпақ беттерді балқытып қаптау бөлшектердің өзгеруін болдырмау үшін оны «шашыраңқы» бөлектенген учаскелермен жүргізіледі. Цилиндр пішінді бөлшектерді бұрама сызық бойынша қалай үздіксіз белдікпен, солай электродтың көлденең теңселуімен балқытып қаптауға болады. Қысқа учаскелер ұзына бойы белдіктермен цилиндр пішінді бөлшектердің өсі бойы балқытылады, бірақ бұл жерде деформациялар пайда болуы мүмкін, оларды балқытып қаптау процесінде теңетіп отыру қажет. Бұл үшін әр келесі белдікті балқытып қаптауды балқытылып қапталған белдікке қатысты кері жағынан жүргізу керек. Ішкі цилиндрлі және конус пішінді

беттерді балқытып қаптауда арнайы ұзартылған мүштіктер пайдаланылады.

Балқытып қаптауды көмірқышқыл газда, аргонда, гелий мен азотта жүргізуге болады. Жоғары қосындыланған болаттар, және де алюминий мен магний негізіндегі қоспалар аргон және гелийде балқытылып қапталады. Мысты және кейбір оның қоспаларын балқытып қаптауды оған қатысты өзін бейтарап ұстайтын азотта жүргізуге болады. Көмірқышқылды және қосындыланған болатты балқытып қаптауда арзандау көмірқышқыл газ пайдаланылады. Балқытып қаптауды балқитын электродпен де, балқымайтын электродпен де жүргізуге болады. Балқымайтын вольфрам электроды әдетте аргон мен гелийде балқытып қаптауда қолданылады. Ең көп таралған көмірқышқыл газда балқитын электродпен кері қарама – қарсылықтағы тұрақты тоқпен балқытып қаптау болып табылады. Көмірқышқыл газ балқытылған металды қышқылдандыруын ескеріп, ерітілетін сымға міндетті түрде ашытқыштар (марганец, кремний және басқа) енгізіледі. Балқытып қаптауда қалай тұтас кесікті сым қолданылса, солай ұнтақты сымда да қолданылады. Көмірқышқыл және төмен қосындыланған болаттан бөлшектерді олардың өлшемдерін қалпына келтіру мақсатында балқытып қаптау үшін тұтас кесікті Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-12ГС пісіру сымын, сонымен қатар, ерітілетін Нп-40, Нп-50, Нп-30ХГСА және басқа сымдар пайдаланылады.

Ерекше сапаларымен балқытылған қаптауды алу қажеттілігі болғанда ұнтақты сым қолданылады.

Тәсілдің кемшілігі ретінде көмірқышқыл газда балқытып қаптау процесінде сұйық металдың қатты шашырауы бақыланады, бұл шашырандының мүштікке жабысуына және жанарғы шүмегінің қоқымдануына әкеледі. Бұдан басқа, желдің газ ағынын үрлеп кету мүмкіндігі ашық ауада балқытып қаптауды қиындатады.

Ұнтақты сыммен доғалы балқытып қаптау. Ішкі қорғанысы бар ұнтақты сыммен балқытып қаптау сымның өзегіне қосындыланған компоненттерден басқа қож жасаушы және газ жасаушы материалдарды енгізуге негізделген. Бұндай сыммен балқытып қаптауда флюс және газды қорғанысты қолданудың қажеті жоқ. Қосындыланған элементтер ұнтақты сыммен жікке ауысады, ал газ және қож жасаушы материалдар металға ауадан азот пен оттегінен қорғаныс құрады. Доғада балқытылған қождың жұқа қабығы сұйық металдың тамшыларын жабады да оларды ауадан шектейді. Газ жасаушы материалдың ыдырауы қорғаушы газ ағынын жасайды. Қатқаннан кейін балқытылып қапталған белдіктің бетінде келесі қабаттарды салғанда кетпей қалуы мүмкін болатын жұқа қожды қабық пайда болады. Балқытып қаптауда түрлі өзін өзі қорғайтын ұнтақты сымдар қолданылады. Төмен көміртекті қабаттарды балқытып

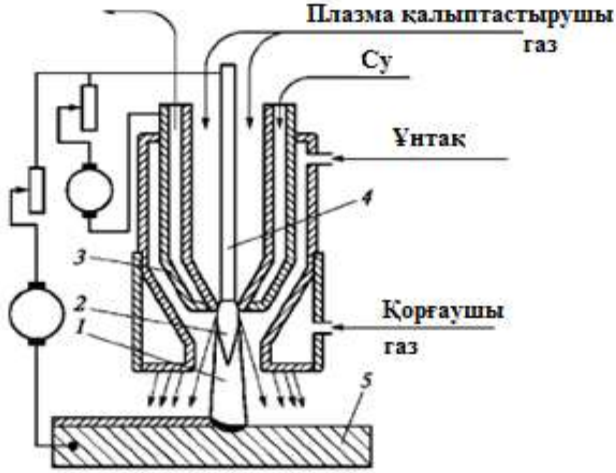
қаптауда ПП-АН3 типті және басқа сымдары пайдаланылады. Ерекше сапалары бар қабаттарды алу үшін арнайы сымдар пайдаланылады. Жоғары қысым мен көтеріңкі температурада жұмыс жасайтын бөлшектерді балқытып қаптауда ПП-3ХВ3Ф-0 ұнтақты сымы қолданылады. Интенсивті түрпі тозуға тартылған бөлшектерді балқытып қаптауды ПП- У15Х12М-0 (марка белгілеудегі О әрпі бұл ұнтақты сымның ашық доғамен балқытып қаптауға арналғанын білдіреді) өзін өзі қорғаушы ұнтақты сыммен жүргізеді.

Өзін өзі қорғайтын ұнтақты сыммен балқытып қаптау технологиясының негізінде көмірқышқыл газда балқытып қаптау технологиясынан ешқандай айырмашылығы жоқ. Ашық доға электродты тура бағыттауға, күрделі формадағы деталды балқытып қаптауда маңызды болатын балқытып қаптау қабатының қалыптасу процесін бақылау мүмкіндігін береді. Бұл тәсілдің артықшылығы флюс астында және қорғаушы газдарда балқытып қаптауда қолданылатын аппаратурамен салыстырғанда онша күрделі емес аппаратура қолдану, сонымен қатар, балқытып қаптау жұмыстарын ашық ауада орындау мүмкіндігі болып табылады; өнімділік флюс астында және қорғаушы газдарда балқытып қаптаумен салыстырғанда артады, балқытылып қапталған металдың өзіндік құны төмендейді.

Плазмалы балқытып қаптау және тозаңдату. Бұл әдістің мәні қоспа және негізгі металды қыздыру қысылған доғамен немесе бөлінген немесе доға бағанымен сәйкес келетін газды плазмамен жүзеге асады. Балқытып қапталатын қабаттың пайда болу механизмі басқа доғалы балқытып қаптау тәсілдеріндегідей болады. Ерітілетін материалдан плазмалық балқытылып қаптауда сым, шыбық және ұнтақ пайдаланылады. Ұнтақты доғаға үрумен плазмалық балқытып қаптау схемасы 18.5- суретінде көрсетілген. Вольфрам электроды 4 ішкі шүмектің 3 арасында доғаны қыздырады. Плазма жасаушы газ одан өткенде қоспа ұнтақты ерітуді қамтамасыз ететін жанама қимылды плазмалы ағынды 1 құрады. Электрод 4 және бөлшектің негізгі металы 5 арасында жанып жатқан тура қимылды доға 2 тура қимылды плазмалы ағынмен сәйкес келеді. Соңғысы ұнтақпен негізгі металдың қосылуын қамтамасыз етіп, бетті қажетті түрде қыздырады. Тура қимылды қысылған доғаның тоқ күші мәнін өзгерте отырып, негізгі металды балқытудың минималды көлеміне жетуге болады. Балқытып қаптаған қабаттың қалыңдығын негізгі металдың 3-тен 30 %-ға дейін қосылумен 0,3...10 мм шегінде өзгертуге болады. Қоспа сыммен плазмалы балқытып қаптауда жанама доға вольфрам электроды мен шүмек арасында, ал тура қимылды доға – вольфрам электроды мен қоспа сым арасында жанады. Бұл доғалардан жылулықты негізгі металл да алады. Тоқ күшін өзгерте отырып, негізгі металл үлесі мен балқытып қаптау өнімділігін реттейді. Балқытып қапталатын бұйым бұл жағдайда

пісіру тізбегіне енгізілмеген.

Қорғаушы газдардан плазмалық балқытып қаптауда қолданылатын аргон, көмірқышқыл газ, аргонмен гелий немесе



18.5-сурет. Доғаға ұнтақты үрлеумен плазмалы балқытып қаптау схемасы:

1 — плазма; 2 — доға; 3 — шүмек; 4 — электрод; 5 — бөлшек

Плазма жасаушы газ, Су, Ұнтақ, Қорғауыш газ

азот және басқа.

Қорғаушы газды таңдау оның балқытып қапталатын және негізгі металға беретін әсері деңгейіне байланысты болады. Плазма жасаушы ретінде аргон, гелий, көмірқышқыл газ, ауа және басқа қолдануға алынады. Балқытылып қаптау процесі тұрақты өтуін қамтамасыз ету үшін жоғарғы температураға дейін бұзылусыз төзуге қабілетті материалдан жасалған балқымайтын электродтарды қолдану қажет. Бұндай талаптарға таза вольфрамнан немесе диоксид торий, оксид лантан және иттрий қоспасымен электродтар сәйкес келеді. Бұл балқытып қаптау түрінің артықшылығы – негізгі металды ерітудің азғантай тереңдігі, жұқа қабатты балқытып қаптауды жасау мүмкіндігі, жоғарғы сапа және балқытып қапталған металдың тегіс беті.

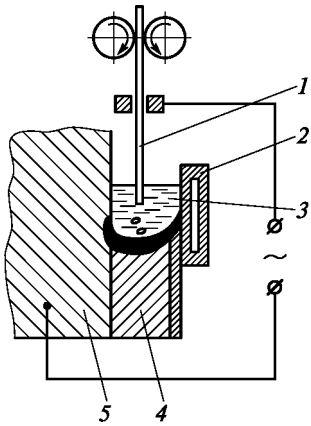
Балқытып қаптаудан басқа плазмалық қыздыру сыртқы беттерді тозаңдату үшін де қолданылады. Тозаңдату процесі балқытып қаптау процесінен ерекшеліктер қатарымен айырылады. Тозаңдату – бұл балқу немесе балқуға жақын температура аумағында қыздырылған, өңделетін бөлшектің ерітілмеген бетіне тозаңдатқыш материалы бөлшектерінен жасалған металл қабаттарын төсеу процесі. Балқытып қаптауда қоспа металл қысылған доғаға берілетін сым немесе ұнтақ түрінде пайдаланылады, бұл жерде ол газ ағынымен қыздырылады да

үлкен жылдамдықпен бұйым бетіне беріледі. Балқытып қапталған қабаттың қалыңдығы миллиметрдің жүзінші бөлігінен онынші бөлігіне дейін өзгертіледі. Үлкен қалыңдықтағы қабаттарды балқытып қаптау әдетте жүргізілмейді, өйткені олар бөлшектің бетінен бөлініп кетуге (қашаулану) бейім болады.

Балқытып қаптауды қалай металдар және қоспалармен жүргізсе, солай түрлі қосындылармен де – оксидтермен, карбидтермен, нитридтермен және т.б. жүргізуге болады.

Технологиялық түрде балқытып қаптаудан ерекшелігі ол доғалы плазма бөлген жанама қыздыру тәсілімен орындалады. Егер балқытып қаптауда қашықтық жанарғы шүмегінен бұйымға дейін 6...25 мм құраса, онда тозаңдату барысында – 50...120 мм және одан да көп болады. Балқытып қапталған қабаттармен салыстырғанда тозаңдатылған қабаттарының тығыздығы аз және тесіктері көп болады және де технологиясы бұзылған жағдайда деталдар бетінен қашауланууға бейім болады. Алайда оларда негізгі металдың қосылуы мүлдем болмайды.

Электр қожды балқытып қаптау. Электр қожды балқытып қаптауда негізгі және қоспа металды еріту үшін оның ішімен өтетін электр тоғымен қыздырылатын қожды ваннасы қызмет етеді. Бұл балқытып қаптау тәсілі, қағидаға сай, балқытып қапталатын қабаттың еріксіз қалыптасуымен үйлесімді. Электр қожды балқытып қаптау процесі мәні (18.6-сурет) балқытылып қапталатын бөлшектің бетімен 5 пайда болатын және кристалдандырғышпен 2 қалыптасатын, сумен салқындататын кеңістікте балқытылған қождың 3 ваннасы құрылады да оған электрод 1 беріледі. Электрод пен бұйым арасында өтіп бара жатқан тоқ қожды ваннасын 2 000°С дейін және одан да көп қыздырады, осының нәтижесінде электродты және негізгі металл ерітіліп, металл ваннасын жасайды. Ол қатқаннан кейін балқытылып қапталатын қабат 4 қалыптасады.



18.6-сурет. Электр қожды балқытып қаптау схемасы:
1 — электрод; 2 — кристаллизатор; 3 — сұйық қож; 4 — балқытып қапталған қабат; 5 — бөлшек

Түрлі беттерді электр қожды балқытып қаптау процесін жүзеге асыру үшін жеткілікті терең қожды ваннасы қажет, оны жасаудың ең жеңілі бөлшектің тігінен немесе еңкейген орналасуында болады. Доғалы балқытып қаптаумен салыстырғанда кемірек әмбебап тәсіл, алайда ол бөлшекке үлкен қалыңдықтағы металл қабатын қаптау қажеттілігі (16 мм көп) бар жағдайында өте тиімді болады. Тоқтың үлкен күші мен үлкен кесікті электродтарды қолдану арқасында жоғары өнімділікке

- бір сағатта 150 кг-ға дейін балқытылған металл- қол жеткізуге болады.

Қоспа металл ретінде пісіру ваннасына көлденең қайтымды - ілгерілемелі қозғалысымен еріту сымы (бір немесе бірнеше), сонымен қатар, электродты ленталар, пластиналар немесе үлкен кесікті өзектер, ал кейде цилиндрлі беттерді балқытып қаптауға пайдаланылатын трубкалар қолданылады. Балқытып қаптауда әдетте АН-8, АН-22 және басқа флюстер қолданылады.

18.3. Металлдарды доғамен кесу

Өндірісте металдарды электр доғамен қарқынды түрде қыздыру әдісі тек пісіру мен балқытып қаптау үшін ғана емес, сонымен қатар металлдарды кесу үшін де пайдаланылады. Пайда болатын кесіктің сипаты мен оның тағайындалуы бойынша металлдарды кесудің екі түрі белгіленеді: бірінші, ол, тесіп тіліп өтетін – ажыратып кесу (табақтан дайындамаларды кесіп алу, жартылай өнімдерді бөлшектерге кесу, пісіруге арнап жиектерді қиғаштап кесу), ал екінші, ол өңделуге тиісті бөлшектердің және дайындамалардың бетінен бір қабат металды шешіп алуға арналған – беттік кесу (бетін жону, жырашықтарды қорыту, ақаулы жерлерді жою және басқа).

Доғамен кесу әдісі бөлшек металлының кесік сызығы доғаның қызуымен балқытылып, бағытталған газдар мен басқа да күштердің ауырлық күші астында ағып кету арқылы жойылумен негізделген.

Ажыратып кесу металлды біртіндеп қорыту немесе оны тесіп балқыту арқылы орындалады. Біріншісі сирек қолданылады, доға табақтың жоғарғы жиегінде оталдырылады, кейін кесік қуысына электродты енгізеді де дүркін-дүркін оны жоғарғы және астынғы жиектерге жылжытып отырады.

Құрамында тотықтырғыш қабілеті күшті немесе көп жылу бөліп шығаратын компоненттерден тұратын заттектермен бүркеулі электродтармен пайдаланған жөн. Тұрақты тоқпен қамтылған көмір немесе графитті электродтармен кесу барысында ең жақсы нәтижелерге қол жеткізуге болады. Тоқ қайнарлары болып пісіру трансформаторлар немесе сыртқы құламалы сипаттамалары бар өндегіштер пайдаланылады. Бөлшектердің бетін өндеу барысында да доғамен кесу әдісі пайдаланылады. Бұл жағдайда, балқытылған металл кесік бетінен еркін ағуы үшін бөлшекті тік немесе кішкене еңкейтіп орнатқан дұрыс. Бұнда жазықтық аясында бөлшекке қарағанда электрод кесік сызығымен сәйкес келетіндей 10...20° бұрышы астында орнатылады. Электродтың жылдамдығын өзгерту арқылы жырашықтың тереңдігі реттеледі. Өте терең жырашықтарды бірнеше рет қорытып өтеді. Пісіру үшін нұсқауланған тоқ күшіне қарағанда, доғамен кесу орындалатын тоқтың күші 1,3 —1,5 есе үлкен.

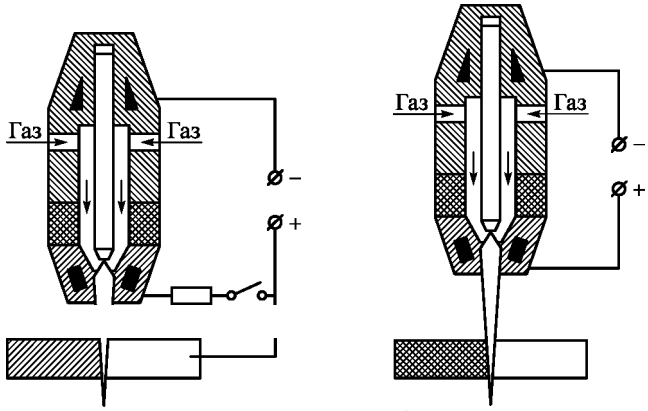
Мысалы, қалыңдығы 6.50 мм төмен көміртекті болат диаметрі 4 мм бүркеулі электродпен 300 А тоқ астында, ал диаметрі 5 мм электродпен — 400 А тоқ астында кесіледі.

Газ доғамен кесу әдісі –доға жалынының қызуы астында металлдың кесік сызығы қорытылады да, балқытылған металл тығыздалған ауамен немесе оттегімен жойылу арқылы орындалады. Егер оттегі пайдаланылатын болса, ол, балқыманың механикалық түрде жойылуын қамтамасыз етіп қана қоймай, кесік сызығындағы болаттың жануын қамтамасыз етеді.

Газ доғамен кесуді ауаның 0,5...0,7 МН/м^2 (5... 7 кг/см^2) көлемді қысымы және шығыны 5,5 · 10^{-3}...11 · 10^{-3} м^3/с (20...40 м^3/сағ) көлем аясындағы кері полярлық тұрақты тоқпен қамтылған доғамен көмер немесе графитті электродтармен жасаған жөн.

18.4. Металды плазмамен кесу

Түрлі түсті металдарды және жоғары шынықтырылған болатты кесу барысында доғамен және газ доғамен кесу әдістері кесіктің жоғары дәрежедегі тазалығын қамтамасыз етпейді, сонымен бірге өнімділігі төмен, ал бағасы жоғары болып шығады, сондықтан ақырғы жылдары алюминий қоспаларын, шынықтырылған және төмен көміртекті болаттарды кесудің сапалығын арттыру мақсатында плазмамен кесу әдісі орын алған. Мұнда өнделетін металл кесік аймағында балқытылып, доғадағы плазма ағынымен жартылай жойылады. Сол ағында кесік қуысындағы металл да жойылады. Плазманың температурасы 30 000°С дейін жетеді, ал оның шілтердің шүмегінен шығу жылдамдығы — 2 000 м/с. Плаз-



18.7-сурет. Кесу үшін плазмалы шілтерлердің схемасы:
а — тура доғамен; *б* — жанама плазмалы ағынмен

мамен кесу миллиметрдің үлестерінен бастап ондықтарға дейінгі қалыңдықтағы металдарды кесу үшін жарамды. Алюминий және оның қоспалары бар, тоттанбайтын болатты және басқа да болатты, және қалыңдығы жоғары қоспалы табақтарды кесу үшін тік ағынды қысылған доғамен, яғни плазмалы шілтер электроды мен кесілетін табақ арасында жанатын доғамен кесуді пайдаланған жөн (18.7, а суреті). Жұқа материалдарды кесу үшін жанама түрдегі плазмалы ағынды схемасы пайдаланылады – доға діңгегінен ағатын плазмамен 18.7, б суреті). Кесу үшін аргон, аргон мен сутек ерітіндісі, сумен ауа аралас ерітінділер мен ауа пайдаланылады..

Қуаттылығы 200 В дейінгі доғалы күшті плазмалы шілтерлермен жұмыс жасау барысында 1 м\мин жылдамдықпен қалыңдығы 150 мм және одан сәл асатын табақтарды, ал қалыңдығы 66 мм дейінгі табақтарды 5 м\мин дейінгі жылдамдықпен кесуге болады. Алюминий қоспаларын, басқа да түсті металдарды және шоғырланған болаттарды плазмамен кесу барысында жоғары сапалы кесіктер (тазалығы мен дәлділігі бойынша) қамтамасыз етіледі, сонымен қатар, басқа кесу әдістеріне қарағанда бұл әдіс үнемділікпен ерекшеленеді. Плазмамен кесудің аса нәтижелігі, қалыңдығы 30 мм дейінгі төмен көміртекті болатты табақтарды өндеу барысында байқалады.

Бақылау сұрақтары

1. Металдарды балқытып қаптаудың маңызы қандай?
2. Металдарды балқытып қаптаудың және оларды пісірудің айырмашылығы неде?
3. Механикаландырылған доғамен балқытып қаптаудың әдістерін атаңыз және оларды сипатта.
4. Флюспен балқытып қаптаудың технологиясы және оның ерекшеліктерін сипаттаңыз.
5. Қорғауыш газдарындағы балқытып қаптау туралы және оның түрлері туралы айтып беріңіз.
6. Электр қожды балқытып қаптаудың ерекшеліктері қандай?
7. Балқытып қаптау мен тозаңдатудың түбегейлі айырмашылығы неде?
8. Металдарды кесу процесінің маңызы және оны орындау әдістері қандай?

ІІІ-БӨЛІМ

ҚҰРЫЛМАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ПІСІРУДІҢ ЖӘНЕ ПІСІРУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ ӨНДІРІСІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

19-тарау

БОЛАТ ПЕН ШОЙЫНДЫ ПІСІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

19.1. Болаттардың жалпы қасиеттері және оларды жіктеу

Пісіру арқылы дайындалатын заманауи машина жасайтын құрылымдарда механикалық және физикалық, технологиялық сипаттары бойынша бірінен бірі ерекшеленетін түрлі материалдар пайдаланылады. Материалдардың қасиеттері тағайындалуы бойынша және құрылымның әрекет ету жағдайларының талаптарына сәйкестігі арқылы белгіленеді. Беріктік шегі $\sigma_в$, аққыштық шегі $\sigma_т$, салыстырмалы ұзару δ, салыстырмалы көлденең тарылу ψ, соққы тұтқырлығы α - сияқты сипаттар материалдың жалпыға міндетті сипаттары болып табылады. Бірақ құрылымдағы материалдың беталысын бағалау барысында, көбінде бұл сипаттарды ғана басшылыққа алу жеткіліксіз. Мысалы, жоғарыдағы аталып өткен сипаттар материалдың діріл жүктемелер барысындағы беталысын, металлдың жоғары немесе төмен температура барысындағы статистикалық жүктемелерге қарсыласуын бейнелемейді, сондықтан металлдың қажуға, соққы беру әсеріне, морт сыну әсеріне (төмен температура барысында аса назар аудару қажет) қарсыласуы туралы, кесік пен қуаттылық концентраттарына сезімталдығы туралы қосымша мәліметтер қажет.

Құрылымдардың металды қажетсінуін және оның салмағын төмендету мақсатында беріктік қасиеттердің абсолюттік көрсеткіштерін ескеріп қана қоймай, олардың металл тығыздығына қатынасын да ескеру қажет – былай дегенде, металдың салыстырмалы беріктік көрсеткіштерін. Осымен, салмағы бойынша ұқсас және бірдей беріктік шегі $\sigma_в$ = 600 Мпа тең титандық қоспадан жасалған құрылымдарға қарағанда беріктік шегі $\sigma_в$ = = 1 570 МПа тең болатты құрылымдар шағын жүктемеге ғана төзе алады.

Құрылмалық материалдар қасиеттерінің маңызды сипаты – созған кезде аққыштық шегінің беріктік шегіне қатысы. Пісіру құрылымдарда пайдаланылатын түрлі материалдар үшін бұндай бөлу нәтижесі 0,5...0,9 шамасында болады. Көбінде болаттар үшін шамасы 0,75...0,80 көлемді, бөлмелік температура барысында

аустенитті-мартенситті болат үшін — 0,9, 500 °С барысында — 0,8.

Температураның көрсеткіштеріне байланысты материалдар созылмалы немесе осал қалыпта болуы мүмкін, бұл жағдай барысында олардың беталысына қатты әсер етеді. Созылмалы қалыпта оның бүлінуі маңызды пластикалық өзгертулерден кейін айқындалады. Осал қалыпта олардың пластикалық өзгеру қасиеттері өте төмен. Бұндай материалмен пайдалану барысында кездей соқ шектен тыс жүктеу астында, энергияның жұмсалуы төмен болғандықтан, олардың лезде бүлінуі мүмкін. Морттылық материалдың үнемі қалпы болып қала бермейді, оның пластикалық қалыптан морттылық қалыпқа ауысуы көптеген факторлардан байланысты – химиялық құрамынан және құрылысынан, температурадан, жүктеу жылдамдықтан, кернеулі күйдің түрінен.

Материалдың соққыға тұтқырлығын анықтаумен оның морттылығына баға беруге болады. Бұл көрсеткіш металлдың бүлінуге қарсыласудың ең маңызды сипаттарының бірі болып есептеледі.

Металды таңдау барысында, көбінде, металдың жоғары температура барысындағы агрессивтік ортада жұмысқа қабілеттілігіне аса назар аударылады. Сонымен қатар, олардың пісіру барысындағы беталысына да назар аударған жөн. Пісірілген құрылымдарда пісіру барысында негізгі металл термиялық, механикалық және химиялық әсерлерге душар болады. Бұл оның химиялық құрамының, құрылысының, механикалық қасиеттерінің, кернеулі күйінің өзгеруіне әкеліп соғады, сондықтан пісірілген құрылымдары үшін металл таңдау барысында тек қана олардың бастапқы қасиеттерін ескере ғана қоймай, пісіру процессінің әрекеті астындағы орын алатын қасиеттермен де санасу қажет. Бұл материалдың пісіруге бейімділігімен сипатталады. Сонымен, технологиялық пісіруге бейімділік сипаты, материалдың маңызды комплексті сипаты болып табылады.

Машина жасау өндірісінде пісірілген бұйымдар үшін құрылмалық материалдар ретінде құрылмалық болаттар, алюминий мен магний негізіндегі жеңіл қорытпалар, титандық қорытпалар, жез бен оның қорытпалары және басқа кеңінен пайдаланылады.

Болат деп құрамында көміртектің үлесі 2 % көлемді темір мен көміртектің қоспаларын атайды. Химиялық құрам бойынша ***көміртекті*** және ***қосындыланған*** болат түрлері айқындалады. Құрылмалық көміртекті болаттарда көміртектердің көлемі 0,06.0,90% құрайды. Көміртек болаттың негізгі шынықтырушы элементі болып табылады және оның механикалық қасиеттері мен пісіруге қабілеттілігін анықтайды. Құрылмалық көміртекті болаттар, оның құрамындағы көміртектің үлесі бойынша төмен

көміртекті (көміртек көлемі 0,25 % төмен) және орташа көміртекті (көміртек көлемі 0,46...0,76 %) болып бөлінеді. Сапалық көрсеткіштер бойынша көміртекті болаттар әдеттегі және сапалы болаттарға бөлінеді. Сапалы болаттардың құрамында зиянды қоспалар (күкірттің, фосфордың) үлесінің төмендеуі болады. Пісірілген құрылымдардағы әдеттегі сападағы төмен көміртекті болат ретінде, беріктік шегі $\sigma_в$ = 380....490 Мпа және салыстырмалы ұзару шегі 5 = 23...26 % ВСт3 болаты пайдаланылады, құрамындағы көміртек көлемі 0,14...0,22 %, марганец көлемі 0,40...0,65%, кремний көлемі 0,12...0,30. Сапалы көміртекті болат ретінде 20 болатын атап өтуге болады, ондағы көміртек көлемі 0,17.0,24%, марганец көлемі 0,35.0,65 %, кремний көлемі 0,17.0,37 %, оның беріктік шегі $\sigma_в$ = 420 Мпа, ал салыстырмалы ұзару шегі 5 = 26 %.

Белгілі бір қалыпқа келтіру үшін арнайы енгізілген элементтері бар болатты қосындыланған болат деп атайды. Қосындыланған құрылмалы болаттағы қоспалаушы элементтерге байланысты, олардың төмендегідей түрлері анықталады:

• төмен қосындыланған, ондағы қоспалаушы элементтердің көлемі 2,5.4,0 % төмен;

• қосындыланған, ондағы қоспалаушы элементтердің көлемі 2.5%, сомаланған құрамы 2,5. 10,0% барысында;

• жоғары қосындыланған, ондағы қоспалаушы элементтердің көлемі 10 % астам.

Тағайындалуы бойынша құрылмалы жоғары берікті, ыстыққа төзімді, коррозияға төзімді қосындыланған болаттар түрлері бар. Болатқа еңгізілетін қоспалаушы элементтерге байланысты марганецті, кремний-марганецті, хромды, хромды-никелді және т.б. болат түрлері анықталады. Құрамындағы көміртектің көлемі бойынша көміртекті болаттар сияқты қосындыланған болаттар төмен-, орташа-, және жоғары қосындыланған болып бөлінеді. Болаттар құрылысы бойынша перлитті, ферритті, аустенитті, мартенситті және аралық дәрежелі болып бөлінеді. Термиялық өңдеу операциясынан кейін болат құрылысының температурасын Ac_3 нүктесіне дейін қыздырып, әрі қарай ауамен салқындату барысында болаттың дәрежесін анықтауға болады.

19.2. Төмен көміртекті және төмен қосындыланған болаттарды пісіру

Бұл топтағы болаттар барлық пісіру түрлерімен жақсы пісірілетін болаттарға жатқызылады. Оларды пісіру барысындағы негізгі талаптар – негізгі металға беріктігі тең қосылысты қамтамасыз ету, ақаулардың жоқ болуы, пісіру жігінің талап етілген нысанда болуы, өнімділік пен үнемділік. Балқытып пісіру барысында бұл талаптар таңдалған үлгілі пісіру материалдарынан, пісіруді орындаудың тәртіптері және оны орындау технологиясына байланысты.

19.1 – кесте

Төмен көміртекті болаттардың химиялық құрамы және механикалық қасиеттер

Болат маркасы	Элементтердің мазмұны, %				$\sigma_в$, МПа	$\sigma_т$, МПа	δ, %
	C	Mn	Si	Өзгелер			
ВСт2кп	0,09 ...0,15	0,25..0,50	0,07	1,0 кем	330...420	210	32
ВСт2сп	0,09 ...0,15	0,25..0,50	0,12...0,30	1,0 кем	340... 440	220	31
ВСт3сп	0,14 ...0,22	0,40..0,65	0,12...0,30	1,0 кем	380... 490	240	25
15Г	0,12 ...0,19	0,7..1,0	0,17...0,37	1,0 кем	420	250	26
20Г	0,17 ..0,24	0,7..1,0	0,17...0,37	1,0 кем	460	280	24

Осы топтағы болаттардан пісірілетін құрылымдарды дайындау үшін 0,25 % көміртек құрамды төмен көміртекті болаттар пайдаланылады. Тағайындалудан байланысты әдеттегі сападағы төмен көміртекті болаттар үш топқа бөлінеді: А, Б, В. Жауапты пісірілген құрылымдар үшін негізінде кепілдендірілген химиялық құрамды және механикалық қасиетті В тобының болаттары пайдаланылады. Төмен көміртекті сапалы болаттардың марганец үлесі қалыпты (10, 15, 20 және басқа) және марганец үлесі жоғары (15Г, 20Г) түрлері бар. Төмен көміртекті болаттардың химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері 19.1 кестесінде көрсетілген. Бұл болаттар доғамен пісірудің барлық әдістерімен жақсы өнделеді. Бірақ олардың механикалық сипаттары төмен және олармен пайдалану барысында құрылымдардың металлды қажетсіну мен салмағы арта түседі.

Болаттың сыбағалы шығысын төмендету үшін беріктік сипаттарын арттыру қажет. Осыған байланысты металлға қоспалауыш элементтері енгізіледі, олар берік ерітінділер мен химиялық қоспалардың пайда болуын қамтамасыз етіп, солай болаттың қасиеттерін нығайта түседі. Бұл жағдай дайындалатын құрылыстардың салмағын төмендетуге ықпал етеді. Қазіргі уақытта қоспалауыш элементтердің көлемі 2,5% дейінгі төмен көміртекті төмен қосындыланған болаттар кеңінен пайдалануда. Олардың негізгі қоспалауыш элементтері, ол марганец, кремний, хром және никель. Болаттың тотығуын төмендету мақсатында оған жез (0,3...0,4%) элементтері еңгізіледі. Бұл болаттардың пісірімділігі өте жақсы. Пісірілетін құрылымдар үшін төмен қосындыланған болаттардың 28 маркасы қарастырылған. Жиі пайдаланылатын төмен қосындыланған болаттардың химиялық құрамы мен механикалық 19.2-кестесінде келтірілген.

Төмен қосындыланған болаттар тобына энергетикалық машина жасау өндірісінде (12МХ, 12Х1МФ, 20ХМФЛ және басқа) пайдаланылатын, құрамындағы қоспалауыш компоненттердің үлесі 4 %-ға дейінгі перлитті дәрежедегі жылыға төзімді болаттар жатады.

450...585 °С температура барысында ыстыққа төзімділік қасиетін арттыру мақсатында болаттарды молибден мен вольфраммен қоспалайды. Бірақ төмен көміртекті болаттарға қарағанда төмен қосындыланған болаттар жылыға әсерленгіштеу, әсіресе қалыңдығы жоғары металлды жеделдетілген режимінде пісіру барысында. Термиялық әсер ету аймағында әдетте қатты қыздырып жіберу жағдайлары, түйірдің өсуі және шыңдау элементтердің пайда болуы мүмкін, бұл суық жарықшақтардың пайда болуына ықпал етеді, сондықтан қоспаланбаған төмен көміртекті болаттарды пісіруге қарағанда, төмен қоспаланған болаттарды пісіру режимін таңдау барысында қатан талаптар қойылады. Суық жарықшақтардың пайда болуын және қызып кетуді азайту үшін пісіру режимі көрсеткіштері қысаң шегімен

19.2-кесте

Төмен қосындыланған болаттардың химиялық құрамы және механикалық қасиеттері

Болаттың маркасы	Элементтердің мазмұны, %				МПа	$\sigma_т$, МПа	δ, %
	C	Mn	Si	Өзгелер			
09 Г2	0,12	1,4...1,8	0,17...0,37	—	450	310	21
14Г2	0,12 ...0,18	1,2... 1,6	0,16...0,37	0,3 Cr	470	340	21
10Г2С1	0,12	1,30... 1,65	0,8... 1,1	—	520	360	21
14ХГС	0,11 ...0,16	0,9...1,3	0,4...0,7	0,5... 0,8 Cr	500	400	22
10ХСНД	0,12	0,5...0,8	0,8... 1,1	0,6 ...0,9 Cr 0,5... 0,8 Ni № 0,4...0,7 Cu	540	450	19
15Г2АФ	0,12 ...0,18	1,5	0,17	0,1...0,15V	600	450	20
12МХ	0,09...0,16	0,4...0,7	0,17...0,37	0,4... 0,8 Cr 0,25 Ni 0,4...0,6 Mo	450	280	31
12Х1МФ	0,08...0,15	0,4...0,7	0,17...0,37	0,9... 1,2 Cr 0,25 Ni 0,25... 0,35 Mo 0,15...0,30 V	540	370	31

шектеледі.

Қолмен доғалы пісіру барысында төмен қосындыланған болатты барлық типтегі бүркемелермен (қышқыл, рутилдік, целлюлозалы және негізгі) бүркеуленген, МР-3, СМ-5, АНО-2, ОЗС-3, УОНИ-13/45 және басқа маркалы, Э38, Э42, Э46 типтегі электродтар пайдаланылады. $\sigma_{в,}$Төмен қосындыланған төмен көміртекті болаттарды негізгі бүркемелермен бүркеуленген УОНИ-13/45, СМ-11, УОНИ-13/55 маркалы Э42, Э50 типті электродтармен пісіреді. Флюспен пісіру үшін әдетте марганецті жоғары шақпақтасты флюстер (ОСЦ-45, АН-348) және Св-08, Св-08А, Св-08ГА маркалы төмен көміртекті пісіру сымдары пайдаланылады (төмен көміртекті болаттар үшін) және Св-08ГА, Св-10Г2, Св-08ХН, Св-08ХМФА (төмен қоспалы болаттар үшін) маркалары пайдаланылады. Қорғау газдарында пісіру үшін көмірқышқыл газы пайдаланылады, сонымен қатар аргон мен оттегі қосылған көмірқышқыл газды қоспалар пайдаланылады. Пісіру сымдары ретінде Св-08ГС, Св-08Г2С маркалы сымдарды, ал тотығуға төзімділікті арттыру Св-08ХГ2С маркалы сымдар пайдаланылады. Жылыға төзімді болаттар пісіру барысындағы термиялық өндеуге әсерленгіш, сондықтан суық жарықтар, тозу процессі, осалдану пайда болады, сонымен қатар пайдалану барысында жырақшаның пайда болу қауібі туындайды. Бұл процесстермен күресудің ең негізгі әдіс, ол аз қоспаланған және көміртек үлесі төмен металлмен пайдалану, 12ХМ, 15ХМ (200...250 °С) маркалы металлдарды пісіру алдында сәл қыздырып алу, 20ХМФ, 15Х1М1Ф (350...450°С) болаттар үшін пісірудің қолайлы режимін таңдау және пісіруден кейін жылулықпен өндеу. Қолмен доғалы пісіруде кері полярлық тұрақты токпен жұмыс жасайтын Э-МХ, Э-ХМФ типтегі фтор-кальций бүркемесі бар бүркеулі электродтар пайдаланылады және пісірілетін болаттардың құрамына кіретін элементтермен қосындыланған пісіру сымдары арқылы көміртекті газ да, флюс та пайдаланылады.

19.3. Қосындыланған және көміртекті шынықтырылатын болаттарды пісіру

Қоспалауыш элементтердің үлесі сомаланғанда 10 % құраса, ондай болаттар қосындыланған және көміртекті шынықтырылатын болаттарға жатады. Олардың беріктік және пластикалық сипаттамалары жоғары, морттылыққа төзімділеу және кей бір арнайы қасиеттерге ие болады. Ондай болаттардың беріктігі 800.2 000 Mna құрайды, сондықтан олар жүктемеге төзімді жауапты құрылымдарда пайдаланылады, мысалы авиациялық техникада, химиялық және энергетикалық машина жасау өндірістерінде және т.б.. Осы топтағы кейбір болаттардың

химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері 19.3. кестесінде көрсетілген. Олар көп компонентті жиынтықталған қоспалаумен сипатталады. Осы топтағы болаттардың көбі перлитті дәрежедегі болаттарға жатады. Бірақ, кейбіреулерінің қоспалауыш құрамы 5% асатын мартенситті немесе ауыспалы дәрежедегіге жатады (30Х2ГСНВМ, 28Х3СНМВФА және басқа).

19.3-кесте

Пісіру құрылымдарына арналған жоғары берікті қосындыланған болаттардың химиялық құрамы және механикалық қасиеттері

Болаттың маркасы	Элементтердің мазмұны, %						$\sigma_в$, МПа	δ, %
	C	Si	Cr	Ni	Өзгелер			
30ХГСА	0,30	1,1	1,2	1,1	0,4	—	1 100	10
30ХГСНА	0,31	1,2	1,2	1,1	1,6	—	1 600	—
38Х2МЮА	0,38	0,5	0,4	1,6	0,4	0,09 Al	—	—
40ХН2МА	0,4	0,65	0,27	0,75	1,45	0,2 Mo	—	—
25Х2СНВФА	0,27	0,65	1,1	1,2	1,1	0,1 V 0,8 W	1400	10
ВЛ1Д	0,3	1,1	1,8	1,7	1,2	0,45 Mo 1,1 W	1600	6

Қосындыланған болаттардың механикалық қасиеттерінің арттырылуы лайықты қоспалау мен қалыпты термиялық өңдеуден байланысты, осымен қоспалаудың оңтайлылығы пайда болады, сондықтан бұндай құралмалы болаттар химиялық құрамымен және термиялық өңделуімен сипатталады. Бұл топтағы болаттар, әдетте, жетілдіруден (кейінгі жоғарғы жасытумен шынықтыру) өткізіледі немесе төменгі жасытумен шынықтырылады. Бұл болаттарға қоспалауыш компоненттер ретінде хром, марганец, кремний, никель, титан және басқа пайдаланылады. Кейбір құрылымдарды жасаған кезде, жоғары температура әсері астында немесе жүктемелердің ұзақ әсері астында болу уақытына материалдың беріктігінің сақталуына да аса назар аударылады. Болаттардың жылуға төзімділіктері арт тыру үшін қыздыру барысында болаттың осалдану температурасын арттыру үшін олардың құрамына молибден, вольфрам, ванадий сияқты қоспалауыш элементтері еңгізіледі. Мысалы, құрамына вольфрам мен ванадий кіретін 25ХНВФА жасытылған болаттың беріктік 850 МПа құрайды, ал 5 = 15 %. 910 °С температурамен шынықтырылған, майға малынып салқындатылған, кейін 350 °С температурамен жасыту барысында беріктік шегі $\sigma_в$ = 1400 МПа құрайды, 5 = 10 %. Беріктігі жоғары болаттың тиімді иілімділігі пайда болады, сонымен қатар қыздыру барысында ол беріктік сипаттарын сақтай алады. 300 °С температурасы

барысында беріктік шегі 90 % тең, ал 500 °С — 50 % бастапқы шегінен.

Пісіруге деген қатынасы бойынша осы шындалатын болаттар тобына құрамындағы көміртек үлесі 0,3...0,6 % тең - 30, 35, 40, 45, 50, 60, 25Г, 35Г, 45Г маркалы қоспаланбаған орта- және жоғары көміртекті болаттар да жатқызады. Пісірілген құрылымдарда, әдетте, жоғары көміртекті болаттар пайдаланылмайды. Оларды пісіру қажеттілігі тек балқытып қаптау мен жөндеу жұмыстарын өткізу барысында ғана қажет етіледі. Беріктігі жоғары қосындыланған болаттардан пісіру түйінін жасау үшін, көбісінде, балқытумен жасалатын әйгілі пісіру әдістері пайдаланылады. Бірақ алдындағы айтып өткен топтағы болаттардан құрылымдарды жасау процессімен салыстырғанда бұл технологиялық процесс ауырлау болып табылады. Бұл материалдар шыныктырылатын болаттар тізіміне кіреді, сондықтан пісірілген байланыста жарықтардың пайда болуына әкелетін осал және иілімділігі төмен аймақтар пайда болады. Бұл болаттарды пісіру барысындағы жалпы сипатты қиыншылықтары:

• Пісіруден кейін суық жарықтардың пайда болуына бейімділігі;

• Ыстық жарықтардың пайда болу қауібі;

• Негізгі металлға қарағанда пісірілген байланыс металының беріксізденуі. Технологияны өндеу барысында бұл жағдайға аса назар аударылу қажет және түйірлер мен қасиеттердің теңесуінің алдын алу мақсатында арнайы шараларды да (пісіру алдында сәл қыздыру, кейінгі термиялық өндеу және т.б.) қарастырған жөн.

Жауапты құрылымдарды жасау үшін, көбісінде, $\sigma_в$ = = 900.1 300 МПа тең беріктігі орташа, перлитті дәрежедегі қосындыланған болаттар пайдаланылады. Олар 25ХГСА, 30ХГСА маркалы және көміртек үлесі төмен немесе жоғары болаттар, және көміртек үлесі өте төмен күрделі қосындыланған болаттар, мысалы 12Х2НВФА, 23Х2НВФА. Беріктік шегі $\sigma_в$ = 1 500.2 000 Мпа тең 30ХГСН2А, 28Х3СНВФА, 30Х2ГСНВМ типтегі беріктіктері жоғары қосындыланған болаттарға қарағанда бұлардың пісіруге бейімдліктері жоғарылау. Қоспалау деңгейі мен болаттағы көміртек үлесіне қарай қанағаттандырарлық, шектеулі және жаман пісірілетін болат түрлері анықталады. Бұл топтағы болаттарды пісіру барысындағы басты қиыншылығы – ол, түйірлер мен жарықтардың пайда болу мүмкіндігі, сондықтан пісірілген байланыстардың сапалығын қамтамасыз ету бойынша негізгі металлургиялық және технологиялық шаралар осы қиыншылықты жоюмен негізделеді.

