

О.С.МОРЯКОВ

МАТЕРИАЛТАНУ

ОҚУЛЫҚ

«Білімді дамытудың федералды институты» Федералды мемлекеттік мекемесі орта кәсіби білім бағдарламаларын жүзеге асыратын білім беру мекемелерінің оқу үдерісінде пайдалану үшін оқулық ретінде ұсынылған

Рецензияның тіркеу нөмірі 355, 22 маусым 2009 ж.

«ФИРО» ФММ

8-басылым, стереотипті

ACADEMIA



Мәскеу

«Академия» баспа орталығы

2015

ӘОЖ 620.22(075.32)

КБЖ 30.3я723

М809

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және

«Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТжсКБ 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@dgc.kz

Рецензенттер:

«Мытишинск машинақұрастыру техникумының» ОКБ МБМ-нің оқытушысы О.И.Калашикова;

«Циклон» ОФЗИ» ААҚ метрологиялық қызметінің бжсетекшісі, техн.г.канд., доц. В.С.Громов

Моряков О.С.

М809 Материалтану: орта кәсіби білім беру мекемелеріне арналған оқулық / О.С.Моряков. — 8-басылым, стер. — М.: «Академия» баспа орталығы, 2015. — 288 с.

ISBN 978-601-333-376-2 (каз.) ISBN 978-5-4468-2478-6(рус.)

Оқулық «Машина жасау технологиясы» мамандығы бойынша орта кәсіби білім берудің Федералды мемлекеттік білім стандарттарының, «Материалтану» ББ талаптарына сәйкес құрастырылған.

Оқулықта машина жасау құрылысында өнімдерді дайындауға арналған қазіргі заманғы құрастырмалы, құралды металдар мен қорытпаларға, металл емес материалдарға сипаттама берілген. Металдардың механикалық және техникалық сынақтардан өткізу, термиялық және химия-термиялық өңдеу тәсілдері сөз етілген. Материалдарды кесу, қысу, полимеризациялау, желімдеу, әртүрлі тәсілдермен балқыту (электрлі-сәулелі, плазмалық, лазерлік, аргонмен имектеп пісіру, ультрадыбысты т.б.) тәсілдеріне сипаттама жасалған.

Орта кәсіби білім мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӘОЖ 620.22(075.32)

КБЖ 30.3я723

ISBN 978-601-333-376-2 (каз.)

ISBN 978-5-4468-2478-6(рус.)

© Моряков О.С., 2008

© білім беру-баспа орталығы «Академия», 2012

© Рәсімдеу. «Академия» баспа орталығы, 2012

Құрметті оқырман!

Бұл оқулық «Машина жасау технологиясы» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік кешеннің бір бөлігі болып табылады.

Оқулық жалпы кәсіби «Материалтану» пәнін меңгеруге арналған.

Жаңа буынның оқу-әдістемелік кешендеріне жалпыбілімдік және жалпыкәсіби пәндер мен кәсіби модулдерді меңгеруді қамтамасыз ететін дәстүрлі және инновациялық оқу материалдары кіреді. Әрбір кешеннің құрамында жалпы және кәсіби құзыреттіліктерді, оның ішінде жұмыс берушінің талаптарын ескере отырып, меңгеруге қажетті оқулықтар мен оқу құралдары, оқыту және бақылау тәсілдері кірген.

Оқу басылымдары электронды білім беру ресурстарымен толықтырылады. Электронды ресурстар интерактивті жаттығулары мен тренажерлер, мультимедиялық нысандар, Интернеттегі қосымша материалдар мен ресурстарға сілтемелері бар теориялық және практикалық модулдерден тұрады. Мұнда оқу үдерісінің негізгі параметрлері: жұмыс уақыты, бақылау және практикалық тапсырмаларды орындау нәтижелері белгіленген терминологиялық сөздік пен электронды журнал ендірілген. Электронды ресурстар оқу үдерісіне жеңіл кірігіп, әртүрлі оқу бағдарламаларына бейімделе алады.

Материалтану – материалдардың құрамы, құрылысы және қасиеттері, олардың механикалық, жылулық және басқа да сыртқы ықпалдар әсерінен өзгеру заңдылықтары арасындағы байланысты қарастыратын ғылым. Маңыздысы – өңделетін материал ғана емес, осы өңдеуге қажетті қондырғылардың (механизмдер мен машиналар) материалдарының, мәселен, кесу, қысу, балқыту т.б. іс-әрекеттері туралы ілім.

Машиналардың немесе механизмдердің құрылысын, олардың жұмыс істеу шарттарын біле отырып, осы қондырғылардың оңтайлы ұзақ мерзімді жарамдылығын қамтамасыз ететіндей қажетті материалдарды таңдауға болады. Машина жасау материалдары өнеркәсіп өнімдерінің бүкіл көлемінің төрттен бірін құрайды.