Статикалық және динамикалық жүктемелер барысындағы кернеулерді шоғырлағыш әсері астында пісірілген байланыстардың сенімді болуы күмәндендіріледі. Қоспалануы жоғары, әсіресе ондағы көміртек үлесі не ғұрлым көп болса, сол ғұрлым айтып өткен қауіп еселене түседі, сондықтан

технологиялық процесстерді мұқият өндеген маңызды, сонымен бірге жобалау мен өндірудің мәдинетін арттыру қажет.

Сапалы пісірілген байланыстарды өндіруді қамтамасыз ету бойынша құрылымдарды жасаудың әр кезеңдерінде лайықты қажетті шаралар талап етіледі.

Пісіру технологиясын құру барысында бастысы пісірілетін материалдың тиімділігіне назар аудару: негізгі және байланыстырылатын металлдардың, қорғау құралдарына. Құрамындағы көміртек пен қоспалауыштар (күкірт, фосфор) үлестері төмен негізгі металл суық және ыстық жарықтардың пайда болуына өте төзімді.

Пісіру жігінің иілімділігін арттыру үшін және жарықтардың пайда болуына төзімділігін арттыру үшін байланыстырылатын металлдағы көміртектің үлесі 0,15 % артық болмау қажет; жіктің қалыптастырылуын байланыстырылатын металлдың иілімділігі есебінен қамтамасыз ету үшін жиектердің өңделуі енділеу етіп жасалған дұрыс. болады. Пісіру жігінің жоғары технологиялық беріктігін қамтамасыз ету үшін қосымды сымдағы қоспалауыш элементтердің үлесі келесі шектелу, %: 0,15 C; 0,5 Si; 1,5 Mn; 1,5 Cr; 2,5 Ni; 0,5 V; 1,0 Mg4; 0,5 Nb. Қорғау құралдары ретінде бүркемелер мен негізгі типтегі флюстермен пайдалану қажет, сонымен қатар инертті газдармен (қосындыланған болаттар үшін). Жарықтардың пайда болуына ықпал беретін пісіретін кернеудің көлемін төмендету үшін құрастыру барысында күрделі түйіндердің пайда болуын, қиылысатын және біріне бірі жақын орналасқан жіктердің шоғырлануын алдын алу қажет.

Пісіру барысында келесі технологиялық шаралар қарастырылу қажет:

• Пісіру үшін мұқият дайындалу және жинақталу, жиектердің жылжыуын шағындату (қалыңдығы 10...15% төмен), сағылауды шағындату, сапалы іліндіру мен жиектерді тазалап өту;

• жік пен термиялық әсерге түскен аймақ үшін талап етілген суу жылдамдығын қамтамасыз ету үшін пісірудің термиялық циклін реттеу. Суу жылдамдығы пісіру режимдерімен (тоқ күші, пісіру жылдамдығы, қума бойлы энергия), арнайы технологиялық әдістерді пайдалану арқылы (ұзын және қысқа учаскелермен пісіру, күйдіретін білікшені қою, блоктармен, каскадпен пісіру және басқа) және алдын ала жасалуы мүмкін, ілеспелі және кейінгі бола алатын қыздырумен пайдалану арқылы реттеледі. Көміртек пен қоспалауыш элементтердің үлесі неғұрлым көп болса, қыздыру температурасы соғұрлым арттырылады;

• пісірілген жіктегі оттегінің үлесін шағындату, өйткені оттегі суық жарықшақтардың пайда болуының ең басты себептерінің бірі болып табылады. Бұған қол жеткізу үшін фторлы-кальций бүркемемен бүркеулі электродтармен пайдалану арқылы және ылғалдылығы төмен негізгі флюстермен және қорғау газдарымен пайдалану қажет; полярлігі кері тұрақты тоқпен пісіру арқылы;

пісірілетін және байланыстырылатын металлдардың және қорғау материалдарының (кептіру, қыздыру) мұқият таңдалып дайындалуы (тазарту, құрғату) арқылы;

• қалдық кернеулер мен ақаулардың алдын алу мақсатында жіктерді орындаудың рационалды ізділігін сақтау.

Пісіру процессінен кейін суық жарықтардың алдын алу үшін қалдық кернеулерді шешу және құрылымның тұрақтандыру мақсатында дереу түрде жоғарғы жасыту процессі қамтамасыз етілу қажет. Пісірілген байланыстың пісіруден кейінгі беріктігін қамтамасыз ету үшін бұйымды толық термиялық өндеуге жібереді, бұнда бұйым шынықтырылады, кейін жоғарғы жасытудан өтеді немесе қалыпқа келтіріледі. Егер бұйымның габариттері және қолдағы жабдықтар оның толық термиялық өнделуден өтуін қамтамасыз етсе, онда металл жігінің химиялық құрамы негізгі металлдың химиялық құрамына жақын болу қажет.

Егер толықтай термиялық өндеуден өткізу мүмкін болмаса, онда толықтай беріктікті(әдетте болаттар үшін $о_в$ = 700...750 МПа) қамтамасыз ету проблемасы пісіру режимдерін арнайы таңдау жасау арқылы және біріктірме сымын арқылы қоспалау арқылы шешіледі. Шынықтырылатын болаттарды пісіру үшін, әдетте келесі пісіру әдістері пайдаланылады: белгіленген беріктік пен пісірілген жіктің химиялық құрамын қамтамасыз ететіндей қол доғалы, флюс астында қорғау газдарының астында, пісіру материалдары пайдаланылатын.

19.4. Жоғары қосындыланған болаттар мен қоспаларды пісіру

10 % артық қоспаланған элементтердің оларда 45 % артық темір болған кездегі жиынтығымен болаттар жоғары қосындыланған болып есептеледі. Егер темір үлесі 45% төмен болса, онда материалдар арнайы қоспалар болып саналады. Бұл топқа ерекше қасиеттері бар болаттар мен қоспалар жатқызылады: бөлмелік және жоғары температура барысында тотығуға қарсы тұрақтығы жоғары, қыздыру барысында жылжымалылыққа бет алмау және басқа. Бұйымдар пайдаланылатын температуралық жағдайлардан байланысты бұл топтағы материалдар қызуға берік және қызуға шыдамды болып бөлінеді.

Қызуға шыдамдылық (отқа берікті) — жоғары температура барысында металлдар мен қоспалардың химиялық әсерлерге шыдамдылығы, сондай-ақ, ауа астында немесе басқа газдалған ортада тотығу. Қызуға беріктік – жоғары температура барысында материалдардың бүлінусіз механикалық жүктемелерге төзу.

Ұқсас талаптарға қоспалануы жоғары дәрежедегі материалдар сәйкес келеді – жоғары қосындыланған болаттар мен арнайы

қоспалар. Қоспалауыш элементтері ретінде хром, никель, марганец, кремний, кобальт, вольфрам, ванадий, молибден, титан, бор және басқа. Пайдаланылады. Жоғары қосындыланған болаттар, химиялық өнеркәсібі үшін жабдықтар өндірісінде, авиацияда, энергетика мен, реактивті техника өндірістерінде пайдаланылатын маңызды конструкциялық материалдар болып табылады.

Бірінші кезекте, энергетикалық және химиялық машина жасау өндірісінде пайдаланылатын жоғары хромдалған болаттарды белгілеп өту қажет. Хроммен қоспалаудың деңгейіне қарай, олар мартенситті, мартенситті-ферритті және ферритті кластарына жатқызылады. Жоғары хромдалған болаттар коррозияға төзімді, қызуға берік және қызуға шыдамды болаттар ретінде пайдаланылады. 19.4 кестеде кеңінен таралған жоғары хромдалған болаттардың химиялық құрамдары мен тағайындалулары көрсетілген. Құрамындағы хром үлесі 13% және одан жоғары болаттар коррозияға төзімді болып есептеледі. Қатарынан ондай болаттар 600 °С дейін қызуға шыдамды және 480 °С дейін қызуға берік болып табылады. Жоғары кернеу мен 650 °С дейінгі температура әсері барысында ұзақ жұмысқа бейімділік қосымша молибденмен, ванадиймен, ниобиймен, бормен қоспалау арқылы мүмкін болады.

Технологиялық процесстерді өндеу барысында хромды болаттар пісіру барысындағы термиялық әсерге өте әсерленгіш болып табылатындығын ескеру қажет. Қызуға берік және қызуға шыдамды материалдар дегеніміз, ол жоғары қоспаланған

19.4-кесте

Пісірілген құрылымдар үшін пайдаланылатын жоғары хромдалған болаттардың химиялық құрамы мен мақсаты

Болаттың маркасы	Элементтердің мазмұны, %					Мақсаты
	C	Mn	Si	Cr	Өзгелер	
08Х13	<0,08	<0,8	<0,8	13	—	Коррозияға төзімді
12Х17	<0,12	<0,8	<0,8	17	—	—
15Х18СЮ	<0,15	<0,8	1,3	18	0,9 Al	1 000 °С дейін қызуға
15Х25Т	<0,15	<0,8	1,0	25	0,7 Ti	1 100°С дейін қызуға
15Х11МФ	<0,19	<0,7	<0,5	11	0,7 Mo	550 °С дейін қызуға берік
15Х12ВНМФ	<0,18	0,7	0,4	12	0,9 W 0,6 Mo	600 °С дейін қызуға берік
					0,3 V 0,6 Ni	800 °С дейін қызуға

аустенитті болаттар мен қоспалар. Оларды қоспалау жүйесі бойынша, құрылымдық класы бойынша, қасиеттері мен қызметтік тағайындалуы бойынша топтастырады. Негізгі қоспалауыш элементтер — хром және никель. Құрамындағы сомаланған темір мен никельдің көлемі 65 % тең материалдар, никель мен темірдің ара қатынастары 1: 1,5 бола тұрып

Темір никельді қоспалар болып табылады, ал никельдің көлемі 55 % тең болса — никельді қоспалар болып табылады. Аустенитті болаттар мен қоспалар температуралардың кең диапазонында жұмыс жасайтын құрылымдар үшін машина жасаудың түрлі салаларында кеңінен таралып пайдаланылатын материалдар болып есептеледі. 19.5-кестеде кей бір кеңінен таралған аустенитті болаттар мен қоспалардың химиялық құрамы көрсетілген. Аустенитті болаттарға коррозияға төзімді хром никельді болаттар жатады, мысалы 08Х18Н10Т болаты. Олардың иілімділігі жоғары және суық қалпында жақсы таңбаланады. Бұл болаттарды пісіру барысындағы ең басты қауіптердің бірі, жырақтарға бейімділігі және пісірілген қосылыстардың кристалитаралық коррозияға бейімділігі болып табылады.

Ыстық жарықтардың пайда болуы, жік металының ірі түйіршікті бағаналы құрылысының пайда болуымен, кристалданған металдың құймалық шөгуімен және қатқылдану барысында айтарлықтай пішіннің өзгеруімен байланысты. Бұл болаттарды пісіру барысындағы пайда болатын ыстық

19.5-кесте

Пісірілетін құрылымдар үшін аустенитті болаттар мен қоспалардың химиялық құрамы, %

Болаттың маркасы	C	Mn	Si	Cr	Ni	Өзгелер
08Х18Н9Т	≤0,08	≤1,5	≤1,0	18	10	—
12Х18Н9Т	<0,12	<2,0	<0,8	19	10	—
СН3	<0,1	0,7	0,7	17	5	—
ХН78Т	<0,12	0,7	0,8	20	≥75	0,25 Ti
ХН38ВТ	<0,12	0,7	0,8	22	37	0,9 Ti <0,5 Al 3,2 W
ВЖ100	<0,1	1,0	0,8	21	28	3,2 Mo 5,4 W
ХН75МБТЮ	<0,1	0,4	0,8	21	72	0,5 Ti 0,6 Al 0,2 Mo
ХН77ТЮ	≤0,06	0,4	0,6	20	73	2,5 Ti 0,8 Al

жарықтармен күресудің негізгі шаралары, ол, екі фазалы пісіру жіктерін қамтамасыз ету (аустенит плюс ферриттің көп емес мөлшері, карбидтер немесе боридтер), осылай құрылыс оңтайлана және түйіршіктер ұсақтала түседі; қышқылданбайтын негізгі электродтық бүркемелермен және фторидты флюстермен пайдалану; пісіру барысында шоғу өзгеруін төмендету үшін пісіру ваннасының және жік ені қарай балқыту тереңдігі көлемдерін азайту (төмендетілген құмабойлы энергиямен пісіру, жиектерді рационалды түрде өңдеу, жіптік тігіс).

Қыздыру әсерінің астында түйіршіктердің шектері бойынша хром карбиттерінің шығу салдарынан, түйіршіктер шектері хромсыз қалады, сондықтан коррозияға төзімділік шегі төмендеу себебінен құрамындағы хром көлемі жоғары барлық класстағы жоғары қосындыланған болаттар кристалитаралық коррозияға ұшырауы мүмкін. Аустенитті және аустенитті-феритті кластағы хром никельді болаттарын 500...850°С температураға дейін қыздыру барысында, мартенситті, мартенситті- феритті және феритті кластағы жоғары хромды болаттарды 950 °С-ден жоғары температураға дейін қыздыру барысында кристалитаралық коррозияға ұшырау қауыпы туындайды.

Кристалитаралық коррозияның себептерін талдай отырып, негізгі алдын аларлық шаралар, ол, хром карбидтердің пайда болмауына және түйіршік шектері бойынша ағуларын болдырмауға бағытталған. Осы мақсатта негізгі және байланыстырылатын металлдағы көміртек көлеміне шектеу қойылады (металлда көміртек көлемі 0,02.0,05% болса кристалитаралық коррозияның пайда болу мүмкіндігі жойылады); болат, оның құрамындағы көміртекпен белсенді түрде әрекеттесетін және хром карбидтерінің пайда болуына жол бермейтін титанмен, ниобиймен, танталмен, циркониймен, ванадиймен қоспаланады; негізгі металл мен сымды қосымша хроммен, кремниймен, күміспен, молибденмен, бормен қоспалау арқылы хром никельды (феррит үлесі 20.25 %-ға дейін) болаттың екі фазалығы қамтамасыз етіледі; түйіршік шектеріндегі және құрамындағы хромның үлесін тегістеу мақсатында қалыптандыратын термиялық өңдеу, пісіруден кейін шындау процесстері; технологиялық шарала — шағын жылу пайдаланылған пісіру, қосымша суыту шараларын қолдану, шашырауды азайту, соққылардың, жапырылудың алдын алу және т.б. Никельдің үнемделуін қамтамасыз ету мақсатында бұл болаттардың орнына технологиялық сипаттамалары ұқсас жаңа болаттар пайдаланылады (Х13М4У, Х17Г19АН4 және басқа). Бұл материалдардан 500 °С дейінгі температурада жұмыс жасай алатын құрылымдар жасалады. Қазір ауыспалы аустинитті-мартенситті кластағы болаттар (08Х15Н5Д2Т, 08Х15Н9Ю, 08Х17Н5Ю және басқа) пайдаланысқа жиірек енгізілуде . Бұл болаттар ескіруші типті, олардың құрамына қосымша күміс пен

молибден енгізіледі. Термиялық өндеу режимін өзгерте отырып осы болаттардың механикалық қасиеттерін өзгертуге болаты ($\sigma_в$ —900-ден 1 700 Мпа дейін және $\sigma_т$ —360-тан 1 500 Мпа дейін). Бағанасы 1,5 есе жоғарылатылған температура барысында салыстырмалы беріктік пен иілімділік бойынша берікті қалыптағы ауыспалы типтегі болаттар басқа болаттардан еселене түседі.

Қызуға берік материалдар, өз алдына пісіру түйірінің тағайындалуы мен қолдану жағдайларынан байланысты екі топқа бөлінеді. Бірінші топқа жоғары температура барысында үлкен күшті жүктемелерсіз жұмыс жасайтын түйірлерді жасауға арналған материалдар жатады. Жиі ол табақты құрылымдар, оларды дайындау үшін көбісінде ХН78Т, ВЖ100, ХН75МБТЮ, ХН38ВТ және басқа болаттар пайдаланылады. Бұл материалдар 900 °С температура барысында ұзақ уақыт (100 сағ) $\sigma_в$ = 15...75 Мпа сақталады. Олардан жасалған құрылымдар 900... 1150 °С температура барысында газдалған орталарда жақсы қызмет атқарады. Бұл материалдар жақсы таңбаланады да, пісіріледі, сонымен қатар пісіруден кейін термиялық өндеуді талап етпейді. Олар жоғары қызуға төзімділігімен ерекшеленеді, жылу ауысымдарын жақсы көтереді.

Екінші топ бөлігіндегі материалдар жоғары температуралық және жоғары жүктемелік әсерге түсетін бұйымдар үшін қолданылады. Негізінде ол, ХН77ТЮР, ЖС6 типті никельді және никель-кобальтты материалдар. Оларға қойылатын негізгі талаптар – қызуға төзімділігі, қызуға беріктік, жылу ауысымдарына төзу, өндеу барысында технологиялылығы. Бұл материалдардың иілімділігі төмен болған соң, олардың пішіні қыздыру арқылы келтіріледі. Сапалы пісірілген байланыстарына ие болу үшін пісірудің күрделі технологиясы қажет етіледі. Бұл қоспалардың қызуға төзімділігі 80.90% құрайды.

Жоғары қосындыланған болаттар мен қоспаларды пісіру барысында, кернеулер мен жоғары температуралар әсері астындағы жік металлын және термиялық өндеуге шалдыққан аумақты жарықтардан сақтап қалу, пісірілген байланыстың коррозияға төзімділігін сақтау, жік металлының және пісірілген байланыстың қасиеттерін сақтап қалу қиындатылған.

Жоғары қосындыланған болаттарды пісірудің технологиялық ерекшеліктері оның физикалық қасиеттерімен уағдаласқан. Жылу өткізу қабілетінің төмендігі және электрлік кедергілігінің (көміртекті болаттарға қарағанда 5 есе көп) жоғарылылығы металлды балқыту жылдамдылығының арттырылуына, балқыту тереңдігінің және коэффициентінің арттырылуына ықпал етеді. Сызықтық кеңею коэффициентінің жоғары болуы және жылу өткізгіштігі төмен болуы пісіру барысында қатты өзгеруіне әкеледі, сондықтан доға процесстері барысында пісіру тоқтың және қумабойлы энергияның төмен көрсеткіштерімен шектелген

режимі астында жүреді, көміртекті болаттарды пісірумен салыстырғанда электродтың шығып кету мүмкіндігі шектеледі және оның берілу жылдамдығы ұлғаяды.

Жоғары қосындыланған болаттар мен қоспаларды доғамен пісіру технологиясының басты міндеттерінің бірі, ол, жіктің ұзындығы бойынша және оның кесігі бойынша химиялық құрамның біркелкілігін қамтамасыз ету, бұған пісіру жағдайларының тұрақтылығын қамтамасыз ету арқылы қол жеткізуге болады. Механикаланған әдістер барысында пісіру режимнің тұрақтылығын, жік металлы құрамының, құрылысының және қасиеттерінің тұрақтылығын сақтап қалу жеңілдеу, сондықтан жоғары қосындыланған болаттар мен қоспалардан құрылымдар жасау кезінде пісірушілік процесстердің механикаландыруға тырысу қажет.

Қоспалауыш элементтердің қызып кетпеуін қамтамасыз ету үшін және олардың ауамен әрекеттесіп кетпеуі үшін қосымша талаптар қойылады — инертті ортада пісіру, қышқылданбайтын бүркемелер мен флюстермен қолдану, қысқа доғалармен пісіру. Автоматты пісіру ең жақсы нәтиже көрсетеді. Жоғары қосындыланған болаттар мен қоспалар үшін қол доғамен пісіруді бүркеуленген электродтармен жасайды, қол, механикаланған және автоматты пісіруді қорғау газдарында жасайды, флюс астында пісіру және электр қожды пісіру қолданылады.

Көміртекті болаттарды пісірумен салыстырғанда бүркеуленген электродтармен төмендетілген көлемді тоқтармен пісіреді $I_{св}$ = (15 ...35) $d_э$, полярлығы кері тұрақты тоқпен, көлденең тербеліссіз жіптік тігістермен, қысқа доғамен. Пісірілетін болаттың маркасына сәйкес өзегі сымнан жасалған негізгі бүркемесі бар электродтармен қолданады, пісірімділігі мен пайдаланушылығы талаптарының көрсеткіштері ескеріледі. Мысалы, 12Х18Н10Т типтегі хром никельді болатты пісіру барысында ыстық жарықтардың және кристалитаралық коррозияның алдын алу үшін жіктің аустенитті-феритті (феррит көлемі 2,5...7,0%) құрылысын қамтамасыз ететін Э-04Х20Н9 типті (ЦЛ-11 маркалы) немесе Э-02Х19Н9Б (ОЗЛ-7) типті электродтар қолданылады.

Флюспен пісіруді қалыңдығы 3,50 мм болаттарды біріктіру үшін қолданады. Көміртекті болаттарды пісірумен салыстырғанда жоғары қосындыланған болаттар үшін электродтың шығып кетуі жағдайы 1,5 – 2 есеге төмендейді, бұнда, диаметрі 2.3мм-лі электродтар, қышқылданбайтын флюстер (АНФ-14, АН-26 және т.б.) арқылы полярлығы кері тұрақты тоқпен көпқабатты пісіру қолданылады. Қолмен пісіруді флюспен пісірумен салыстырғанда, флюспен пісірудің артықшылығы, өндірімділігі мен байланыстардың сапалығы былай тұрса, жиектерді өндірумен байланысты шығындар азая түседі.

Қорғау газдарындағы пісіру инертті газдар астында үздіксіз

жалынды және импульстік доғамен балқитын және балқымайтын электродтармен қамтылады. Вольфрамды электродпен аргонды доғамен пісіру әдісі қалыңдығы 7 мм төмен бөлшектерді және түпкі жікті пісіру үшін қолданылады. Балқитын электродтар аргонмен және көмірқышқыл газы қосылған аргон мен гелийдің ерітіндісінде пісіру барысында балқытылатын электродтар қолданылады. Балқитын электродтар, оның металлы ағындының жылжымалығын қамтамасыз ететіндей тоқ мөлшерімен орындалады.

19.5. Шойынды пісіру

Шойын деп көміртектің үлесі 2 % артық болған кезде көміртек пен темірдің қосындысын атайды. Шойын құрамындағы көміртек графит немесе Fe_3C химиялық қосынды - цементит тәрізді. Шойынның екі түрі анықталған – ақ және сұр. Ақ шойындағы көміртек, жоғары қаттылықпен пен қоспаның морттылығын арттыратын цементит тәрізді, сондықтан құрылымдарда ақ шойын қолданылмайды. Сұр шойындағы көміртек иілімді графит тәрізді. Сонымен қатар, құрамында шар тәрізді графиты бар беріктілігі жоғары шойындар мен үлпек тәрізді графиттері бар таптауға көнгіш шойындар кеңінен таралған. Графиттік қосындылар қоспаның металды негізін ажыратушы болса да және кернеулердің шоғырлануына әкелсе де, сұр, беріктілігі жоғары және таптауға көнгіш шойындар ақ шойындардан жоғары иілімділігімен ерекшеленеді. Сұр шойында көміртектен басқа (3,2...3,8%) әдетте кремний де (1...5%) және марганец те (0,5...0,8 %) бар. Сұр шойынды таңбалау барысында оның созу және майысу барысындағы беріктілігі көрсетіледі. Мысалы, СЧ 18-36 дегеніміз: созу беріктілігі 180 МПа тең және майысу беріктілігі 360 Мпа тең сұр шойын.

Беріктілігі жоғары шойындардағы графиттің шар тәрізді болуы магниймен модификациялау (құрылысын ұсату) есебінен қамтылады. Беріктігі жоғары шойынды таңбалау барысында онда беріктілік пен созу барысындағы салыстырмалы ұзару шегі көрсетіледі. Мысалы, ВЧ 40-10 дегеніміз: созу барысында беріктік шегі 400 МПа тең және салыстырмалы ұзару шегі 10 % тең беріктілігі жоғары шойын.

Таптауға көнгіш шойындарда көміртек ерікті түрде орналасқан, бірақ жоғары температуралы (950.1 000 °С барысында 20.25с) ұзақ қыздыру астында болғандықтан ол, онда үлпек тәрізді. Таптауға көнгіш шойын беріктігі жоғары шойын сияқты таңбаланады. Мысалы, КЧ 30-6 дегеніміз: созу барысында беріктік шегі 300 МПа тең және салыстырмалы ұзару шегі 6 % тең таптауға көнгіш шойын.

Пісірілетін байланыстардың пісірімділігі мен қасиеттері

шойынның құрылысынан байланысты. Шойынның құрылысы оның құрамы мен технологиялық факторлармен сипатталады, оның ішіндегі бастысы, ол жоғары температураны суыту жылдамдылығы. Құрылысты қалыптастыратын басты процесс — ол графитизация процессі, яғни шойыннан көміртекті бөліп шығару процессі. Пісіру барысында графитизацияның ықпалы оңтайлы, өйткені ерікті түрдегі көміртектің шығарылуы шойынның морттылығын төмендетеді. Шойынның құрамындағы барлық элементтер екі топқа: графитизацияға ықпал беретіндер (графиттегіштер) — C, Si, Al, Ni, Co, Cu; графитизацияға кедергі келтіруші (ағартушы), яғни көміртектің цементит тәрізді болуын және шойынның морттылығына ықпал ететін, — S, V, Cr, Sn, Mo, Mn. Шойынды пісірудің ең негізгі қиыншылықтары, ол, пісірілген жіктің және термиялық өндеу аймағының беріксізденуі, бұл пісіруден кейінгі суу барысында жүзеге ағарту процессі қосылады; осал құрылыстардың және пісірілген жоғары кернеуліктің пайда болуы астында суық жарықтардың пайда болу мүмкіндігі; пісіру барысында газ интенсивті түрде ісер етуі барысында кеуіктіліктің пайда болуы; пісіру ваннасын ағып кетуден сақтап қалуды қиындататын шойынның арттырылған сұйықтықтай аққыштықтың пайда болуы. Басты қиыншылықтар, ол пісіру барысында металл морттыланады және суық жарықтардың пайда болу мүмкіндігі, сондықтан шойынды пісірудің технологиясы осы факторларға аса назар аудару қажет. Морттылық пен жарықтардың пайда болуының алдын алу мақсатында металлды сәл қыздыру процессі орын алады, графиттегіштермен қоспалау есебінен сұр шойынның құрылысын қамтамасыз ететіндей қоспа материалдары қолданылады, және де жез бен никель қосылған арнайы электродтар қолданылады.

Қыздырудың температурасына байланысты шойынды пісіруді қыздыру арқылы (ыстық) және қыздырусыз (суық) түрлері анықталады. Ыстық пісіру әдісі 300... 400 °С дейінгі болмашы қыздыру және 600.700 °С дейінгі жоғары қыздыру болып бөлінеді, суық — алдын ала қыздырусыз. Ең жақсы нәтижелер (осалды құрылыстар мен жарықтар пайда болмайды, байланстардың қасиеттері оңтайлы) ыстық пісіру барысында қамтылады. Ыстық пісіру әдісінің технологиясына кіретін операциялар: пісіруге дайындау, алдын ала қыздыру, пісіру, бұйымның кейінгі ақырын суытылуы.

Шойынды *ыстық пісірумен* өндеу кезінде келесі пісіру түрлері қолданылады: газды, қолды доғамен, механикаландырылған доғамен және ұнтақты сыммен. Қолды доғамен пісіру барысында балқитын бүркеуленген және көмір электродтары қолданылады. Балқитын электродтармен пісіру үшін шойынды электродтар қолданылады (ОМЧ-1, ВЧ-3, ЭП-4 және басқа), графиттегіштер қосылған тұрақтандырушы жабындысы бар олардың өзегі А мен Б маркалы 3,0...3,5 % С, 3...4 % Si, 0,5...0,8 % Mn құрамды

шойыннан тұрады. Пісіру арнайы электр тұтқыштардың қолданылуымен жоғарылатылған тоқтармен қамтылады $I_{св}$ = (60...100) $d_э$. Диаметрі 12 мм дейінгі электродтар қолданылады. Көмір электродтармен пісіру әдісі байланыстырылатын А мен Б маркалы шойын шыбықтарын немесе бура негізіндегі флюспен қолдану арқылы өзектері 8.20 мм диаметрлі электродтармен қамтылады. 4,5...5,0% С, 5,3…4,0% Si, 0,1...0,3 % А1, 0,1...0,3 % Ті құрамды ППЧ-3 типті ұнтақтық сым арқылы шойынның механикаландырылған ыстық пісіру әдісі де бар. Шойынды ыстық пісірумен өндеу барысындағы кемшіліктері, ол, қыздырумен байланысқан технологияның күрделілігі мен пісіруші жұмыскерінің ауыр еңбек жағдайлары.

Шойынды *суық пісірумен өндеу* барысында жарықтарсыз байланыстар алу үшін және осал аймақтардың алдын алу мақсатында арнайы шаралардың сақталуы қамтамасыз етілу қажет. Бұндай шаралар болып табылатындар - түрлі түсті металлдар мен қоспалардан металлдағы жіктің иілімді болуын қамтамасыз ету; жікте сұр шойынның құрылысын қамтамасыз ету үшін графиттегіштер (С, Si) мен модификаторлардың үлесі жоғары электродтарымен қолдану. Жік металлына қоспалауыш элементтер электрод өзегі арқылы енгізіледі, ұнтақты сымның бүркемесі (болатты өзектер пайдаланылса) немесе толтырмасы арқылы.

Бұл мақсатта жез бен никелмен негізделген қоспалар қолданылады (МНЧ-1 электродтары), олар көміртекпен байланысқа түспейді және оның еруін төмендетеді, графиттендіру ықпал етеді, жік металлының ағартылуын шағындатады. Темір жезді, темір никельді және жез-никелді электродтар қолданылады. Ондай электродтар құрылымды болып жасалады — өзегі түсті металлдан жасалады, темір қосымша өзектің орағышы тәрізді болып немесе бүркеменің ұнтағы тәрізді болып. Жік металындағы темірдің үлесі 10... 15 % аспау қажет, ал пісіруді қалдық кернеулер мен құрылыстық өзгерулердің пайда болуына соқтыратын қыздыру аумағын шағындату үшін төмен жылулықпен жүргізеді. Ол үшін 3.4 мм кіші диаметрлі электродтар, кіші тоқ күші $1_{св}$ = (20.30)4, көлемі 15.25 мм шағын аумақтарды пісіру, пісіруден кейін жікті шыңдау қолданылады. Сонымен бірге басқа да арнайы шаралар қолданылады, мысалы берік байланысын қамту үшін болатты түйреуіштермен пісіру. Кейін пісіріліп бітелетін түйреуіштер алдын ала жиектерге бұралып кіргізіледі. Төмен температуралы газды пісіру әдісі де пайдаланылады. Суық пісіру әдісі қарапайым нысанды, қалыңдығы кіші бөлшектерді жөндеу және қалпына келтіру барысында қолданылады.

Бақылау сұрақтары

1. Пісірілетін құрылымдарды дайындауға арналған құрылмалық материалдарын таңдау кезінде қандай жалпы қасиеттері ескеріледі?
2. Құрылмалық болаттарды топтастыруға арналған негізгі факторларды атаңыз.
3. Төмен көміртекті және төмен қосындыланған болаттардың пісіру жағдайларындағы тәртібінің ерекшеліктерін және оны орындаудың технологиялық ерекшеліктерін атаңыз.
4. Қосындыланған және көміртекті болаттардың пісіру кезіндегі пісіру тәртібінің ерекшеліктерін атаңыз.
5. Қосындыланған және көміртекті болаттардан жасалатын пісірілетін байланыстарды орындау технологиясын таңдауға қойылатын талаптар қандай?
6. Жоғары қосындыланған болаттар мен қоспалар қандай?
7. Жоғары қосындыланған болаттар мен қоспаларды пісірудің технологиялық ерекшеліктерін атаңыз.
8. Шойынды пісірудің технологиясын сипаттаңыз және оны орындау барысында туындайтын негізгі қиыншылықтарды атаңыз.
9. Жоғары қосындыланған болаттарда көміртек үлесінің жоғары болуы неге рұқсат етілмейді?
10. 30ХГСНА типті беріктілігі жоғары қосындыланған болаттарды доғамен пісіру барысында жарықтардың пайда болуын қалай болдырмауға болады?

20-тарау

ТҮСТІ МЕТАЛЛ МЕН ҚОРЫТПАЛАРДЫ ДӘНЕКЕРЛЕУ

20.1. Жалпы мәліметтер

Өзінің физикалық-химиялық қасиеттері бойынша түсті металдар мен қорытпалар болаттан күрт ерекшеленеді, оны дәнекерлеу түін мен технологияны таңдаған кезде ескеру қажет.

Дәнекерленуі байланысты болатын химиялық белсенділік, қайнау және балқу температурасы, жылу өткізгіштігі, тығыздығы, механикалық сипаттамасы бойынша түсті металдарды шартты түрде мынадай топтарға бөлуге болады: жеңіл (алюминий, магний, бериллий)белсенді және баяу балқитын (титан, цирконий, ниобий, молибден, тантал, хром); ауыр (мыс, никель); қымбат бағалы (алтын, күміс, платина) металл.

Түсті металдардың физикалық-химиялық қасиеттерінің ерекшелігі өңдеудің түрлі жағдайында, бірінші кезде дәнекерлеген кезде олардың мінез-құлқын айқындайды.

Көптеген түсті металдардың сипатты ерекшеліктерінің бірі ауа газымен өзара іс-қимыл кезіндегі олардың жоғары химиялық белсенділігі болып табылады. Бұл металдың тотығуына, олардың азотпен және сутегімен қанығуына алып келеді. Нәтижесінде дәнекерленген қосылыс қасиетінің күрт нашарлауына алып келіп, тесіктер мен жарықтардың пайда болғаны байқалады.

Бұл қара металдарды дәнекерлеумен сатылстырғанда неғұрлым сапалы қорғану түрлерін (инертті газбен, арнайы қождама мен жамылғылармен) қолдану және дәнекерлеу алдында барынша сапалы дайындық қажеттігін алдын ала айқындайды.

Түсті металдардың екінші сипатты ерекшелігі жік металының ірі кристалл құрылымы құрылғанда, термикалық ықпал аймағында түйіршіктер артқанда, ал термикалық беріктейтін қорытпалар үшін – морттанған бөліс құрылумен және кейіннен металдың тозуы, түйіршік шегінің жергілікті балқуына алып келетін эвтектикалық құрамның ықтимал түсуімен қолайсыз құрылымдық өзгерістерде пайда болатын дәнекерлеу қыздыруға олардың жоғары сезімталдығы болып табылады. Бұл бастапқы материалмен салыстырғанда, қасиеттердің елеулі өзгеруіне алып келеді.

Сондықтан түсті металдар үшін дәнекерлеу жағдайын неғұрлым тыңғылықты таңдап, ұсынылған режимдердің тұрақтылығын сақтау қажет.

Кейбір түсті металдар мен олардың қорытпалары үшін кристалданатын металдың ауқымды желілік отыруына, өрескел

кристалл құрылымдардың құрылуына, қосындының (алюминий, магний, никельді қорытпалар) болуына байланысты ыстық жарықтарға жоғары бейімділік сипатты.

Металдардың сутегімен өзара іс-әрекеті кезінде металда көлемнің ұлғаюымен бөлінетін морт гидридтер (титан мен оның қорытпалары) құрылуы мүмкін, ол ішкі қысымның дамуына алып келіп, суық жарықтардың құрылуына ықпал етеді. Соңғысы дәнекерлеуден кейін конструкцияларды жазу кезінде де дамуы мүмкін.

Сипатты ақаулардың бірі дәнекерлеу қосылысын газбен, бірінші кезекте сутегімен басым қанықтыруға байланысты кеуектілік болып табылады.

Қатты және сұйық жағдайларда газдың түрлі ерігіштігі, оларды негізгі металдан дәнекерлеу аймағына орналастыру, газ тәріздес өнімдерді бөлумен химиялық реакциялардың өтуі салдарынан кеуектіліктің туындауы мен дамуы үшін қолайлы жағдай қалыптасады. Белгіленген ерекшеліктер түсті металл мен қорытпаларды дәнекерлеу кезінде өндірістің жоғары мәдениетін талап етеді.

20.2. Алюминий мен оның қорытпаларын дәнекерлеу

Салмағының аздығына, салыстырмалы жоғары бекітігіне, жақсы өңделетіндігіне байланысты алюминий қорытпалад халық шаруашылығының барлық салаларынла кеңінен қолданылады. Жоғары жемірілуге төзімділік, жылуөткізгіштік және электрөткізгіштік көп жағдайда олардың басқа конструкциялар орнын алмастыра алмайтынын көрсетеді.

Дәнекерлеу конструкцияларында термикалық өңдеумен беріктендірілмеген деформацияланатын алюминий қорытпалар(АД, АД1, Амц, Амг6 және т.б.) және термикалық өңдеумен беріктендірілген қорытпалар (АД31, АД33, 1201, 1420 және т.б.) кеңінен қолданылады. Олардың кейбірінің құрамы 20.1-кестеде келтірілген.

Алюминий оттегімен белсенді өзара іс-қимыл қабілетіне ие. Алюминийдің қалыптасқан $A1_2O_3$ оксиді металл бетін берік тығыз қабықшамен жабады. Шекті қалыңдыққа жеткеннен кейін қалыпты температура кезінде алюминийдің тотығуы мүлдем тоқтайды, сол себепті қабықшаның қорғаныс қасиеті болады.

Алюминий оксиді қабықшасының маңызды сипаты оның газды, әсіресе су буын сіңіру қабілеті болып табылады. Қабықшаның жылу кеңдігінің коэффициенті алюминийге қарағанда, 3 есе аз, сондықтан қыздырған кезде онда жарықтар пайда болады.

Қорытпада легирлегіш қоспа болған кезде қабықша құрамы өзгереді де осы қоспаның оксидтерін қоса алғанда, неғұрлым күрделі құрамға ие болады. Мұндай күрделі қабықшалар барынша борпылдақ, гидроскопиялық болып, қораныс қасиеттері болмауы мүмкін. Алюминий және оның қорытпалары бетінде оксидті қабықшаның болуы дәнекерлеу үдерісін қиындатады. Балқудың жоғары температурасына ие (2 050 °С) оксидті

20-1-кесте

Дәнекерлеу конструкцияларына қолданатын алюминий қорытпалар

жүйе	Қорытпа маркасы	Химиялық құрамы, %	Қосымды сым	Мт
	Термикалық беріктендірілмеген			
Al	АД1	99,9 Al	Св-А97	80
Al—Mn	АМц	1,3 Mn	Св-АМц	120
Al—Mg	АМг3 АМг6	3,6 Mg, 0,6 Si, 0,5 6,3 Mg, 0,6 Mn, 0,06	Св-АМг3 Св-АМг6	220 340
Al—Mg—Sc	01545 01570	4,5 Mg, 0,15 Sc 6,0 Mg, 0,25 Sc	01571 01571	380 390
	Термикалық беріктендірілген			
Al—Cu	Д20	6,5 Cu, 0,6 Mn, 0,15 Ti	Д20	400
Al—Cu—Mn	1201	6,3 Cu, 0,3 Mn, 0,15 Zr	1201	440
Al—Cu—Mg	ВАД1	4,1 Cu, 2,5 Mg, 0,06 Ti	ВАД1	430
Al—Cu—Zn	В95	1,7 Cu, 2,3 Mn, 6,0 Zn	В95	500
Al—Mg—Li	1420	5,7 Mg, 2,1 Li, 0,15 Zr	01545	380*

* Бұл қорытпаның 26 Дж/см^2 соққы беретін тұтқырлығы бар.

қабықша дәнекерлеу үдерісінде балқымайды және металды берік қабықпен жаба отырып жалпы пісіру ваннасының құрылуын қиындатады. Дәнекерлеру кезінде қабықшаның бұзылуы және металдың қайта тотығуынан қорғау үшін шаралар қабылдауы тиіс. Дәнекерлеу кезінде оксидті қабықшаны жою үшін қождама мен катодтық тозаңдату үдерісін қолдануды пайдаланады. Қабықшаны жоюда қождаманың рөлі олардың шайғыш әрекетін қамтиды.

Катодтық тозаңдату оң зарядталған иондармен катод бетін бомбалауға байланысты. Алюминий мен қорытпалар жікте газды тесіктер мен оксидті қосылыстар құруға бейім. Сондықтан дәнекерлеу алдында бетті тағылықты дайындау – ескі оксидті қабықшаны жою талап етіледі.

Металл бетінде берік оксидті қабықшаның болуы дәнекерлеу кезінде электродты металды тамшылатып көшіру сипатына әсер етеді. Тотықтандырылған ортаның болуы кезінде электродтан тамшы мөлшері ауқымды шамаға жетеді және доғаның жануы орнықсыз болады. Тоқтың белгілі бір тығыздығымен бастап электрод металын ірі тамшылатып көшіру шағын тамшылатып ағынды көшіруге ауысады.

Доғаның орнықтылығы артып, өзін-өзі реттеу қабілетіне ие болады. Бұл дәнекерлеу тоғының белгілі бір мәнінен бастап электродтан тамшыны үзетін күш оны ұстайтын күштен басым түсетіндігімен түсіндіріледі. Осыған байланысты тамшы өзінің соңғы мөлшеріне дейін өсіп үлгергеннен бұрын электродтан ажырайды.

Жік металында оксидті қосылыстарды жою үшін пісіру ваннасының металын араластыру және оксидті қабықшаны ұсақтау үшін түрлі технологиялық тәсілдер ұсынылады. Алюминий барлық газдарға белсенді ден қояды. Алайда атмосферада оттегі болған кезде бірінші кезекте қоршаған ортамен одан әрі алмасуға кедергі келтіретін оксидтер қабықшасы қалыптасады.

Басқа газдармен салыстырғанда сутегі алюминийде еру қабілетіне ие және белгілі бір жағдайларда жік металында тесіктер құра алады. Пісіру ваннасында еритін сутегінің негізгі көзі:

$$2Al + 3H_2O = Al_2O_3 + 6H$$

металымен ылғалды өзара алмасу рекациясы болады. Суытқан кезде сұйық металда ерітілген сутегі ерігіштігінің төмендеуіне байланысты одан бөлінуге тырысады. Бөлініп жатқан сутегінің көпіршіктері ваннадан шығып кетуге үлгермей тесік қалыптастырып жік металында қалады. Алюминийді дәнекерлеу кезінде кеуектілікпен күрестің негізгі шарасы онда ерітілген сутегінің шоғырлануын металдың 0,69... 0,70 $см^3$/100 г шегіне дейін төмендету болып табылады. Оның мөлшері металл бетінің жағдайымен айқындалады және оны дәнекерлеу алдындағы өңдеуге байланысты.

Алюминийді онда тесіктердің пайда болу мүмкіндігін болдырмайтын шекке дейін дәнекерлеу кезінде жік металында сутегінің шоғырлануын төмендету үшін мынадай шаралар ұсынылады: дәнекерлеу алдында бөлшектер мен сымдардың бетін өңдеу, қосымды сым диаметрін ұлғайту және қосымды металдың жік қалыптастыруға қатысу үлесін төмендету арқылы жік металының қалыптасуына қатысатын сымның үлестік бетін

қысқарту.

Жік металының кристалл құрылымы көп дәрежеде оның механикалық қасиетін айқындайды. Таза алюминий кристалданған кезде жікте ірі кристалданған құрылым қалыптастыру қабілетіне ие, осыған байланысты жоғары таза алюминийді дәнекерлеу кезінде жік металында жарықтар пайда болады.

Алюминийді және оның кейбір қорытпаларын дәнекерлеген кезде жік металының кристалданған құрылымын жақсартуға оған 0,20.0,25 % титан енгізумен дәнекерлеу кезінде металды түрлендіру арқылы қол жеткізілуі мүмкін. Алюминийдің түрлі ұорытпаларын дәнекерлеу үшін қолданылатын дәнекерлеру сымы МЕМ СТ 7871—75 белгіленген.

Термоөңдеумен беріктендірілмеген алюминий мен қорытпаны дәнекерлеген кезде жылу ықпалы бар аймақта түйіршіктер артып, суықтай илемделген металл үшін беріктетуді алып тастаудан туындаған ықтимал босаңсу байқалады.

Дәнекерлеу кезінде құрылымды беріктендіру және босаңсыту қарқындылығы дәнекерлеу, алдыңғы беріктету режимдері мен шамасына қарай өзгеруі мүмкін. Практика осы қорытпалардан орындалған дәнекерлеу қосылысы беріктігі жағынан жасытылған жағдайдағы негізгі металл беріктігінен кем түспейтінін көрсетеді.

Термикалық беріктендірілмеген қорытпалардан Al— Mg жүйесінің қорытпаларын қолдану кеңінен таралған. Соңғы жылдары АМг қалыпты түріндегі қорытпа қасиетінен, әсіресе аққыштық шегі бойынша асып түсетін скандиймен (1545, 1570 және т.б.) легирленген қорытпалар әзірленді.

Бұл оларды қолданған кезде конструкция салмағының елеулі төмендеуіне қол жеткізуге мүмкіндік береді: термоөңдеумен беріктендірілген қорытпаларды дәнекерлеген кезде жік маңындағы аймақта дәнекерленетін металл қасиетін елеулі төмендететін өзгерістер орын алады. Көп жағдайда, металл қасиетінің күрт төмендеуі мен жарықтардың пайда болуын тудыратын ең қауіпті өзгеріс -түйіршіктер шегінің балқуы, бұл металда қоспаның болуына және эвтектика қосылысын бөлу сипатына байланысты.

Қосылыстарда газды кеуектілік те қалыптасады. Әсіресе бұл литийі (мысалы 1420 қорытпа) бар қорытпаны дәнекерлеген кезде байқалады, сондықтан осы топтың қорытпасы үшін артықшылықпен автоматты бір өтпелі дәнекерлеуді қолдану, тұтқыштар мен пісіргіштерді алып тастау, бетті арнайы дайындау және дәнекерлеген кезде балқыманы қорғау ұсынылады. Дәнекерлеу қосылыстарының беріктік қасиетін термоөңдеумен – жасанды ескірумен шыңдау арқылы арттыруға болады.

Алюминий қорытпаларынан конструкцияларды балқытып

дәнекерлеген кезде дәнекерлеу қосылыстарының алуан түрі болуы мүмкін. Түйіспе пісірме қосылыс неғұрлым кең қолданылады. Айқас, таңбалы және бұрышты қосылыстарды қосынды талап етілмейтін аргонмен имектеп дәнекерлеумен орындаған дұрыс. Қосындылар болған кезде бұрыш жіктерін дәнекерлеген кезде алынбаған қосынды қалдықтарынан туындаған тоттану қаупін тудырады.

Аргонмен имектеп дәнекерлеу кезінде жік металында оксидті қосылыстарды алып тастау үшін ернеу қиғашынсыз түйіспе қосылыстардың вольфрамды электродымен рационалдық нысанды төсем қолдану қажет. Күрделі бейінді жырашықпен төсемде дәнекерлеген кезде ернеудің шет жақ беті табақтар балқыған кезде толықтай балқымаға шығарылады, оксидті қабықша қосылыстарының құрылу ықтималдығы төмендейді. Түйіспе қосылыстарды дәнекерлеген кезде дәнекерленетін металдың қалыңдығына және қабылданған тәнекерлеу тәсіліне қарай ернеу дайындаудың алуан түрін пайдаланады.

Оларға қосылыс орындауды жеңілдететін қажетті нысанды беру үшін дәнекерленетін бөлшектердің жиегін механикалық өңдеуден тыс дәнекерлеуге бөлшектерді дайындау олардың беттерін ластанудан және оксидтерден тазартуды қамтиды.

Дәнекерленетін бөлшектердің барлық беті немесе түйісу маңында белгілі бір енде (20...30 мм) олардың жиегі лас заттардан тазартылуы тиіс. Жиекті ішінара немесе жергілікті майсыздандыру үшін майда жақсы еритін бензинмен, ацетонмен, төрт хлорлы көміртекпен сүртеді. Беттік оксидті қабықшаны жою үшін механикалық өңдеуді – бөлшек беттерін тегістейтін қағазбен, қырнауышпен, сымды шөткемен тазалайды, ал арнайы сілті немесе қышқыл ерітінділерінде бөлшектерді химиялық өңдейді.

Сымды мйсыздандыру мен өңдеуді негізгі металды өңдеуге арналған технология бойынша жүргізеді. Сымды дайындау үшін барынша орынды екі нұсқа бар: негізгі металл үшін қабылдаған технология бойынша сілті ванналарында майсыздандыру және өңдеу, сондай-ақ алынған бетті кейіннен химиялық немесе электро-химиялық тегістей отырып, сол технологиямен майсыздандыру және өңдеу.

Алюминий қорытпаларын қолмен имектеп дәнекерлеу хлорлы және фторлы тұздар негізіндегі жамылғылармен ОЗА-1, ОЗА-2 электродтарымен орындалады. Кері полярлы тұрақты тоқты қолданған кезде үздік нәтиже алуға болады. Тік полярлы дәнекерлеу кезінде электродтың өте жылдам балқығаны байқалады. Әдетте электродтармен жабылған дәнекерлеуді қалыңдығы барынша 3.4 мм металл үшін қолданады.

Имекпен байытылған қыздыру негізгі металдың терең балқуына ықпал етеді. Осыған байланысты қалыңдығы 6 мм дейін металды дәнекерлеген кезде жиекті бөлшектеу талап етілмейді.

Жиек қиғаштығынсыз екіжақты дәнекерлеу кезінде 12 мм қалыңдықпен, ал алдын ала қыздыруды қолданған кезде қалыңдығы 18.20 мм-ге дейін металды дәнекерлеуге болады.

Қыздырусыз қалыңдығы 6 мм-ден аспайтын табақты біржақты дәнекерлеген кезде 60.70° бұрышпен және дәнекерленетін табақтың кемі % қалыңдығын мұқалтумен жиек дайындау ұсынылады. Шағын электрөткізгіштігі және ылғалданғыштығы жоғары емес ЖА-64 керамикалық қождама қолданумен қалыңдығы 10 мм және одан жоғары қождамамен дәнекерлеу үдерісі әзірленді.

Электр қожды дәнекерлеуді фторлы және хлорлы тұздар (АН-А301 және т.б.) негізінде арнайы әзірленген қождамамен және пластиналы электродпен орындайды. Электр қожды дәнекерлеу технологиясы басқа металдарды дәнекерлеудің белгілі тәсілдерінен аса ерекшеленбейді.

АД1, АМц, АМг6 қорытпаларын электр қожды дәнекерлеу кезінде дәнекерлеу қосылыстарының жоғары қасиеті қамтамасыз етіледі. Жік металының беріктігі 0,8 – 0,9 негізгі металл беріктігін құрайды.

Аргон ортасында алюминий қорытпаларын дәнекерлеу кезінде қождамаларды қолдану қажеттігі болмайды. Бұл үдерісті елеулі жеңілдетіп, түрлі типтегі қосылыстарды дәнекерлеулі ықтимал етеді. Алюминий қорытпаларды дәнекерлеген кезде қорғау үшін жоғары сұрыпты аргонды немесе гелиймен аргон қоспасын қолданады. айнымалы тоқта дәнекерлеген кезде вольфрамды электродтың жоғары орнықтылығын сақтап, бөлшектегі оксидті қабықшаны жоюға қол жеткізуге болады.

Вольфрамды электродпен дәнекерлеген және имекті айнымалы тоқпен қоректендірген кезде түрлі полярлы жартылай кезеңдерде имектің жану жағдайы ерекшеленеді. Вольфрам катод болып табылатын жартылай кезеңдерде қуатты термоэлектронды эмиссия арқасында имектік аралық өткізгіштігі артады, тоқ күші ұлғайып, имек қысымы төмендейді.

Катод бөлшек болған (суық катод) жартылай кезеңде имек аралығының өткізгіштігі төмендейді, имек тоғының күші азаяды және қысым артады. Осы синусоид нәтижесінде имек тоғының күші симметриясыз болады, бұл кейбір тұрақты тоқ құрамының имек тізбегіндегі іс-қимылға тең (3,5-сурет).

Жіктердің қалыптасуының нашарлауына байланысты тоқтың тұрақты құрамды күшінің болуы қажет емес. Сондықтан көп жағдайда вольфрамды электродпен дәнекерлеу кезінде тоқтың тұрақты құрамды күшінің шамасын шектеуге тырысады. Аргон ортасында вольфрамды электродпен дәнекерлеудің артықшылығы – доғаның жануының жоғары орнықтылығы.

Осы үдерістің арқасында қалыңдығы 0,8...3,0 ммметалды дәнекерлеу кезінде пайдаланады. Алюминий қорытпаларды дәнекерлеу үшін импульстік доғары дәнекерлеу кезінде

айнымалы тоқта қалыңдығы 0,2 және одан жоғары қорытпаларды жәнекерлеуге болады.

Қалыңдығы 0,2. 1,0 мм металдың түйіспе қосылысын қалыптасқан жырашықтармен болат төсемдерде диаметрі 0,6. 0,9 мм ұосымды сым қолдана отырып дәнекерлейді. Доғаны қоректендіру үшін тоқтың мамандандырылған импульсті көзі қажет. Импульсті доғамен қалыңдығы 0,2. 12 мм алюминий қорытпаларды дәнекерлеген кезде жиектің қыртыстануы 40.60 %-ға төмендейді.

Вольфрамды электродпен барынша қалың металды дәнекерлеу үшін электродтың орнықтылығын арттыру қажет, ол үшін иттрий қоспасымен ВИ маркалы электродты пайдаланады. Диаметрі 10 мм бұл маркадағы электрод үшін қолжетімді дәнекерлеу тогы 800. 1000А жетеді. Бұл бір өткелде жоғары амперлі доғамен 20 мм-ге дейін металды дәнекерлеу мүмкіндігін айқындайды.

Қалыңдығы кемі 0,8 мм металды дәнекерлеу үшін қалыпты катодты тозаңдануды және кері полярлы жартылай кезеңдерде дәнекерлеу ваннасын тазалауды, вольфрамды электродтың жеткілікті орнықтылығын қамтамасыз ететін айнымалы тоқта микроплазмалық дәнекерлеу үдерісі әзірленді. Бұл тәсіл тоқ күші 10.100 А кезінде қалыңдығы 0,2. 2,0 мм алюминий қорытпасын дәнекерлеуге мүмкіндік береді. Микроплазмалық дәнекерлеу кезінде плазма құраушы газ ретінде аргон, қорғаныс газы ретінде – гелийді пайдаланады.

Жабық электродтарды қалыңдығы 3 мм-ден асатын алюминий қорытпаларды қолмен имектеп дәнекерлеген кезде қолданады. Барынша жіңішке металл үшін доғаның орнықты жануына және электрод металын шағын тамшылаған ағындыға ауыстыруға қол жеткізу мүмкін емес. Алюминий сымның қаттылығы аса жоғары болмағандықтан, диаметрі кемі 1,2...1,5 мм сыммен дәнекерлеу күрделі.

Осы диаметрдегі сымдарды қолданып және металдың ағынды көшуін қамтамасыз етумен доғаның орнықты жануы қалыңдығы 4,5 мм асатын металды дәнекерлеуге мүмкіндік беретін тоқ күші 130 А асқан кезде мүмкін болады. Балқыған электродпен дәнекерлеу кезінде доғаны қоректендіру үшін қатты немесе жатық иілетін сыртқы вольт-амперлі сипаттамамен тұрақты тоқ көздері қажет. Кері полярлы дәнекерлеу кезінде катодтық тозаңдану есебінен жиектерде оксидті қабықшаның сенімді бұзылуын және жіктердің қалыпты қалыпасуы ұамтамасыз етіледі.

Балқыған электродпен дәнекерлеу үдерісінің артықшылығы – металда ірі оксидті қосылыстарды алу ықтималдығын азайтып, дәнекерлеру ваннасын жақсылап араластыру, сондай-ақ әсіресе аса қалың металды дәнекерлегенден жоғары өнімділік. Доғаны қоректендірудің импульсті режимімен балқыған электродпен

дәнекерлеу үдерісі әзірленді.

Дәнекерлеу тоғы импульсінің әрекетімен электрод металы жедел балқиды және оның шетінде құрылған сұйық тамшы дәнекерлеу ваннасына құйылады. Бұндай үдерісте электрод балқуын реттеуге, тамшының белгілі мөлшерін беруге, олардың доғаға келу уақытын бақылауға, ақыр соңында жіктің талап етілген құрамы мен қасиетін алу мақсатында дәнекерлеу кезінде металлургиялық реакция барысын білуге болады.

Ток күшінің импульсті өзгеруі жік металының барынша ұсақ құрылымын, қабыршақты құрылыммен жіктер білікшесінің бір қалыпты көрінісін алуға ықпал ете отырып, дәнекерлеу ваннасына ықпал етеді. Доғаның пульсациясы және жекелеген тамшы түрінде қосымды металды көшіру түрлі кеңістіктік жағдацда дәнекерлеу мүмкіндігін береді.

Айнымалы токтың қысылған доғасымен алюминий қорытпаларын дәнекерлеу технологиясы әзірленді. Бқл тәсілдің артықшылығы жылу ыөпалы бар аймақты едәуір қысқарту және үдерістің жоғары тұрақтылығы мен доғаның кеңістіктің орнықтылығы болып табылады.

Вольфрамды электродтың сол орнықтылығы кезінде үш фазалы доғаны қолдану жылу ағынының қуатыни1,5-2 есеге арттыруға мүмкіндік береді. Үш фазалы дәнекерлеу кезінде механикалық сипаттаманың жоғары мәндерін сақтау кезінде қалыңдығы 30 мм-ге дейін металды дәнекерлеуге мүмкін болады.

Үш фазалы доғамен дәнекерлеу кезінде мамандардырылған көздер мен дәнекерлеу шілтерін талап етеді. Шілтер тоқ күші 100.700 А кезінде ұзақ жұмыс істеуге есептелуі, сумен салқындатуы және биіктен электродтарды бірқалыпты реттеуі болуы тиіс.

Аса қалың бөлшектердің алюминий қорытпаларын дәнекерлеу үшін гелий ортасында тік полярлы вольфрам электродымен дәнекерлеу үдерісін пайдаланады. Дәнекерлеу жылдамдығы 5...7 м/с кезіндежәне тоқ күші 1000. 1200 А кезінде жиек қиясынсыз қалыңдығы 30 мм-ден асатын металды дәнекерлеуге болады.
Үдерістің кемшілігі гелийдің көп шығындалуы болып табылады. Бұл кемшілікті доға аймағына гелийді қосымша берумен аргонның айналма газ-қорғау ағынын қолданумен үдерісті пайдалану кезінде азайтуға болады. Қорғаныс газдарының шығысы бұл ретте күрт азаюы мүмкін.

20.3. Магний қорытпаларын дәнекерлеу

Магний мен оның қорытпалары неғұрлым деңіл конструкциялық материал болып табылады. Магнийдің тығыздығы 1,7 г/см^3, яғни, темір тығыздығынан 4,5 есеге аз. Сондықтан көптеген қорытпалардың механикалық

сипаттамасының көрсеткіштері басқа материалдардың осындай көрсеткіштерінен асып түседі. Магний қорытпаларында барынша кең тараған легирленген элементтер алюминий мен мырыш болып табылады.

Магний мен оның қорыталарының негізгі ерекшелігі көптеген ортада тотығуға жоғары сезімталдығы болып табылады. Бұл металл бетінде оксид қабықшасы борпылдақ, мысалы, оксидті қабықшаның алюминийге сияқты жоғары қорғаныс қасиетіне ие еместігімен түсіндіріледі. Магний ұорытпаларының құрамы 20.2-кестеде келтірілген.

Магний —металл оттегіне қатысты неғұрлым белсенділердің бірі. Оның тотығуы нәтижесінде металл бетін қабықшамен жабатын MgO оксді құрылады.

Магний оксидін балқыту температурасы 2 800 °С-ты, тығыздығы — 3,65 г/см^3 құрайды.

20.2 кесте

Пісіру конструкцияларында қолданылатын магний қорытпаларының химиялық құрамы, %

Қорытпа маркасы	Mn	Al	Ce	Ca	Zn
МА1	1,3 ... 2,5	—	—	—	—
МА8	1,5 ... 2,5	—	0,15 ... 0,35	—	—
МА9	1,4	—	—	0,1 ... 0,3	—
МА2-1	0,6	4,5	—	—	1,1

Магний қорытпасында оксидті қабықшаның алюминийді пісірген кездегідей жоғары температурада балқуына байланысты жалпы пісіру ваннасының құрылуын қиындатады және пісіру үдерісінде бұзылып немесе жойылуы тиіс.

Магний қорытпаларында оксидті қабықша борпылдақтығымен ерекшеленеді және көп мөлшерде ылғал ұстауға қабілетті. Сутегі алюминийге қарағанда, магнийде барынша мол мөлшерде еру қабілетіне ие. Металдың балқу температурасы кезінде онда 100 г металда сутегі 50 см^3 дейін ериді. Кристаллдану кезінде еріп жатқан сутегінің мөлшері күрт төмендейді.

Салқындатқан кезде сұйық металда сутегінің ерігіштігінің төмендеуіне байланысты оның көпіршік түрінде бөліну және газ тесіктерін құру мүмкіндігі болады. Магний қорытпасын пісіру кезінде кеуектілікті төмендету шаралары жіктерді құруға қатысатын негізгі және қоспа металдардың бетін азайту және пісіру алдында сым мен пісірілетін жиектің бетін тыңғылықты өңдеу болып табылады.

Жік металында магнийдің кристалдануы кезінде ірі

кристалдық құрылым қалыптасады. Тұтас қабат түрінде түйіршік шекаралары бойынша эвтектиканың пайда болуы ыстық жарықтардың қалыптасуына алып келеді. Ыстық жарықтардың құрылуына қорытпалардың тойтарысын арттыруға олардың құрамына модификаторларды енгізу арқылы қол жеткізіледі.

Түйіршіктердің іріленуімен қатар термоөңдеумен беріктендірілетін магний қорытпаларын пісірген кезде термиялық ықпалы бар аймақта қатты ерітіндінің ыдырауы және түйіршіктер шекарасының балқуы мүмкін. Бұл жік аймағындағы металдың босаңсуына (негізгі металды 0,7 – 0,9 беріктілігіне дейін) және кейде жарықтардың құрылуына алып келеді.

Пісіру қосылыстарында магний қорытпаларын жылулық кеңейюуінің жоғары коэффициентіне байланысты конструкциялардың қыртыстануына алып келетін пісіру кезіндегі қалдық қысымды туындатады. Деформация жарықтардың пайда болуына ықпал етеді.

Әсіресе қалың бөлшектер үшін жарықтардың алдын алу мен деформацияларды азайту үшін кей жағдайларда қыздырумен пісіру, ал кейде қысымды алып тастау үшін термоөңдеу ұсынылады.

Пісірудің барлық тәсілдерінің ішінде қазірге уақытта вольфрамдық және балқымалы электродтармен аргон ортасында магний қорытпаларын доғалық пісіру тәсілдерінің негізгі мәні бар. Бұл тәсілдермен пісіру кезінде қож қалдықтары туындатқан тотығу қаупі болмайды. Негізгі және неғұрлым қажеттісі түйіспе жалғасты пайдалану.

Оларды пісіру балқытуда оксидті қосылыстарды жоюды қамтамасыз ететін жеткілікті терең жырашықтармен төсемдерде жүргізеді. Магний қорытпаларының илемділігінің жеткіліксіз болуына байланысты тіпті аса қалың емес металл үшін де жиектерді ашу қолданылмайды.

Қиясыз жиек түйіспесін төсемде біржақты пісіру кезінде тек бір өткелде ғана жалғасты пісіру ұсынылады. Жиекті бөлмей түйіспе жалғастарды екіжақты пісіру жікте оксидті қосылыстардың көп мөлшерінің пайда болу қаупі болғандықтан ұсынылмайды.

Қалыңдығы 6...10 мм асатын металл қосылыстарын пісіру кезінде жиектің біржақты қиясымен бөлшекті және екіжақты тәсіл болған кезде қалыңдығы 20 мм-ден асатын металл үшін - жиектің екіжақты қиясымен бөлшекті қолданады. Соңғы жағдайда кері жақтан жікті орнатар алдында бірінші жіктің түбін алдын ала бөлу қажет.

Пісіру алдында тікелей пісірілетін бөлшектер жиектерінің бетін оксидті немесе қорғаныс қабықшалары мен лас заттарды жою үшін арнайы өңдеу қажет болады. Осы мақсатта бетті қырнауыш немесе болат шөткелермен тазалап, аранайы құрамның химиялық ванналарында өңдейді.

Магний қорытпаларынан конструкцияларды пісіру үшін

вольфрамды электродпен қолмен және автоматты аргон-доғалы пісіруді және бірінші құрам аргонының ортасында үш фазалы доғамен вольфрамды электродтармен автоматты пісіруді қолданады. Пісіруді балқыма қалыптасу үшін жырашықтармен болат төсемдерде орындайды. Оксидті қабықшаны бұзу мақсатында айнымалы тоқты қолданады.

Жиекті бөлмей түйіспені бір өткелде вольфрамды электродпен қолмен және автоматты пісіруде қалыңдығы 2-6 мм табақша пісірілуі мүмкін. Қалыңдығы 5 мм асатын металл үшін электродты металды ағынды ауыстырумен балқымалы электродпен доғалы пісіру пайдаланылуы мүмкін. Үдеріс кері полярлықтың тұрақты тоғында жүргізіледі. Балқымалы электродпен пісіру әсіресе аса қалың металды біріктіру кезінде тиімді. Балқымалы электродпен бір өткеле жиектің қиысыз түйіспесін пісіру кезінде қалыңдығы 5-10 мм табақша пісірілуі мүмкін.

20.4. Титан және оның қорытпаларын пісіру

Титан қорытпалар дегеніміз салыстырмалы жаңа конструкциялық материалдар болып табылады. Оның авиациялық өнеркәсіпте, зымыран жасауда, кеме жасауда, химиялық-машина жасауда және өндірістің басқа да салаларында кеңінен қолдануды қамтамасыз ететін бірқатар құнды қасиеттері бар.

Бұл материалдардың басты құндылығы – жоғары механикалық сипаттамалар мен шағын тығыздықпен (4,5 г/см^3) коррозиялық беріктіліктің үйлесуі. Бірқатар салалар үшін титандық қорытпалардың кейбір арнайы қасиеттерінің үлкен мәні бар, атап айтқанда, жоғары температура кезінде жоғары механикалық қасиеттерді алу мүмкіндігі, өте төмен температура кезінде (тіпті сұйық азот температурасына дейін) жұмыс істеу үшін, салыстырмалы жақсы пісірімділік, желілік кеңеюдің шағын коэффициенті, магниттенбеулік.

Өз қасиеттері бойынша бұл материалдар жылуға төзімдіге жатады. Титан негізінде қорытпаларды пайдалану әсіресе 300-350°С температураға дейін, ал алюминий қорытпаларымен 200°С бастап жемірілуге төзімді болаттармен салыстырғанда тиімді.

Техникада заманауи титан қорытпаларының қолданылып жүрген көпшілік мойындаған температуралық шегі - 500 °С, ал жоғары температураның қысқамерзімді ықпалында бұл шек одан жоғары болуы мүмкін.

Пісіру конструкциясы үшін $\sigma_в$ = 700 Мпа бар ВТ1 техникалық титанын немесе өзінің құрамында легирленген қоспасы (алюминий, қалайы, цирконий, марганец, молибден, хром, темір және т.б.) бар арнайы қорытпалар пайдаланылады.

Титанның екі құрылымдық түрленімі бар: жоғары

температуралық және 883°С полиморфизмдік айналыс температурасымен (φ-Ті және тиісінше α-Ті) төмен температуралық.

Полиморфизмдік айналысқа ықпалына қарай барлық легирленетін элементтерді α-тұрақтандырғыш (алюминий) е р-тұрақтандырғыш (ванадий, молибден, темір, хром, марганец және т.б.) және бейтарап беріктендіргішке (цирконий, қалайы) бөледі.

Легирлеу және құрылым жүйесіне қарай қалыпты жағдайда алынған қорытпалар үш сыныпқа бөлінеді: тұрақты α-фазасы құрылымымен α-қорыпалар; құрылымында α- және β-фазалары бар (α + β)-қорытпалар. Тұрақты β-фазасы құрылымымен β-қорытпалар.

Легирлеумен жеткілікті илемділік және тұтқырлық кезінде жоғары беріктігі бар қорытпа алады. Кепілді беріктік бойынша титан қорытпалары $о_в$ = 700 МПа беріктілікпен жоғары илемді, $σ_в$ = 750-1000 МПа орташа берік, $σ_в$> 1 000 МПа беріктігі жоғары болып бөлінеді.

20.3-кестесінде отандық өнеркәсіпте қолданылатын кейбір пісірілетін титан қорытпаларының химиялық құрамы мен қасиеті келтірілген. Көрсетілген қорытпалардың басым бөлігінің жоғары технологиялық сипаттамасы бар: жеткілікті илемді, қыздырусыз қысыммен өңдеуге беріледі. Жақсы пісіріледі.

Бұл материалдарды пісіруді қиындататын негізгі-мән-жайлар активті газға (азот, оттегі, сутегі) қатысты жоғары температура кезінде титанның жоғары химиялық белсенділігі болып табылады. Титан қорытпалардың механикалық қасиеті мына қоспаларға тәуелді (олардың мазмұны қатаң шектелуі тиіс): O_2< 2 %, N_2< 0,05 %, H_2< 0,01 %.

Осыған байланысты сапалы жалғастар (әсіресе балқытып пісірген кезде) алуда қажетті жағдай тек пісіру ваннасын ғана емес, сонымен бірге жік металының суыған бөлікшелері мен 350 °С-тан жоғары температураға дейін қыздырылған тегіс аймақтарды да газдан сенімді қорғауды қамтамасыз ету болып табылады.

20.3- кесте.

Пісіру конструкцияларында қолданылатын титанның химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері

Қорытпа маркасы	Сынып	Элементтердің болуы, %					МПа	5, %
		Mo	Cr	Al	V	Басқа да		
ВТ1	α	—	—	—	—	—	450	30
ВТ5-1	α	—	—	5,0	—	2,5 Sn	850	12
ОТ4	α	—	—	3,0	—	1,5 Mn	800	15
ВТ6С	α + β	—	—	5,0	4,0	—	1 000	10
ВТ14	α + β	3,0	1,5	4,5	1,0	—	1 100	8
ВТ22	α + β	5,0	1,0	5,0	5,0	1,0 Fe	1 300	8
ВТ15	β	7,0	11,0	3,0	—	—	1 400	4
ТС6	β	5,0	11,0	3,0	6,0	—	1 500	4

Пісіру кезінде қосымша қиындықты жоғары температураға дейін қыздырған кезде титанның түйіршіктердің артуына аса бейімділігі мен фазалық және құрылымдық айналыстардың күрделі сипаты тудырады. Мұның нәтижесі илемділіктің төмендеуі және пісіру жалғасынын қасиеттерінің әртектілігінің туындауы болып табылады.

Түрлі сыныпты қорытпаларды пісіруді илемділік қасиетінің төмендеу дәрежесі аз болатын суыту жылдамдығының барынша оңтайлы аралығын қамтамасыз ететін режимде жүргізу қажет. Осыларды ескеріп, α - қорытпаларды минималды бойлық энергиямен режимде пісіру орынды, ал (α + β) - қорытпалар үшін – суытудың аз жылдамдығымен жұмсақ режимдер, ал β - қорытпалар үшін – суытудың жоғары жылдамдығын қамтамасыз ететін режимдер ұсынылады.

Титан мен оның қорытпалары ыстық жарықтардың құрылуына бейім емес. Бұл титан мен оның қорытпаларының физикалық-химиялық қасиеттерінің қолайлы үйлесуіне (атап айтқанда жоғары температура саласындағы жоғары беріктік пен илемділікпен үйлесіп, құйманың шамалы отыруымен) байланысты. Пісіру кезінде көп жағдайда құрамы бойынша негізгі металға ұқсас электродты сымды пайдаланады.

Титан мен оның қорытпаларын пісіру кезінде жік металының негізгі ақауларының бірі кеуектілік болып табылады. Металдың газбен, бірінші кезекте сутегімен қанығуы салдарынан төмен илемділік кезінде туындайтын суық жарықтардың қалыптасуы да

жиі кездеседі. Әрі суық жарықтар мұндай жалғастарда пісіру конструкциясын сақтау кезінде қалыптасуы мүмкін. Титан мен оның қорытпаларын пісіру кезінде пайда болатын кеуектердің алдын алу мақсатында түрлі тәсілдер қолданылады:

- пісірілетін бөлшектер жиегінде және пісірілетін сым бетінде адсорбацияланған ылғал мөлшерінің азаюы, сондай-ақ пісіру аймағынан пісіру ваннасын қалыптастырғанға дейінгі аймақтан ылғалды жоюға жағдай жасау;
- пісіру ваннасынан сутегін неғұрлым толықтай жоюды қамтамасыз ететін пісіру режимін пайдалану;
- Флюсты пайдалана отырып пісіру ваннасынан сутегінің бөлінуін байланыстыру және қарқындату.

Адсорбацияланған ылғал мөлшерін азайтуға өңдеу тазалығын арттыру, сондай-ақ бөлшектерді пісіруге жағдайлар мен мерзімді регламенттеу есебінен қол жеткізіледі. Адсорбацияланған ылғал салдарынан кеуектілік төмендеуінің басқа бағыты түйіспе аймағында тұйық қуыстардың қалыптасуының алдын алуы мүмкін.

Бұған кепілді саңылаумен пісіру кезінде қол жеткізіледі. Галоген негізіндегі флюстарды қолдану барынша тиімді. Флюстармен аргон-доғалы пісіру кезінде пісірілетін жиектің шеткі беттерін спиртке иленген паста түріндегі жіңішке қабатпен жабады.

Титан қорытпалардан бөлшектерді қосу үшін балқытып (флюспен инертті газдарда жергілікті немесе жалпы қорғаумен доғалық, электр қожды және т.б.) пісірудің негізгі тәсілдерін қолданады.

Инертті газ атмосферасында балқымайтын және балқымалы электродтармен пісіру кезінде жоғары сұрыпты аргон мен гелийді пайдаланады. Жергілікті қорғаумен пісіру кезінде 400°С температурадан жоғары қыздырылған негізгі металды қорғауды қамтамасыз ететін түрлі қондырмаларды пайдаланады.

Қорғаныс бөлшектің беткі жағынан ғана емес, сонымен бірге жалғастың кері бетінен де құрылады. Бұл үшін жіктің төменгі жағынан газ жеткізуді қамтамасыз ететін кеуек материалдан немесе арнайы конструкциялардан төсемді пайдаланады. Неғұрлым тұрақты қорғаныс ортақ болып табылады.

Пісіру аймағын қорғау сапасы туралы пісіру жалғастарының сыртқы түрі бойынша бағамдауға болады. Жақсы қорғаныс кезінде пісіру аймағындағы металл бетінің түсі күміс түстес болады. Жеткілікті қорғаны болмаған кезде түс құбылады, ал нашар қорғаныс кезінде – сұр, қоңырқай түске айналады.

Балқымайтын электродпен пісіруді тік полярлы тұрақты токта орындайды. Үдерістің тұрақтылығын арттыру үшін лантандалған вольфрамды электродтар пайдаланылады. Термиялық ықпалы бар аймақта металдың қызуын азайту және жіктің қалыптасуын жақсарту үшін доғаның импульсті қоректендірілуі

пайдаланылады.

Балқымалы электродпен пісіруді металды шағын тамшылатып ауыстыруды қамтамасыз ететін режимде кері полярлы тұрақты тоқта орындайды.

Пісіру кезінде елеулі шашырау байқалады. Доғаны қолайлы неғұрлым импульсті қоректендіру жіктердің жақсы қалыптасатынын қамтамасыз ететін, шашырауды азайтып, қорғаныстық жақсартатын түрі. Титанның электр кедергісінің барынша көптігінен балқымалы электродпен пісірген кезде электродтың шағын шығындысын орнатады.

Кей жағдайларда кеуектердің құрылуының алдын алу үшін инертті газда пісіруді пісірілетін жиектің шеткі бетіне қойылатын галогенді флюсты қолданып жүзеге асырады.

Флюспен пісіру үшін АНТ сериясының оттексіз фторидті флюсын қолданады. Флюс маркасын пісірілетін металдың қалыңдығына қарай таңдайды. Пісіруді мысты, флюс-мысты төсемде немесе флюс жастығында кері полярлы тұрақты тоқта жүзеге асырады. Флюсты пісіру алдында 200-300 °С температура кезінде қыздырады. Шағын аралықтағы жіктер үшін титан мен оның қорытпаларын электр-қожды пісіру кезінде қалыңдығы 8-12 және пісірілетін металл қалыңдығына тең илемді электродтарды пайдаланады. Илемді электродты химиялық құрамы пісірілетін металл құрамына ұқсас металдан орындайды. Электр-қожды пісірумен орындалған пісіру жалғастарының ірі кристалданған құрылымы бар. Алайда көп жағдайларда олардың беріктілік қасиеті жақсы илемділік кезіндегі негізгі металға жақын.

20.5. Мыс және оның қорытпаларын пісіру

Мыс ауыр түсті металға жатады. Оның тығыздығы 9 г/см^3 құрайды. Яғни темірге қарағанда жоғары. Жоғары электрөткізгіштігі, жылуөткізгіштігі және коррозиялық беріктіліктің арқасында мыс электр өнеркәсібінде, аспап техникасында және химиялық машина жасау саласында орны ерекше. Мыс пен оның көптеген қорытпалары алуан түрді аппаратуралар, криогенді техника дайындау үшін қолданылады.

Өнеркәсіп М0 (кемі 99,95 % Cu) маркалы, М1 (кемі 99,90 % Cu) маркалы және т.б. мыс шығарады. Таза мыс суық және ыстық жағдайда қысыммен жақсы өңделеді. Төменгі температура өзгерістеріне сезімталдығы аз. Температура артқан кезде мыстың беріктік қасиеті кең шекте өзгереді.

Машина жасауда мыс негізіндегі қорытпалар – жез, қола кеңінен қолданыла бастады, олар да берік әрі технологиялық сипаттамасы үздік.

Жез — мыстың мырышпен қорытпасы. Оларды екі топқа

бөледі: қарапайым (бір фазалы) және көп компонентті (арнайы). Бір фазалы жездің (39 % Zn аспайтын) α-құрылымы бар, α-жез деп аталады. Олар илемді. Суық және ыстық жағдайда жақсы деформацияланады. 39 % Zn астам мен жездің (α+β)-құрылымы бар. Олар барынша қатты әрі берік, пісіру конструкцияларында сирек қолданылады.

Қола — қалайы, алюминий, марганец, темір және басқа да элменттермен мыс қорытпасы. Негізгі легирленген элементі қалайы болып табылатын қола қалайыланған қола (БрОФ6,5-0,4; БрОФ4-0,25 және т.б). деп аталады. Қалған қолалар негізгі легирленетін компонентке қарай алюминий, кадмилі және т.б. аталады.

Никельмен мыс қорытпасы жеке топқа жатады - ***Мельхиор никелі бар легирленген компонент ретінде, мысалы*** МН20 (20% Ni),

және нейзильберлер – никельмен және мырышпен қорытпалар. Мысалы, МНц19-20 (19 % Ni және 20% Zn). Оған басқа да элементтер енгізілуі мүмкін, мұндай қорытпалар **мельхиор және нейзильбер** атауын алды. Бұл топ қорытпаларының жоғары коррозиялық беріктігі бар, кеме және химиялық аппаратурада қолданылады.

Мыс пен оның қорытпалары көптеген тәсілдермен пісіріледі. Олардың пісірілімділігін бағалау кезінде мыс пен оның қорытпалары барынша жоғары жылу өткізгіш (темірден 6 есе жоғары), жылу кеңістігінің коэфициентімен (болаттан 1,5 есе көп) және қатайған кезде отыру шамасымен (болаттан 2 есе көп) көптеген басқа конструкциялық материалдардан ерекшеленеді.

Мыс пен оның қорытпалары кеуектілікке және кристалданған жарықтардың туындауына бейім. Газды, әсіресе беріктік және технологиялық сипаттамаға зиянды ықпал ететін оттегі мен сутегін белсенді сіңіреді.

Оттегі қатты мыста ериді. Температура көтерілген кезде мыс қатайғанда мыспен Cu—Cu_2O эвтектикасын құратын Cu_2O мыс оксидін құра отырып белсенді тотығады. Түйіршіктер шекарасы бойынша орналаса отырып, эвтектика жездің коррозиялық беріктігі мен илемділігін төмендетеді. Мыста 0,1 %-дан асатын оттегі болған кезде ыстық деформациялау, пісіру және ыстық өңдеудің басқа да түрлерінің үдерістері қиындайды.

Сутегі сұйық жезде жақсы ериді. Қатты металда сутегі мардымсыз ериді. Температура көтерілген сайын сутегінің ерігіштігі артады. Әсіресе сұйық жағдайға ауысқан кезде. Азоттың мысқа ұқсастығы аз және онда ерімейді. Жік металын газбен қанықтыру кеуектіліктің пайда болуына алғышарт болып табылады.

Жіктегі кеуектілік металда Cu_2O мыс оксидінің оттегімен реакциясы нәтижесінде пайда болатын су буын туындатуы мүмкін. Су буы металдың микроақауында жиналып, онда

микрожарық құрумен металды бұзатын қысым қалыптастырады. Бұл құбылыс мыстың сутекті ауруы деп аталады.

Кеуектер мен микрожарықтардың пайда болуы пісіру жігінің кристалдану үдерісінде туындайтын шөгу құбылыстарымен де байланысты болуы мүмкін. Мыс пен оның қорытпалары беріктігінің төмендігі негізінен мыстың сутегімен белсенді өзара әрекетіне және бұл ретте сәйкес келетін үдерістерге (су буын қалыптастыру, газ тәрізді сутегін бөлу) байланысты.

Мыс пен оның қорытпалары пісіру кезінде ыстық жарықтардың құрылуына бейім. Бұл жылулық ұлғаю коэффициентінің жоғарғы мәні мен мыс пен оның қорытпаларында мыспен тез балқитын эвтектика құратын зиянды қоспалардың (оттегі, сүрьма, висмут, күкірт, қорғасын) болуымен үйлесімде жоғары жылуөткізгіштік пен қатайған кезде құймалы отырудың ауқымды шамасына байланысты.

Жік металы қатайған кезде эвтектика криталаралық беріктікті төмендете отырып, кристаллиттердің шекарасы бойынша шоғырланады. Металдың жоғары қасиетін қамтамасыз ету үшін мыста қоспа шоғырлануын шектейді. Мысалы, мыста 0,005 %-дан аспайтын сүрьма, 0,005 % висмут, 0,004 % күкірт рұқсат етіледі.

Жіктерде мыс пен олардың қорытпаларын пісірген кезде ірі кристалды құрылым қалыптасады. Бұл пісіру кезінде мыс пен олардың қорытпаларының жоғары жылуөткізгіштігі пісіру жігінің орталығынан негізгі металға жылуды қарқынды таратуға ықпал етеді.

Бұл ретте балқу аймағынан пісіру ваннасының тереңіне бағытталған кристалдану үшін қолайлы жағдай туады. Жікте кристаллиттер ірі түйіршікті бағаналы құрылымды құра отырып, жылу ағыны бағытына қарай тартылады. Пісіру кезінде негізгі металға жылудың қарқынды тарауы термиялық ықпал ету аймағында түйіршіктердің артуына ықпал етеді.

Мысты пісіру кезінде негізгі қиындықтар балқытылған жағдайдағы жеңіл ерігіштік болып табылады, бұл ыстықтай жарықтардың құрылуына ықпал етеді. Жік металдарының жарық құру және морттануына бейімділігін арттыратын зиянды қоспалардың ықпалына; сутегінің зиянды ықпалға сезімталдығының артуына; түйіршіктердің көбею бейімділігіне және осымен байланысты термиялық ықпал ету аймағында пісіру қыздыру ықпалымен морттануға алып келеді.

Мысты пісірген кезде қосымша технологиялық қиындықтар жоғары жылуөткізгіштік, жылулық ұлғаюдың жоғары коэффициенті, сұйықтай аққыштық болып табылады.

Пісірудің тәсілдері мен технологиясын қаралған ерекшеліктерді есепке алып таңдайды. Негізгі міндеттердің бірі Cu_2O оксидінің құрылуына жол бермеуді және оның зиянды ықпалын ауыздықтауды қамтиды.

Осы мақсатта қорғаныс үшін инертті газды, флюс және борлы қосылыстарды қамтитын қаптаманы және белсенді ашығыштармен пісіру сымын, мысалы кремний мен марганеці бар БрКМц3-1 сымын пайдаланады.

Пісіру кезінде жергілікті балқытуды жүзеге асыру үшін мыс пен оның қорытпаларының жылу өткізгіштігінің жоғары болуына байланысты қыздыру теңбілінде жоғары жылу қуатымен және энергияны шоғырландырумен қыздыру көздерін қолдану қажет. Жылуды жылдам бұру салдарынан жік қалыптасуы нашарлап, онда ақаулардың (қатпар, тіліктер және т.б.) пайда болуына бейімділік артады.

Осыған байланысты қалыңдығы 10-15 мм жоғары бөлшектерді дәнекерлеуді алдын ала және ілеспе қыздырумен орындайды. Мыстан бұйымдарды 250-300 °С дейін, жезден — 300-350 °С дейін, қоладан бұйымдарды — 500-600 °С дейін қыздырады.

Қабырға қалыңдығы 1,5-20 мм жіңішке табақты конструкцияларды жиек қиясынсыз түйіспе немесе жиекті ашып пісіреді. Қалыңдығы 5 мм-ге дейін табақшаларды жиек қисынсыз, сонымен бірге 1,5 мм-ге дейін саңылаумен пісіруге болады. Аса қалың бөлшектерді жиек қиясымен пісіреді.

Жезді пісірудің негізгі тәсілдері қолмен доғалы қапталған электродтармен, флюспен автоматты, балқымалы және балқымайтын электродтармен қорғаушы газдарында пісіру болып табылады. Пісіруді мыс, графит, флюс жастығынан төсемдерде төменгі жағдайда жүргізеді.

Бұрыш жіктерімен үлкен қалыңдықты қосуда «қайықшада» пісіру ұсынылады. Қоспалы металл ретінде баспақталған шыбық немесе диаметрі 3-10 мм сым қолданылады. Қоспаның химиялық құрамын пісіру жіктері мен пісіру тәсілдеріне қойылатын талаптарға қарай таңдайды.

Мыстан конструкцияны осындай құрамдағы қосымды сыммен немесе легирленген фосформен және 0,2-0,3 %-ға дейін кремниймен пісіреді. Пісіру ваннасына қышқылдандырғыштарды енгізген кезде Cu_2O қалпына келіп, жік металы оттегіден тазарады. Жіктің беріктігін арттыру үшін басқа элементтермен легирленген қоспаны пайдаланады.

Барлық жездер балқымайтын вольфрамды электродпен аргон-доғалы пісірумен жақсы пісіріледі. Қарапайым жезді қоспамен пісірген кезде алюминий және кремний қоласының пісіру сымы ұсынылады. Күрделі жез бен қоланы пісірген кезде қоспалы сымды пісірілетін материалдағы құрамда пайдаланады.

Қапталған электродтармен доғалы пісіруді электрод ұшының ауытқуынсыз қысқа доғаны қолдануға тырысып, кері полярлық тұрақты тоқта орындайды. Тоқ күшін $1_{св}$ = (50-60)А есебінен электрод диаметріне қарай таңдайды. Жіктердің физикалық және механикалық қасиеттерін электродты сырық және қаптаманың

химиялық құрамын іріктеумен қамтамасыз етеді.

Флюспен автоматты пісіруді кері полярлы тұрақты тоқта орындайды. М1 электродты сыммен үйлесімде АН-348, ОСЦ-45, АН-26 және басқа да флюстар пайдаланылады.

Қорғаушы газдарындағы (қолмен немесе автоматпен) доғалы пісіру аргон, гелий және олардың қоспалары ортасында вольфрамды электрод немесе балқымалы электродты сыммен орындалуы мүмкін.