Машина жасау – қорғанысқа арналған өнімдер мен тұтынушылық заттарды, еңбек құралдарын дайындайтын өңдеу өндірісі салаларының кешені. Ең маңызды салалары – білдек жасау (металл кесетін, ұсталық-баспақтау, құю жабдығы т.б.), транспорттық машина жасау (жер үстіндегі, ауадағы, судағы, ғарыштағы және басқа да транспорттық құралдар), энергетикалық машина жасау т.б.

Машина жасайтын негізгі материалдарға ауыр индустрияның негізі болып табылатын – металлдар мен қорытпалар¹ жатады. Оларсыз халық шаруашылығының бірде-бір саласы дами алмайды. Алайда табиғат ресурстарын тиімді пайдалану қажеттігі металлдан жасалмаған құрастырмалы материалдардың пайда болуына түрткі болды. Бұндай материалдар бүгінгі таңда техниканың әртүрлі салаларында кең қолданыс тауып келеді. Мысал ретінде пластмассаны

¹ Бұл жерде металл қорытпалары туралы айтылып отыр. Металл қорытпалар – жоғары температурада екі немесе одан да көп металлды немесе металлдарды металл емес заттармен ерітіп, қорыту нәтижесінде алынған материалдар (қорытпаның металлдық қасиеттер кешені болады, оның атауы құрамындағы негізгі металлмен аталады).

атауға болады. Пластмасса дәстүрлі материалдардың кейбір қасиеттерінен асып түсетін қасиеттерге ие. Пластмассаларды қолдану машина жасауда, жеңіл және тағам өндірісінде, құрылыста, автомобиль-, ұшақ- және зымыран жасау өндірісінде туындаған көптеген техникалық мәселелерді шешуге мүмкіндік беріп отыр. Сондай-ақ, пластмассаларсыз телефония, радиоэлектроника, электртехникалық өндіріс пен басқа да салалардың дамуы мүмкін болмайды.

Техниканың қазіргі замандағы дамуы көптеген жаңа материалдарды ойлап табуға ынталандырып келеді. Жаңа материалдардың қасиеттері техникалық талаптарға толық жауап беруде. Композициялық материалдардың заманауи жаңа тобы ғалымдардың пікірінше, өнеркәсіптің ары қарай қарқынды дамуына сеп болады.

Материалдарды өңдеу саласында металлдар, пластмассалар, күйіктастарды ең жаңашыл тәсілдерімен құю, сондай-ақ қысым арқылы өңдеу және жаңашыл жоғары дәрежеде қатты материалдарды құралдар ретінде пайдаланып, кесу кең қолданыс тауып отыр. Материалдарды өңдеудің құю тәсілі – ең үнемді тәсіл болып табылады, себебі құю кезінде материалдарды қайтарылмайтын жоғалту дәрежесі барынша аз, ал өнімділігі – жоғары болады.

Ғылым мен техниканың қазіргі заманғы жетістіктері көптеген шеберлер, инженерлер мен ғалымдардың еңбектеріне сүйенеді. Кеменгер ойшыл, ғалым М.В.Ломоносов өзінің 1763 жылы жарық көрген «Металлургия мен кен істерінің бастапқы негіздері» еңбегінде металлургиялық үдерістердің физикалық және химиялық табиғатына ғылыми түсініктемелер беріп, металлдарды қорыту мен өңдеудің технологиялық үдерістерін құрастыру бойынша маңызды практикалық нұсқаулықтар берген.

М.В.Ломоносовтың металлургия саласындағы идеялары шетелдік металлургияның көп жылдық теориялық зерттемелерін басып озып, орыс ғалымдары мен инженерлерінің кейінгі зертеулеріне негіз болған.

XIX ғасырдың басында орыс инженерлерінің шығармашылық бастамалары, әсіресе, қару-жарақ жасайтын орал және тула зауыттарында кең қолданыс тапты. Ұлы орыс металлургы П.А.Аносов Златоустовский қару-жарақ зауытында жоғары сапалы болат дайындау және өңдеу, атап айтқанда, отбақырларда темірлерді тікелей цементтеу арқылы құйма болаттарды алу, газдық цементтеу тәсілінің негізін қалаған-ды. 1937 жылы А.А.Аносов шойыннан болат алу

тәсілін Францияда П.Мартен қолданғанға дейін 30 жыл бұрын ойлап тапқан болатын. П.А.Аносовтың металлтану мен қыздырып өңдеу бойынша еңбектері оны металлографияның негізін салушы ретінде танытты. П.А.Аносовтың «Болаттар туралы» атты кітабында болатты өндіру мен зерттеу бойынша маңызды нұсқаулықтар келтірілген.

П.П.Аносовтың еңбектерін оның шәкірті – Петербургтегі Обуховский зауытының негізін қалаған талантты инженер М.Обухов жалғастырды. Обуховский зауытында танымал ғалым Д.К.Чернов та жұмыс жасаған-ды. Оның металлтану бойынша еңбектері металлдар мен қорытпаларды меңгеру бойынша білімді жетілдіріп, болатты ыстық механикалық және қыздырып өңдеу ісін ғылыми негіздеуге сеп болды.