Мыс үшін қорғаушы газы азот болуы мүмкін, алайда оны ылғал буынан алдын ала тыңғылықты тазалау талап етіледі. Қоспалы материал ретінде пісіру кезінде БрХ0,7, БрКМц3-1 пісіру сымын немесе 0,1-0,2 % дейін фосфор мен кремнийді қоса отырып, М1 маркалы мыс пайдаланылады. Фосфор мен кремний пісіру ваннасын жақсы қышқылдандырады, кеуектілікті төмендетеді және пісіру жіктерінің жоғары физикалық-механикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді.

Л59, Л63, Л68 маркалы және басқа да жездерді пісірген кезде кремний мен темірмен (ЛК80-3, ЛМц59-0,2, ЛЖМц59-1-1, БрКМц3-1) легирленген қоспалы материалды қолдану ұсынылады. Күрделі жез мен қоланы пісірген кезде қоспалы металды негізгіге ұқсас таңдайды.

Жезді пісіру кезіндегі ерекшелік пісіру үдерісінде мырыштың қарқынды булануы болып табылады. Өйткені мырыштың булану температурасы (907 °С) жездің балқу температурасына (910 °С) жақын. Бұл ретте жік металында мырыштың болуы төмендейді және жалғастың механикалық қасиеттері нашарлайды. Бұдан басқа, мырыш буы қызметкерлер үшін қауіпті.

Мырыштың жануын азайту үшін төмен қуатта пісіру, ванна бетінде мырыштың булануына кедергі келтіретін SiO_2оксидті қорғаныс қабықшасын құратын кремнийі бар қосынды металды қолданған, қорғаныс флюстарын пайдаланған орынды.

Қоланы пісірген кезде негізгі қиындық олардың сұйықтай аққыштығының артуы болып табылады. Алюминийі бар қоланы пісірген кезде Al_2O_3 алюминий оксидінің қалыптасуымен туындайтын қиындықтар болады. Сондықтан пісіруді орындау тәсілдері мен технологиясын алюминийді пісіру кезіндегідей, ал режимдерді – мыс қорытпаларына сипатты жағдайда таңдайды.

Бақылау сұрақтары

1. Түсті металл қаситеттерінің болаттан ерекшелігін атаңыз.
2. Түсті металдар пісіру жағдайында өздерін қалай ұстайды?
3. Алюминий мен оның негізіндегі қорытпаларды пісіру кезінде қандай қиындықтар туындайды?
4. Магний қорытпалары алюминийден пісіру шартына қатысты немен ерекшеленеді?
5. Титан мен оның қорытпалары қасиеттерінің ерекшеліктері қандай?

6. Титан мен оның қортпаларын пісірудің негізгі қиындықтары нені қамтиды?
7. Мыс пен оның қорытпалары қасиеттерінің басқа да конструкциялық материалдар қасиетінен айырмашылығы неде?
8. Мыс пен оның қорытпаларын пісірген кезде қандай қиындықтар туындайды?
9. Вольфрамды электродпен алюминий қорытпаларды аргон-доғалы пісірген кезде пісіру ваннасының бетінен оксидтерді қалай жояды?
10. Титан қорытпалары үшін қапталған электродтармен доғалы пісіруді не үшін қолданбайды?

21 -тарау

ПІСІРУ ЖАЛҒАСТАРЫНЫҢ АҚАУЛАРЫ ЖӘНЕ САПАСЫН БАҚЫЛАУ

21.1. Жалпы мағлұматтар және бақылау ұйымдары

МЕСТ 15467—79 бойынша өнім сапасы — бұл өнімнің пайдаланылуы талаптарына сәйкес белгілі бір қажеттіліктерді қанағаттандыруға жарамдылығын білдіретін қасиеттерінің жиынтығы. Пісірілетін бұйымдардың сапасы материалдың техникалық жағдайларға сәйкестігіне, құрылғы мен жарақтардың жағдайына, технологиялық құжаттарды жасау деңгейі мен дұрыстығына, технологиялық тәртіптің сақталуына, сонымен қатар, жұмысшылар біліктігіне байланысты.

Бұйымның жоғары техникалық және пайдалану қасиеттерін қамтамасыз етуді тек технологиялық үрдістерді дәл орындау және оның тұрақты сақталуы жағдайында мүмкін болады. Бұл жерде өндірістік үрдістерді, сонымен бірге дайын бұйымдарды жан-жақты бақылаудың түрлі әдістері маңызды роль атқарады. Технологиялық үрдісті дұрыс ұйымдастыру барысында бақылау оның ажырамас бөлігі болып табылуы қажет. Ақауларды анықтау өнім ақаулығын жою ғана емес, онымен бірге технологияны да жедел түзету қажеттігін білдіреді.

Пісіру құрастырылымдарды оларды дайындаудың барлық сатыларында бақылайды. Одан басқа, жүйелі түрде қосалқы бөліктерді және құрылғыларды тексеруден өткізіп отырады. Алдын-ала бақылауға негізгі және көмекші материалдар ұшырайды, олардың сызбаға және техникалық жағдайларға сәйкестігі бекітіледі.

Дайындық жұмыстарынан кейін бұйымдар ішкі бақылаудан өтеді, яғни бұйымның сыртқы келбетін, қылауын, сызатты, жапырылулар болуын және т.с.с тексеріледі, сонымен қатар, қосалқы бөліктер көмегімен әмбебап және арнайы құралдармен, шаблондармен өлшенеді. Әсіресе пісіруге ұшырайтын аумақты қатаң бақылауға алады. Балқытып пісіруге дайындалған жиектің пішінін арнайы шаблондармен, ал беттін дайындық сапасын — арнайы оптикалық аспаптар немесе арнайы микрометрлер көмегімен тексереді.

Жинау және қарнау кезінде бір біріне қатысты жіктерінің көлемін, қарнауыштардың орналасуы мен өлшемдерін, қарнауыштар орнында сызаттың, күйіп қалу және басқа да ақаулардың болмауын тексереді. Жинау және қарнау сапасын бастысы ішкі бақылау және өлшеу арқылы анықтайды.

Ең жауапты кез болып пісіруді орындау барысындағы

бақылау болып табылады. Пісіру жұмыстарды бақылауды ұйымдастыру екі бағытта өтеді: пісіру үрдісін немесе алынған бұйымның өзін бақылауға алады.

Үрдістерді бақылау жүйелі түрде ақаулардың пайда болуының алдын-алады және автоматты пісіру барысында тиімді болып табылады (автоматты және доғалы, электр қожды және т.б.). Пісіру үрдістерін бақылаудың келесідей әдістері бар: технологиялық сынама үлгілері бойынша жалпылама параметрлерді пайдалану, пісіру режимін бақылау.

Технологиялық сынама үлгілері бойынша бақылау барысында пісірілетін бұйым жасалған металдан сол таңба мен қалыңдықта біріктіруші үлгілерді дайындайды, және оларды жан-жақты бақылауға алады: сырттай байқау, жалғастарды төзімділігіне сынау, рентген сәулелерімен сәулелендіру, металлографикалық зерттеу және т.с.с. бұндай бақылау әдісінің кемшілігіне бұйым мен үлгі арасындағы кей айырмашылықтарды жатқызуға болады, сонымен қатар, бір үлгіні дайындап болғаннан кейін екінші үлгіні дайындауға дейінгі кезде пісіру жағдайын өзгерту мүмкіндігі.

Пісіру сапасымен тікелей байланысқа ие *жалпылама параметрлерді қолданумен* бақылауды да пайдаланады**,** мысалы, нүктелік байланыстыру пісіру жағдайында дилатометрикалық тиімділікті пайдалану. Алайда балқыта отырып, кейбір пісіру жағдайларының барлығында жалғастардың сапасын жеткілікті сенімді түрде бақылауға мүмкіндік беретін жалпылама параметрлердің болуын анықтау мүмкін болмайды.

Пісіру режимін тікелей анықтайтын ***пісіру режимінің параметрлерін бақылауды*** кеңінен қолданады, себебі көп жағдайда балқыту арқылы пісіру үрдістеріне арналған белгілі бір жалпылама параметрлер жоқ. Доғалы пісіруде бұндай параметрлер болып ең алдымен, тоқ күші, доғалық кернеу, пісіру жылдамдығы, сымның берілу жылдамдығы және басқалар табылады. Бұндай көзқарастың кемшілігі қол жеткізілетін жалғастар сапасының деңгейін жеке алдына сипаттай алмайтын көптеген параметрлерді бақылаудың қажеттігі туындауы.

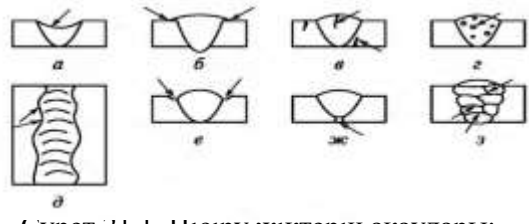
Бұйымдарды бақылаудан өткізуді операция сайын немесе дайындамалар жасап болғаннан кейін жүргізеді. Соңғы әдіспен әдетте күрделі емес бұйымдарды бақылайды. Бұйымдағы пісіруді орындаудың сапасын ондағы ішкі және сыртқы ақаулар болуымен бағалайды. Физиканың дамуы жауапты құрастырмаларды пісіру жалғастардың сапасының бұзылуын тексеруге мүмкіндік беретін жоғары шешуші қабілеттілікпен дефектоскопия әдістерінің жоғары тиімділігін құруға мүмкіндік береді.

Пісіру жалғастардың тұтастығының бұзылуы не бұзылмауын бақылау барысында бұзбайтын және бұзатын бақылау әдістерін қарастырады.

21.2. Пісіру жалғастарының ақаулары және олардың пайда болуларының себебі

Металл жіктерінде және термиялық әсер ету ошағында пісіру жалғастар пайда болу үрдісінде пісіру құрастырылымдардың жұмыс қабілетінің нашарлауына, оларды пайдаланудың сенімділігінің төмендеуіне, бұйымның сыртқы келбетінің бұзылуына әкелетін бекітілген қалыптан және техникалық талаптардан түрлі ауытқулардың болуы мүмкін. Пісіру жалғастарының ақауларын олардың пайда болу себептеріне және орналасу орнына (сыртқы және ішкі) қарай ажыратады. Пайда болу себептеріне қарай оларды екі топқа бөлуге болады. Бірінші топқа пісіру жалғастарының суыған кезінде және пісіру бұлауының қалыптасуы мен кристалдануы пайда болуы барысында (метал жігіндегі және жік аймағындағы ыстық және суық сызаттар, кеуектер, қалдықты қоспалар, метал жігіндегі және жік аймағындағы металл қасиетінің жағымсыз өзгеруі) орын алатын металлургиялық және жылулық құбылыстармен байланысты ақаулар жатады. Екінші жіктер қалыптасуының ақаулары деп аталатын топқа негізінен пісіру режимінің бұзылуына, пісіру құрастырылым элементтерінің дұрыс дайындалмауы және жиналмауы, құрылғылардың бұзылуы, пісірушінің жеткіліксіз біліктілігі және басқада технологиялық үрдістің бұзылулары жатады. Бұл топқа жіктердің өлшемдеріне сәйкес келмеуі, толық пісірілмеуі, кесіктер, күйдіріп алулар, ағып кетулер, кратерлердің толық пісірілмеуі және т.б. ақау түрлері 21.1.-суретте келтірілген. Пісіру жіктерінің пішіні және өлшемдерінің ақаулары болып олардың толыққанды болмаулары, енділігі мен биіктігінің толық жетпеуі, кедір-бұдырлығы, қайқы белдер болуы, қатты тартулар және т.с.с. Бұл ақаулар жіктің төзімділігін азайтып және сыртқы келбетін бұзады. Пісірудің механикаландырылған әдістерін қолдану барысында олардың пайда болуы — желідегі кернеу ауытқуы, берілетін сырғымалардағы сымдардың жылжып кетуі, пісіру автоматының орын ауыстыру механизмінде көтергіштер әсерінен пісіру жылдамдығының біртегіс болмауы, электрод еңкею бұрышының дұрыс жасалмауы, түйіспелердегі сұйық металдардың ағып кетуі, олардың түйіспелер ұзындығы бойымен біртегіс болмауы және т.б.. Жіктердің пішіні мен өлшемдерінің ақаулары жанама түрде жіктерде ішкі ақаулар болуын да білдіреді.

Шорлар сұйық металдың беті суық негізгі металға онымен пісірілмей ағып түсуі нәтижесінде пайда болады. Олар жергілікті— бөлек суыған тамшылар түрінде болулары мүмкін, сонымен бірге жік бойы біршама созылған болуы мүмкін.



Сурет 21.1. Пісіру жіктерің ақаулары:
а — жіктің әлсіреуі; *б* — шор; *в* — сызаттар; г — кеуектер; *д* — еннің біртегіс болмауы; *е* — кесу; *ж* — толық пісірілмеуі; *з* — қалдықты қосынды

Көбінесе шорлар тік жазықта көлденең пісіру жіктерін орындау барысында пайда болады. Шорлардың пайда болу себептері — үлкен пісіру тоғы, өте ұзын доға, электродтың дұрыс еңкеймеуі, төмен қарай пісіру барысында бұйымның үлкен бұрыш жасауы. Дөңгелек жіктер орындау барысында шорлар электродтың төбемен жеткіліксіз немесе артық мөлшерде бірігуінен туындайды. Шорлар орындарында толық пісірілмеулер, сызаттар және т.б. пайда болулары мүмкін.

Кесулер негізінен метал жігінің жақтауларында пайда болатын созылған тереңдіктерді (орларды) білдіреді. Олар үлкен пісіру тоғы мен ұзын доға нәтижесінде пайда болады. Бұрыштық жіктер орындау барысында кесулердің пайда болуының негізгі себептері болып тік бетке электродтың жабысып қалуы табылады. Бұл тік металдың біраз қызғандығымен орын алады және оның толық қызуынан көлбеу жазыққа ағып түсуін тудырады. Кесулердің орын алуы пісіру жалғастардың әлсіз ұштасуына әкеледі және оларда кернеудің пайда болуын туындатып, бұл сынуға себе болуы да мүмкін.

Күйіктеспелер — бұл бұлау металының бөлігінің ағып кетуі нәтижесінде жікте пайда болған ойықтар. Олардың пайда болуына пісірілетін жиектер арасындағы үлкен түйіспенің болуы, жиектердің жеткілікті бітелмеуі, шамадан тыс пісіру тоғының болуы, пісірудің жеткіліксіз жылдамдығы себеп болуы мүмкін. Көбінесе күйіктеспелер жұқса металдарды пісіру кезінде және көпқабатты жіктерді алғаш рет өтуді орындау барысында орын алады. Күйіктеспелер сонымен қатар флюстік жастықты және пісіру астын дұрыс тақамау нәтижесінде де пайда болуы мүмкін.

Толық пісірілмеу деп негізгі метал жиегін жергілікті дұрыс пісірмеуді немесе көпқабатты пісіруде жеке білікшелердің өзара пісірілмеуін атайды. Толық пісірілмеулер жіктің ағып кетуін азайтады және жалғастарда кернеу туғызады, бұл құрастырманың төзімділігін күрт төмендетуі мүмкін. Толық пісірілмеулердің себептері — металдардың қақтан нашар тазартылуы, тот басу және ластанулар, жинау барысында түйісулердің аздығы, көп бітелуі, жиектер қиғаштығының аз бұрышы, жеткіліксіз пісіру

тоғы, пісірудің жоғары жылдамдығы, түйіспе орталығынан электродтың бірігіп кетуі. Рұқсат етілетін шамадан жоғары шамадағы толық пісірілмей қалулар жойылуға және кезекті рет пісіруге жатады.

Сызаттар, толық пісірілмей қалулар сияқты пісіру жіктерінің қауіпті ақаулары болып табылады. Олар жіктің өзінде, сонымен бірге жік аймағында да пайда болулары мүмкін және жікті бойлай немесе тігінен орналасуы мүмкін. Өлшемдеріне қарай сызаттар макро және микроскопиялық болады. Сызаттардың пайда болуына көміртегі мөлшері жоғары болуы, сонымен қатар, күкірт пен фосфар қоспаларының шамадан артып кетуі себеп болады.

Қалдықты қоспалар, жіктегі қалдықтың дағын білдіре отырып, бұйым жиектерін және пісіру сымдарының беттерінің оксидтер мен ластағыш заттардан нашар тазалануынан пайда болады. Олар ұзын доғалы пісіру барысында, жеткіліксіз пісіру тоғында және шамадан тыс пісіру жылдамдығында, ал көпқабатты пісіру кезінде – алдыңғы қабаттардағы қалдықтардың дұрыс тазартылмауынан туындайды. Қалдықтар жіктің түйіскен жерлері мен оның төзімділігін әлсіретеді.

Газ кеуектері метал жіктерінің кристалдануы барысында газдардың толық алынбауынан пісіру жіктерінде пайда болады. Кеуектер пайда болуынынң себептері — болатты пісіру барысында көміртегі мөлшерінің шамадан артықтығы, жиектердің ластығы, ылғал флюстерді қолдану, қорғаушы газдарын жеткіліксіз қолдану, пісірудің жоғары жылдамдығы, орнатылатын сымның дұрыс таңдалмауы. Кеуектер жікте бөлек топтар, тізбектер немесе жекелеген бос қуыстар түрінде орналасуы мүмкін. Кейде олар жіктің бетіне қуыстар деп аталатын шұңқыр тәрізді тереңдік түрінде шығады. Кеуектер сонымен бірге жіктің төзімділігі мен түйіспелерін әлсіретеді, өтпелі кеуектер байланыстардың герметикалық бұзылуларын туындатады.

Жіктің микро құрылымы және термиялық әсер ету аумақтары белгілі бір деңгейде пісіру жалғастардың қасиеттерін анықтап және олардың сапаларын сипаттайды.

Микро құрылымдық ақауларға келесілер жатады: оксидтердің және метал емес қосылыстардың шамадан тыс мөлшері, микро кеуектер мен микро сызаттар, ірі түйіршіктік, қатты қызып кету, металдың күйіп кетуі және т.б. Қатты күйіп кету түйіршіктің тіптен үлкейіп кетуімен және метал бетінің кедір-бұдырлығымен сипатталады. Қатты күйіп кету өте қауіпті болып табылады — бұл түйіршіктер құрамында қышқылды шектер болуын білдіреді. Бұндай металл аса жоғары сынғыштық қасиетке ие болады және түзетуге келмейді. Қатты күйіп кету себебі пісіру кезіндегі пісіру бұлауының нашар қорғалуы, сонымен қатар, шамадан аса тоқта пісіру жасау болып табылады.

21.3. Пісіру жалғастардың бақылауының бұзылмайтын әдістері

Пісіру жалғастарының сапасын бақылаудың бұзылмайтын әдістеріне сырттай байқау, құрастырманың өткізбейтіндігіне (немесе герметикалығына) бақылау, бетке шығыңқы ақауларды табуға бақылау, жасырын және ішкі ақауларды бақылау жатады.

Сырттай байқау және пісіру жіктерін өлшеу — кеңінен таралған және қарапайым сапа бақылауының әдістері. Олар дайын пісіру түйіндері немесе бұйымдарын қабылдау бойынша алғашқы бақылау операциялары болып табылады. Бақылаудың бұл түрлеріне бұдан әрі қалай сыналатынына қарамастан, барлық пісіру жіктері ұшырайды.

Пісіру жіктерін сырттай бақылаумен сыртқы ақауларын анықтайды: толық пісірілмеуін, шорлар, кесілулер, сыртқы сызаттар және кеуектер, бұйымның пісірілетін жиектерінің бірігіп кетуі және т.б. көзбен қарай отырып бақылауды жәй қарау арқылы, сонымен бірге, 10-есе үлкейтіп көрсететін лупаны қолданумен жүзеге асырады.

Пісіру жіктерін өлшеу пісіру жалғастарының сапасы туралы талқылауға мүмкіндік береді: жіктің жеткіліксіз түйісуі оның төзімділігін азайтады, шамадан тыс түйісуі – ішкі кернеу мен пішін өзгертулер болуын арттырады. Дайын жіктердің түйіспелерінің өлшемдерін жалғастар түріне қарай оның параметрлерімен тексереді. Түйіспелі жікте оның енін, биіктігін, жік түбінен шығыңқылық өлшемін, бұрыштық жікте – катеттерін тексереді. Өлшенген параметрлер техникалық жағдайларға немесе, стандарттарға сәйкес болуы тиіс. Пісіру жіктерінің өлшемін өлшеу құралдары немесе арнайы шаблондар арқылы бақылайды.

Пісіру жіктерін сырттай байқау және өлшеу пісіру сапасын толыққанды талқылауға мүмкіндік бермейді. Олар жіктің тек сыртқы ақауларын ғана анықтайды және бұдан да нақтырақ әдістермен тексерілуі мүмкін олардың күмән келтіретін аумақтарын анықтауға мүмкіндік береді.

Пісіру жіктері және бірқатар бұйымдар жалғастары түрлі газдар мен сұйықтар үшін өткізбейтіндік (герметикалық) талаптарға сай болуы тиіс. Осыны ескере отырып, көптеген пісіру құрастырылымдарда (ыдыстар, өткізгіш құбыр, химиялық аппаратура және т.б.) пісіру жіктері ***герметикалық бақылауға*** ұшырайды. Бақылаудың бұл түрі монтаждық жұмыстардан кейін немесе құрастырылымдар жасап болған соң жүргізіледі. Сырттай қараумен анықталған ақаулар сынама жүргізілуге дейін жойылады. Пісіру жіктерінің өткізбейтіндігі келесі әдістермен бақыланады: қылтүтікті (керосинмен), химиялық (аммиакпен), көпіршікті (ауалық немесе гидравликалық қысыммен), вакуумдау немесе газ электрлік газ кетулерді тексергіштермен бақыланады.

Керосинмен бақылау капилярлықтың физикалық құбылыстығына негізделген, ол керосиннің капилярлық өтуі— өтпелі кеуектер мен сызаттар бойынша көтерілу қабілетіне негізделеді. Сынақ барысында пісіру жіктері бордың судағы ерітіндісімен қарауға оңай және ақауларды анықтау мүмкін болатын жағынан жабындалады. Боялған бетті кептіргеннен кейін жіктің екінші бетіне керосин жағылады. Жіктердің толық бітілмегендігін екінші бетке керосиннің отіп кетуімен анықтайды. Бөлек бір дақтардың пайда болуы тесіктер мен ойықтардың, жолақтардың болуы — жіктегі бойлық сызат пен толық пісірілмегендікті білдіреді. Керосиннің аса жоғары өткізгіштік қабілетінің арқасында 0,1 мм және одан да кіші өлшемдегі ақауларды анықтау мүмкін болады.

Аммиакпен бақылау сілтілік әсер етумен кейбір индикаторлардың (фенолфталеин ерітіндісі, азот қышқылының сынабы) түсі өзгеруіне негізделген. Бақылаушы реагент түрінде газ (аммиак) қолданылады. Сынақ барысында жіктің бір жақ бетіне индикатордың 5 %-дық ерітіндісіне батырылған қағаз лентаны төсейді, ал жіктің екінші жағын аммиактың ауамен қоспасымен өңдейді. Аммиак, пісіру жігінің тығыз емес жерлерінен өту арқылы ақаулар туындаған жерлердегі индикатордың түсін өзгертеді.

Ауа қысымымен бақылау (қысылған ауа немесе басқа да газдармен) қысыммен жұмыс істейтін ыдыстарды және өткізгіш құбырларды, сонымен қатар, резервуарларды және цистерналарды қамтиды. Бұл сынақты пісірілген бұйымның жалпы герметикалығын тексеру мақсатында өткізеді. Аз көлемді бұйымдарды су толы бұлауға салады, одан кейін оның ішіне қысылған ауаны жұмыс істеу қысымынан 10-20 % асатын қысыммен жібереді. Ірі көлемдегі құрастырмаларды пісіру жіктері бойынша ішкі қысым беруден кейін көпіршікті индикатормен (әдетте сабын ерітіндісімен) қаптайды. Жіктердегі тығыздық аздығының бар екенідігін ауада пайда болған көпіршіктерден біледі. Қысылған ауамен (газдармен) сынау барысында қауіпсіздік техникасын сақтау қажет.

Гидравликалық қысыммен бақылауды түрлі ыдыстар, қазандықтар, бу-,су,-және газ өткізгіштер және басқа да шамадан тыс қысыммен жұмыс істейтін пісіру құрастырмаларының төзімділігі мен тығыздығын тексеру барысында қолданады. Сынақ алдында пісіру бұйымын толығымен су өткізбейтін бітемелермен бітейді. Одан кейін бұйымды жұмыс істеу қысымынан 1,5-2 есе артатын шамадан тыс қысымда сумен толтырады, және берілген уақытта ұстап тұрады. Ақаулық орындарды ағып кетулер, тамшылаулар немесе жік бетіндегі ауаның ылғалдану бойынша анықтайды.

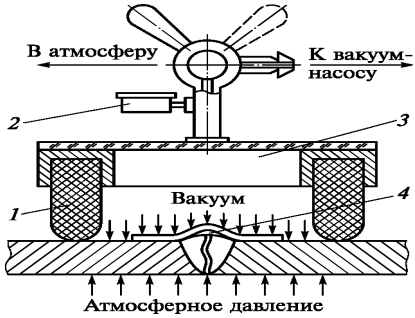
Вакуумдық бақылауға керосинмен, ауамен немесе сумен сынау мүмкін емес және тек бір жағынан ғана бақылау мүмкіндігі

бар пісіру жіктері ұшырайды. Оны резервуарлар, газгольдерлер немесе басқада қаңылтырдан жасалған құрастырмалардың түбін тексеру үшін қолданады. Әдістің маңыздылығы пісіру жігінің бақыланатын жағында вакуум құру және бақылаудың осы бір жағында тығыздығы аз жерлерден ауаның өтуін тіркейтіндігі болып табылады. Бақылау алдын-ала сабын ерітіндісімен жібітілген пісіру жалғастардың қолжетімді жерлеріне орналастырылатын орын ауыстыратын вакуум-камераларының көмегімен жүзеге асыралады (сур. 21.2). бақыланатын бұйым типіне және пішініне байланысты жазық, бұрыштық және шар тәрізді вакуум-камералар қолданылуы мүмкін. Оларда вакуум жасау үшін арнайы вакуум-сорғыштарды қолданады.

Люминесценцияға негізделген бақылау, капиллярлық дефектоскопия деп аталатын бақылау түрін бұйымның бақыланатын бетіне арнайы сұйықтарды жағудың көмегімен жүзеге асырады. Жоғары жібіту қасиеттеріне ие бұл сұйықтықтар ақаудың ең кішкентай беттерінен — сызаттардан, кеуектерден, толық пісірілмеген жерлерінен өтеді. Люминесценцияға негізделген бақылау кей заттар қасиеттерінде ультра күлгін сәуле әсерінен жарқырауға негізделген. Жіктің бетін және жік аймағын бақылаудан бұрын оларды қалдықтар мен ластанулардан тазартады, оларға сіңірілетін сұйықтық жағып оны кейіннен сүртіп тастайды да, ал бұйымды кептіреді. Бет ақауларын анықтау үшін ультра күлгін сәулемен сәулелендіреді — ақаулар орнында сұйықтық ізі сәулеге шағылысып білінеді.

Бояу әдісімен бақылау тазартылған пісіру жалғастарының бетіне капилярлық күш әсер етуімен ақау қуысына сіңірілетін жібітетін сұйықтық жағуға негізделген. Оның сүртіп тастағаннан кейін жіктің бетіне ақ бояу жағылады. Сұйықтықтың бояу бетіне шығуы ақаулардың орналасу орнын білдіреді.

Электрлік газ кетулерді тексергіштермен бақылауды жауапты пісіру құрастырмаларын сынау мақсатында қолданады, себебі, газ кетулерді тексергіштер жеткілікті күрделі және қымбатқа түседі.



Сурет 21.2. Жікті вакуумдық бақылау:*1*-тығыздық; *2*-вакуумметр; *3*-*к*амера; *4*-сабын ерітіндісі.

Газ түріндегі индикатор ретінде оларда гелий қолданылады. Жоғары өтімділік қабілетіне ие бола отарып, ол металдағы ең

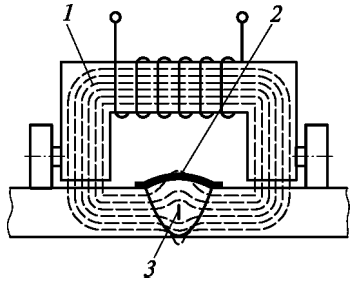
майда саңылау тұстардан өтіп және газ кетуін бақылаушыда тіркелуі мүмкін. Бақылау барысында пісіру жігін үрлейді немесе бұйым ішін газ-индикатолрдың ауамен қоспасы арқылы толтырады. Тығыз емес жерлерден өткен газ қуыс арқылы ұсталып және газ кету тексергішінде талданады. Ішкі жасырын ақауларды анықтау мақсатында магнитті, радиациялы және ультра дыбыстық бақылау түрлері қолданылады.

Бақылаудың магнитті әдістері бақыланатын бұйымдардың магниттелуі кезінде ақаулар орнында пайда болатын магнит өрістерінің таралуын анықтауға негізделген. Бұйымдарды ішкі жағына соленоид немесе электр магнитін орната отырып магниттейді. Қажетті магнит ағынын бақыланатын бұйымға оралатын пісіру сымдарының орамдары бойымен (3 - 6 орамдар) тоқ өткізу арқылы да құруға болады. Таралу ағынын анықтау әдісіне байланысты магниттік бақылаудың келесі әдістерін ажыратады: магниттік түйіршіктер әдісі, индукциялық және магнитографикалық әдістер. Магниттік түйіршік әдісін қолдану барысында магниттелетін жалғастар бетіне магнит түйіршіктерін (тотқақ, темір үгінді) құрғақ түрде жағады — бұл құрғақ әдіс немесе магниттүйіршігінің сұйықтыққа қоспасы (керосин, сабын ерітіндісі, су) — сулы әдіске негізделген. Ақаулар орналасқан орын үстінде дұрыс бейінделген магнит спектрі түріндегі жиналулар пайда болады. Түйіршіктердің жылжуын оңайлату үшін бұйымды жәй соққылайды. Магнит түйіршіктерінің көмегімен көзбен байқалмаған сызаттарды, 15 мм кем болмайтын ішкі сызаттарды, металдың қатпарлануын, сонымен бірге ірі тесіктерді, ойықтарды және 3-5 мм кем болмайтын қалдықтарды анықтайды.

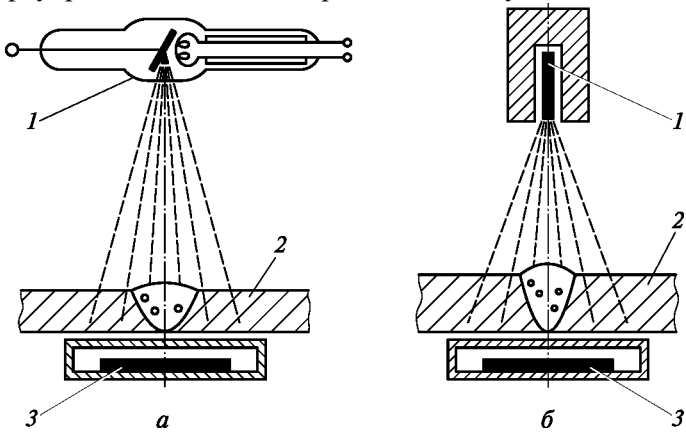
Индукциялық әдісте бұйымдағы магнит ағынын айнымалы тоқтың электр магнитімен береді. Ақауларды тексергіш көмегімен индикаторлауда оптикалық немесе дыбыстық белгі берумен анықталып, оның орамасында өрістің әсерінен ЭҚК индукцияланады.

Магнитографикалық әдісті қолдану барысында таралу өрісі жалғас бетіне тығыз орналасқан икемді магниттік лентада тіркеледі. Жазба магнитографикалық дефектоскопта жазылады. Үлгімен бақыланатын жалғасты салыстыру нәтижесінде жалғастардың сапасы туралы қорытынды жасалады (сур. 21.3).

Бақылаудың радиациялық әдістері ақаулы және ақаусыз металдар арқылы рентген және гамма сәулелердің өту қабілеттеріне негізделген бақылау әдісінің кең таралған түрі. Радиациялық әдісте ақауларды анықтау ақаулы және ақаусыз металдар арқылы рентген және гамма сәулелердің өту қабілеттеріне түрлі жұтылуларына негізделген (сур. 21.4). пісірме біріктірулерді арнайы аппараттармен сәулелендіреді. Жіктің бір жақ бетіне одан біраз арақашықтықта сәулелену көзін орнатады, кері жағына тығыз қапсыра сезімтал фотопленкалы таспаны орнатады. Сәулені түсіру барысында сәулелер пісіру біріктірілімі арқылы өтіп пленканы сәулелендіреді. Тесіктер, қалдықтар, толық пісірілмеген орындар, ірі сызаттар орындарында пленка бетінде қара дақтар пайда болады. Ақаулардың түрі мен өлшемдерін пленканы үлгі пленкасымен салыстыра отырып анықтайды. Рентген сәулелерінің көзі болып арнайы аппараттар (РУП- 150-1, РУП-120-5-1 және т.б.) қызмет етеді. Рентгендік сәулелендіру арқылы бұйымдардағы қалыңдығы 60 мм дейінгі ақауларда анықтауға болады. Рентгенографикамен (пленкаға түсіру) қатар, рентгеноскопияны да қолданады, яғни, ақаулар туралы белгіні металды сәулелендіру барысында экранға флуоресцентті жабындар пайда болуымен анықтау. Бұндай



Сурет 21.3. Ақауларды таспаға магниттік жазу:
1 — электромагнит; 2 — магниттік таспа; 3 — жік ақауы



Сурет 21.4. Жіктерді радиациялық сәулелендіру сұлбасы:
а — рентгендік; б — гамма-сәулеленумен; 1 — сәуле шығарушы; 2 — бұйым; 3 — пленка

жағдайларда пайда болған ақауларды экранда қарастырырады. Бұндай әдістерді телевизиялық қондырғыларда жасап және бақылауды арақашықтықта өткізуге болады. Пісіру жалғастарды гамма- сәулелермен сәулелендіру барысында жарық көздері болып радиоактивті изотоптар қызмет етеді: кобальт-60, тулий-170, иридий-192 және басқалар. Радиоактивті изотоптар толтырылған ампула қорғасын контейнерге салынады.

Сәулелендіру технологиясы рентгендік сәулелендіруге ұқсас келеді. Гамма-сәулелендіру рентгендік сәулелендіруге қарағанда аса қаттылығымен және толқындарының қысқалығымен ерекшеленеді, сондықтан да ол металға терең өтіп кете алады. Ол металды 300 мм дейін қалыңдықта сәулелендіре алады. Рентгендік сәулемен салыстырғандағы гамма-сәулеленудің кемшіліктері болып жұқа металды сәулелеу барысында (50 мм жұқа) сезімталдығы, сәулелену қарқындылығын реттеудің мүмкін еместігі, гамма-аппараттармен жұмыс істеу барысында абайсыздықта гамма-сәулесін алып қалудың үлкен қаупі табылады.

Ультрадыбыстық бақылау ультра дыбыстық толқындардың металға терең бойлауына және ондағы ақаулы орындарда көрініп қалуын анықтауға негізделген. Бақылау үрдісі барысында дірілдегіш пластинка-қуысынан ультра дыбыстық ауытқу шоғыры (пьезокристаллдың) бақылаушы жікке енгізіледі. Ақаулы аумақты кездестіргенде ультра дыбыстық толқын одан шағылысып және ультра дыбыстық ауытқуларды электрлік белгілерге өзгертетін басқа пластинкалы-қуыспен ұсталынып алынады. Бұл ауытқулар оларды күшейткеннен кейін ақаулар барын білдіретін дефектоскоп электронды-сәулелі құбырының экранына келіп түседі. Импульстер сипаты бойынша ақаулардың созылыңқылығы және олардың орналасу тереңдігі туралы талқылайды. Ультра дыбыстық бақылауды пісіру жікке біржақты қолжетімділік жағдайында және жіктің беткейін алдын-ала өңдеу кезінде өткізуге болады.

Ультра дыбыстық бақылау келесідей артықшылықтарға ие: жоғары сезімталдық, 1-2 мм^2 алаңды қамтитын ақауларды өлшеп және орнын анықтауға мүмкіндік беретіндігі; үлкен қалыңдықтағы ультра дыбыстық толқындардың терең бойлай алатын қабілеттілігі; пісіру жалғастарының бір жақты бақылану мүмкіндігі; жоғары өнімділік және құрылғының дүрсілді дауысының шықпайтындығы. Ультра дыбыстық бақылаудың маңызды кемшіліктері болып ақау түрін бекітудің қиындығы табылады. Бұл әдісті бақылаудың негізгі түрі ретінде және пісіру жалғастарды реттілікпен алдымен рентген, кейіннен гамма сәулелермен жарықтандыру ретінде қолданады.

21.4. Пісіру жалғастарды бұзатын бақылау әдістері

Пісіру жалғастар сапасын бақылаудың бұл әдістеріне механикалық сынақ, металлографикалық зерттеу, пісіру жалғастар сипаттамасын алу мақсатындағы арнайы сынақтар жатады. Бұл сынақтарды бұйымдардан кесіп алынатын немесе арнайы пісірілген бақыланушы жалғастардың – бұйым пісірмесіне сәйкес, бұйымды пісіру жағдайының технологиясына және талаптарына сәйкес орындалған технологиялық үлгілердің пісіру үлгілерінде жасайды.

Сынақ мақсаттары болып пісіру жалғастар мен құрастырмалардың төзімділігі мен сенімділігін бағалау, негізгі және орнатылатын метал сапасын бағалау, таңдалған технологияның дұрыстығын бағалау, пісіруші біліктілігін бағалау табылады. Пісіру жалғастар қасиетін негізгі метал қасиетімен салыстырады. Нәтижелер берілген деңгейге сәйкес келмесе, қанағаттандырылмайды деп саналады.

Механикалық сынақ МЕСТ 6996 — 66 бойынша жүргізіледі, ол металл жігі мен пісіру жалғастардың келесідей түрлерін қарастырады: пісіру жалғастардың және оның түрлі аумағындағы металдың (балқытылып капталған металдың, термиялық әсер ету аумағы, негізгі металдың) статикалық тартылуға, статикалық майысуға, соққылаудан майысуға, ескіруге қарсы тұратындығына, қаттылығын өлшеуге толықтай сыналуы.

Механикалық сынақтарға арналған бақылау үлгілері белгілі бір өлшемдер мен пішіндерге жасалады.

Статикалық тартылысқа сынақ жасау арқылы пісіру жалғастардың төзімділігін анықтайды. Статикалық майысуға сынақтар жүргізу арқылы майыстыру бұрышының көлеміне қарай біріктірілген жердің икемділігін оның тартылған аумақта алғашқы сызат түсуімен анықтайды. Статикалық майысуға сынақты негізгі металмен беттесетін жікті күш түсіре отырып ажыратып алумен оның көлбеу және бойлық үлгілеріне өткізеді. Соққылау арқылы, сонымен қатар, жұлып алумен сынақ өткізумен пісіру жалғастардың жабысқақатығын анықтайды. Қаттылықты анықтау нәтижесі бойынша пісіруден кейінгі суыту барысында металды қыздыру деңгейі және құрылымдық өзгеруі туралы талқылайды.

Металлографикалық зерттеулердің негізгі міндеті болып метал құрылымын және пісіру жалғастар сапасын бекіту, ақаулардың болуын және сипатын анықтау табылады. Металлографикалық зерттеулерге металды талдаудың макро- және микроқұрылымдық әдістері жатады.

Макроқұрылымдық әдістерді қолдану барысында макро тілімтастар және метал сынықтарын жәй көзбен көру немесе лупамен қарау арқылы зерттейді. Макрозерттеу пісіру жалғастардың түрлі аумағындағы көзге көрінетін ақаулардың сипатын және орналасқан жерін анықтауға мүмкіндік береді.

Микроқұрылымдық талдау барысында оптикалық микроскоптар көмегімен 50—2 000 есе ұлғайту кезінде метал құрылымы зерттеледі. Микрозерттеулер металл сапасын, оның ішінде металдың қатты күйіп кетуін, оксидтердің болуын, метал жігінің метал емес қалдықтармен ластануын, метал түйіршіктерінің көлемін, оның құрамының өзгеруін, микроскопиялық сызаттарды, кеуектер және құрылымының кейбір басқа да ақауларын анықтауға мүмкіндік береді. Металографикалық зерттеулерге арналған тілімтастарды дайындау әдістемесі пісіру жалғастардан үлгілерді кесіп алуды, металл бетін арнайы улайтын заттармен уландыру және жылтыратуды қамтиды. Металографикалық зерттеулерді қаттылығын өлшеумен және қажет болған жағдайда металдың пісіру жалғастардың химиялық талдауларымен толықтырады.

Арнайы сынақтарды пісірме құрастырылымдардың пайдалану жағдайын ескере отырып, пісірме біріктірілімдерінің сипаттамаларын алу мақсатында өткізеді: түрлі ортада жұмыс істейтін құрастырмаға арналған тот басу қарсылығын анықтау; айналымдық жүктелімдер беру барысында шаршаңқылыққа төзімділігі; жоғары температуралық жағдайда пайдалану барысында жылжымалығы және т.б.

Бұйымды сындыру арқылы бақылау әдістерін де қолданады. Бұндай сынақтар өткізу барасында құрастырмаға берілген есептік жүктелімді көтере алу қабілетін анықтайды және сындыратын жүктелімді, яғни төзімділіктің нақты қорын анықтайды. Бұйымдарды бұзу арқылы сынау барысында олардың жүктелім сызықтары пайдалану барысындағы жұмыс жағдайларына сәйкес болуы шарт. Сындыру не бұзу арқылы сынаққа ұшырайтын бұйымдар саны техникалық жағдайлармен бекітіледі және олардың жауапкершілік деңгейлеріне, өндірісті ұйымдастыру жүйесіне және құрастырманың технологиялық жасалуына байланысты болады.

Бақылау сұрақтары

1. Бұйым сапасы дегенді қалай түсінесіз?
2. Өндірістегі пісірме құрастырылымдарды дайындау және оларды бақылауды ұйымдастыру қалай өтеді?
3. Пісірмелік біріктірілімдердің түрлерін және олардың пайда болу себептерін атаңыз.
4. Пісірмелік біріктірілімдерді бұзбастан бақылаудың қандай әдістері бар және олардың пайдалану маңыздылығы қандай?
5. Пісірмелік біріктірілімдерді бұзу арқылы бақылаудың қандай әдістері бар және олардың пайдалану маңыздылығы қандай?
6. Пісірілетін жұқа ыдыстың герметикалық тексерілуін қалай жүзеге асыруға болады?
7. Бақылаудың радиографикалық әдісін қолдану барысында ақауларды анықтау қандай физикалық тиімділік әсерінен орын алады?

22-тарау
ПІСІРУ ӨНДІРІСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ДАЙЫНДАУЫ

22.1. Пісіру өндірісі туралы түсінік және оның ерекшеліктері

Экономиканың дамуында машина жасау саласы барлық салаларды қажетті машиналармен, аппараттармен, құралдармен қамтамасыз етуде жетекші орын алады. Ғылыми-техникалық үрдістің дамуы олардың техникалық-пайдалану сипаттарын жоғарылату мақсатында бұйымдардың үздіксіз жетілдіруін талап етеді. Бұл құрылымдардың күрделенуіне байланысты, және күрделену қарқыны соншалықты үлкен – өндіріс технологиясының даму қарқынынан жиі әлдеқайда жоғары болады. Бұл құрылманың металды қажетсінуі мен массасының жоғарылауымен сүйемелденеді. Әдетте өндірістік циклдердің ұзақтығы ұлғаяды, дайындаудың еңбек сыйымдылығы мен өзіндік құны өседі, сондықтан бұйымдардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің арттыруы және өндірістік шығындардың азайтуы мақсатында ғылым мен техниканың жетістіктері негізінде өндірістің техникалық деңгейін жоғарылату міндеті машина жасаушылардың алдында тұрады. Алға қойылған міндеттерді тек қана құрылым жобалауының жетілдірілген әдістерін пайдалану, ал өндірісте – ең озық технологиялар мен жабдықтарды әзірлеу және қолдану, еңбек ұйымдастыруының озық түрлерін енгізу арқылы шешу мүмкін. Техниканың дамуы материалдарға жоғары талаптардың қоюын қасжетсінеді. Бұның барлығы жалпы қазіргі заманғы машина жасау өндірістің сапалы өзгеруінің алғышарттарын құрайды.

Қазіргі заманғы машина жасау, соның ішінде пісіру өндірісі, бір мезгілде оның дамуының бағыттары болып табылатын бірқатар ерекшеліктермен сипатталады.

Бірінші тән ерекшілік пайдаланылатын құрастырымдық материалдардың номенклатурасының елеулі өзгеруі болып табылады. Айта кету керек заманауи техниканы дамуы, құрылмалардың жетілдіру мүмкіндігі, олардың техникалық сипаттардың жоғарылауы едәуір дәрежеде қолданылатын материалдардың прогрессивтігімен анықталады. Бұған қоса бұл құрылмалардың металға қажетсінуін төмендететін тәсілдің бірі. Машина жасау салаларының көпшілігі үшін болат әлі де негізгі құрылымдық материал болып табылады. Алайда дәстүрлі төмен көміртекті болаттардың орнына қолданылатын материалдардың номенклатурасында аққыштық шегі 500-800 МПа құрайтын төмен және орташа легирленгенн құрылмдық болаттар, сондай-ақ аққыштық шегі 900-2000 құрайтын беріктігі жоғары болаттар кең

пайдалануын табуда. Олардың қолдануы бұйымдардың жұмыс қабілеттілігін күрт арттыруға, олардың пайдалану сенімділігін және бір мезгілде салмағын азайтуға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, алюминий, титан, магний негізіндегі пайдаланылатын жеңіл қорытпалардың көлемі мен номенклатурасы үздіксіз артып жатыр. Әсіресе қолданылатын материалдардың номенклатурасындағы үлкен өзгерістер авиақұрылыс, кеме жасау, химиялық машина жасау және т. б. сияқты күрделі салаларда байқалады.

Заманауи машина жасаудың екінші тән ерекшелігі өндірістің өзіндегі мазмұнының өзгеруі болып табылады. Жаңа материалдардың пайдалануы құрылмалардың жасау технологиясында елеулі өзгерістерді талап етті. Жаңа материалдардан бөлшектер мен тораптарды біріктірген кезде пісіру рөлі күрт өсті. Пісіру үрдістердің пайдалануы машиналардың ең нәтижелі құрылмаларын жобалауға және едәуір үнемдеуге жағдай жасайды, олардың сенімділігін және ұзақ мерзімділігін арттырады.

Пісірілген құрылымдар жоғары техникалық-пайдалану көрсеткіштерді қамтамасыз ететін бірқатар өндірістік-технологиялық қасиеттерге ие, бұл, өз кезегінде, олардың өнеркәсіпте кең таралыуын қамтамасыз етеді.

Жекелеген элементтердің бір-бірімен органикалық байланыс дәнекерленген қосылыстар арқылы құрылманың тұтастығын қамтамасыз етеді.

Бұл өндірістегі құрамдас құрылымдардың артықшылықтарын пайдаланудағы тұтас құрылымдардың құндылығын біріктіруге мүмкіндік береді. Жалғастардағы құрылымдардың жеңілдетуі, олардың мақсаты мен үнемділігіне тиісті әр түрлі технологиялық үрдістердің көмегімен алынған қарапайым элементтердің қолдануы кезіндегі әр түрлі құрылымдық пішіндердің алу мүмкіндігі ең ұтымды құрылымдық шешімдерін таңдауы үшін және жоғары сапалы, берік бұйымдарды әзірлеуге мүмкіндік береді. Пісіру жалғастардың жоғары физика-механикалық қасиеттері, түрлі элементтердің жұмыстарына сәйкес әртекті материалдардың құрылымдарында қолдану мүмкіндігі материалдардың қасиеттерін толыққанды пайдалануға, құрылымның массасын және металды қажетсінуін азайтуға жағдай жасайды. Пісірілген құрылымдардың жоғары технологиялығы және оларды дайындау технологиясының оңайлатуы өндірістік шығындарды азайтудың негізі болып табылады. Бұл өндірісті игеру мерзімінің қысқаруында, шығарылатын бұйымдардың еңбек сыйымдылығы мен өзіндік құнының төмендеуінде білінеді.

Пісірілген жалғастардың пайдалануы анағұрлым жетілдірілген құрылымдарды жасаудың техникалық мүмкіндіктерін кеңейтеді, оларды дайындаған кезде жоғары өндірістік көрсеткіштерді

қамтамасыз етуге және жұмыс істейтіндердің еңбек жағдайларын жақсартуға мүмкіндік береді. Бірақ пісіру ажырамайтын жалғастарды алудың белгілі бір технологиялық тәсілі болып табылатынын айта кету керек, сондықтан өзімен-өзі дербес өндіріс ретінде бола алмайды немесе қандай да бір өндірістік үдерістің аясы тар мақсаты ретінде қызмет ете алмайды. Ол өзге мақсатты - белгілі бір мақсаттағы пісірілген құрылымдарды алуға құрал ретінде қарастырылуы тиіс. Ал дәнекерленген құрылмаларды жасау қиын, өз ерекшеліктері бар және онсыз пісіру орындалмайтын және онымен тығыз, берілген қасиеттері бар құрылмаларды алуға жағдай жасайтын бірқатар жұмыстарды қамтиды (пісіру тұрғысынан қарағанда қажетті талаптарға сай дайындамалар мен бөлшектердің алуы, оларды пісіруге, жинауға, тасымалдауға, қосымша пысықтауға, бақылауға және т. б. дайындау). Бұл ретте таза пісіру жұмыстардың еңбек сыйымдылығы, әдетте, технологиялық үрдістің жалпы еңбек сыйымдылығындағы салыстырмалы аз меншікті көлемді (20-35 %) құрайды.

Белгілінген жұмыс кешені машина жасаудың қандай да бір саласының ерекшеліктерін ескере отыратын, жалпы пісіру өндірісі ретінде қарастырылады. Пісіру өндірісінің осындай кең кешенді қарастырылуы пісірілген құрылмаларды да, оларды дайындау әдістерді де жетілдіру мәселелерінде шешу кезінде қажет.

Қазіргі заманғы өндірістің үшінші ерекшелігі оның кең механикаландыруы және автоматтандыруы болып табылады. Механикаландыру және автоматтандыру құралдардардың дұрыс пайдалануы өндірістік циклді қысқартуға, шығарылатын өнімді әзірлеудің еңбек сыйымдылығын және өзіндік құнын азайтуға, өндірістік алаңдар мен қызмет көрсететін жұмыскерлерді неғұрлым тиімді пайдалануға, жоғары және тұрақты сападағы өнімді бірқалыпты шығаруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Сондықтан одан әрі ілгерілеу дайындау, жинақтау, өңдеу, бақылау және қосалқы операцияларды қоса алғанда бүкіл өндірістік үрдістің кешенді механикаландыруы және автоматтандыруы жағдайда мүмкін.

Қазіргі заманғы өндірістің төртінші ерекшелігі өндірістік жүйенің кешенді қалпына келтірілуі және элементтердің мамандандырылуы болып табылады. Бұл мәселелердің ең тиімді шешілуі олардың конструктивтік-технологиялық белгілерінің ортақтылығы бойынша пісірілген құрылмалардың негізінде болуы мүмкін.

22.2. Пісірілген құрылмаларды топтастыру

Пісірілген құрылмалардың алуан түрлігі олардың құрылымдық технологиялық ерекшеліктерімен сипатталады: габариті, пішіні, түрі және материалдың қалыңдығы, қолданылатын өңдеудің үдерістері және т. б. Осымен оларды топтастыруда белгілі бір қиындықтар байланысты.

Қазіргі таңда пісірілген құрылымдарды олардың құрылымдық пішініне, пайдалану жүктелудің сипатына және технологиялық операциялардың ортақтығына байланысты жіктеу орынды деп танылды. Бұл ретте келесі құрылымдық топтар бөлінеді: жазық, торлы, қабықшалы құрылымдар, арқалықтар мен жақтаулар, машина және аспаптардың түйінділері. Алайда, осындай тәсіл пісіру өндірісінің талдауын жүргізу үшін жарамсыз болып табылады. Шығарылатын бұйымдардың қолда бар номенклатурасын негізге алып, арнайы топтастырғышты әзірлеп, жітеу мәселелері салалық деңгейде және нақты кәсіпорындар деңгейінде шешіледі. Нәтижесінде пісірілген тораптарды топтарға олардың құрылымдық және технологиялық ортақтығы белгілері бойынша біріктіреді. Бұл оңай қайта ыңғайланатын жабықтардың және өндірістегі автоматтандырылған әдістердің біріздендірілген элементтерден біртипті жарақты пайдаланып, тораптардың топтарын жіктеу үшін технологиялық үрдістердің әзірлеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Оның үстіне бір типті құрылымдарды шоғырландыру және оларды өндіру ашылатын мүмкіндігі өндірістік бөлімшелердің мамандандыру деңгейін арттыруын қамтамасыз етеді, бұл, өз кезектен, еңбек шығындарын және бұйымдардың құнын азайтуға, сапасын арттыруға мүмкіндік тудырады.

22.3.Пісіру өндірістегі технологиялық дайындаудың рөлі, мазмұны және қағидалары

Қазіргі заманғы өндіріс күрделі техника-экономикалық және ұйымдастырушылық байланыстары бар түрлі үрдістердің, өндіріс құралдардың, қызметтер мен бөлімшелердің үйлестіруі болып табылады, сондықтан кез-келген өндіріс басталар алдында әрқашан үлкен және көп еңбекті талап ететін күрделі дайындық жұмыстары жүргізіледі. Кез-келген өндірістің, оның ішінде пісірудің де, техникалық дайындығы өндірістің ең прогрессивті әдістері мен құралдарын пайдаланатын, жаңа құрылмалардың әзірлеуін және шығарылатын құрылымдардың жетілдіруін жобалайтын және игеретін шаралар кешені болып табылады. Техникалық дайындық шеңберінде бірнеше түрлі бағыттарды бөліп шығаруға болады, олардың негізгі конструкторлық және

технологиялық, бір-бірімен өзара байланысты бағыттар болып табылады.

Өндіріс объектінің қасиеттері мен мақсаттары, оны дайындау ерекшеліктері негізінде кәсіпорынның ұйымдық құрылымын және оның өндірістік циклдің сипатын анықтайды, сондықтан үлес салмақта еңбек сыйымдылығы және құны бойынша дайындаудың жалпы көлемінде жеке және ұсақ сериялы өндірісте орташа есеппен алғанда 20-25%, сериялы өндіріс үшін – 40-45 %, ірісериялы жән жаппай өндіріс үшін 60-70 % құрайтын технологиялық дайындаудың дұрыс ұйымдастыруы мен өткізуі өндіріс үшін үлкен маңызға ие. Және бұл шығындар жаңа құрылмалардың күрделенуіменен үздіксіз өсетін болады.

Жалпы алғанда, технологиялық дайындау белгіленген мерзім және шығарылымның көлемі мен шығындары кезінде кәсіпорындардың берілген сападағы бұйымдардың шығаруына технологиялық дайындығын қамтамасыз ететін өзара байланысты үрдістердің жиынтығы болып табылады. Өндірістің технологиялық дайындаудың негізгі және басты бағытын айқындайтын мақсат прогрессивтік технологиялық үдерісті әзірлеу және берілген өндірістік жағдайларға техникалық және экономикалық жағынан едәуір сәйкес қажетті технологиялық жабдықтаумен қамтамасыз ету болып табылады.

Сериялық өндірісітің технологиялық дайындауы сипаты бойынша әр түрлі, қиын және еңбекті көп қажетсінетін жұмыстарды қамтиды. Мысалы, жаңа технологиялық үрдістердің жобалауы тәжірибелік зерттеулердің, арнайы жабдықтар мен құрылғыларды құрған кезде күрделі есептердің алдын-ала жүргізу қажеттілігімен байланысты. Шығарылатын технологиялық құжаттаманың да көлемі үлкен. Бұл мезгілде оның күрделілігіне, үлкен еңбек сыйымдылығы мен жауапкершілікке қарамастан, өндірістің технологиялық дайындауына өте қысқа мерзімдерді қояды, ал барлық жұмыстардың сапасы сериялық өндірістің технико-экономикалық көрсеткіштеріне шешуші әсер тигізеді.

Әрбір жеке шешім содан кейін сериялық өндірісте бірнеше рет іске асырылады, сондықтан дайындау кезінде орын алған әрбір сәтсіз шешім көп қайталанатын қиындықтарға немесе қанағаттанарлықсыз нәтижелерге әкеледі. Мысалы, пісірудің дұрыс таңдалмаған тәсілі немесе режимі, немесе дұрыс жобаланбаған және әзірленбеген технологиялық жарақ технологиялық операцияларды орындау кезінде пайда болатын қиындықтардың, ақаулардың кең таралған себептері болып табылады. Бақылаудың жеткіліксіз дәл әдісін таңдау табылмаған

ақаудың технологиялық үрдістің келесі кезеңдеріне және пайдалануға жіберуіменен сүйемелденеді.

Осы мәселелердің дұрыс және прогрессивті шешілуі едәуір дәрежеде жобаланып отырған бұйымдардағы қабылданған құрылмалық әзірлемелердің сапасымен анықталады, сондықтан өндірістің технологиялық дайындауы келесіні қамтиды:

- бұйымның өз құрылмасының технологиялық пысықтауы;
- элементтер мен тұтастай бұйымдарды жасаудың ең ілгерімелі технологиялық үрдістердің әзірлеуі мен игеруі, қажетті технологиялық құжаттаманың әзірлеуі;
- технологиялық жарақтар мен жабдықтардың, механикаландыру және автоматтандыру құралдардың мамандандырылған және арнайы түрлерінің жобалауы, дайындалуы және жөнделуі.

Өндірістің технологиялық дайындауы бойынша жұмыстардың үлкен кешенінің жоғары сапалы және уақытылы орындалуы бірқатар техникалық-ұйымдастырушылық қағидалардың орындалуында негізделген. Олардың негізгілері келесі болып табылады:

- максималды технологиялылық қағидатына негізіделген, жобалау кезеңде орындалатын, құрылымның және оны әзірлеу тәсілдерінің ең жоғары технологиялық жетілдіруі;
- бұрын шығарылған бұйымдарды әзірлеген кезде қолданылған (технологиялық жалғастырушылық), технология мен жарақты максималды пайдалана отырып, өндірістің технологиялық қайта жөндеу (икемділік) қағидасы, осы қағидасың қолдануы технологиялық үрдістер мен жабдықтау элементтердің типтендіруіне негізделген;
- технологиялық жарақ пен арнайы жабдықтар элементтерінің біріздендіруін және стандарттауын кеңінен пайдалануда негізделген, дайындалатын объектілердің шағын сериялығы және жиі ауысу жағдайларындағы өндірістің кешенді механикаландыруы және автоматтандыруы қағидаты;
- өндірістің технологиялық дайындау жоспарында орындалатын жұмыстардың уақыт бойынша үйлестіруі.

Барлық жұмыстарды белгілі бір ретпен және өндірісті дайындаудың жалпы кестесімен анықталатын мерзімде орындайды. Дайындық бойынша барлық жұмыстарды орындаудың күнтізбелік уақыты өндірісті дайындаудың циклін құрайды. Өз кезегінде технологиялық дайындау бойынша жұмыстардың нақты мазмұны және көлемі құрылманың күрделілігі дәрежесіне, бөлшекті жобалаудың үрдісі және тәжірибелі үлгілерді жасау кезіндегі технологиялық жетілдірудің сапасына байланысты. Бұл ретте қандай да бір нақты өндірістің ерекшеліктерін есепке алуы үлкен маңызға ие болады.

Жалпы алғанда, технологиялық дайындау өндірісті жалпы техникалық үрдісін, бұйымдарды шығару бойынша қабылданған жоспарларына сәйкес кәсіпорындар жұмысының жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштерін қамтамасыз етуі тиіс.

22.4. Пісірілген құрылымдардың технологиялылығы және оны жетілдіру

Ажырамайтын жалғастарды алудың басқа әдістердің қолдануымен әзірленген құрылымдармен салысмырғанда пісірілген құрылымдардың техникалық артықшылықтары олардың машина жасаудың түрлі салаларында кеңінен таралуын қамтамасыз етті. Алайда олар да, жобалау және өндіріс кезінде есепке алынуы тис, бірқатар кемшіліктерге ие. Өңдеу (дәнекерлеу) технологиясы материалдардың бастапқы қасиеттеріне, пісіру салдарынан олардағы кернеулік пен пішіннің өзгеруінуің болуына, дәнекерлеу қосылыстары аймағында материалдар қасиеттерінің әртектілігіне және т. б. әсер тигізетінін атап өткен жөн. Бұл ерекшеліктер салынатын жүктелулерге байланысты дәнекерлеу құрылымдардағы кернеулердің таралу сипатын және олардың пайдалану әсерлерге деген қарсыласуын анықтайды, және ақыр аяғында бұйымдардың беріктігі мен пайдалану ұзақтығына әсер етеді.

Қазіргі уақытта бұйымдарды құрастыру кезінде технологиялылық мәселелеріне көбірек көңіл бөледі. Эскиздік жобалау және тәжірибелік үлгілерді дайындау сатыларынан бастап, бұйымдар мұқият технологиялық жетілдіріледі. Жаңа құрылманың сериялық дайындау тарыда мәселені шешкен кезде оның технологиялылығы жайлы қорытынды ескеріледі, яғниол қаншалықты өндірістік ілгерімелі тәсілдерін қолдануға мүмкіндік береді. Технологиялылықты бағалауында екі тәсіл бар: мамандардың инженерлік тәжірибесіне негізделген құрылманың сапалық талдауы және 14201-83 МС бекітілген өлшемдер бойынша сандық бағалау. Олардың жобалау үрдісіндегі құрылмалардың технологиялық жетілдіруі тек қана технологиялылықты жоғарылату мәселелерін шешуге мүмкіндік бермей, сериялық өндіріске қойылатын талаптарды алдын ала анықтауға жағдай жасайды.

Пісірілген құрылымдардың прогрессивтілігі талап етілетін пайдалану қасиеттерду қамтамасыз ету кезінде олардың металды қажетсінуін азайту мүмкіндігімен, материалдардың қасиеттерін толық пайдалануымен сипатталады. Осыған байланысты

пісірілген металл құрылымдардың отандық жобалаудағы теория мен практикасында логикалық екі бағыт бірігеді: минималды массасы бар және металды аз қажетсінетін құрылмаларды жобалаудың жолдарын іздеу, ең прогрессивті технологиялық үрдістерді енгізу және қолдану. Бұл бағыттар пісіру өндірісінің дамуын көп жағдайда айқындайды.

Ең үнемді пісірілген құрылымдардың әзірлеуі кешенді конструктивті-технологиялық жобалауды талап етеді, бұл кезде құрылымдық бағыттағы мәселелер технология және еңбек сыйымдылығы мәселелерімен бірге шешіледі, ал құрылымның жоғары жұмыс қабілеттілігі құрылымдық және технологиялық шаралар арқылы қамтамасыз етіледі. Технологияның ерекшеліктерін есепке алмай жобалау мүмкін емес, ал заманауи жобалық-конструкторлық жұмыстардың тәжірибесінде құрылыымалардың технологиялылығын сақтау қағидасы маңызды сәттердің бірі болып табылады. Технологиялылықты есепке алмау жағдайында құрылымды әзірлеген кезде ілгерімелі технологияны нәтижелі қолдануға мүмкін емес.

Беріктік, тұрақтылық, төзімділік және басқа да пайдалану қасиеттердің қажетті шарттарын міндетті сақтау жағдайында ең қарапайым, жылдам және үнемді дайындауды қамтамасыз ететін, яғни прогрессивті құрылымдық шешімдердің өндірістің озық технологиялық мүмкіндіктеріне сәйкестілік орындалатын құрылманы технологиялылық деп атайды. Сондықтан "технологиялылық құрылым" ұғымы бұйымның барлық қажетті пайдалану қасиеттерін қамтамасыз ету жағдайында металды қажетсінуді дайындау кезінде төмендету, өндірісте жылдам игеру, ең төменгі еңбек сыйымдылығы мен өзіндік құн сияқты жоғары өндірістік көрсеткіштерге қол жеткізуге мүмкіндік беретін прогрессивті құрылымдық және технологиялық шешімдердің кешенімен анықталатын күрделі сипаттама (қасиет) ретінде көрсетіледі.

Құрылымдар технологиялылығының жетілдіруі бұйымның эскиздік жобасы ретінде басталатын және тәжірибелі үлгілер мен сериялық өнімдердің жобалауы мен жасаудың барлық сатыларында жалғасатын үздіксіз үрдіс болып табылады.

Құрылымдар технологиялылығының жетілдіру бойынша жұмыстардың мазмұны техникалық құжаттамалардың әзірлеу сатысына байланысты. Құрылымдар технологиялылығын жетілдірудің бағыттарын белгілейтін негізгі қағиадалық ережелер бұйымдардың эскиздік және техникалық жобалауын әзірлеу кезеңінде қаланады. Осы кезеңде өұрылымдар

технологиялылығының жалпы деңгейіннен 70% - ға дейін көрсеткішке қол жеткізілетіні белгілі. Бұл ретте жетілдіру барынша тиімді конструктивті шешімдердің таңдауы, құрылмалардың және негізгі құрастыру бірліктерге ажыратуы, құрастыру және пісірудің оңтайлы схемаларын әзірлеуі, дайындау дәлдігінің және оған қол жеткізуде шаралар технологиялылығының негіздеп белгілеуі, материал мен өңдеудің маңызды әдістерін таңдауы арқасында жүзеге асырылады.

Осылайша, пісірілген құрылымдарды дайындаудың қағидасы мәселелері оның жобалаудың бірінші кезеңінде шешіле басталады. Технологиялық пысықтаудың екінші кезеңі жұмыс жобасының әзірлеуімен және тәжірибелі үлгілердің дайындауымен сәйкес келеді. Бұл ретте бүкіл технологиялылық әсерінен 20-25% дейін жетілдіріледі. Жұмысты жобалау кезеңінде бұрын қабылданған құрылма нұсқасының бөлшектің технологиялық жетілдіру жүргізіледі. Рационалды дайындамалар мен оларды алу тәсілдерінің таңдауы өтеді, түрлі тәсілдермен өңдеу кезінде технологиялылық талаптардың қамтамасыз ету бойынша шаралар айқындалады, құрылымдық және технологиялық негіздер таңдалады, қосылыстар орындарына өту ыңғайлығы қамтамасыз етіледі, материалдардың, жартылай фабрикаттардың, қосылыстар параметрлерінің қалпына келтіруі және т. б. іске асырылады.

Жиектердің өңдеуі, пісіруден кейін мөлшерлерге рұқсат шектерінің және өңдеу әдіптерінің сипатын көрсете отырып, барлық дәнекерленген қосылыстардың құрылымдық пішіндеуі түбегейлі пысықталады. Дәлдікке қол жеткізу үшін және құрылмалардың мөлшерлерін сақтау үшін пісіруден кейін пісіру кернеулер мен пішіннің өзгеруінің алдын алу технологиялық шаралары көзделеді. Дайындамалар мөлшерлерінің рұқсат етілетін шектері шамаларын таңдауын және пісірілген бұйымның келесі механикалық өңдеуге әдіптерді негіздеу, сондай-ақ, термоөңдеу операцияларды қолдану ұтымдылығын анықтау мақсатында бұл мәселелер де қолданыстық жобалау сатысында пысықталады. Тәжірибелік үлгінің қолданыстық жобалауы мен әзірлеуі аяқталған соң құрылыдар технологиялылығының жетілдірілуі де аяқталуы тиіс. Бұйымдар шығарылымын құру мен игерудің келесі кезеңдерінде жалпы деңгейден технологиялылықты жетілдіру, әдетте, 5-10 % аспайды.

Құрылымдарды құрған кезде және олардың технологиялылығы жетілдірген кезде бірқатар жалпы шарттарды есепке алу тиіс:

1. Құрылымдардың технологиялылығы едәуір дәрежеде шығу ауқымына және өндіру түріне байланысты. Бір шығу ауқымына технологиялылықты болатын құрылым, басқа ауқымға технологиялылықты емес болуы мүмкін.

2. Құрылымдағы жеке элементтердің технологиялылығы жалпы бұйымның технологиялылығымен қарастырылуы және тоғысуы тиіс. Жеке элементтердің технологиялылығын арттыруы нәтижесінде жалпы құрылымның өндеуін нашарлататын немесе оның сипаттамаларының төмендеуіне әкелетін өзгерістерді тудыруы мүмкін.

3. Құрылымдар технологиялылығының жетілдіруі бөлшектерді жасаудан бастап, дайын өнімдердің құрастыруы, пісіруі мен сынаумен аяқталатын өндіріс үдерістің барлық сатыларға деген талаптарды ескера отыратын кешенді мәселе ретінде қарастыру қажет.

4. Құрылымдардың технологиялылығын жетілдіру кезінде алдымен өндірістің осы саласындағы қол жеткізілген озық тәжірибені және ең жоғары техникалық деңгейді есепке алу тиіс. Бұл ретте дайындаушы-кәсіпорынның өзгешілігін, оның техникалық-ұйымдастырушылық ерекшеліктерін, жабдықталуын, түрлі үрдістер мен құрал-жабдықтардың игерілуін және т. б. ескеру қажет.

Пісірілген құрылымдардың технологиялық өңдеуі оны дайындауға арналған бұйым мен металдың құрылымдық пішіндерінің таңдауына және мақсатына, дәнекерлеу тәсілдері мен пісірілген жалғастардың сипаттамаларына, жасаудың дәлдігіне, пішіндердің өзгеруі мен пісіру кернеулердің азайту және жою тәсілдеріне қойылатын технологиялылық талаптардың орындалуын қарастырады. Осыған орай технологиялық пісірілген құрылмыдады дайындау кезінде бірінші кезекте шешімдерді талап ететін бірқатар мәселелерді белгілеуге болады.

1. Олардың ерекшеліктерін және технологиялық факторларын - құрылымдық-технологиялық жобалаудың әсерлерін есепке алатын пісірілген құрылымдарды есептеу мен жобалауда ең заманауи әдістердің таңдауы мен қолдануы;
2. Технологиялық үрдістің оңтайлануы, жұмыс ауқымының кеңеюі, механикаландыру және автоматтандыру құралдарының тиімді пайдалануы тәуекелді болатын құрылманың құрастыру бірліктерге және олардың құрастыру сызбаларына ажыратудың оңтайлы нұсқаларын таңдау.
3. Материалдың дұрыс таңдауы - жобалау және технологиялық жетілдірудің ең маңызды мәселелердің бірі, өйткені техникалық сипаттарға, массаға және құрылымның үнемділігіне тікелей әсерін тигізеді. Бұл ретте пайдалану жағдайларына қойылатын талаптармен қатар, жоғары пісірілудің

талабы материалдың пісірілген құрылымдары үшін практикалық жарамдылығын анықтайды. Материалдың қасиеттері пайдалану талаптарын қанағаттандыруы тиіс, қажетті пісіруді, технологиялық өндеулікті, және экономикалық жөнділікті қамтамасыз етуі тиіс.

4. Құрылымның мақсатына, пішініне және мөлшеріне сәйкес қосылыстарды алу тәсілінің дұрыс таңдауы маңызды міндет болып табылады. Пісіру тәсілінің таңдауы көп дәрежеде пісіруге бейімділікпен, жасалынатын тораптардың құрылымдық орындалуымен, олардың жауапкершілігі деңгейімен және үрдістің өнімділігімен анықталады. Сонымен қатар қосылыстартардың белгілі бір түрлерін, қоспа материалды, құрастыру-пісіру операциялардың тәсілдері мен қолайлылықтың қамтамасыз етуін есепке алу тиіс. Бұл шарттар жалғастардың механикалық қасиеттерін және құрылымдардағы есептеулердің беріктігіне қажетті рұқсат етілетін кернеулердің мәндерін анықтайды, сондықтан дәнекерлеу тәсілдің таңдауы бұйымды әзірлеудің бірінші сатысында айқындалады.

5. Құрылымның ерекшеліктеріне және сыналатын жүктеулердің сипатына қарай пісірілген жалғастардардың түрлері мен параметрлерінің дұрыс тағайындалуы – технологиялылықтың маңызды мәселелердің бірі.

6. Пісірілген қосылыстардың сапасы және оларды орындаудың еңбек сыйымдылығы едәуір дәрежеде қоспа материалдың түрін анықтайтын жобалық шешімдерге, жіктердің қималарына және балқытылған материалдардың есептік көлеміне, пісіру жұмыстарды орындау кезінде пісірілген жіктердің кеңістіктегі қалпына, пісіруді орындаудың қолжетімділігі мен ыңғайлығына және т. б. байланысты. Сондықтан пісірілген жалғастардың түрін таңдаған кезде жобаланатын құрылымдық шешімдерді тек қана беріктік тұрғысынан ғана емес, технологиялылығы жағынан да бағалағаны жөн. Пісірілген жалғастардың мақсатын анықтаған кезде дәнекерлеудің автоматтандырылған тәсілдерін максималды қолдану арқылы олардың орындалу мүмкіндігін ескеру керек, пісірілген жіктердің саны мен мөлшері барынша аз болуы тиіс және есептеулер мен техникалық шарттарға қатаң сәйкес болуы қажет. Құрылымдарда ең жұмысқа қабілетті және орындалуы ыңғайлы жалғастар түрлерін қолдану қажет, олардың санын қысқартуға және қиманың азаюына ұмтылу керек. Құрылымдағы жалғастардың орналасуы пісіру деформациялардың азайтуы немесе алдын алуы керек, жалғастардың параметрлері максималды біріздендірілуі, жіктер пішіндері қарапайым және сипаттауға, автоматты пісіруге бейім болуы қажет. Балқытылатын, әсіресе, балқытылып қапталатын металл көлемінің қысқаруты айрықша маңызды талап болып табылады. Жобалау кезеңінде осындай көлемдердің асырып көрсетілуі қолданылатын әдістердің, есептеу

нормалардың, стандартардың және пісірілген жалғастар мен жіктердің параметрлерін реттейтін басқа материалдардың жетілмегендігінен; жобалау кезінде құрылмадағы балқытылған металдың азайту қағидасының байқалуынан; жік ұзындығы мен балқытылған металл көлемінің минималды көрсеткіштерін талап ететін прогрессивті құрылымдық шешімдердің жеткіліксіз пайдалануынан; құрылмаларда жақсартылған қасиеттерге ие материалдардың қолдану шектеулігінен; жалғастардағы жоғары механикалық қасиеттерді қамтамасыз ететін пісіру үрдістерінің жеткіліксіз пайдалануынан туындалуы мүмкін.

Пісіру құрылымдарды жасаған кезде дайындау, құрастыру және пісіру жұмыстарын орындаудың дәлдігі мен сапасы жөніндегі техникалық құжаттама нұсқаулықтары мен нұсқамалардың қатаң орындауынан ауытқулар, технологиялық үрдістегі қабылданған әдістер мен өңдеу жабдықтарының жетілмегендігі, артық әдіптерді тағайындау және элементтерді пішу кезінде қол жұмыстардың орындау қажеттілігі балқытылған металдың артық жұмсауына жағдай жасайды.

Беріктік, дәлдік, технологиялылық және үнемділік мәселелерінің кешенді шешілуі жасауға қажет материалдардың, уақыттың және еңбектің ең аз шығындарды жұмсап, ең тиімді пісірілген құрылымдарды жасауға мүмкін болады.

22.5. Технологиялық үрдістердің әзірленуі

Жалпы мәліметтер. Машина жасаудағы технологиялық үрдіс деп белгілі бір түрдегі немесе сапасындағы бұйымды алу үшін пішіннің немесе материалдың күйін өзгертуі бойынша ретті әрекеттерді айтады. Технологиялық үрдісті жобалаудың басты мақсаты - уақыттың, жұмыс күшінің, қосымша материалдардың минималды шығындар жағдайында ең тиімді режимдерде жабдықтар мен жарақтың барлық техникалық мүмкіндіктердің дұрыс және толық қолдану жағдайында тек қана техникалық жағынан емес, экономика тұрғысынан да ұтымды болатын берілген бұйымның жасау тәсілінің әзірлеуі.

Пісірілген құрылымды жасаудағы технологиялық үрдістің жобалауы үшін арналған бастапқы деректер бұйымның жұмыс жобасы (сызбалар), техникалық шарттар және шығарудың жоспарланған бағдарламасы болып табылады. Бұл ретте технологиялық құжаттардың әзірлеу және рәсімдеу қағидаларын белгілейтін стандарттар кешені болып табылатын Бірыңғай технологиялық құжаттаманың жүйесі (БТҚЖ) ережелерін басшылыққа алады. Технологиялық үрдістерді әзірлеген кезде екі кезең бөлуге болады. Бірінші кезеңді құрылымды жобалау кезеңіне жатқызуға орынды. Құрылымның технологиялық жетілдіруі барысында оны жасау бойынша одан әрі жұмыс технологиялық үрдістердің әзірлеудегі негізгі бағыттарды

айқындайтын және негізгі директивті-технологиялық материалдар (ДТМ) немесе директивті технология (2-Қосымша) атты арнайы технологиялық құжаттарға енетін негізгі қағидалық шешімдер әзірленеді. Осындай материалдар бойынша бұйымды жасауға болмайды, себебі оларда технологиядан тек қана негізгі қағидалық шешімдер келтіріледі. Алайда осындай материалдардың әзірлеуі өндірістің жоғары техникалық деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

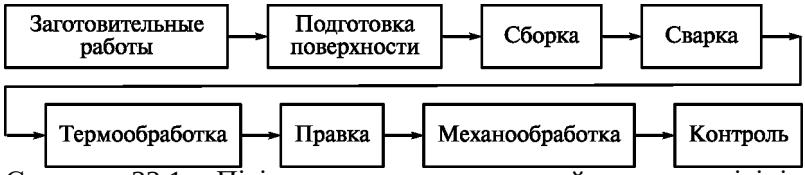
ДТМ әзірлеу барысында пісіру тұрғысынан ең технологиялылықты құрылымдық шешімдердің, құрылымның технологиялық бөлшектенуі мен оның жиналуы сызбаларды таңдаудағы мәселелер шешіледі, технологиялық жалғағыш және оларды орындау әдістері бойынша қосылыстардың сипаты анықталады, арнайы жабдықтың және технологиялық жарақтың жобалауына техникалық шарттар мен тапсырмалар әзірленеді, ең тиімді бақылаудың әдістері мен тәсілдері таңдалады және т. б.

Басқа жағынан ДТМ сериялық кәсіпорындарға өндірісті дайындау бойынша және бұйымды игеру бойынша жұмыстарды айтарлықтай қысқартуға және жеңілдетуге, өндірістік үдерістегі барлық кезеңдердің еңбек сыйымдылығын, технологиялық жабдықталуын, кәсіпорынның қайта жөндеудегі көлемі мен қажеттілігін анықтауға мүмкіндік береді.

Бұйымды жобалап болғаннан соң, жұмыс жобасы және ДТМ негізінде өткізіледі — жұмыс технологиялық үрдіс әзірленеді және қажетті арнайы құрал-жабдықтар, технологиялық және бақылау жарағы құрылады.

Жұмыс технологиясының әзірлеуі құрылманың жұмыс жобасына қатаң сәйкес жүргізіледі. Бұл технологтар жұмысына жобадағы қабылданған құрылымдық шешімдерге байланысты белгілі бір шектеулерді қояды. Осы жағдайларда ДТМ-ге үлкен маңыздылық беріледі. Жұмыс технологиясының әзірлеуі, өз кезегінде, екі сатыда орындалады.

Алғашқы сатысында қажетті операциялардың толықтай тізімі және олардың реттілігі (бағыты) бекітіледі, операциялар бойынша өңдеу әдістерін, технологиялық құрылғыларды, өңдеу режимдерін және технологиялық жарақатандыруларды таңдайды және олардың еңбек сыйымдылығын анықтайды.



Сурет 22.1. Пісіру құрылымдарды дайындау үрдісінің схемасы

МЕСТ 3.1118— 82 сәйкес алынған деректер техникалық құжат— бағыттық технологиялық карта (2-қосымша) түрінде ұсынылады.

Екінші сатысында бұған дейін жасалған жұмыстардың тексерілуі өтеді, олардың деңгейі мен толықтығы өндіріс типіне байланысты жүргізіледі. Көп жағдайда технологиялық үрдіс топтамалы және жаппай өндіріс түрлерінде тексеріледі. Операцияларды майда әрекеттерге – жұмысшылар разрядтарын, уақыт қорын, қауіпсіздік техникаы шараларын және т.б. көрсете отырып бөліп тастайды. Бағыттық технологияның әрбір операциясы МЕСТ 3.1407—86 бойынша бөлек техникалық құжат— операциялық технологиялық карта (Қосымша 2) ретінде рәсімделеді. Жекелеген және кішігірім өндіріс топтамалары түрлерінде бұндай карталар толтырылмайды, тек бағыттық технологиясын ғана тексереді.

Технологиялық карта бұйымның технологиялық дайындалуы бойынша барлық деректер клтірілген негізгі өндірістік құжат болып табылады. Бекітілген технолгиялық картадағы тіркелген ережелерді орындау қатаң міндетті болып табылады.

Бұйымның топтамалы технологиясын жасау барысында құрастырмалы және техънолгиялық белгілердің жалпылануымен элементтер тобына біріктірілген типтік технологиялық үрдістерді пайдаланудың маңызы зор. 22.1 суретте негізгі сатылары көретілуімен пісіру құрылымдар дайындаудың технологиялық үрдісінің жалпылама сызбасы келтірілген.

Дайындық жұмыстары. Дайындық жұмыстар пісіру құрылымдар дайындаудың технологиялық үрдісінің маңызы атысы болып табылады. Бұндай бұйымдар үшін негізінен қаңылтыр жартылай шикізатынан, пішіндерден, сонымен қатар, механикалық өңделген құймалардан, оқпалардан жасалған өнімдер қолданылады.

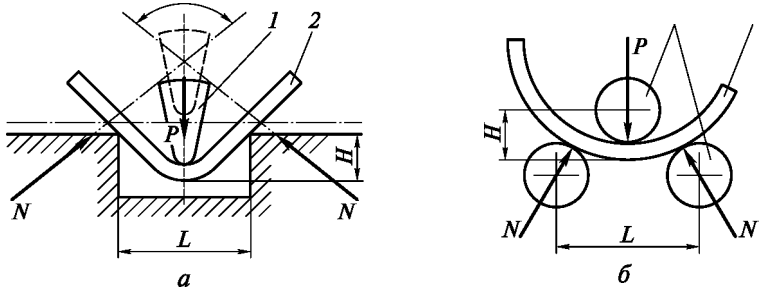
Дайындық жұмыстарын, өз кезегінде, екі негізгі сатыға бөлуге болады: ашу — жартылай шикізатты кесу (дайындамалар алу); алынған дайындамалардан бұйымдар пішінін құрау. Қажет болған жағдайда кей кездері жартылай шикізаттың алдын-ала тазартылуы және түзетілуі жүргізіледі. Жартылай шикізатта ашу еңбек сыйымдылығына шаққанда барлық дайындық жұмыстарының 10 % құрайды, ал пішінін құрау - 90 %, оған қоса, бұл көлемнің жартысынан көбін қаңылтырдан бұйым жасау уақыты алады. Дайындамалық жұмыстардың сапасы мен орындалу әдісі еңбек сыйымдылығына үлкен әсерін тигізеді және келесі жинау мен пісіру операцияларының орындалуының сапасы белгілі бір деңгейде арнайы жарақтар мен автоматты құрылғыларды пайдалану мүмкіндігін анықтайды, сәйкесінше, өндірітік айналым мүмкіндігін қысқарту және бұйымға қойылатын талаптарға қол жеткізу мүмкіндігін анықтайды.

Ашу жұмыстары барысында бұйымдардың өзіндік құнын азайтудың маңызды факторлары болып материалдың тиімді қолданылуы табылады. Технологиялық қалдықтардың макималды аз болуына ұмтылу қажет.

Әдетте ашу жұмыстары белгілер бойынша немесе шаблонға сай орындалады. Жартылай шикізаттарды дайындамаларға бөлу әдістерін қойылатын талаптарға, өндірі ерекшеліктеріне және жартылай шикізат түрлеріне қарай тағайындайды. Қаңылтыр жартылай шикізаттар үшін әдетте механикалық кесу үрдісін қайшы немесе түрлі типтегі штамп көмегімен жүзеге асырады. Тік ызықты кесуді орындау үшін гильотинді қайшылар, қисық ызықтылары үшін – дискілі және дірілдеткішті қайшылар, соқпалы штамптар қолданады. Күрделі контурлы қаңылтыр дайындамалар алу үшін станокта фрезерлеу жұмыстарын қолданады. Қаңылтыр бет пен құбырлардан дайындамалар алу үшін сығымдаушы қайшы немесе араның түрлері: дискілі, таспалы, абразивті және т.б. қолданылады.

Қалың беттік жартылай шикізат үшін (қалыңдығы 5-100 мм) дайындық жұмыстары барысында кесудің термиялық әдістері кеңінен қолданылады: газды жалынды, газды флюсті, плазмалы-доғалық. Шығарушы құрылғы бақылаушы және көшіруші жүйелерді пайдаланумен автоматтық режимді үрдісті өткізуге мүмкіндік береді. Бір уақытта ажыратқыш кесу және пісіру арқылы жиектерді пішіндеу жұмыстарын орындауға болады.

Бұйымдардың пішіндерін құрау көп жағдайда суық деформациялау әдісімен жүргізеді (бүгу, тарту, созу, сығу және т.б.). жоғары өнімділік, төмен технологиялық өзіндік құн және материалды қолданудың жоғары коэффициенті оның жоғары төзімділік сипатын сақтаумен өнеркәсіптің түрлі салаларында суық деформациялау үрдісін кеңінен қолдануға жағдай жасайды. Сонымен, заманауи ұшақтарға, автокөліктерге, вагондарға пісіру түйіндері бұйымдарының 80 % көбін суық деформациялаумен дайындайды, онымен қоса, күрделі құрастырмалы пішіндердегі және түрлі көлемдегі бұйымдарға қол жеткізеді.



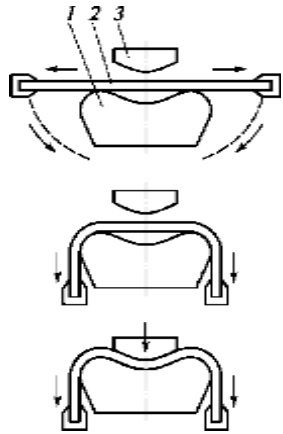
22.2-сурет. Дайындамаларды бүгудің технологиялық схемасы:

а — еркін бүгу; б — өткізе бүгу; 1 — құрал; 2 — дайындама; N— әсерлесу күші; Р — бүгу күші; *L*— құрал тіреуіштері арасындағы арақашықтық;

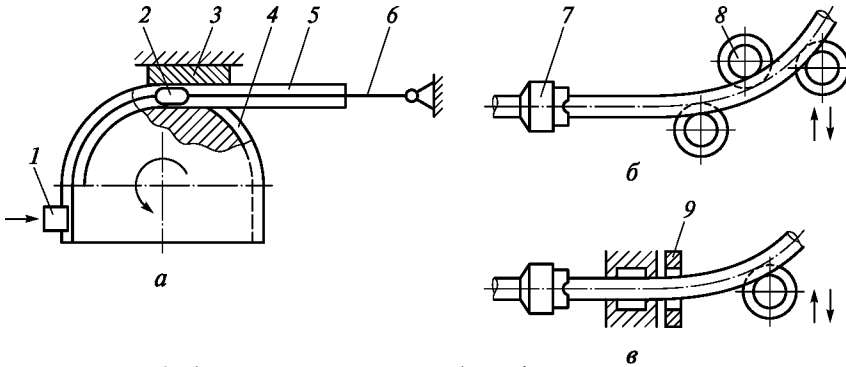
Н —деформация тереңдігі; ф — күштер арасындағы бұрыш

Құрастырмалы элементтер жобалауда және пішін құрау әдістерін тағайындауда бұндай үрдістер мен технологиялық мүмкіндіктердің ерекшеліктерін ескеру қажет.

Бүгу суық деформациялау әдісінің кеңінен қолданылатындарының бірі болып табылады. Бүгуге біртекті майыстырылатын (бір жазықтағы майысу) бұйымдардың пішіндерін құрау бойынша барлық үрдістер жатады, олар қаңылтырлы, қаңылтыр бетті және құбыр тектес дайындамаларда сыртқы жүктемелер арқылы тығыз икемдеумен бүгуге негізделген. Бүгу әмбебеп бүгуші штамптарда (еркін бүгу) немесе типтегі білікшелі және сырғымалы ПГ-3; ПГ-4 станоктарда өткізумен жасалады. (22.2-сурет). Симметриялық және симметриялық емес сығымдалған және орамдалған қаңылтыр пішіндерден жасалатын өзгермелі майысу бұйымдарын дайындау үшін қаңылтырды майыстырушы ПГР-6, ПГР-8 станоктарда жақтаулары бойынша тартумен бүгу орындалады (сур. 22.3). қолданылатын дайындамалар ұзындығы 1 000-9 000 мм, бүгу бұрышы <220°. Құбырлардан бұйымдар пішшінін құрауды жақтауы бойынша ТГС-2М типіндегі құбыр бүгуші станокта механикаландырылған бүгу арқылы немесе арнайы сырғымалы және үзбелі бастиектер арқылы итерумен жүзеге асырады, оған қоса, беткейдің жоғары тазалығы және құбыр пішінің аздап сызылуы қамтамасыз етіледі. (22.4-сурет).



22.3-сурет. Жақтауы бойынша тарту арқылы қаңылтырды бүгудің схемасы:1—жақтау; 2—дайындама; 3—көмекші пуансон

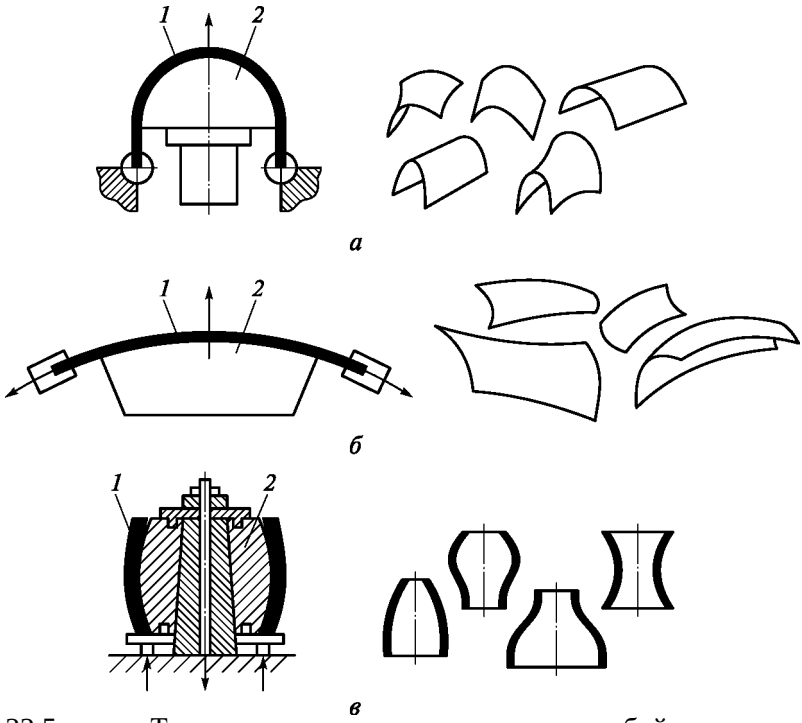


22.4-сурет. Құбырды механикалық бүгудің схемасы:
а — жақтау бойынша; б — сырғымалы бастиек бойынша; в — фильер арқылы қыздырумен; 1, 3 — қысулар; 2 — дорн; 4 — жақтау; 5 — құбыр (дайындама); *6* — тарту; 7 — фильерлер; 8 — қалыптастырушы сырғыма; 9 — индуктор

Қосарлы майыстыру бұйымдарының қаңылтыр дайындамаларын алу үшін, яғни екі перпендикуляр жазықтағы майыстыруларды алу үшін, суық деформациялаудың түрлі әдістерін арнайы құралды қолданумен (тартқыш, тығыздаушы, көшірме және т.с.с.) қолданады (тарту, тығыздай ұрғылау, қысу және т.б.).

Айналым денесінен бөлек қаңылтыр дайындамалардан ірі көлемдегі бұйымдар пішіндерін қалыптастыруды пішінделген жақтау- пуансон арқылы тартумен жүзеге асырады (сур 22.5, ***а, б***). майысудың материал қалыңдығына үлкен қатынастағы радиусымен қосарлы майысатын ірі көлемді бұйымдар үшін кеңінен қолданады. Өңдеу үрдісі күрделі майыстырумен ілеседі, сондықтан да жазық дайындамаларды қолданумен қатты терең қуытары жоқ бұйымдар алуға болады. Алдын-ала майыстырылған дайындамаларды қолдану барысында үрдіс мүмкіндіктері кеңейтіледі. Сонымен қатар, кең мүмкіндіктер цилиндар және конус пішінде дайындамаларды қолдануды қамтамаыз етеді (сур. 22.5, в). Түсірілетін күш сызбасына және дайындамалардың пішініне байланысты тартуды ОП-3 типтегі тарту сығымдарындағы қарапайым тартулар және РО-1М тартулар және ПКД сығымдарындағы қысқыштан босату пуансондары бойынша сақиналы тартулар деп бөледі.

Созу құрал штамптары көмегімен бітемелі контур бұйымының толықтай тегіс дайындамаларының жиектері бойынша өзгеруіне негізделген. Алайда бұл үрдітің күрделілігі, жоғары еңбек сыйымдылығы және құрал штамптарының құны оның өндірісс жағдайында қолданылуын аз бағдарлы шығарумен экономикалық қымбатқа түсіреді.

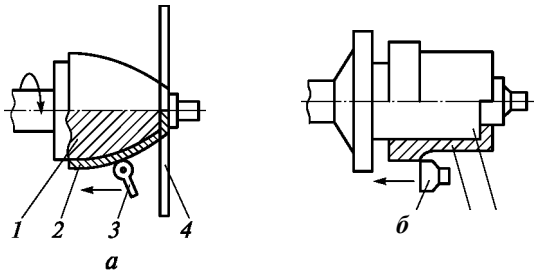


22.5-сурет. Тарту арқылы қаңылтырдан жаалған бұйымдардың пішінін жасаудың схемасы:
а — көптеп майыстыру бұйымдары; б — аз майыстыру бұйымдары; в — айналмалы денелер; 1 — дайындама; 2 — пуансон

Бұл жағдайда әмбебап штамп элементтерінің бірін ауыстыруға негізделген тарту үрдісінің сызбасы қызығушылық тудыруда, мысалы, икемді резеңке матрицаның қатты пуансонмен үйлесуі — бұл резеңке және гидравликалық сығымдардың тығыздала соққылануы деп аталады.

Қысу қаңылтыр шикізатынан айналмалы дене типіндегі бұйымдар пішінін қалыптастыру үшін қолданылады. Үрдіс сырғымалы құрал көмегімен айналмалы жақтау беті бойынша айналмалы дайындамаларды тегістеуге негізделген (сур. 22.6). Құралдың әрекет етуімен дайындама жақтау пішінін алады, бұйым дәлдігі жоғары. Бұйым қабырғаларын жұқартпастан қысу жекелеген және аз топтамалы өндіріс жағдайында қолданылады.

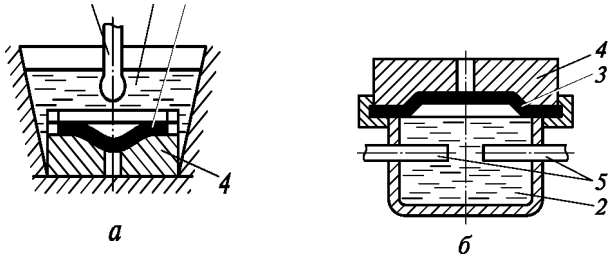
Бұйым қабырғаларын жұқартпастан қысу көлемді деформациялау үрдісіне жатады. Үлкен қалыңдықтағы және аз ұзындықтағы дайындамалардан қалыптастырушы қатты сырғымалар арқылы жақтауларды тегістей отыра қалыңдығы аз және ұзындығы ұзартылған бұйымдар алады.



22.6-сурет. қысу арқылы пішін құрау схемасы:
а — жұқартпастан; *б* — жұқартумен; 1 — жақтау; 2 — бұйым; 3 — құрал;
4 — дайындама

Конустық, дөңес және цилинд пішіндес диаметрі 1200 мм дейін және ұзындығы 1 000-3 000 мм болатын қаптама алу үшін көлденең-қықыш станоктар СДГ-20, СРГ-1 қолданылады. Үрдіс бұйымдарды жоғары дәлдікпен және бетінің тазалығымен, аз еңбек сыйымдылығымен және материал қолданудың жоғары коэффициентімен орындауға мүмкіндік береді.

Қаңылтыр дайындамалардан күрделі пішінді, шар тәрізді түпті, өлшемі үлкен түрлі қаптамалы, ірі көлемдегі бұйымдарды дайындау қуаттылығы жоғары бірегей құрылғыны қолданудың қажеттілігімен үйлесімді. Кейбір жоғары төзімділікті және ыстыққа төзімді материалдардан белгілі әдістерді қолданумен бұйым жасау қиын, кейде мүмкін емес. Осыған байланысты бұйымдар пішіні қалыптастыру үшін энергетикалық импульстерді қолдану әдісі кеңінен қолданылуда: жарылыс энергиясы, тоқтың жоғары вольтті разряды, импульстік электрмагниттік өріс және т.б. (сур. 22.7).



22.7-сурет. Энергетикалық импульстерді қолданумен бұйымдар пішінін қалыптастырудың схемасы:
а — жарылыс энергиясы; б — электргидравликалық; 1 — жарылыс заряды; 2—су; 3 — дайындама; 4 — матрица/ұяшық; 5 — электродтар

Деформациялануудың жоғары жылдамдықтарында пайда болатын инерциялық күштер дайындаманың кернеулі-деформациялы жағдайын өзгертеді, бұл көлемдері үлкен бұйым алуды ғана емес, сонымен бірге, төзімділігі жоғары және икемділігі аз материалдардан бұйым алуға мүмкіндік береді. Энергетикалық импульстармен пішін жасауда қолданылатын қондырғылар әмбебаптылығымен, қымбат және күрделі еместігімен ерекшеленеді, бұл өндірі ныандарын жиі ауыстыру жағдайында маңыздылығы жоғары болып табылады.

Жинау және құрастыру алдындағы бұйымдарды дайындау. Дайындамала операцияларынан кейінгі, әссірее, пішін қалыптастырудан кейінгі алынған бұйым беттерінде түрлі ластаушылар болады: май, бояулар, метал тамшылары, оксидті қабық. Біріктірілетін бұйымдардың бұлайша ластануы, олардың қанағаттанарлықсыз қалыптасуы, пісіру барысындағы балқымаулары және күйіп кетулерінің пайда болуы метал жіктерінің ластануына және сапасының төмендеуіне соқтырады, ондықтан да, сапалы пісіру жалғастарға қол жеткізу үшін пісіру алдында бұйым бетін немесе біріктіру орындарын арнайы дайындықтан өткізу қажет. Бұндай дайындыққа бұйымды ластанудан тазарту, метал тамшыларын және беткейдегі қышқылдарды тазалап алу жатады.

Бетіндегі майларды тазарту үшін бұйымдарды арнайы бұлауда ілті ерітінділерімен өңдейді, оның әсерімен майлар еріп және олар ерітіндіге араласып кетеді. Минералдық майлар сілтілермен бірге металл бетінен оңай тазартылатын эмульсия түзеді. Ерімейтін майлар қабаты органикалық ерітінділер көмегімен тазартылады: бензин, төрт хлорлы көміртегі, трихлорэтилен және басқалар.

Оксидты қабатты механикалық жолмен (металл щеткелермен, үрлемелі топырақпен, ағашпен және т.с.с.) немесе химиялық жолмен — улау арқылы тазартады. Оксидтерді тазарту әдістері өндіріс типіне, біріктірілетін бұйымдар құрастырылымына және пісірілетін материалға байланысты таңдалады. Өнім шығарудың үлкен көлемінде уландыруды және топырақ төгумен өңдеуді қолданған жөн болады. Жаппай және ірі топтамалы өндірісте улау ең өнімді үрдіс болып табылады. Бұл әдіс кейбір металдардың окидтерін ілтілі ерітуге және қышқылдық қабілетіне негізделген. Әдетте күкірт, азот, ортофосфор, қалқымалы оттегі және оның қоспалары, сілтілердің судағы ерітінділері қолданылады. Уландыру үшін бұлаулармен, жүктеуші қондырғылармен, кептіргіш шкафтармен, желдеткіштермен, сұйықтық ағысымен жабдықталған бөлек ғимарат қажет етіледі. Химиялық тазартудың екі әдісі қолданылады: бұлаулық (батырумен) және құймалы (құйып үрлеу). Құймалы әдісте бұлаулы әдіке қарағанда өңдеу қарқынды жүреді.

Бұйымдарды металл тамшыларынан және оксидтерден топырақ төгумен тазарту әмбебап және өнімділікті әдіс болып

табылады, алайда өнеркәсіптік тазалық талаптарына және кварц шаңдарының көптеп бөлінуімен байланысты қауіпіздік техникасына да жауап бермейді. Қазіргі таңда шойынды үгітумен алынатын метал үгінділерімен бұйымды тазарту кеңінен қолданысқа енген, бұл жағдайда ауа ластанбайды.

Жинау және пісіру. Бұйым беткейлерін қалыптастыру және дайындаудан кейін жинау мен пісіруге кіріседі — бұл пісіріп құрастырудағы ең жауапты операция болып табылады. Бұл операциялар технологиялар жасау барысында көбінесе бірге қарастырылады.

Жалпы алғанда жинау келесі пісіруге өту үшін сызбаларда қарастырылғандай жағдайға бұйымды орнату бойынша операциялар жиынтығын білдіреді. Жинаудың технологиялық үрдісін жасаудың негізгі мақсаты жұмысшы күші, уақыт және көмекші материалдарға кеткен шығындарды минималдау барысындағы аталған бұйымды дайындауға қойылатын техникалық талаптардың орындалуын қамтамасыз ету. Бұл үрдісті жасау барысында түрлі механикаландырылған құрылғылар, жұмысшылар және бақылаушы қосалқы бөлшектер кеңінен қолдану жолымен жинау жұмыстарын максималды механикаландыруға ұмтылу қажет. Орны бойынша өлшеу, аралау, бұрғылау операцияларын болдырмауға тырысу қажет.

Бұйым типіне байланысты жинаудың белгілі бір талаптарын бекітеді. Пісіру тұрғысынан техникалық жағдайларға жататын талаптарға пісіру жалғастарының белгілі бір параметрлерінің сақталуы жатады. Сонымен, бұйымдарды жинау барысындағы түйіспелерді балқыту арқылы байланыстырудың арнайы ерекшеліктері болып пісірілетін жіктер арасындағы белгілі бір ұштасудың сақталуы табылады. Түйіспелер көлемі біріктірілетін элементтердің қалыңдығына байланысты болады және қалыптарға ай бекітіледі.

Жинаудың технологиялық үрдісі белгілі бір еңбек сыйымдылығымен, сонымен бірге, осы үрдіс орындалатын белгілі бір жинау (жинау-пісіру) айналымы деп аталатын уақытпен сипатталады. Еңбек сыйымдылығы құрылымның жақсартылу деңгейіне, технологиялық үрді өтуіне, жиналатын элементтердің өзара алмастырғыштығына және олардың дәлдігіне, жарақтардың және құралдардың энергия сыйымдылығымен байланысты болады. Жинау жұмытарының айналымын Ц мына формуламен еептеуге болады:

$$Ц = T/n_0,$$

мұндағы Т — үрдістің еңбек сыйымдылығы, сағ; n_o — үрдістегі бір уақытта жұмыспен қамтылған жұмысшы саны.

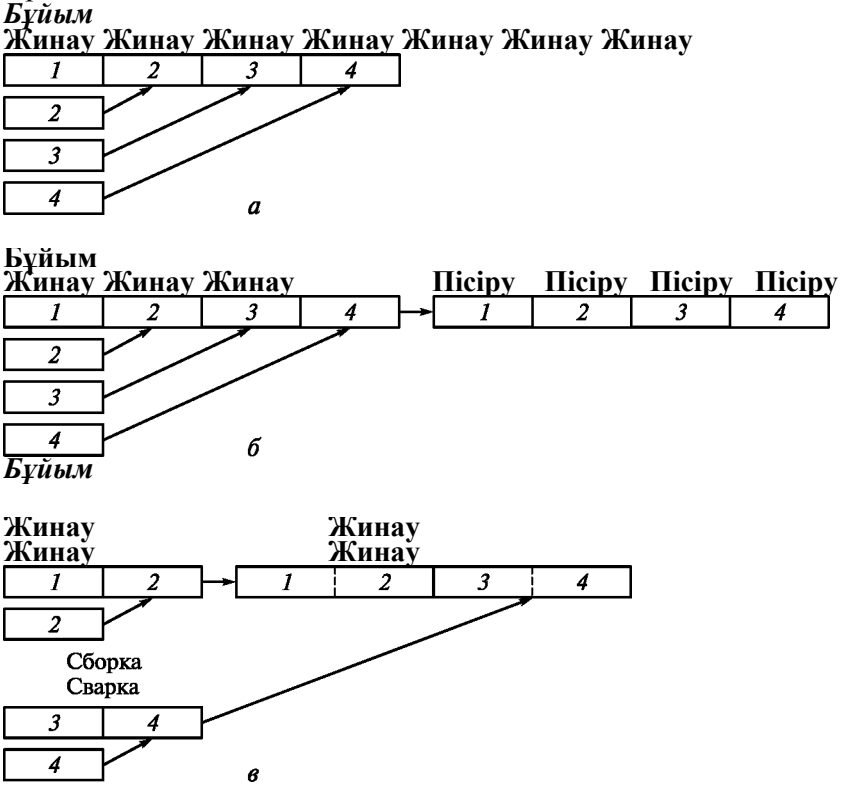
Айналым көлеміне жинау үрдісінің схемасын таңдау айтарлықтай әсер етеді. Жинау үрдісінің схемасы — жиналатын бірліктердің қабылданған жинау және олардың бұйымдағы

бірігулерінің реттілігі.

Пісіру жалғастарды өндірісінде жинау мен пісірудің келесідей схемаларын қолданады (сур. 22.8):

- элементтердің реттілікті жиналуы мен пісірілуі;
- кейіннен пісірумен құрастырманың толық жиналуы;
- параллельді-реттілікті жинау және пісіру.

Реттілікті схема толық құрастырылған құрылымның пісірілуі мүмкін болмаған жағдайда құрылым жинақталушы түйіндерге бөлінбеген жағдайда қолдануға ұтымды, ал басқа схемалармен құрылымның ерекшелігіне қарай қажетті дәлдікті қамтамасыз ету мүмкін емес (мысалы, оның қаттылығының жеткіліксіздігінен). Оны бөлек элементтерді жалғай отырып орындайды. Қажетті дәлдік арылық түзету операциялар жасаумен қолжетімді болуы мүмкін.



22.8-сурет. пісіру құрылымдардың жинау және пісіру схемасы: *а* — реттілікті; *б* — толық; *в* — параллельді-реттілікті

Үрдісті бұлайша ұйымдастыру барысында жинау мен пісіру өнімділігі аз болып келеді, себебі олардың кезекпен орындалуы жұмыты шектейді және жұмысшы саны артып, жинау

жұмыстарының саны Ц артады.

Құрастырманың толық жиналуымен, оның кейіннен пісіру схемасын әдетте салыстырмалы түрде қарапайым бұйымдарға немесе жалғастар орындауға оңай болып табылатын аздаған бұйымдар санынан құралған бұйымдарға қолданады. Алмалы-салмалы ілгіштермен, қысқыштармен элементтерді бекіте отырып, құрылымды алдымен толықтай жинап алады, одан кейін оны пісіру аумағына барлық бөліктерін пісірму үшін береді. Оның барысында жұмыс қарқыны артып, жинау жұмыстарының айналымы Ц азаяды. Схема түрлі өндіріс типінде қолданылады. Жинау және пісірудің технологиялық үрдісі шығару бағдарламасына, бұйым салмағына және құрастырылуына байланысты механикаландырылған және автоматтандырылған болуы мүмкін.

Параллельді-реттілікті схеманы ірі бірліктер – түйіндерге бөлінген жинау бірліктерінен күрделі құрылымдар жасауда қолданады. Алдымен паралель желілерде жинайды және іріленген бөліктерін пісіреді. Одан кейін дайын болған түйіндерден құрылымды толықтай пісіреді. Бұндай схемада жұмыс ауқымы және жұмысшылар саны айтарлықтай артады, ондықтан жинау жұмыстарының айналымы Ц минималды болады, технологиялық операциялардың автоматтандырылуы мен механикаландырылуын қолдану мүмкіндігі туындайды. Одан басқа, пісіру деформациялауды болдырмау және толық пісірілген құрылымға қарағанда деформацияланған түйіндерді түзету мүмкін болады. Бұл, өз кезегінде, бұйым дәлдігі мен сапасының артуын қамтамасыз етеді.

Жинау үрдістерінің технологиялық операцияларының құрамы өзара біріктірілетін құрылымдардың дәлдігі, пісіру жұмыстарының құрылымы, пісіру жарақтарының және құрылғыларының құрамының өзара байланыстылығы білінетін орнату және жинау бойынша қолданылатын әдістер мен тәсілдер арқылы анықталады.

Өндіріс типіне, құрылымның және техникалық жағдай ерекшелігіне байланысты жинауды түрлі әдістермен орындауға болады: белгілер бойынша, шаблондар немее алғашқы бұйымға қарап, жиналатын ойық бойынша, қосалқы бөліктерде (әмбебап, мамандандырылған және арнайы).

Белгіленуі бойынша жинауды қандай да бір қосалқы бөліксіз жасайды. Бұйымдардың орналасуы схемадағы белгіленуіне қарай реттілікпен бекітіле отырып анықталады. Әдістің өнімділігі төмен, оны күрделі емес бұйымдарды жасау барысында жекелеген немесе тәжірибеге өндірісінде қолданады. Жинаудың белгіленген дәлдігіне қол жеткізу жоғары білікті жұмышы еңбегін шығындауда мүмкін болады.

Шаблондарды немесе алғашқы бұйымды жинау үшін пайдалану жинауды жеңілдетуге және еңбек өнімділігін

арттыруға мүмкіндік береді.

Жинау ойықтары бойынша жинау үдемелі әдіс болып табылады және жинау жұмыстарының жоғары үнемділігін және жеткілікті дәлдікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Оның кеңінен қолданылуына кедергі болып бұйымның құрастырмалы рәсімделуі табылады, бұл ойықтар бойынша жинауды қолдануды қиындатып немесе мүмкін емес етеді. Бұндай бұйымдарда жинаушы негіз ретінде қолдар бар құрастырма ойықтары қолданылуы мүмкін. Кейде олар технологиялық сияқты кейіннен жойылатындай, пісірумен, жабыстырылумен жобалануы мүмкін. Бұндай әдіс жинау үрдісінің өзін және жинау жарағын жеңілдетеді.

Аз еңбек сыйымдылығы барысында жинаудың ең дәлдігін әдетте ірі топтамалы және жаппай өндірісте қолданылатын арнайы жинау жарағын қолдану қамтамасыз етеді. Аз өнім көлемін шығарушы өндірі жағдайында орташа күрделі әмбебап және мамандандырылған қоалқы бөліктер қолданы табуда.

Жинау жарағынан бөлек жинау жұмыстарының еңбек сыйымдылығына бұйым сапасы да әсер етеді. Олардың жеткілікті дәлдігі мен өзара алмастырғыштығының жоқтығы барысында оларды жинау келтіру ол перацияларын орындау және орны бойынша бұйымдарды толықтай өңдеу қажеттігімен қиындайды. Құрастырма элементтері егер оның геометриялық және физикалық параметрлері басқа да жиналатын элементтер жарамдылығымен келісілген рұқсат етілген шама шегінде болса, өзара алмастырғыш болып табылады. Бұндай келісім барысында жинау кезінде элементтерді толықтырып немесе қосып алу қажеттігі туындамайды және құрастырманы жинау бекітілген техникалық талаптарға сәйкес қамтамасыз етіледі. Екінші жағынан, бұйым дәлдігін арттыру қымбат құрылғынын және дайындық жұмыстарының жаалуын талап етеді.

Жинау жұмыстарын орындау барысында өзара алмастырғыштықтың толық және толық емес, сонымен қатар, бұйымды өлшеп келтіру әдістерін ажыратады. Бірінші әдіс бойынша жинау қандай да бір таңдау, келтіру жұмыстары және қандай да бір бұйымға қойылатын техникалық талаптардың сақталуымен қосымша жұмыстарды жасамастан бұйымдарды байланыстыра біріктірумен өтеді. Бұйымның қажет дәлдігі бұйым жасаудың жоғары дәлдігі есебінен қолжетімді болады. Әдіс элементтері алдын-ала механикалық өңдеуге ұшырайтын бұйымдарды топтап және жаппай шығару өндірісінде қолданылады.

Толық емес өзара алмастырғыштық әдісімен жинау өлшемдік тізбекте немесе немесе оған арнайы компенсаторлар енгізумен біріктірілетін бұйымдардың толықтырыла жаалуы барысында қалыпты өлшемдерден ауытқуын жою қолжетімді және жинаққа берілген дәлдік қамтамасыз етіледі. Бұл жиналатын бұйымдар

дәлдігіне талапты төмендетеді, көптеген келтіру жұмыстарының көлеміне жүгінбестен бұйым дәлдігін арттырады. Әдіс авиация өнеркәсібінде, машина жасау және басқа да салаларда кеңінен қолданылады.

Келтіру әдісімен жинау жекелеп орындау және әрбір біріктірілетін бұйымды толықтырумен жүзеге асырылады. Бұндай әдіс жоғары дәлдікпен бұйым жаау үшін күрделі құрал мен жарақты иеленудің экономикалық тиімді емес жағдайында жекелеген, топтық және жаппай өндіріте қолданыс табады. Жинау екі сатыда орындалады: алдын-ала және соңғы. Алғашқы сатысы бұйымды оның беткейін өңдеу реттілігімен келтіру мақсатында енгізіледі. Келтірілген және дайындалған бұйымдар соңғы жинауға түсіп және екінші саты - пісіруге жіберіледі.

Көптеген жағдайда жинаудан кейін құрастырманың қажетті қаттылығын қамтамасыз ету, олардың шашылып кетпеуін және пісірме кезінде бұйымдардың өзара орналасуларын сақтау үшін бұйымдарды қарнауға жібереді. Оған қоса, белгіленген техникалық шарттар ақталуы тиіс, ондықтан пісіру жұмыстарын орындау кезінде құрастырмалар әрекетін мұқият талдау қажет, соған байланысты қарнаулар орындалу әдісі, оларды қондыру реттілігі, олардың арақашықтығы және орналасу орны таңдалады, бұлардың барлығы технологиялық құжатта белгіленуі міндетті болып табылады.

Пісіру құрылымдары өндірісінің технологиялық үрдісінің негізгі операциясы болып пісіру табылады. Оның сапалы орындалуы көп жағдайда жұмысқа қабілеттікті және бұйымның төзімділігін анықтайды, сондықтан да пісіру операцияларын орындау технологиясын жасау барлық технологиялық үрдістің жобалаудың негізгі кезеңі болып табылады.

Пісіру әдісін таңдау бұйым дайындалуына бекітілген техникалық талаптармен, оның құрастырылу ерекшеліктерімен, орындалатын жалғастар типімен, материал типі және қалыңдығымен, өндіріс түрімен, өнімділігімен және пісіру үрдісінің үнемділігімен анықталады. Жинау және пісіру реттілігі, қолданылатын әдістер, пісіру материалдары, пісіру құралдары және технологиялық жарақтары, жұмысшылар біліктілігі, әр ауысуды орындауға кететін уақыт нормасы, онымен бірге, пісіру материалдарының және энергиясының шығындары бойынша нормативтер туралы ақпарат технологиялық картада көрсетілуі тиіс.

Бұйымдардың түрлі топтары үшін құрастыру ерекшеліктеріне байланысты пісірудің түрлі үрдістерінің артықшылықтарын айтып кетуге болады.

Сонымен, қаңылтыр шикізатынан құралған бұйымнан тұратын және кеңістікте түрліше бағдарланатын, жіктері қысқа торлы құрастырылым тобы үшін (фермалар, қайықтар және т.с.с.), әдетте қапталған электродтармен қолмен доғалы пісіру, сонымен

қатар, жартылай автоматты көмірқышқыл газды балқымалы электродпен пісіру кеңінен қолданылады.

Созылылыңқы жікті пісіру біліктері мен қаңқалары типіндегі бұйымдар үшін флюсті автоматты пісіру және көмірқышқыл газды ортада пісіру қолданылады.

Қалың қаңылтыр беттерден, соғумен және құймалармен ауыр құрылғылар жабындары типіндегі бұйымдар дайындау барысында электр қожды пісіру және көп қабатты флюсті автоматты пісіруді қолданады.

Машина жасауда түрлі материалдардан қаңылтырлы құрастырмалар жасау үшін вольфрамдық электродпен орнықтыру арқылы қорғаушы газдарымен автоматты пісіру немесе ағынды желіні және автоматты пісіру станоктарын қолданумен балқымалы электрод арқылы пісіру кеңінен қолданылады.

Машина жасау құрастырмаларында пісіру түйіндерін дайындау барысында өндіріс күрделілігімен және цехтық бағыттардың көптүрлілігімен ерекшеленеді. Бұл қандай да бір бұйым дайындау барысында өңдеудің түрлі технологиялық әдістерінің көптігімен байланысты. Соңғысы шығарылатын өнімге қойылатын жоғары талаптардан шығады, көбінесе күрделі бұйымға қатысты, сонымен қатар, қолданылатын материал маркасының көптігіне байланысты. Осымен байланысты бұйым мен үрдістің технологиялық атқарылуы өндірісті дайындау барысында аса маңызды болып табылады және өнімнің сапасы мен өзіндік құнына әсер етеді, сондықтан, нысанды өндірісте шығару кезеңінде технологиялық үрдістерді дайындау сұрақтарына аса назар аудару қажет.

Бақылау сұрақтары

1. Пісіру өнідірісінң рөлі және ерекшелігі қандай?
2. Заманауи машина жасаудың даму бағыттарын сипаттаңыз.
3. Пісіру жалғастардың негізгі өндірістік-технологиялық артықшылықтарын атап өтіңіз.
4. Пісіру және пісіру өндірісі түсінігіндегі өзара байланыс пен айырмашылық қандай?
5. Пісіру өнідірісіндегі технологиялық дайындық неге негізделген?
6. Пісіру құрылымдардың технологиялық жасалуы неге негізделген?
7. Технологиялық үрдістер түсінігін қалай түсінеің?
8. Пісіру құрылымдардың дайындаудың технологиялық үрдісінің негізгі сатыларын атаңыз.

23-тарау
ПІСІРУ ӨНДІРІСІҢ МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРУ

23.1. Өндірістің технологиялық жабдықталуы

Пісірілген құрылымдар өндірісінің технологиялық үрдісі оның игеру мерзімдерінің қысқарту мүмкіндігін және бір мезгілде жоғары өнімділікке, сапаға, шығарылатын бұйымдардың беріктігіне қол жеткізу жағдайында өндірістік шығындардың азайтуын қамтамасыз етуі тиіс. Бұл мәселенің табысты шешілуі едәуір дәрежеде дәнекерлеу өндірісінің жабдықталуымен анықталады, және әрбір нақты жағдайда жабдықтау нұсқасының таңдауы қойылатын талаптарды сақтай отырып, жобаланған операцияларды орындаудың техникалық мүмкіндіктерін ғана емес, техникалық-экономикалық қолайлылық та есепке алуы тиіс.

Технологиялық үрдістердің техникалық жарақтандырудың құралдарын әдетте екі топқа бөледі. Бірінші топқа жобаланған өңдеу әдістермен (қалыптау, пісіру, механикалық өңдеу және т. б.) технологиялық операцияларды орындау мүмкіндігін қамтамасыз ететін техникалық құралдар жатады. Бұл техникалық құралдардың тобы негізгі ***технологиялық жабдықтар*** атауын алды. Оларға доғалы пісіру автоматтары, доғаның қоректендіру көздері, пісіру машина және т. б. жатады. Екінші топқа дайындауды жеңілдетуге немесе өңделетін бұйымдардың нақты ерекшеліктеріне қатысты негізгі технологиялық жабдықтарды пайдалана отырып, технологиялық операцияларды орындау үшін қолайлы жағдай жасауға бағытталған техникалық құралдар жатады. Осындай жарақтандыру құралдарды ***технологиялық жарақ*** деп атайды.

Пісіру құрал-жабдықтары мамандандырылған кәсіпорындармен шығарылады. Көп жағдайда ол әмбебаптылықтың үлкен дәрежесіне ие және осы немесе өзге өңделетін бұйымдарды айқындамай тікелей пісіру үрдісін жүзеге асыру үшін бағытталған. Алайда жасалатын құрылымдардың құрылымдық технологиялық ерекшеліктеріне сүйене отырып, осы немесе өзге пішіндегі жалғасты орындау үшін бұйымның белгілі бір қалыпта бекітуі, пісіру кезінде олардың жылжуы немесе бұрылуы талап етіледі. Бұл пісірілетін құрылымдардың бекітуі мен жылжытуына арналған құрылғы болып табылатын технологиялық жабдықтаудың арқасында жүзеге асырылады. Осындай құрылғылар жалғастардың орындалуын жеңілдетіп ғана қоймай, пайда болатын пішіннің өзгеруін, өнімділікті арттыруға, жұмыстың қауіпсіз жағдайларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Ақыр соңында, әдетте, пісіру қосылатын бөлшектердің

құрастыруымен тығыз байланысты, сондықтан құрастыру жұмыстарына дәнекерленген қосылыстардың дайындау сапасын жоғарылату және құрылымның жобалық параметрлеріне қол жеткізу мақсатында қойылатын берілген техникалық шарттардың орындалуын қамтамасыз ететін құрылғылар қажет.

Техникалық құрылғылардың бүкіл белгіленген кешені құрастыру-пісіру жарағы немесе құрылғылар ретінде қарастырылады. Құрастыру-дәнекерлеу жарағы көп жағдайда жоғары сапалы бұйымдардың алуын ғана емес, жоғары өндірістік көрсеткіштерге қол жеткізуін негіздейді, сондықтан таңдаудың дұрыстығы мен құрастыру-дәнекерлеу жарақтың әзірлеуі жалпы дәнекерлеу өндірістегі технологиялық дайындаудың маңызды элементі болып табылады.

Өндіріс құралдардың жалпы теңгерімінде арнайы технологиялық жарақ маңызды орын алады және технологиялық құрал-жабдықтардың соңынан орналасқан. Бірақ технологиялық дайындау кезінде бұйым құрылымының өзгеруіменен жабдықтар паркі шамалы өзгеретін болса, онда технологиялық жарақ радикалды өзгерістерге, тіпті толық ауыстыруға ұшырайды, сондықтан оны әзірлеуге қажетті шығындар технологиялық дайындау бойынша шығындардың маңызды бөлігін құрайды. Мәселен, авиациялық өнеркәсіпте жобалаудың және технологиялық жарақтың әзірленуінің еңбек сыйымдылығы сериялық өндірістегі технологиялық дайындаудың жалпы еңбек сыйымдылығынан 60 ^ 80 % дейін, ал дайындау уақыты бойынша даярлаудың барлық циклінен 90% - ға дейін жетеді. Сондықтан еңбек сыйымдылығының және жарақтың құру мерзімдерінің төмендеуі өндірістің дайындауына жұмсалатын шығындардың қысқаруы үшін негізгі тәсілдерінің бірі болып табылады. Сәйкестендірілген және стандартталған бөлшектер мен тораптардың қолдануына негізделген жарақтың қалпына келтіруі айтарлықтай нәтиже береді.

23.2. Құрастыру-пісіру жарағының топтастырылуы

Құрастыру-пісіру жарақ қазіргі заманғы пісіру өндірістегі технологиялық үрдістерінің жалпы жарақаттануында, әдетте, жетекші орынды алып отыр. Оның сипаты көптеген факторларға, бірінші кезекте, жасалатын құрылымдардың құрылымдық технологиялық ерекшеліктеріне байланысты. Екінші жағынан, технологиялық үрдістердің жабдықталуы дәрежесі едәуір дәрежеде өндіріс түріне байланысты.

Жаппай және ірісериялық өндіріс кезінде технологиялық үрдістер ең жоғары жарақтандырылған, керісінше жеке және шағын-сериялы өндіріс кезінде - ең төмен жарақтандырылған. Бұл негізінен экономикалық түсініктермен түсіндіріледі. Қолданылатын құрастыру-пісіру жарақтың номенклатурасы

өзгеше кең және алуан түрлі, бірақ бірқатар белгілер бойынша ол құрылымдық ерекшеліктері және технологиялық мүмкіндіктерімен ерекшеленіп, топтастырылуы мүмкін.

Технологиялық үрдісте орындалатын функционалдық мақсаты және орындалатын міндеттері бойынша құрастыру-пісіру жарақ құрастыру, пісіру және құрастыру-пісіру құрал-жабдықтарына бөлінеді.

Тұтқыш немесе алмалы бекіткіш көмегімен бекіте отырып, талап етілетін техникалық шарттардың қамтамасыз етуімен жекелеген бөлшектер немесе тораптардан дайындалатын құрылымдардың құрастыруын жүзеге асыруы үшін құрастыру құрылғылар қолданылады.

Пісіру құрылғылары сол немесе өзге де түрдегі пісіру жалғастардың алуы кезінде тікелей пісіру операциялардың орындалуын қамтамасыз етеді. Осындай құрылғылардың құрылымдары жиналған, алдын-ала бекітілген түрде орнатылады. Бұл жағдайда технологиялық үрдісте құрастыру және пісіру құрылғылардың қолдануы қажет.

Құрастыру-пісіру құрылғыларда құрылымның құрастыру мен пісіруі бір қондырғыдан жүргізілуі мүмкін. Бұл ретте көп жағдайда тұтқыштардың қолдану қажеттілігін жоюға болады.

Өндірістің түріне, қолдану дәрежесі мен кеңдігіне байланысты, құрылғылар әмбебап, мамандандырылған және арнайы болып бөлінеді. Әмбебап құрылғылар олардың функционалдық мақсатына сәйкес операцияларды орындау үшін, өзінің құрылымдық-технологиялық сипаттамаларымен ерекшеленетін өңделетін құрылғылардың кең өрісіне тиісті қолданылуы мүмкін. Құрылғылардың мамандандыру дәрежесінің артуымен олардың қолдану кеңдігі күрт азаяды. Мәселен, мамандандырылған құрылғылар құрылымдық-технологиялық белгілердің ортақтылығына ие және үлгі мөлшерлер бойынша ажыратылатын тек қана анық бір типті бұйымдардың өңдеуі үшін пайдаланылады.

Бұйымдардың белгілі бір түрін өңдеуі үшін арналған арнайы құрылғылардың пайдалану аймағы одан артық дәрежеде шектеледі. Бірақ құрылғылар мамандануының ұлғаюымен, әдетте, олардың дәлдігі мен өнімділігі өседі, сондықтан осындай құрылғылар өндірістің ірі бағдарламалық түрлерін жарақаттану кезінде қолданылады.

Жұмыстың сипаты мен қозғалысқа келтіру тәсіліне байланысты құрылғылар қол, механикаландырылған және автоматтандырылған (немесе автоматты) болып бөлінеді. Жұмыс істеу үшін ***қол құрылғылары*** қолмен еңбек ету шығындарын талап етеді және жұмыс істейтіннің күші арқылы қозғалысқа келтіріледі. ***Механикаландырылған құрылғылар*** энергияның қандай да бір түрінің (сығылған ауа, сұйықтық, электр энергиясы) қолдануы арқылы қозғалысқа келтіріледі,

Автоматты деп қозғалысқа келтіруі де, басқарылуы да жұмыс істейтіннің күшінен басқа, энергияның қандай да бір түрінің арқасында орындалатын құрылғыларды атайды. Бұл жағдайда адам еңбегінің шығындары баптауға және іске қосуға ғана қажет.

Құралдар, сондай-ақ, көмекші уақыттың аз шығындарын қажет ететін тезәрекетті, бір- көптұрғылы болуы мүмкін. Құрылғылар бұйымдарының габариттері және салмағына байланысты тасымалданбалы немесе стационарлы, сондай-ақ қозғалмайтын, жылжымалы немесе жұмыс барысында бұрылмалы болуы мүмкін.

23.3. Құрастыру-пісіру жарақтың мақсаты мен ерекшеліктері

Пісірілген құрылымдарды әзірлеудің технологиялық үрдісінде құрастыру-пісіру жарақтың қолдануы бірқатар міндеттердің шешуін көздейді. Олардың негізгілері — пісірілген жалғастардың сапалы орындауының жағдайларын қамтамасыз ету және құрылымдарды берілген техникалық параметрлерімен және өзара ауыстыру мүмкіндігімен жасау, құрастыру және пісіру технологиясын жеңілдету, еңбек сыйымдылығын төмендету және құрастыру-пісіру жұмыстарының өнімділігін арттыру, пісіру кезінде пішіннің өзгеруін алдын алу. Құрастыру-пісіру құрылғылардың пісіру қондырғылардың құрамына кіруі, ағымды механикаландырылған және автоматтандырылған желілерге ендірілуі мүмкін, және технологиялық жарақтану арқасында технологиялық үрдістердің негізгі де, қосалқы да операцияларды механикаландыруға және автоматтандыруға жол ашады. Басқа жағынан қарағанда, құрастыру-пісіру жарақтың қолдануы пісіру өндірісінде әлеуметтік сипаттағы мәселелердің шешуін қарастырады.

Екінші жағынан, құрастыру-пісіру жарақтың пайдалануы пісіру өндірісінде әлеуметтік сипаттағы мәселелерді шешуді көздейді. Жетілдірілген айлабұйымдардың қолдануы ауыр немесе өнімсіз еңбектің пайдалану қажеттілігін күрт азайтуға, көп дәрежеде жұмыс істейтіндер үшін қауіпсіздік жағдайларын жасауға мүмкіндік береді. Осылайша, құрастыру-пісіру жарақтың кеңінен қолдануы күрделі техникалық-экономикалық мәселелерді ғана емес, әлеуметтік-қоғамдық маңызы бар мәселелерді де кешенді түрде шешуге мүмкіндік беретін пісіру өндірісіндгі ғылыми-техникалық үрдістің маңызды факторы болып табылады.

Құрастыру-пісіру жарақтың сипатын талдай отырып, ол машина жасауда құрылымдардың өңдеуімен және дайындауымен байланысты басқа технологиялық үрдістерде әдетте қолданылатын жарақтан өзгеше қылатын бірқатар ерекшеліктерге ие болатынын атап өткен жөн. Мәселен, механикалық өңдеуге

арналған айлабұйымдарда әдетте алдын ала бір-бірімен қосылған бірнеше бөлшектерден тұратын жекелеген бөлшектерді немесе тораптарді бекітеді, ал пісіру үшін бұйымды әдетте айлабұйымдарда орнатылуы жүйелі түрде жүзеге асырылатын, бекітуі бір-бірінен тәуелсіз орындаталын түрлі бөлшектердің елеулі санынан жинайды. Механикалық өңдеуге арналған айлабұйымдарда бұйымдардың бекітуі олардың өңдеу үрдісінде толық қозғалмауын қамтамасыз етуі тиіс. Пісіру айлабұйымдарда пісіру кезіндегі қыздыру және суыту процесстердер аясында мөлшерлердің өзгеруі арқасында жекелеген пісірілетін бөлшектердің жылжуы жиі қажетті болып табылады. Осыған байланысты оларда қыздыру және суыту кезінде мөлшердің өзгеру мүмкіндігін қамтамасыз ететін бір бөлшектердің басқа бөлшектерге сәйкес қатаң бекітуін көздейтін бөлшектердің аралас құрастыруы жиі қолданылады.

Пісіру құрылғылары механикалық өңдеуге арналған құрылғыларға қарағанда, әдетте, орнатылған бұйымның массасы әрекетінен басқа өңдеу (пісіру) үрдісінен жұмыста қандай да бір елеулі ықпалын сезбейді. Басқа жағынан, іліндіру немесе пісіру кезінде олар жоғары температураның әсеріне жиі ұшырайды. Осыған байланысты осындай айлабұйымдарда температуралық әсері салдарынан дамитын құрылымдар пішінінің өзгеруін азайту үшін шараларды қарастыру қажет, сондықтан әрбір нақты жағдайда құрастыру-пісіру жұмыстардың орындалуын мұқият талдау, айламбұйымдармен өзара байланыстың ерекшеліктерін анықтау және құрастыру-пісіру жарақты таңдаған кезде оларды міндетті түрде есепке алу қажет.

23.4. Пісіру өндірісінің механикаландыруы мен автоматтандыруы

Жалпы мәліметтер. Өндірістік үрдістің механикаландыруы деп қол еңбекті машина мен механизмдердің жұмысымен ауыстыруды қамтамасыз ететін техникалық құралдармен жабдықтауды айтады. Технологиялық операциялардың механикаландырылған түрде орындалуы кезінде адам тек кейбір қосымша әрекеттерді жасайды және механикаландыру құралдарды басқарады.

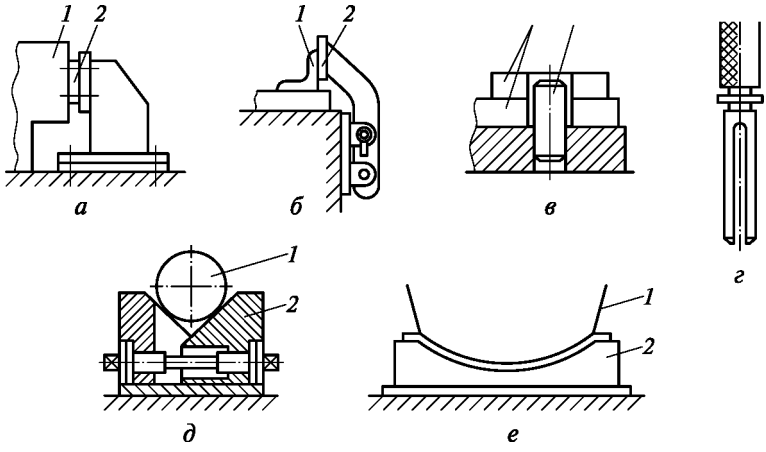
Механикаландырудың жоғары дәрежесі өндірістік үрдістің автоматтандыруы болып табылады. Автоматтандыру технологиялық үрдістегі кез келген іс-әрекеттің қолмен орындаудан адамды босатуды және онымен жарақтандыру автоматты құралдардың тікелей басқаруын көздейді. Бұл жағдайда қызмет көрсетуші жұмыскерлер жарақ техникалық құралдардың баптауын және жұмыстың дұрыстығын қадағалауын

жүзеге асырады.

Мазмұны бойынша механикаландыру және автоматтандыру айтарлықтай ерекшеленеді, бірақ сол уақытта өзара тығыз байланысты. Автоматтандыруға тек жоғары механикаландырылған үрдісті мүмкін, сондықтан автоматтандыру механикаландырудың жоғары сатысы ретінде қарастырылады.

Механикаландыру және автоматтандыру ішінара және кешенді болуы мүмкін. Ішінара механикаландыру мен автоматтандыру өндірістік үрдістің бір бөлігін қамтиды. Бұл ретте жеке операциялар туралы айтып жатырмыз. Кешенді шешу кезінде бүкіл өндірістік үрдіс технологиялық бағытына сәйкес операциялардың орындалу реттілігі тәртіппен белгіленген машиналар және механизмдердің көмегімен іске асырылады. Пісіру өндірісіндегі механикаландыруға және автоматтандыруға түрлі айлабұйымдардың, арнайы дәнекерлеу қондырғылардың, робот жасау тениканың пайдалануы, ағынды механикаландырылған және механикаландырылған тәсілдермен пісірілген бұйымдардың дайындауы, жинауы, пісіруі және тасымалдауы, ал кейбір жағдайларда — өңдеуі жүзеге асырылатын автоматтандырылған желілердің құруы арқылы қол жеткізіледі.

Пісіру өндірісінде механикаландыру және автоматтандыру мәселелерді шешу кезінде көп жағдайда бұйымдардың сапасын және әзірлеуін анықтайтын құрастыру-пісіру жұмыстарға бірінші кезекте көңіл бөлінеді.



Құрастыру жұмыстардың механикаландыруы және автоматтандыруы. Құрастыру пісіруге жататын бөлшектерге

12

қажетті сызбамен берілген, оларды арнайы құрылғылармен немесе тұтқышпен өзара орналасуын қамтамасыз ететін технологиялық әрекеттерді қамтиды. Осы жұмыстарды орындау үшін жалпы негізде бекітілген түрлі құрылымдық элементтердің қисындасуы болып табылатын және бұйымдардың құрастырылу сызбасына сәйкес жұмыс істейтін құрастыру құрылғыларды пайдаланады, сондықтан осындай құрылғыларды аралас ретінде қарастырады. Олардағы функционалдық мақсаты бойынша элементтердің келесі топтарын бөледі: орнату және бекіту элементтері, тартақысушы және кергіш құрылғылар, арнайы құрылғылар.

23.1-сурет. Құрастыру аспаптарының орнату элементтері:

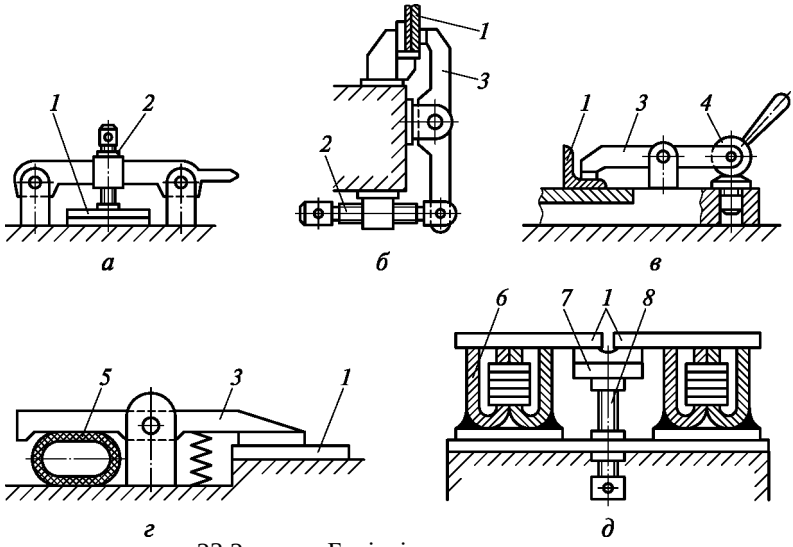
а — тұрақты тіреу; *б* — қайырмалы тіреу; *в* — сұққы; г — алмалы сұққы; *д* — призма; *е* — ложемент; 1 — бөлшек; *2* — бекіткіш

Орнату элементтері немесе бекіткіштер (23.1 сур.) айлабұйымдардағы бөлшектердің дұрыс орнатылуын және құрастыру дәлдігін қамтамасыз етеді. Оларды мақсаты бойынша (құрастырылатын бөлшектердің түрлі беттері үшін) және құрылмалық орындалуы бойынша ажыратады. Олардың арасынан мыналарды бөліп қарастырады: тіреуіштер — базалық беті бойынша бұйымдарды орнатуға арналғандары (көбінесе жазық түрлері); орнату саусақтары мен жақтауларын — ойықтар бойынша бұйымдарды іліп алуға арналған; призмалар және ложементтер — цилиндрлі және конустық бұйымдарды немесе түрлі қисық беткейлі бұйымдарды іліп алуға арналған; шаблондар және алмалы-салмалы кондукторлар — осы түйінде бұған дейін орнатылған басқа бір бұйым жағдайы бойынша екінші бір бұйымды қондырмаға орнатуға арналған.

Бекіткіш элементтер, немесе бастырықтар (23.2 сур.) құрастыру және іліктіру кезінде бөлшектерді тіркелген қалыпта бекітуі үшін және пісіру үрдісі кезінде ығысудан ұстап қалу үшін. Құрылмасы бойынша оларды сыналы, бұрандалы, эксцентрикті, иінтіректі және аралас; жұмыс сипаты бойынша — қол (жұмыскердің күшімен әрекетке келтірілетін) және механикаландырылған (арнайы жетектермен жабдықталған) деп бөлуге болады.

Тартақысушы және керме құрылғыларды жиналатын бөлшектерге күштік әсер ету, жиектерін тегістеу, пісіру төсемелерді қысу, пісірілген ернеушелерді калибрлеу және т. б. үшін қолданады. Әрекет ету мен құрылымының принципі бойынша олар бірінші топтағы элементтеріне жақын.

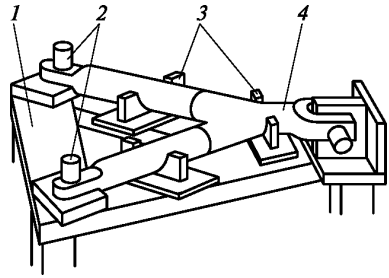
Арнайы құрылғылардың тобына өз мақсаты бойынша бұрын айтылғандарға қатысы жоқ элементтер кіреді (пісіру астарлары және оларды бекіту тораптары, көшіргіш құрылғылар, жетек элементтері, т. б.). Жеке элементтер (бастырықтар, тұтастырғыштар, бұрандама қысқыштар және т. б.) жылжымалы және әмбебап құрылғылар ретінде пайдаланылуы мүмкін.



23.2-сурет. Бекіткіш элементтер:
а —бұрандалы; *б* — иінтіректі-бұрандалы; *в* — эксцентрикті г — пневмоқұбыршекті; *д* — электрмагнитті; *1* — бөлшек; *2* — бұранда; 3 — иінтірек; *4* — эксцентрик; *5* — құбыршек; *6* — электрмагнит; 7 — құрастыру астары *8* — май жарақтың қысыңқырауы.

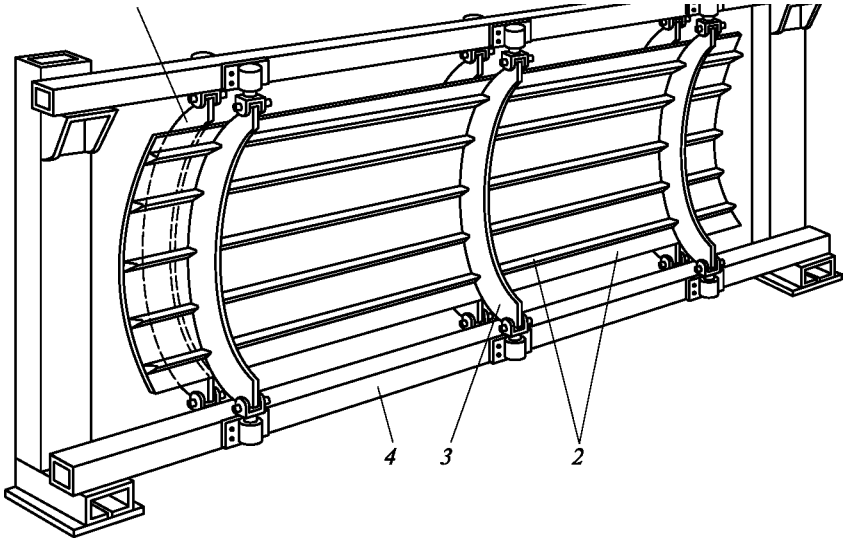
Бірақ күрделі құрылымдағы тораптар үшін құрастыру-пісіру жұмыстарын орындау үшін аралас құрылғылардың қолдануы қажет.

Құрастыру стендтер бір (көбінесе көлденең) базалық беті бар құрылғылар болып табылады. Орнату және қыспақтау элементтері орнатылған қозғалмайтын негізге ие (23.3-сурет). Өндірістің түріне байланысты әмбебап және арнайы болуы мүмкін.



Құрастыру стапелдер (23.4 -сур.) бөлшектер түрлі жазықтықта орналасуыменен ірігабаритті бөлшектер күрделі кескіндемеге ие болған кезде қолданылады (панельдер, ыдыстар, корпус және т. б.).

23.3-сурет. Шасси элементтерін жинауға арналған стенд : 1 – негізі; 2 – бектікші сұққылар; 3 – табандары; *4* — бұйым



23.4-сурет. Панельдерді өңдеуге арналған стапелі
1 — иінтірек (бастырық); 2 — бұйымның бөлшектері; 3 — үлгі; 4 — негіз

Құрастыру кондукторлары — элементтері орналастырылған жазық немесе кеңістіктік пішіндегі қатты негізден тұратын стенд немесе стапель үлгідегі құрылғы. Бұйымның құрастыру дәлдігі құрылғының өзінің дәлдігі арқасында қамтамасыз етіледі, сондықтан ол әзірлеудің жоғары дәлдігімен және негіздің қаттылығымен ерекшеленуі тиіс.

Құрастыру айлабұйымдардың механикаландыруы үшін олардың элементтері арнайы тез әрекет ететін жетектермен (пневматикалық, гидравликалық, электр) жабдықталады. Бұл жалпы алғанда бүкіл технологиялық үрдістің деңгейін арттырады.

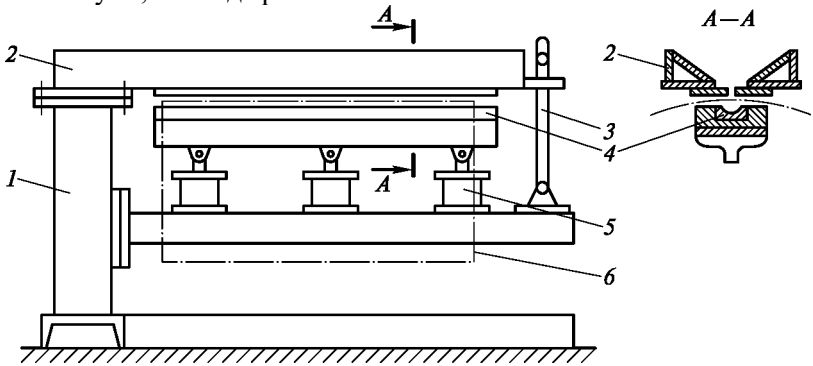
Пісіру жұмыстардың механикаландыруы және автоматтандыруы. Пісіру жұмыстарының механикаландыру үшін жабдықтарды екі топқа бөлуге болады: пісірілетін бұйымдардың бекітуі мен жылжытуы үшін құрылғылар; бұйымға қатысты пісіру аппаратураның орнатуы мен жылжытуы үшін құрылғылар және пісірушіні жылжытуы үшін құрылғылар. Әдетте, пісіру айлабұйымдарда торап жиналған және қысып алынған күйде орнатылады. Құрылғы қандай да бір жалғастарды пісіруі немесе оның пісіру үрдісі кезінде берілген жылдамдықпен жылжытуы үшін қалыпта тораптың бекітуі мүмкіндігін

қамтамасыз етуі тиіс.

Пісіру тәжірибесінде қысқышты айналып өтіп, құрастыру мен пісіруді сол құрылғыда орындауға мүмкіндік беретін аралас құрастыру-пісіру құрылғылардың қолдануы кең таралған. Сондықтан пісіруге арналған құрылғылар орнату мен бекіткіш элементтерден басқа, қандай да бір тәсілмен дәнекерлеуді орындау үшін қосымша құрылғыларға ие (пісіру астары, оларды бекіту тораптары, жетектер және т. б.). Бұйымның түріне және пісірілген жалғастарға қарай аралас пісіру және құрастыру-пісіру құрылғылардың бірқатар негізгі типтерін бөлуге болады.

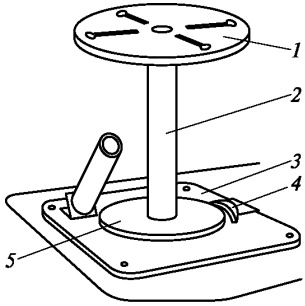
Пісіру стендтер орнатылған бекіткіш элементтерімен бір қозғалмайтын (көбінесе көлденең) базалық беті бар құрылғы болып табылады және түзу сызықты жіктерді пісіру үшін қолданылады. Оған тән өкілдерді кеме жасауда, вагон жасауда, резервуар жасауда және басқа салаларда кеңінен таралған, бойлық және көлденең жіктері бар ірігабаритті ендерді пісіру және құрастыру үшін қолданады. Ернеушелердің бойлық жіктерін дәнекерлеу үшін стенд 23.5 сур. көрсетілген.

Күрделі пішіндегі пісірілген құрылымдарда жіктер әр түрлі кеңістіктік қалыптарда орналасуы мүмкін. Бұл жағдайда құрылғылардан қандай да бір жалғастың пісіруі үшін немесе бұйымды автоматты пісіру кезінде берілген жылдамдықпен айналдыру үшін қалыпта бұйымдарды жылжыту мүмкіндігі талап етіледі. Қозғалыс сипатына, құрылымдардың ерекшеліктеріне, пісіру тәсіліне қарай жылжымалы құрылғылардың келесі түрлерін ажыратады: бұрылмалы үстелдер, манипуляторлар, орнықтаушы, жиектеуіш, айналдырғыш.

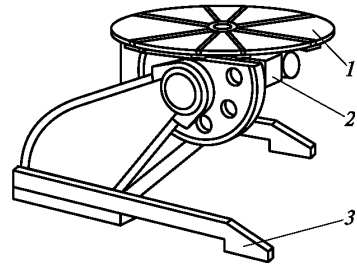


23.5-сурет. Ернеушелердің бойлық жіктерін пісіру үшін стенд:

1 — негіз; 2 — бастырық 3 — жетеккүш; 4 — астар; 5 — бу-ауа цилиндрі; 6 —ернеуше



23.6 - сурет пісірудің бұрылмалы үстелі:
1 — қысқұрылғы;
2 — бұрылмалы бағана; 3 — негіз;
4 — фрикцион; *5* — бұрылмалы диск



23.7 - сурет Манипулятор:
1 — қысқұрылғы; *2- жетек*
3 -негіз;

Айналмалы үстелдер (23.6-сур.) жылжымалы құрылғылардың ең қарапайым түрі болып табылады және шағын тораптардың қолмен немесе механикаландырылған дәнекерлеуі үшін пайдаланылады. Үлгі үстел (мысалы, ТКЖ-0,06) бұйым бекітілетін, үстінде 2 бұрылмалы бағана мен 1 қысқұрылғы орнатылған 2 негізден тұрады. Қысқұрылғының бұрылуы 5 бұрылмалы диск арқылы пісіруші жүзеге асырады. Қажетті қалыптың бекітуін фрикциялық механизмімен орындайды.

Манипуляторлар (сур. 23.7) — арнайы жетектермен жабдықталған жылжымалы құрылғылардың ең күрделі түрі. Олар қысқұрылғы мен бұйымның дұрыс қалыпқа еңкеюін және дәнекерлеу кезінде берілген жылдамдықпен айналдыруға мүмкіндік береді.

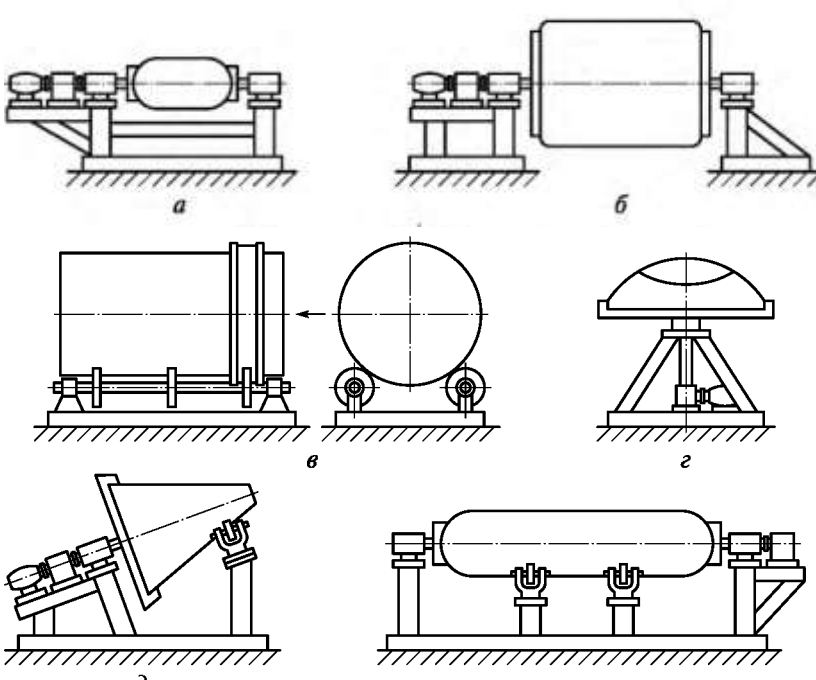
Орнықтаушылар бұйымды талап етілетін қалыпқа орнатуы үшін және оны көлденең және тік осьтер айналасында бұруға мүмкіндік береді. Манипуляторларға қарағанда олар пісіру кезінде жұмыс жылдамдығынсыз болады.

Жиектеуіштер олардың көлденең ось айналасында бұруы арқылы бұйымдарды дәнекерлеу үшін ыңғайлы қалыпқа орнату үшін көзделген. Пісіру кезінде олар орнықтаушылар сияқты қозғалыссыз болады.

Айналдырғыштар (23.8-сур.) тұрақты берілген қалыпта бұйымдарды бекіту үшін және сақиналы мен айналмалы жіктерді орындаған кезде пісіру жылдамдығымен айналдыру үшін

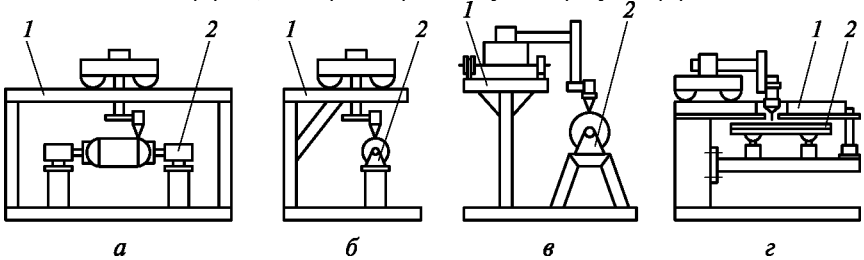
қолданылады. Олар тік, көлденең немесе көлбеу айналу осімен болады.

Автоматты Пісіруді орындау үшін бекіту құрылғылардан басқа пісіру автоматтардың бұйымдарға қарасты жылжытуын қамтитын пісіру қондырғылар қолданылады (23.9- сур.). Осындай құрылғылар айлабұйымдармен құрылымдық түрде байланысты болуы немесе бөлек орындалуы мүмкін.



23.8-сурет. Сақиналы жіктерді пісіруге арналған айналмалардың схемасы

а — шетжақтық қысқұрылғымен; б — жекеленген тіреулермен; в — аунақшалы стенд; г — дөңгелек жіктер үшін; *д* — бұйымдардың конустық ернеушелер үшін



23.9-сурет. Автоматты пісіруге арналған қондырғы:

а — порталды; *б* — консолды; *в* — ығысқан бағыттаушылармен; *г* — қосылған бағыттаушылармен; *1* — автомат үшін бағыттаушылар; *2* — құрылғы

Ақырғы жағдайда құрылғылар жеке жетекпен жабдықталады

және түзу сызықты немесе сақиналы жіктерді орындау кезінде орнату жылдамдықпен немесе пісіру жылдамдықпен жылжуы мүмкін.

23.5. Тасқынды механикаландырылған және автоматты желілер

Тасқынды сызық бірыңғай технологиялық үрдіс бойынша белгілі берілген ырғақпен өзара байланысқан және жұмыс істейтін жабдықтар кешенін атайды. Тасқынды механикаландырылған құрастыру-дәнекерлеу желісі технологиялық үрдістің орындау реттілігі тәртіппен орналасқан және пісірілген бұйымдарды әзірлеу бойынша барлық операциялардың механикаландырылған орындауын қамтамасыз ететін жабдықтар кешені болып табылады.

Механикаландыру және автоматтандыру белгісі бойынша тасқынды желілердің бірнеше түрлерін ажыратады:

- ішінара механикаландырумен, бұл кезде қол және механикаландырылған пісіру пайдаланылады, ал өндірістік циклдің қалған үрдістерің (пішу, металды кесу, құрастыру және т. б.) қолмен орындалады;
- кешенді механикаландырумен, бұл кезде бірнеше операциялар механикаландырылған, мысалы, механикаландырылған кесу және пісіру, сондай-ақ оларды орындау үшін басқа да қосымша әрекеттер қолданылады;
- ішінара автоматтандырылған, бұл кезде негізгі процестері (дәнекерлеу, кесу) автоматтандырылды, ал қалғандары (дайындау, құрастыру және т. б.) механикаландырылған құралдар мен айлабұйымдарды пайдалана отырып, қол еңбегінің қолдануымен орындалады.

Жоғары түрі кешенді автоматтандыруы бар тасқынды желілер болып табылады. Автоматты құрастыру-пісіру желісі технологиялық бағыттың барлық операцияларын белгілі бір технологиялық ретпен және белгілі бір ырғақпен адамның тікелей қатысуынсыз орындайтын жабдықтар кешенін айтады. Автоматты желінің үлгі ретінде болат таспадан құбырларды дайындау бойынша барлық операциялар операторлардың аз санының бақылауымен автоматтар көмегімен орындалатын спиральді жігі бар үлкен диаметрлі құбырларды өндіру үшін құрастыру-пісіру автоматты желілер алынуы мүмкін

Пісіру өндірісінің автоматтандыруында оның бағдарламалық басқарумен жабдықтануы ерекше маңызы болуып табылады. Мысалы, бағдарламалық басқаруы бар "Кристалл" газбен кесу машинамен болат табақтан қалыңдығы 100 мм болатын

бұйымдардың дайындамаларын кесуге болады. Машина берілген бағдарлама бойынша автоматты түрде басқарылады.

Бағдарламалық басқару бар пісіру жабдықтардың қолдануы жаппай және ірі сериялы өндіріс кезінде экономикалық жағдайларда тиімді.

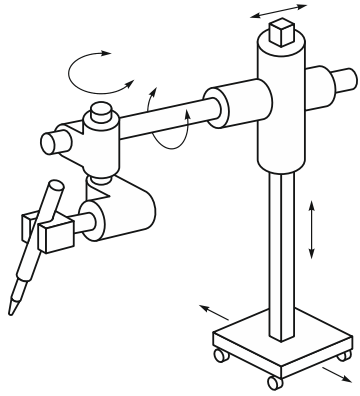
23.6 Пісіруге арналған өнеркәсіптік роботтар

Өнеркәсіптік робот – өндіріс заттарды және технологиялық жабдықтарды тасымалдаған кезде адамның ұқсас функцияларын алмастыратын, өндірістік үрдістерде қозғалыс және басқарушы функцияларды орындау үшін басқарудың қайта бағдарламаланған құрылғысы бар манипулятор болып табылатын автоматты машина.

Өнеркәсіптік робот адамға оның еңбек қызметі кезінде тән әр түрлі әрекеттерді орындау үшін арналған әмбебап технологиялық жүйе болып табылады. Өнеркәсіптік роботтың роботтардың басқа түрлерін айрықша белгісі оның өндірістік үрдісте қолдануы болып табылады.

Үлкен күш мүмкіндіктеріне ие бола тұру өнеркәсіптік робот адамды бірқалыпты, ауыр, шаршататын, ал кей кезде зиянды немесе қауіпті еңбектен босатуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде бұйымдар сапассының тұрақтылығы артады, өндіріс үдерісінің жеделдетуі мүмкін болады.

Роботтар кеңістікте кез келген орында және кез-келген деңгейде әрекет етуі мүмкін. Пісіруге арналған заманауи өнеркәсіптік робот пісіру үрдісін жүргізудің техникалық құралдармен, құрылғы мен бұйымның дәнекерлеу координаттарының және пісіру режимінің параметрлерінің бағдарламалық басқаруымен жабдықталған манипуляциялық жүйе ретінде анықталуы мүмкін. Пісіру робот роботтың өзінен және басқару пультінен тұрады.

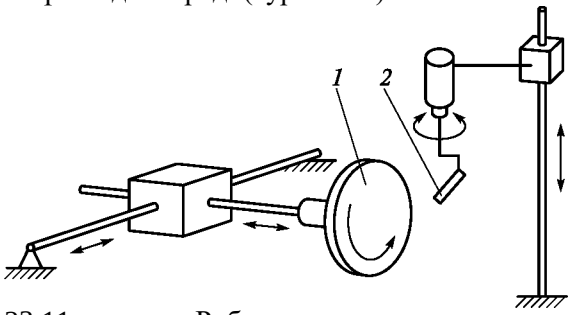


23.10-сурет. Робот қозғалыстарының еркіндік дәрежелері

Робот қандай да бір дәрежеде адамның қолындай болатын,

кеңістіктік еркіндігіне ие, ұстағышы бар жылжымалы қолмен жабдықталған. Ұстағышта құрылғы (пісіру жанарғы) бекітіледі.

Пісіру роботтардың көпшілігі кеңістікте ықтимал 3 - 5 қозғалыстарға (еркіндік дәрежелері) ие. Осы қозғалыстардың үйлестіруі пісіру жанарғыны кез-келген қалыпта орнатуға және оны роботтың әрекет ету аймағының шегінде кез-келген бағытта жылжытуға мүмкіндік береді (сур. 23.10).



23.11-сурет. Роботтың манипулятормен үйлестіруі:
1 — манипулятор; 2 — пісіру жанарғы

Доғалы пісіру кезінде бірқатар жағдайларда пісіру құралын жылжыту үшін арналған манипулятордың (роботтың) және пісірілетін бұйымның жылжытуы үшін арналған манипулятордың функцияларын бөлу орынды. Бұл ретте екі құрылғылар бірлесіп, байланысып, бірыңғай бағдарлама бойынша жұмыс істейді (23.11 сур.). Осындай тәсіл кинематикалық схеманы жеңілдетуге және роботтың өзіне қажетті еркіндік дәрежелер санын азайтуға мүмкіндік береді. Орындалатын қозғалыстарды айқындайтын бағдарламалар алдын ала роботтың есте сақтау құрылғысына енгізіледі. Үрдістің автоматтандыруына қарағанда роботтардың негізгі артықшылықтардың бірі пісірілетін бұйымдар ауысқан сайын бағдарламаны тез ауыстыру мүмкіндігі болып табылады.

Қазіргі уақытта өнеркәсіпте қатаң бағдарлама бойынша жұмыс істейтін бірінші буындағы роботтар қолданылады. Бірінші буындағы роботтардың елеулі кемшілігі пісірілетін бөлшектерді құрастырудың және роботтың жұмыс кеңістігінде орналасудың жоғары дәлдігіне деген талаптар болып табылады. Қазіргі таңда кері байланыс жүйесі бар екінші буындағы роботтар жасалынды, олардың көмегімен роботтың жұмыс бағдарламасы және манипуляциясы бұйымның немесе жеке элементтердің қалпы өзгерген сайын автоматты түрде түзетіледі. Осындай

роботтардың басқарылуы микропроцессорлық есептеуіш техникамен жабдықталған.

Қарапайым өнеркәсіптік роботтардың жетілдіруімен қатар арнайы экстремалды жағдайларда (күрделі, қиын, адам үшін қауіпті) әрекет ететін роботтар қолданылады.

.

Бақылау сұрақтары

1. Пісіру өндірісінің техникалық жабдықталауын сипаттаңыз.
2. Құрастыру-пісіру жарақ деп нені айтады және ол қалай топтасады? Құрастыру-пісіру жарақтың міндеттері мен ерекшеліктері қандай?
3. Құрастыру-пісіру жарақ қандай мәселелерді шешеді?
4. Механикаландыру және автоматтандыру деп нені айтады, және олардың байланысы мен айырмашылығы неде?
5. Құрастыру жұмыстарын орындауға арналған жарақты, оның міндеттері мен құрамын сипаттаңыз.
6. Құрастыру және құрастыру-пісіру жұмыстарын орындауға арналған жарақты, оның міндеттері мен құрамын сипаттаңыз.
7. Тасқынды өнеркәсіптік желілердің қандай түрлері бар?
8. Пісіру өндірісінде өнеркәсіптік роботтардың қолдануы туралы айтып беріңіз.

24- тарау

ПІСІРУ ӨНДІРІСІНДЕ ЕҢБЕКТІ ҰЙЫМДАСТЫРУ

24.1. Технологиялық және өндірістік жұмыстарды ұйымдастыру

Өндірістің техникалық деңгейінің дамуы жүйелі түрде технологиялық үрдістердің жасалуы мен жаңа түрлерін енгізуді және оларды одан әрі жақсартуды талап етеді. Бұл жұмыс сәйкесінше технологиялық қызметтермен атқарылады. Ал жобалау-құрастыру ұйымдарынды арнайы технологиялық бөлімдер мен топтар құрылған, олардың міндеттері жобалау барысында құрастырмаларды технологиялық өңдеу болып табылады. Кәсіпорындарды технологиялық қызметті ұйымдастыру аса маңызды болып отыр. Ұйым жүйесі түрліше болып табылады және өндіріс ауқымына, оның техникалық деңгейіне, өндірістің мамандандырылуына байланысты болады. Зауыттардағы пісіру жұмыстарының көлемі айтарлықтай үлкен емес, технологиялық басқару құрамына пісіру бюросы немесе пісіру тобы кіретін бас технолог бөлімімен жүзеге асырылады.

Көп көлемдегі пісірме жұмыстары өндірілетін кәсіпорындарда өз бетінше зауыттың бас инженеріне тікелей бағынысты бас пісірушілер бөлімі ұйымдастырылады, олардың міндетті қызметтері бас технолог немесе, металлург қызметімен ұқсас болып табылады. Бұл пісіру қызметтері технологиялық дайындық бойынша жұмыстарды орындап және пісіру өндірісін автоматтандыру және механикаландыруға, үдемелі үрдістерді енгізу және игеруге, сонымен бірге, пісіру жұмыстарының сапалығына тікелей жауапты болып табылады.

Бас пісіру бөлімінің құрылымы түрлі кәсіпорындарда өз ерекшеліктеріне ие болуы мүмкін, алайда олардың міндеттеріне келесілер кіреді:

- кәсіпорынның құрастырушы қызметтерімен немесе жобалау-құрастыру ұйымдарымен жасалатын және өндіріске келіп түсетін пісіру құрылымдардың технологиялығын бақылау;
- еңбек өнімділігінің артуын және пісіру құрылымдар сапасын ететін үдемелі үрдістерді жасау және өндіріске енгізу, сонымен қатар, пісіру өндірісі цехтарын технологиялық құжаттармен және басқа да басшылыққа алынатын материалдармен толықтай қамтамасыз ету;

- кәсіпорын цехтарында технологиялық тәртіп сақталуын бақылауға алу, пісіру жалғастардағы ақаулар пайда болуын зерттеу және себептерін талдау және оларды жою бойынша шаралар жасау;
- жинау-пісіру жұмыстарын орындау үшін технологиялық жарақтарды жасау және енгізу, жинау-пісіру орындарын жоспарлау және ұйымдастыру;
- пісіру құрылғыларын, пісіру материалдарын жүктеу және пайдаланылуын бақылау, пісіру материалдарына өтінім дайындау, жұмысшылар біліктілігін арттыру бойынша әдістемелік нұсқаулық дайындау; аталған міндеттер бас пісіруші бөлімнің сәйкесінше бағыныстыбөлімдерімен орындалады.

Машина жасауда пісіру өндіріс пісірілу құрылымдарының кең тізімімен және түрлі салалар өндірісінің ауқымымен сипатталады. Осы шарттарға байланысты пісіру өндірісінің өндірістік бөлімдерін ұйымдастыру қағидаттарын қолданады. Негізгі цехтарды ұйымдастыру негізіне технологиялық, заттай немесе олардың мамандануына қарай аралас нысаны алынады.

Бірінші түрі бойынша цехтар аталған кәсіпорынның бұйымдар түрлері үшін белгілі бір технологиялық үрдістерді және түрлі бұйымдар (құрастырма бірліктері) дайындау бойынша мамандандырады. Бұл жағдайда бұйымды реттілікпен бірқатар цехтардан өтеді (дайындаушы, механикалық өңдеу, жинау-пісіру және т.б.). Ұйымның бұндай қағидаты ең алдымен, жекелеп және аз топтарда өнім өндірісі өтетін кәсіпорындарға тән.

Заттық сипаты бойынша цехтар бір типті немесе түрлі аталымдағы бір типті құрастырмаларды түрліше технологиялық үрдістерді (дайындау, жинау, пісіру және т.б.) қолданумен жасауға машықтанады. Цех шегінде белгілі бір құрастырмалар өндірісінің аяқталу айналымы ұйымдастырылады. Бұндай қағида топтық және жаппай өндірісті кәсіпорындарға тиімді болып табылады. Алайда ескеретін жайт, бірдей құрылғының түрлі цехта болуы оның толық жүктелмеуімен ілеседі.

Кәсіпорындарда көбінесе цехтардың мамандандырылуының аралас (заттай технологиялық) түрі қолданылады. Бұл жағдайда цехтың бір бөлігі технологиялық қағидат бойынша, ал бір бөлігі — заттай ұйымдастырылуы мүмкін. Мысалы, дайындама жұмыстары технологиялық қағида бойынша ұйымдастырылады, ал өңдеуші және жинау-пісірмелеу жұмыстары — заттай ұйымдастырылады. Бұндай формада ұйымдастыру жоғары икемділікке ие болады және бір типті технологиялыққұрылғыға қажеттілікті төмендетіп және оның жүктелуін арттыруға мүмкіндік туғызады. Пісіру өндірісін ұйымдастыруды дұрыс

таңдау бұйымдар тізімін, технологиялық үрдістерді, олардың механикаландырылған және автоматтандырылған құралдармен жарақтандырылуын терең талдаумен пісіру құрылымдарды жоғары техникалық-экономикалық тұрғыда дайындау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

24.2. Өндірістегі еңбек бөлінуі

Кәсіпорындарды еңбек бөлінуінің үш негізгі түрін ажыратады: функционалдық, технологиялық және квалификациялық/біліктілік.

Еңбекті функционалдық/қызметтік бөлу кәсіпорынның барлық жұмысшыларын олардың өндірісте атқаратын жұмыстарына қарай жекелеген топтарға бөлуді білдіреді. Сонымен, технологиялық үрдістің тікелей орындалуын негізгі жұмысшы күші жүзеге асырады; технологиялық үрдісті жүзегег асыруда жәрдем беру жұмыстарын көмекші жұмысшылар орындайды; өндірістік үрдістерді басқару және реттеу инженер-техникалық қызметкерлерге жүктеледі; өндірістік ғимараттың тазалығын және өндірістегі жинақылыққа кіші қызмет көрсетуші персонал жауапты болады, бұларға сонымен бірге курьерлер, гардеробшы, өрт және қарауыл күзеті және т.с.с. кіреді. Осы жұмысшылардың барлығы да өнеркәсіптік-өндірістік топқа жатады.

Кәсіпорындағы ең басты қызметатқарушы топқа негізгі және көмекші жұмысшылар жатады, олардың еңбектері тікелей материалдық құндылықтарды жасауға бағытталған. Жұмысшылардың осы топтары арасында еңбекті бөлісу негізгі жұмысшылар еңбегінен көмекші жұмысшы еңбегін бөлуге негізделген. Көмекші жұмысшылар жұмыс орындарын материалдар және жартылай фабрикаттармен қамтамасыз етумен айналысады, олардың міндетіне құрылғыны жөндеу мен үйлестіру, оны энергиямен қамтамасыз ету, сонымен қатар, жинау, тасымалдау, бақылау және басқа да операциялар кіреді. Еңбектің бұндай бөлінісі негізгі білікті жұмысшыларға пайдалы жұмыс уақытын арттыруға мүмкіндік береді. Одан басқа, құрылғыны жақсырақ қолдану қамтамасыз етіледі, себебі негізгі жұмысшылар көмекші және дайындама жұмыстарын аалаңдамайды. Негізгі санатқа жұмысшыларды жатқызудың белгілеріне өнім дайындау бойынша операцияларды тікелей орындауға олардың қатысуы табылады.

Пісіру өндірісінде пісірушілерді максималды түрде көмекші және қызмет көрсету операцияларынан босату қажет. Пісірушінің жұмыс орны оның қажет уақытта өндірістік тапсырманы және

қажетті технологиялық құжатты ала алатындай етіп ұйымдастырылуы қажет. Пісіру матриалдары, құралдары және қосалық бөлшектері жұмыс орнына көмекші жұмысшымен жеткізілуі тиіс. Құралдың, қосалқы бөліктің және құрылғылардың жұмысқа жарамдылығы, жұмыс орындарының үздіксіз қажетті энергия түрлерімен тұрақты түрде қамтамасыз етілуі және жұмыс орнында тазалық тәртібі сақталуы қажет. Құрылғыны баптау және оны кішігірім жөндеу жұмыстары міндеттеріне пісіру режимін үйлесіту мен оны бақылау кіретін пісіру құрылғыларының үйлестірушілермен жүзеге асырылуы тиіс. Пісіру астында бұйымды құрастыруды ережеге сай, темір соғушы-жинаушы жүзеге асырады. Пісіру бұйымдары көп жағдайда сапасын бақылау үшін шеберге ұсынылады. Бұйымдарды және жинақ бірліктерін пісірмелеушінің жұмыс орнына жеткізу, сонымен қатар, дайын бұйымдарды тасымалдау пісірушінің тікелей қатысуынсыз өтуі қажет. Пісіру алдындағы жиектерді тазартуда, сонымен бірге, жіктерді қалдықтар мен металл балқымаларының шашырандысынан тазартуды, ережеге сай, көмекші жұмысшыға тапсырады.

Еңбекті технологиялық бөлу барлық өндірістік үрдісті технологиялық операцияларға бөлуге бағытталады, сәйкесінше, жұмысшыларды мамандықтарына қарай бөлу (мысалы, темір соғушы/слесарь) және басқалар бойынша (мысалы, темір соғушы/слесарь-жинаушы, темір соғушы/слесарь-жөндеуші және т.б.) бөлуге бағытталады.

Әр мамандыққа құрылымына қарай белгілі бір жұмыс көлемі сәйкес келеді. Сонымен, пісіру өндірісте металл түзетуші, белгілеуші, кесуші, жинаушы, пісіруші сияқты мамандықтар иесі болып табылатын негізгі жұмысшыларының еңбегі қолданылады. Еңбекті механикаландыру және автоматтандыру оны терең бөлу мен мамандықтар ішінде тағы да мамандар пайда болуын тудырады. Мысалы, пісіру мамандығы ішінде қолмен доғалы пісірудің электрлі пісірушісі, пісіру автоматтарының электрлі пісірушісі, жартылай автоматтардың электрлі пісірушісі және т.б. барлық салаларға арналған мамандықтар тізімі Бірегей тарифтік-квалификациялық/біліктілік анықтамалығында (БТКА) көрсетіледі.

Еңбектің квалификациялық бөлінуі жұмыстың күрделілігіне қарай барлық жұмыстар мен түрлі мамандықтағы жұмысшылар мамандығы квалификациялық разрядтар бойынша бөлінеді. Бұндай еңбекті бөлу белгілі бір жұмыстарды орынаудға қажетті жұмысшылардың өндірістік дағдысын, жұмыс тәжірибесін,

шығармашылық білгірлігін және жалпы білім деңгейін ескерумен жүзеге асырылады.

Еңбектің квалификациялық бөлінуі жоғары білікті маманды біліктілікті қажет етпейтін жұмыстардан босатуға, оның өз жұмысының нәтижесін арттыруына мүмкіндік береді. Сол уақытта жұмысшы иеленетін жоғары біліктілікпен орындалатын операциялар еңбек өнімділігі мен жұмыс сапасының төмендеуіне әкелуі мүмкін. Жұмысшының біліктілігіне сай оған жалақы төленеді.

Машина жасауда орындалатын жұмыстардың күрделігіне қарай алты разряд қарастырылған, олардың әрқайсысына БТКА бойынша сәйкес талаптар қойылып, аталған разряд иесі болып табылатын жұмысшының білуі тиіс қажетті білім деңгейі көрсетіледі.

24.3. Пісіру жұмыстарын қалыптау және бұйымның өзіндік құны

Технологиялық үрдістерді жобалау сұрақтарының бірі болып оның операцияларын қалыпта ұстау табылады. Қалыпта ұстау міндеті болып құрастырма жасау барысында қандай да бір операцияны орындау үшін қажет уақыт нормасын дұрыс есептеу табылады.

Техникалық негізделген уақыт нормасы деп құрылғыны неғұрлым тиімді қолданумен және берілетін өндірістік тәжірибені ескерумен нақты бір ұйымдық-техникалық жағдайда белгілі бір операцияны орындауға бекітілетін уақытты айтады. Оны шекті уақыт ретінде қарастыруға болмайды.

Техниканың дамуымен және технологияның жақсартылуымен, механикаландыру мен автоматтанудырылудың енгізілуімен, оңтайлылық пен өнертабыстылықтың дамуымен үздіксіз еңбек өнімділігі артуда, сәйкесінше, уақыт нормасы да өзгереді.

Құрастырманы дайындаудың жалпы ұзақтығы технологиялық үрдістің негізгі және көмекші операцияларын орындаудың қосындылы ұзақтығынан, сонымен бірге, бұйымдардың күтіп қалулары мен операция арылық уақыттардан құралады.

Негізгі операциялар (кесу, жинау, пісірмелеу және т.б.) үшін Т уақытының нормасы уақыттың басқа да қажетті шығындарынан құралады:

$$T = t_{\text{п-з}} + t_{\text{о}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{отд}},$$

мұндағы $4_{\text{-з}}$ — жұмысшымен тапсырманы алуға, технологиялық үрдіс сызбалары және карталарымен танысуға, құрылғыны, құралдарды, қосалық бөліктер мен материалдарды дайындауға және орындалған жұмысты тапсыруға кететін дайындау-аяқтау уақыты; t_{II} — негізгі уақыт, яғни операцияның

тікелей орындалуына жұмсалатын уақыт (пісіру барысында — негізгі және орналастырылатын металдар арасында пісіру жіктерін жасау, яғни пісіру доғаның үздіксіз жанып тұру уақыты); 4 — көмекші әрекеттерге жұмсалатын көмекші уақыт, ол келесідей негізгі операциялар орындау үшін қажет: бұйымды қондыру, оның қосалқы бөлікте бекітілуі, бұйымға қатысты құралды орнату, өңдеуден кейінгі бұйымды алу; $4_{бсл}$ — жұмыс орнына қызмет көрсетуге арналған уақыт, яғни құрылғыға күтім жасау және жұмыс орынында тазалықты қамтамасыз ету (мұнда пісіру режимін бекіту уақытын, пісіру құрылығысын қосу және өшіру уақытын, флюсті шашу және жинау, қорғаушы газын беру, пісірмелеу сымын қайта толтыру және жұмыс орындарындағы құрылғыларды қылыпқа келтіру уақыттары кіреді); $?_{отд}$ — қалыпты демалыс және жеке бас қажеттілігіне кеткен уақыт жатады.

Сондай-ақ, жалпы уақытты қалыпта ұстау барысын негізгі уақыт t_a пен $K_{уч}$ еңбекті ұйымдастыруды есепке алу коэффициентімен:

$$T = t_o / K_{уч}.$$

$K_{уч}$, неғұрлым жоғары болған сайын, еңбекті ұйымдастыру да соғұрлым жоғары болады. Қолмен пісіру кезінде $K_{уч}$ = 0,25-0,40, автоматты пісіру кезінде — $K_{уч}$ = 0,6-0,8. $K_{уч}$ коэффициенті пісіру жағдайы мен еңбектің ұйымдастырылуына байланысты болады.

Доғалы қолмен пісіру барысындағы негізгі уақыт (доғаның жану уақыты) пісірудің өнімділігін анықтау формуласымен анықталады:

$$t_o = (F_н h\gamma)/(\alpha_н I_{св}),$$

мұндағы /н — балқытылған металдың көлбеу бойлық алаңы, см^2; I — жіктің ұзындығы, см; у — балқытылған металдың тығыздығы, г/см^3; $а_н$ — балқытпа коэффициенті, г/(А-ч); $/_{св}$ — пісіру тоғы, А.

Автоматтандырылған бір жүрісті пісіру барысындағы негізгі уақытты мына формуламен есептеуге болады,

$$t_o = l_{оп}/v_{св},$$

мұндағы $/_{оп}$ — бір операцияда пісірілетін түйіндегі аталған өлшемдегі жіктің тартылымдығы, м; г>$_{св}$ — аталған өлшемдегі жікті пісіру жылдамдығы, м/сағ.

Қолмен пісіруді механикаландырылған немесе автоматтандырылған түрге ауыстыру пісірудің негізгі уақытын бірден қысқартады. Мысалы, 10-12 мм қалыңдықта пісіру барысында қолмен қапталған электродпен төменгі тұсында сағатына 1 метр, ал автоматтандырылған пісіру барысында құбырлар флюстерінде осындай қалыңдықты пісіруу жылдамдығы сағатына 320 метрге дейін жетуі мүмкін. Пісіру

құрылымдарды дайындаудағы жалпы еңбек сыйымдылығы шамамен 25-30% пайызды құрады, сондықтан да пісіру құрылымдарды дайындаудың одан әрі уақытын қысқарту механикаландыру және автоматтандырумен қатар, пісіру құрылымдар дайындаудың технологиялық кешенін құраушы барлық өндірістік операцияларды кешенді механикаландыру және автоматтандыру есебінен жүзеге асыру қарастырылуда. Өнімділік нормасы уақыт нормасына кері шама болып табылады, және уақыттың бір бірлігіне қанша жұмыс көлемі орындалғанын білдіреді (пісіру жіктерінің ұзындық метрі, балқытылған метал килограмы, дайын болған бұйым саны және т.с.с.).

Кез-келген өндірістің маңызды өндірістік көрсеткіші болып өнімнің өзіндік құны табылады. Ол бұйым дайындауға кететін өндірістегі барлық шығындарды сипаттайды. Пісіру өндірісінде пісіру құрылымдарының өзіндік құны С мына формуламен анықталады:

$$C = C_м + C_з + C_{цр}$$

мұндағы $C_м$ —материалдар құны; $C_З$ — өндірістік жұмысшылардың аударымдарымен бірге алғандағы жалақысы; $C_{цр}$ — электр энергиясына, құрылғыны жөндеуге және амортизацияға, құралдармен жарақтандыруға, көмекші материалдарға кеткен цех шығындары.

Өндірістің технологиялық дайындығының міндеті өндірістің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік беретін шешімдерді табу болып табылады.

Бақылау сұрақтары

1. Пісіру өндірісіндегі технологиялық және өндірістің қызметтердің негізгі түрлері қандай?
2. Өндірістік жұмысшылардың орын алып отырған еңбектерін бөлудің формаларын атаңыз.
3. Пісіру жұмыстары қалай нормаланады?
4. Пісіру құрылымдарының өзіндік құны түсінігін және оның құрылымын сипаттап беріңіз.
5. Пісіру құрылымдарының өзіндік құнын төмендетуге қандай технологиялық шаралар мүмкіндік береді?

25-тарау

ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ, ӨРТ ҚАУІПСІЗДІГІ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚОРҒАУ

25.1. Еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы

Жалпы мәліметтер. Еңбекті қорғау - қызметкерлерге қауіпсіз еңбек жағдайларын жасауға бағытталған техникалық және ұйымдастырушылық шаралар кешені. Еңбекті қорғау ең алдымен өндірістегі апаттардың алдын алуын қамтиды. Еңбек шарттарын жасқарту негіздері өндірістің жаңа тәсілдері, жаңа техника, кешенді механизация және өндірісті автоматтандыру болып табылады. Еңбек заңнамасымен жұмыскер-пісірушілерге жеңілдіктер қатары қарастырылған. Пісіру жұмыстарына арнайы дайындықтан және, теоретикалық білімдердің, тәжірибелік дағдыларды, қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқаулықтарды білетін, тексеруден өткен 18 жастан жас емес тұлғалар жіберіледі. Жабық сауыттардың ішінде жұмыс істейтін пісірушінің жұмыс уақытының ұзақтығы - 6 с. Пісірушілерге жыл сайын жұмыс талаптарына сәйкес қосымша төленетін демалыс беріледі. Оларға арнайы киім, қорғаныс қалқандары мен маскалар беріледі. Ауыр және зиянды жұмыс кезінде дәнекерлеушілер ерекше тағам алады.

Пісірушілерге тікелей өндірістік бөлікшелерде және жұмыс орнында қалыпты еңбек талаптарын ұйымдастыру шеберлер мен бөлікше бастықтарына жүктеледі. Әр жұмыс орнын ұйымдастыру жұмыстың қауіпсіз оындалуын қамтамасыз етілуін қажет етеді. Жұмыс орны әр-түрлі қоршаулармен, қорғаныс және сақтандыру құрылғылары мен аспаптарымен жабдықталуы тиіс. Өндірісті дұрыс ұйымдастырған жағдайда, еңбекті қорғау талаптарының қамтамасыз ету және қауіпсіздік техникасы мен өндірістік санитарияы сақтаған жағдайда, дәнекерлеу аса зиянды және қауіпті технолоиялық үрдіс емес. Бірақ, пісірушілердің қауіпсіз жұмыс талаптарын құру үшін өндірістегі жалпы қауіпсіздік техникасының ережелерінен басқа, әр-түрлі пісіру жұмыстарының орындалу ерекшелігін ескеру жөн.Ондай ерекшеліктер қатарына электр тоғымен мүмкінді зақымдану, зиянды газдар мен булармен улану, пісіру доғасының сәулененуімен және қорытылған металмен күю, қысылған және сұйықтатылған газы бар баллондардың атылуы жатады.

Электр қауіпсіздігі. Электр тогының соғуы адамның жабдықтың тірі бөліктерімен байланыста болған кезде пайда болады.

Электр пісіру жұмыстарын жүргізу кезінде электр тогының

соғуын болдырмау үшін негізгі ережелерді сақтау керек. Жабдықтардың корпусы мен электр тоғы жалғанған құрылғыны жерлендіру қажет. Тарату тақталарынан және жұмыс станцияларынан келетін барлық электр сымдар сенімді түрде оқшауланып, механикалық зақымданудан қорғалуы керек Жерлендіру контурын, ғимараттардың металл конструкцияларын және, су және жылу құбырларының желілерін дәнекерлеу тізбегінің кері сымы ретінде пайдалануға қатаң тыйым салынады. Оқшауланған сауыт ішінде пісіру жұмыстарын орындаған жағдайда (қазандықтар, ыдыстар, резервуарлар және т.б) ағаш қалқандарын, рәзеңке кілемшелерді,қолғаптарды, галоштарды пайдалану қажет. Пісіруді сауыт сыртында орналасқан адамның қатысуымен өткізу қажет. Сауыт ішінде жарықтандыру мақсаттарында және, ылғалды жайларда кернеу 12 В артық емес электр тоғын, ал құрғақ жайларда 36 В артық емес электр тоғын пайдалануды керек екендігін есте сақтау қажет. Желдеткіші жоқ сауыттарда пісіруші 30 мин артық емес, таза ауада демалу арқылы жұмыс істеуі қажет. Электр жабдықтың жөндеуін және бақылауын электр монтерлері жүргізу қажет. Пісірушілерге күштік электр тізбектерін түзетуге қатаң тыйым салынады. Электр тоқпен зақымданған жағдайда алдымен алғашқы тізбек тоғын жедел түрде өшіріп, оған таза ауаның жетуін қамтамасыз етуі қажет, дәрігер шақырып, қажет жағдайда, дәрігер келгенге дейін қолдан дем алдыру қажет.

Көруді және ашық тері бетін қорғау. Электр пісіру доғасы жарқын көрінетін жарық сәулелерін және көрінбейтін ультракүлгін және инфрақызыл сәулелерін шығарады. Жарық сәулелердің жарқырау әсері бар, өйткені олардың жарықтығы адамның көзіне рұқсат етілген нормадан айтарлықтай асып түседі. Ультракүлгін сәулелері қысқа мерзімді әсер етуде бірнеше секунд ішінде электрофтальмия деп аталатын көз ауруын тудырады. Ол қатты ауырсыну, көздің шаншып ауруымен, жас ағумен, көз қабағының түйілуімен жетектеледі. Ультракүлгін сәулелерінің әрекет ұзақтығы терінің күюіне әкеліп соғады. Ұзақ әсер еткен жағдайда инфрақызыл сәулелер көз жанарының лайлануына (катаракта), көз көрудің төмендеуіне және жоғалуына әкеліп соғады, бұл сәулелердің жылу әсері терінің күюіне әкеледі. Доғалы пісіру кезінде көзді және бет терісін қорғау қалқандарды, маскалар мен дулығаларды қолдану арқылы қамтамасыз етіледі, олардың қарау саңылауларына доғаның сәулеленуін тоқтататын және жұтатын жарық сүзгісі қойылады. Доғаның қуаттылығына байланысты әр-түрлі жарық сүзгіштерін пайдаланады. Қоршағандарды доғаның сәулеленуінен қорғау үшін, стационарлық жағдайларда жабық кабиналар орнатады, ал құрылыс және монтаждау жұмыстары кезінде- ауыспалы қалқандар мен шымылдық. Пісірушілерді доғалық сәулеленуден, сондай-ақ, балқытылған металдың шашырауынан сақтандыру

үшін, қорғаныш қолғаптарын және арнайы киімді (көбінесе кенепті күртелер мен шалбарлар) кию керек. Тік, көлденең және төбелік түйістерді орындаған кезде, кенеп матадан жасалған жеңдікті кию ұсынылады.

Шығатын газдар мен шаңның зиянды әсерінен қорғау. Пісіру үрдісінде, жұмыс істейтін адамның улануын тудыратын темір оксидтерінен (70% дейін), марганецті, кремний диоксидін және фторлы қосылыстардан тұратын айтарлықтай аэрозоль өндіріледі. Бас айналу, бас ауруы, жүрек айнуы, құсу, әлсіздік, уландырғыш қоспалар түрінде көрінетін қысқа мерзімді уланумен қоса, адам ағзасының тіндеріне қойылып, ауру тудыруы мүмкін. Марганецтің шоғырлануына ерекше назар аударылады, өйткені оның ауада 0,3 мг / м 3 және одан жоғары мөлшерде болуы жүйке жүйесінің ауыр ауруларына әкелуі мүмкін**.**

Ең қауіпті болып электродтармен жабылған имектеп дәнекерлеу болып табылады. Пісірудің автоматтық түрінде шығу едәуір аз.

Доғаның ультракүлгін сәулеленуі арқсында оның жану аумағында озон пайда болады, ал пісіру аумағына ауа кірген жағдайда - азот оксидтері. Ерітілген шпаты бар қосынды арқылы пісіру фторлық қоспалардың шығуымен қосақталады. Бұл өнімдер адамның дем алу жолдарына өте зиянды болып табылады. Пісіру аумағына берілетін көмірқышқыл газы уытты емес, бірақ, доғаның жоғары температурасының арқасында ол кислород пен көміртек оксидіне бөлшектенеді, олар жоғары температуралар ауданынан шығып, көміртек газына қайтадан айналып, ауа кислородымен қайтадан қышқылданады. Соңғысы ауадан гөрі ауырлау және, ауаны шығара отыра бөлменің төменгі жақтарында жинақталады. Ол дәнекерлеушінің дем алуында кислородтың жетіспеушілігіне алып келеді, сондықтан пісіру жұмысы көмірқышқылы газында, немесе, аргонда жүргізілсе, бөлменің төменгі бөліктерінде соруды ұйымдастыру қажет.

Пісіру аумағынан шаң да шығады-қоюланған булардың ұсақ бөлшектері (1 мкм дейін). Шаңның құрамы мен оның саны қорғау газының, дәнекерленіп жатқан металдың, қолданылып жатқан электродтық сым мен дәнекерлеу режиміне байланысты. Шаңның уыттылығы оның құрамы мен бөлшектеріне байланысты.. Шаң мен зиянды газдардың ең үлкен шоғырлануы пісіру аумағынан көтерілетін түтін бұлтында, сондықтан, пісіруші бұл ағын қалқан сыртына түспеуін ққадағалау қажет. Пісіру аумағынан зиянды газдар мен шаңды кетіру үшін сыртқы желдетуді орнату қажет, тартып алатын және жалпы көлемді ағынды-сорғылы желдетуді. Ағынды-сорғылы желдету ерітілген металдың ауамен 1 кг алмасуын келесі жағдайларда қамтамасыз етуі қажет: көміртекті газдарда пісіру кезінде көміртекті және төмен легирленген болаттарды пісіру кезінде— 3 000 $м^3$, флюс арқылы пісіру кезінде — 2 000 $м^3$, мыс пен оның қорытпаларын пісірілген жағдайда —7

000 $м^3$ дейін. Қысқы уақытта ағынды желдету жайға жылытылған ауаны әперу қажет. Стационарлық пісіру орындарында жергілікті ауаны шығару желдеткіштерінің сору сорғылары дәнекерлеу үстелінің төменгі артқы жағында, ал мобильді пісіруші станцияларында жылжымалы сорғыларды пайдалану ұсынылады. Тікелей пісіру оттықтарында және механикаландырылған дәнекерлеу ұстағыштарында орнатылатын газды жергілікті сору жемісті пайдаланады

Зақымданған уланған жағдайда, оны таза ауаға шығарып, қысатын киімнен босатып, дәрігер келгенге дейін тыныштық ұсыну қажет ал қажет жағдайда, жасанды дем алу жасау қажет.

Қысылған және сұйытылған газдарға арналған баллондармен айналысу ережелері. Электр пісіруші жұмыс үрдісі кезінде қысылған (аргон, гелий және т.б) және сұйытылған (көмірқышқылды газ) газдарға арналған баллондармен пайдаланады Олармен жұмыс жасаған кезде келесі қауіпсіздік шараларын орындау:

- баллондардың құлауын және, олардың бір-бірімен қақтығысуын болдырмау;
- баллондарды арбашық немесе зембілдерде тасымалдануы;
- жазғы уақытта баллондарды күн сәулесінен брезент немесе басқа құралдармен қорғау;
- баллон шұрасын байсалды, жұлқымай, арайы кілтпен пайдалану;
- баллон шұралары және бәсеңдеткіші қатып қалған жағдайда (газды қарқынды таңдау кезінде) оларды тек қана ыстық сумен жылыту (ашық отты пайдалануға болмайды);
- жұмыс үстеліне дейін қысымды төмендету үшін, аталған газ үшін арналған және, осы газға сәйкес боялған газ бәсендеткіштерімен пайдалану қажет.

Соғылу пен жарақаттан қорғану. Соғылу мен жарақаттар жинақтау және пісіру жұмыстарын орындау кезінде орын алады және жұмыс орнының дұрыс ұйымдастырылмауыны мен қолмен көтеру және салмақтарды тасу ережелерінің бұзылу нәтижесі болып табылады. Ауыр және ірі көлемді өнімдерді жинау үрдісінде көмкергіштерді, көтергіштерді және басқа да маханикаландырылған көтергіш-көліктік құрылғыларды пайдалану қажет.Сонымен қатар, такелаждық жұмыстарға арналған барлық қауіпсіздік техникасы ережелерін сақтау қажет. Кесіктерді, шаншуларды және басқа жарақаттардың алдын алу үшін өткір жиектері бар бөлшектер тек қолғапта жинастырылуы керек.

Жарақаттануды азайтудың негізгі шаралары еңбек қауіпсіздігі, жұмыс орындарының тиісті жарықтандыруы және қызметкерлердің қауіпсіздік ережелерімен сәйкестігі есебінен сатып алу, жинау және дәнекерлеу технологиясы болып табылады

Жарақаттанушылықты төмендету бойынша негізгі шаралар

жұмыстардың қауіпсіздігі тұрғысынан дайындау жұмыстарының, жинау және пісіру, жұмыс орындарын дұрыс жарықтандыру және қызметкерлермен қауіпсіздік техникасын сақтау болып табылады.

25.2. Өрт қауіпсізідігі

Пісіру жұмыстары кезіндегі өрт себептері балқытылған металл мен қоқыс, пісірушінің жұмыс орны маңында жанармай материалдарының бар болу жағдайында оттық жалынымен байқаусыз қимыл боып табылады Өрттің туындау қауіпі әсіресе құрылыс-монтаждау бөлікшерінде және пісіруге жарамсыз кеңістікте жөндеу жұмыстарында ескерілуі қажет.

Өртті алдын-алу үшін келесі өртке қарсы шараларды орындау қажет:

- пісіру маңында өртенгіш және жеңіл тұтанғыш материалдарды ұстауға және, майланған бидай шүберекпен, қағазбен, ағаш қалдықтарымен ластанған жайларда пісіру жұмыстарын жүргізуге болмайды;
- май, бензін, керосин және басқа жанармай сұйықтықтарының іздері бар киім мен қолғаптармен пайдалануға тыйым салынады;
- майлы бояулармен жаңадан боялған құрылғыларды олар толық кепкенге дейін пісіруге және кесуге рұқсат берілмейді;
- электр кернеу астындағы аппараттар мен қысым астындағы ыдыстарды пісіруге тыйым салынады;
- сұйық жанармай астындағы ыдыстарды арнайы дайындықсыз пісіруге және кесуге рұқсат берілмейді;
- жайларда уақытша пісіру жұмыстары өткен кезде, ағаш едендер, жайлар және тұғырлар асбест немесе темір табақтарымен жабылуы тиіс;
- өртке қарсы құралдардың бар болуы мен ақаусыз қалпын үнемі қадағалап отыру қажет — өрт сөндіргіштері, құм жәшіктері, күректер, шелектер, өртке су себетін түтік құбыр және т.б онымен қатар, өрт сөндіру дабылын ұқыпты ұстау қажет;
- пісіру жұмыстары аяқталған соң, пісіру аппаратын өшіріп, жанатын немесе тұтанып жатқан заттардың болсауына көз жеткізу қажет. Өрт сөндіру құралдары болып су, көбік, газдар, бу, ұнтақтық құрамдар және т.б табылады.

Өрт сөндіру құрылғыларына су әперу үшін арнайы су құбырларын пайдаланады. Көбік дегеніміз көбіктендіргіш затты құрайтын минералды тұздардың сулы ерітіндісінде көміртек диоксидының шоғырланған эмульсиясы. Өртті газбен және пармен сөндірген жағдайда көміртек диоксидін, азот, түтін газдарын және т.б пайдаланады.

Керосин, бензин, мұнай, жанып жатқан электр сымдарын өшіру кезінде, сумен көбік өрт сөндіргіштерін пайдалануға рұқсат берілмейді. Мұндай жағдайларда құммен, көмірқышқылды немесе құрғақ өрт сөндіргіштермен пайдалану жөн.

25.3ф Қоршаған ортаны қорғау

Жерді және оның қойнауларын, су ресурастарын, өсімдік және жануарлар әлемін қорғау және ұтымды пайдалану, ауа мен суды тазалықты ұстауды сақтау бойынша, табиғи байлықтардың жаңғыртылуын қамтамасыз ету және адамды қорғаған ортаны жақсарту бойынша ісшаралар, кәсіпорынның жылдық жосапрында бөөлімдер бойынша топталады: су ресурстарын қорғау және пайдалану, ауа алабын қорғау, жерлерді сақтау және ұтымды пайдалану, минералды ресурстарды қорғау және пайдалану.

Пісіру өндірісінде көптеген кәсіпорындарда айналмалы сумен қамтамасыз ету жүйесін пайдаланады, пісіру жабдықтарын суытуға арналған суды оны табиғи суытқан соң, көп есе пайдаланады.

Әуа алабын қорғау адам мен қоршаған ортаға арналған шығатын газдармен бірге төгілетін зиянды заттарды зарарсыздандыру шараларын қарастырады, газдарды химиялық және электрлік тазалау үшін сулы және құрғақ шаң ұстағыштар ретінде тазалау құрылғыларын орнату және, құнды заттарды ұстап қалу, қалдықтарды кәдеге жарату және т.б.

Кәсіпорын қызметі басқа кәсіпорын мен ұйымдардың қызметін, халықтың тұрмыстық жағдайын төмендетпеу қажет.Бұл мақсатпен жылдық жоспарларында өндірістік шулармен, дірілдермен, электр және магниттік өріспен күрес шаралары қарастырылған. Пісіру жұмыстарымен пайда болған шу минималды болуы тиіс.

Пісіру доғасының қоректену көздері және, пісіру аппараттарында және жартылай аппараттарында пайдаланатын электр құрылғылар радио және телеқабылдауда кедергілер келтіреді. Бұл құбылыстады жою үшін, пісіру жабдықтарының ббарлық үлгілерінде бөгеуілден қорғайтын құралдарды орнатады.

Бақылау сұрақтары

1. Еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы бойынша ісшаралардың мақсаты қандай?
2. Жұмысшыны электр тоқ соққысынан қорғау шаралары туралы айтып беріңіз.
3. Пісірушінің пісіру доғасынан сәулелену әсер ету ықпалынан қорғану шаралары?
4. Пісіру жұмыстарын орындаған жағдайда өрт қауіпсіздігі кезіндегі негізгі шаралар қандай?
5. Газдарға арналған баллондармен айналысу ережелерін атап өтіңіздер.

ҚОСЫМШАЛАР

1 -қосымша

Пісірудің кейбір түрлерінің режімі

П1.1- кестесі

Қапталған электродтармен пісіру кезіндегі тоқ күшінің мағынасы

Электрод маркасы	Электрод диаметрі, мм	Пісіру кезіндегі ток күші, А		
		Төменгі қалыпта	Тік қалыпта	Төбе қалпында
АНО-3	4	200	150	150
АНО-5	4	180	140	140
УОНИ-13/45	4	140	110	110
ВСЦ-4	4	150	130	130

П1.2- кестесі

Аргонда балқымалыэлектродтармен пісіру режімі

Пісірілетін металл	Қалыңдығы, мм	d,, мм	$L_{св}$,А	$U_д$, В	υ $_{св}$, м/сағ	Газ шығыны, л/мин
Болат	4	1,6	300	30	20	18
Титан	4	1,5	250	26	25	24
Алюминий	4	1,6	200	24	22	16

П1.3 кестесі

Аргонда вольфрам электродымен пісіру режімі

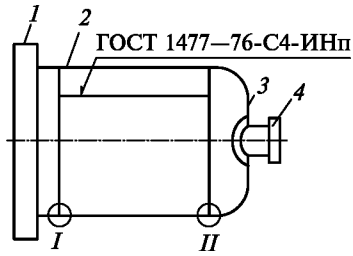
Пісірілетін металл	Металл қалыңдығы мм	$d_з$мм	Қосынды диаметрі, мм	$L_{св}$, А	$U_л$, В	υ $_{св}$, м/сағ	Газ шығыны, л/мин
Болат	3	3	2,0	200	14	30	8
Титан	3	3	1,6	180	13	25	18
Алюминий	3	3	1,6	200	20	30	10

П1.4- кесте

Көмірқышқыл газында болатты пісіру режимі

Қалыңдығы мм	$d_э$, мм	^св, А	ид, В	Усв, м/сағ	Газ шығыны, л/мин
2	1,2	100	18	18	10
4	1,6	180	28	20	16
6	2,0	250	30	18	18
10	2,0	300	32	16	20

Реактор корпусын жасау технологиясы



Материал:
АМг6 алюминий
қорытпасы; қалыңдығы
3,0 мм.
Өндіру түрі: сериялық.
Дайындама жұмыстары::
фланец ***1*** — құю, механикалық өңдеу;
ернеуше ***2*** — кесу (гильотиналық қайшылар), леу-жұқарту;
түп ***3*** — кесу (дискілік қайшылар), қалыпта сору;
жалғама құбыр ***4*** — құю, механикалық өңдеу.

ДТМ әзірлеу кезіндегі шешімдер

1. Технологиялық конструкциялар сараптамасы:
конструкциялық (АМг6 қорытпасы) доғалы пісіру кезінде жақсы пісіру қабілетіне ие;
конструкциялар мен түйіндердің аралық біріктіру түрі балқытумен пісіру үшін оңтайлы;
барлық қосындылар автоматтық пісіруді орындау үшін еркін екі жақты кіреберіске және ыңғайлы түрдегі тігістерге ие.
Қорытынды: конструкция технологиялық тобына жатады.
2. Пісіру кезінде АМг6 қорытпасы қышқылдануға және сутегінің еруіне бейімді. Инерттік газбен қорғау қажет.
3. Конструкция үшін жинаудың паралелльдік сұлмасы мен бұрыштарды пісіру сұлмасы *1, 2, 3* оңтайлы, одан кейін жалпы жинақтау мен оларды I, II жік бойынша пісіру.
4. Түйіс жіктерді орындау үшін сол құрамдағы қоспасы бар вольфрам электродымен автоматты аргондоғалы электр пісіру лайықты. Пісіруді айнымалы тоқта орындау қажет.
5. Технологиялық үрдісте келесі жабдықтарды пайдалану қажетбойлық жіктерге арналған пісіру стенд, айналмалы жіктерге арналған манипулятор.

Корпусты орындаудың маршруттық технологиялық картасы

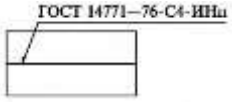
2 торапқа арналған маршрут

№ п/п	Операциялар	Өңдеу тәсілі	Жабдық,	Режимдер, материалдар	Квалификация, разряд	Уақыт нормасы, мин
1	Бөлшектер мен қоспалардың бетін дайындау	Химиялық өңдеу	Химиялық өңдеумен ванна	Қоспалар : NaOH, $HN0_3$	Өрнекші , 4	10
2	Бөлшектің бойлық жігін	Аспапта тұтқасыз	Жинау-дәнекерлеу	—	Слесарь, 4	10
3	Бөлшектің бойлық жігін пісіру 2	Вольфрам электродымен автоматты аргондоғалы электр пісіру	УСПО-1, 2 УДГ-301	/св, ^св? аргон; присадка: АМгб, ***d*** = 2 мм	Пісіруші, 5	20
4	2 бөлшекті диаметр бойынша калибрлеу	Қаптау	ПКД басқышы, ашатын		Слесарь, 3	15
5	2 бөлшектің жиектерін бөренелеу	Механикалық өңдеу	Жоңғыш білдек, жақтау		Қырнаушы, 4	10
6	Жік пен мөлшерді	Визуалды	Верстак, шаблон	—	Контролер, 4	10

1,3 тораптарға арналған маршрут ұқсас әзірленеді**.**

1,2,3 тораптарды жалпы жинау және пісіру

№ п/п	Операциялар	Өңдеу тәсілі	Жабдық,	Режимдер, материалдар	Квалификация, разряд	Уақыт нормасы, мин
16	***1, 2, 3*** бөлшектерінің айналмалы жиектерін майдан	Еріткішпен сүрту	Верстак	Ацетон, Мақта қағаз сулықтарымен	Слесарь, 3	15
17	***I, II*** жалғағыштары бойынша 1,2,3 бөлшектерді жинау	Аспапта тұтқасыз	Стапель, астына салатын шығыршықтармен		Слесарь, 4	20
18	***I, II*** айналмалы жіктерді пісіру	Вольфрам электродымен автоматты аргондоғалы электр пісіру	УСК-22МК, УДГ-301	$d_{эл}$ /св, Г'св? аргон; қоспа: АМгб, ***d = 2*** мм	Пісіруші , 5	40
19	Мөлшерлер мен бітеулікті бақылау	Аспапты, гелиймен үрлеу	Верстак, Гелийлік тесік іздеуші		Техникалық бақылау контролері	30

Операцияның аталуы				Эскиз			
2 детальдың бойлық жігін пісіру							
№ п/п	Ауысулар	Өңдеу тәсілі	Жабдық , аспапт	Режимдер	Материалдар	Жіқұзындығы, м	Арнайы тапсырмалар
1	Құрылғыдағы 2 бөлшекті орнату және бекіту	Қолмен	Жинау-пісіру стенд				
2	Пісіру автоматын түйіс бойынша қою	Қолмен					
3	2 бөлшектің бойлық түйісін пісіру	Вольфрам электродымен автоматты аргондоғалы электр пісіру	УСПО-1, -2 УДГ-301	$D_э$ $I_{св}$ $U_д$ $\upsilon_{св}$	Аргон ЕЛЮ, ***d*** = 3 мм, АМгб ***d*= *2*** мм	0,8	
4	Түйісті қалыптастыруды	Визуалды	Шаблон	—	—	—	Ақауларды пісіру
5	Құрылғыдан 2 бөлшекті шешу	Қолмен	—	—	—	—	—
Қол қойылды:			Квалификация Разряд		Пісіруші 5 разряд	Уақыт нормасы	20 мин

ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

1. ***В.В.Андреев.*** Доғалы дәнекерлеудің инверторлық қуат // Сварщик. - 1999. - № 6. - 25-29 б.
2. ***В.С.Виноградо.*** Доғалық автоматтандырылған және механикаландырылған дәнекерлеудің жабдығы және технологиясы / В.С.Виноградов. — М. : Жоғары мект., 2000. - 319 б.
3. ***В.Н.Волченков.*** Дәнекерлеу құрылғыларының сапасын бақылау /
   В. Н. Волченков. - М. : Машина жасау, 1986. - 152 б.
4. ***В.А.Кобозев.*** Дәнекерлеу трансформаторлары/ В.А.Кобозев, В.В. Коваленко. - Ставрополь : [б.и.], 1998. - 227 б.
5. Доғалық дәнекерлеуге арналған жабдықтар : анықтама құралы / В. В. Смирновтың редакциясында. - Л. : Энергоатомиздат, 1986. - 656 б.
6. ***Ю.Н.Розаренов.*** Балқытумен электрлік дәнекерлеуге арналған жабдық / Ю.Н. Розаренов. - М. : Машина №жасау, 1987. - 207 б.
7. ***В.М.Рыбаков.*** Доғалық және газбен дәнекерлеу / В. М. Рыбаков. - М. : Жоғары мект., 1986. - 255 б.
8. Материалдарды дәнекерлеу және кесу/Ю. В. Казаковтың редакциясында. - М. : «Академия» баспа орталығы, 2003. - 398 б.
9. Дәнекерлеу - сапа – бәсекелестікке қабілеттік: халықаралық конференция : тез. баянд. - М. : Полигам, 2002. - 214 б.
10. Дәнекерлеу процестерінің теориясы / В.В. Фроловтың редакциясында. - М. : Жоғары мект., 1988. - 559 б.
11. Балқытумен дәнекерлеу технологиясы және жабдықтары / [Г. Д. Никифоров, Г.В.Бобров, В.М.Никитин, В.В. Дьяченко]. - М. : Машина жасау, 1986. - 320 б.
12. Балқытумен дәнекерлеу және қыздырып кесу технологиясы мен жабдықтары / [А. И. Акулов, В.П.Алехин, С. И. Ермаков және басқ.]. - М. : Машина жасау, 2003. - 258 б.
13. ***Г.Г.Чернышев.*** Дәнекерлеу ісі : металлдарды дәнекерлеу және кесу / Г.Г.Чер нышев. - М. : «Академия» баспа орталығы, 2002. - 496 б.

МАЗМҰНЫ

Алғысөз 3
І БӨЛІМ. ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР ЖӘНЕ ДОҒАЛЫ ПІСІРУДІҢ ТЕОРЕТИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ
1 тарау. Пісірудің түрлері мен әдістері. Пісіру құрамалары 5
1.1. Пісіру туралы түсінік және оның маңызы 5
1.2. Доғалы пісірудің сыныптамасы 6
1.3. Пісіру құрамалары мен түйістер 10
1.4. Шартты кескіндер және пісірілген жіктерде белгілеу 15
1.5. Пісірілген жалғастардың беріктігін есептеу 18
2 тарау. Доғалы пісіруге арналған жұмыс орнын ұйымдастыру 21
2.1. Пісіру посттарын жабдықтау 21
2.2. Электр пісірушінің аспаптары мен құралдары 23
3 тарау. Электр доғасы және оны пісіруде пайдалану 25
3.1. Пісіру доғасының жаратылысы 25
3.2. Айнымалы тоқтағы доғаның ерекшеліктері 29
3.3. Пісіру доғасының технологиялық қасиеттері 31
4 тарау. Доғалы пісірудегі жылу процестері 34
4.1. Пісіру доғасы қыздыру көзі ретінде 34
4.2. Электрод металын балқыту және оны пісіру кезінде доғаға ауыстыру 36
4.3. Доғалы пісірудің өнімділік процесі 37
5 тарау. Пісірілетін металдың қызуы 40
5.1. Пісіру кезіндегі металдың қызуы туралы жалпы мәліметтер 40
5.2. Пісіру ваннасын қалыптастыру 43
5.3. Доғалы пісіру режімінің көлемдері мен олардың пісіру ваннасының нысаны мен мөлшеріне әсері 46
6 тарау. Пісіру кезіндегі металлургиялық процестер 48
6.1. Пісіруші металлургиялық процестердің жалпы мәліметтері мен ерекшеліктері 48
6.2. Доғалы пісіру кезінде өтетін негізгі процестер 49
6.3. Пісірудің әр-түрлі түрінде металлургиялық процестердің ерешеліктері 53
6.4. Пісіру ваннасын кристалдау 55
6.5. Жік металында жырықтар мен газ кеуектердің пайда болуы 58
6.6. Пісіру құрамының құрылымы 60
7 тарау. Пісіру кезіндегі кернеулер мен деформациялар 63
7.1. Кернеу мен деформациялар туралы түсінік 63
7.2. Пісіру кезінде кернеулер мен деформацияның пайда болу себептері 64
7.3. Пісіру кернеулерін төмендету 67
7.4. Пісіру деформацияларын жою 68

8 тарау. Металдардың пісірімділігі және пісірілген буындардың қасиеттері 71
8.1. Металдардың пісірілімділігі туралы түсінік 71
8.2. Металдардың пісірімділігін бағалау 72
8.3. Құрылымдық материалдардың технологиялық пісірімділігі 75
II БӨЛІМ. ПІСІРУ МАТЕРИАЛДАРЫ, ЖАБДЫҚТАР ЖӘНЕ ПІСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ
9 тарау. Пісіру материалдары 77
9.1. Пісіруге арналған қоспа материалдары 77
9.2. Доғалы пісіруге арналған электродтар 81
9.3. Пісіру флюстері 84
9.4. Қорғаушы газдары 88
10 тарау. Доғалы пісіруге арналған қоректену көздері 90
10.1. Доғалы сипаттамасы және олардың талаптары 90
10.2. Пісіру трансформаторлары 95
10.3. Пісіру түзегіштері 102
10.4. Пісіру электр машиналық генераторлар мен түрлендіргіштер 110
10.5. Жиілік түрлендіргіштері бар қуат көздері (инверторлық) 112
10.6. Көп бекетті доғаның қуат көздері 114
10.7. Қуат көздеріне арналған қосалқы құрылғылар 115
11 тарау. Доғалы автоматтық пісіруге арналған жабықтар 118
11.1. Доғалы пісіруге арналған жалпы мәліметтер мен олардың сипаттамасы 118
11.2. Пісіру автоматтарын құру және негізгі тораптар 119
11.3. Пісіру автоматтарының жұмыс қағидалары 121
11.4. Флюс арқылы пісіруге арналған автоматтар 124
11.5. Қорғаушы газдарында пісіруге арналған автоматтар 128
11.6. Қорғаушы газдарда пісіруге арналған газ аппаратурасы 130
12 тарау. Механикаландырылған доғалы пісіруге арналған жабдық 135
12.1. Пісіру жартылай автоматтар туралы жалпы мәліметтер мен сыныптамасы 135
12.2. Жартылай автоматтардың құрылымы мен негізгі тораптары 135
12.3. Жартылай автоматтардың электр схемалары 137
12.4. Пісіру жартылай автоматтардың үлгілік құрылғылары 139
13 тарау. Доғалы қолмен пісіру технологиясы 143
13.1. Тәсіл мазмұны және жабдықтар 143
13.2. Пісіруге арналған бөлшектерді дайындау 145
13.3. Қапталған электродтармен қолмен доғалы пісірудің режимдері 146
13.4. Қолмен доғалы пісіруді орындау технологиясы 148
14 тарау. Флюс астында автоматты доғалы пісірудің технологиясы 154
14.1. Флюс астында доғалы процесінің ерекшеліктері 154
14.2. Пісіруге арналған бөлшектерді дайындау 155
14.3. Флюс астында пісіру режимі 157
14.4. Флюс астында түйіс және бұрыш жіктерін пісіру 161

14.5. Флюс астында айналмалы жіктерді пісіру 164
15 тарау. Қорғаушы газдарында автоматты доғалы пісірудің технологиясы 166
15.1. Қорғаушы газдарында пісіру ерекшеліктері 166
15.2. Қорғаушы газдарында бөлшектерді дайындау және пісіру
15.3. режімдері 168
15.4. Балқытылмайтын электродпен пісіру 170
15.5. Вольфрам электродымен аргондоғалы пісірудің түрлеру 173
15.6. Қорғаушы газдарында балқытымалы электродпен пісіру 175
16 тарау. Доғалы механикаландырылған пісірудің технологиясы 180
16.1. Балқымалы электродпен механикаландырылған доғалы пісіру технологиясы туралы жалпы ақпарат 180
16.2. Ұнтақты сыммен механикаландырылған пісіру 184
16.3. Өздігінен қорғайтын ашық доғамен механикаландырылған пісіру 185
17 тарау. Электрқожды пісірудіңтехнологиясы мен жабдықтары 187
17.1. Электрқожды пісіру процесінің ерекшелігі 187
17.1. Электрқожды пісіруді орындау технологиясы 189
17.2. Электрқожды пісіруге арналған жабдықтар 191
18 тарау. Доғалы балқытып қаптау және металды кесу 194
18.1. Балқытып қаптау туралы жалпы мәліметтер 194
18.2. Балқытып қаптау тәслдері мен технологиялары 196
18.3. Металдарды доғалы кесу 203
18.4. Металдарды плазмалы кесу 204
III БӨЛІМ. КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ПІСІРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ПІСІРУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫН ӨНДІРУ
19 тарау. Болат пен шойынды пісіру технологиясы 206
19.1. Болаттардың жалпы қасиеті мен сыныптамасы 206
19.2. Төмен көміртекті және аз легирленген болаттарды пісіру 208
19.3. Көміртекті және көміртекті қатайтатын болаттарды пісіру 212
19.4. Жоғары легирленген болаттар мен қорытпаларды пісіру 216
19.5. Шойынды пісіру 221
20 тарау.Түсті металдар мен қорытпаларды пісіру 225
20.1. Жалпы мәліметтер 225
20.2. Алюминий мен оның қорытпаларын пісіру 226
20.3. Магний қорытпаларын пісіру 233
20.4. Титан және оның қорытпаларын пісіру 235
20.5. Мыс және оның қорытпаларын пісіру 239
21 тарау.Пісірілген жалғастардың сапасы мен кемшіліктерін бақылау 245
21.1. Жалпы ақпарат және бақылауды ұйымдастыру 245
21.2.. Пісірілген жалғастардың ақаулары 246
21.3. Пісірілген жалғастарды бұзбайтын сынау әдістері 249
21.4. Пісірілген буындардың бұзылуын бақылау әдістері 254
22 тарау. Пісіру өндірісінің технологиялық дайындығы 257
22.1. Пісіру өндірісі туралы түсінік оның ерекшеліктері 257
22.2. Пісірілген құрылымдардың сыныптамасы 259

22.3. Пісіру өндірісінің ролі, мазмұны және технологиялық дайындық қағидалары 260
22.4. Пісірілген конструкциялардың технологиялық қасиеттері және оны дамыту 262
22.4. Технологиялық процестерді дайындау 267
23 тарау. Пісіру өндірісін механикаландыру және автоматтандыру..... 282
23.1. Өндірістің технологиялық жабдықтары.....282
23.2. Жинау және пісіру жабдықтарын жіктеу.....283
23.3. Құрастыру және пісіру жабдығының мақсаты мен ерекшеліктері 285
23.4. Пісіру өндірісін механикаландыру және автоматтандыру..286
23.5. Механикалық және автоматты ағын желілері 294
23.6. Пісіруге арналған өнеркәсіптік роботтар.....295
24 тарау. Пісіру өндірісінде жұмысты ұйымдастыру..... 298
24.1. Технологиялық және өндірістік қызметтерді
24.2. ұйымдастыру..... 298
24.3. Өндірістегі еңбек бөлінісі.....300
24.4. Пісіру нормалары мен өнімдердің өзіндік құны 302
25 тарау. Еңбекті қорғау, өрт қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау.....305
25.1. Еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы 305
25.2. Өрт қауіпсіздігі 309
25.3. Қоршаған ортаны қорғау 310

Қосымшалар 311
1 қосымша. Пісірудің кейбір түрлерінің режімі 311
2 қосымша. Реактор корпусын жасау технологиясы..... 312
Әдебиеттер тізімі 316

Оқу басылымы

Василий Сергеевич Виноградов

Электр доғалы пісіру

Оқулық

8- басылым, стереотипті

Редактор *Е. В. Соловьева*, Е.А.Омарханов.
Техникалық редактор *Е. Ф. Коржуева*
Компьютерлік беттеу *В.А.Крыжко*
Корректорлар *Т. Н. Морозова, С. Ю. Свиридова*

Бас. № 108108225. Басылып шығарылды 12.08.2015. Формат 60 *90/16.
Гарнитура «Таймс». Офсеттік басылым. Қағаз офс. № 1. Шарт. бас. п. 20,0.
Тираж 1 000 дана. Тапсырыс №

«Издательский центр «Академия» АҚБ. www.academia-moscow.ru 129085, Мәскеу, Мир даңғылы, 101В, 1 құ.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU. АЕ51. Н 16679 25.05.2015.

Баспаның электрондық тасымалдағыштарынан басылды.

«Первая образцовая типография» ААҚ.