Д.К.Черновтың идеялары академик Н.С.Курнаковтың еңбектерінде ары қарай дамытылды. Н.С.Курнаков – металлдар мен қорытпалардың физика-химиялық талдамасының құрастырушысы, қорытпалардың кристалдық құрылыс, құрылым мен қасиеттері арасындағы байланысты көрсетуші.

Ғалым-металлург А.А.Байков металлдар мен қорытпалардың химиялық құрамы мен қасиеттерін зерттетудің металлургиялық үдерістері мен тәсілдері теориясының негізін қалаған. А.А.Байковтың «Жоғары сапалы болат және оның сипаттамасы», «Металлдарды қалпына келтіру және тотықтандыру» т.б. еңбектері қара металлургияның дамуына сүбелі үлес қосты.

Материалтанудың дамуына Ю.А.Бринелль (Швеция), С.П.Роквелл (США), А.Мартенс (Германия) т.б. секілді шетелдік ғалымдар зор үлес қосқан.

МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

I

БӨЛІМ

Тарау 1. Материалдар туралы жалпы
мәліметтер

Тарау 2. Материалдарды химиялық-
қыздырып өңдеу және
сынақтан өткізу тәсілдері

МАТЕРИАЛДАР ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

1.1. КРИСТАЛДЫ ЖӘНЕ АМОРФТЫ ЗАТТАР

Техникалық материалдарды сипаттау үшін олардың физикалық, химиялық, технологиялық және механикалық **қасиеттерін пайдаланады.**

Физикалық қасиеттері (тығыздығы, жылу өткізгіштігі, балқу температурасы, қызулық ұлғаюы, магнитті сипаттамасы, жылу-, электрөткізгіштігі т.б.) материалдардың жылу, гравитациялық, электромагнитті және радиациялық өрістердегі іс-әрекетін сипаттайды. **Химиялық қасиеттері** тотығу, газдардың енуі және басқа да заттармен өзара әрекетке түсу қабілеттерін сипаттайды. **Технологиялық қасиеттері** қысым, кесу, қыздыру арқылы ыстық және суық өңдеуге түсу қабілеттерін сипаттайды. Материалдардың **механикалық қасиеттері** олардың әртүрлі қуаттардың ықпалына түскендегі іс-әрекеттерін сипаттайды. Материалдардың құрылысының белгілі бір зерттеу тәсілдері арқылы анықталып, агрегаттық күйін айқындайтын ерекшеліктері құрылымы деп аталып, құрылымдық тығыздығын сипаттайды.

Машина жасау материалдарының құрылымын бағалау барысында заттардың (қатты, сұйық, газ тәрізді) мінсіз **агрегаттық күйін негізге алады.** Алайда нақты материалдарға, әдетте, қатты мен сұйық арасындағы шекаралық аралық типті күй тән болады. Атап айтсақ, аморфты (шыны тәрізді), сұйық кристаллды және кристалды. Материалдардың осы аталған әрбір күйінің қалыптасуы белгілі бір сыртқы физикалық жағдайларға байланысты жүзеге асады. Бұл жағдайларды термодинамикалық факторлар деп атайды. Термодинамикалық факторлар — басты құрылымы болып табылатын микробөлшектер (заттардың табиғатына байланысты атомдар, иондар мен молекулалар) дененің көлемінде ретсіз (аморфты заттар) немесе қатаң тәртіппен ретті орналасатын (кристалл заттар) әрбір заттың

тән температурасы мен қысымдары. Аралық сұйық кристалды күй де болуы ықтимал. Мәселен, бұл күй кейбір органикалық заттардың ұзын таяқша тәрізді пішінді молекулаларынан қалыптасады. Осы молекулалардан сұйық кристалдан түзіледі, себебі олардың басты қасиеттері – әрі сұйықтық (аққыштығы), әрі кристалдық заттарының болуы (тұрақты құрылым).

Кристалдық құрылымы бар материалдарды пайдаланғанда, олардың кристалды торларын – бөлшектердің (атом, ион немесе молекулалар) кристалдағы дұрыс орналасуын анықтау керек. Қатты денедегі әрбір бөлшектердің күйі – өзгермейді және кейбір тепе-теңдік нүктелеріне қатысты жылулық ауытқуларға тұрақты. Мұндай нүктелер элементарлы кристалл ұяшықтарының түйіні ретінде қарастырылады. Бұл түйіндерді бірнеше мәрте қайталанғанда, үш шамада да кристалды толығымен алып, құрастыруға болады.

Мұндай ұяшықтағы бөлшектердің жанасуы олардың бір-бірін өзара тебілісімен ғана шектеледі. Себебі бір заттағы бөлшектердің зарядтары біртекті болады. Бірақ әрбір бөлшектің өз көршісі болады, көршілері сол бөлшекпен бірдейленіп кетеді. Былайша айтқанда, қатты кристалдарға алыс реттілік, немесе тұрақты құрылым тән болады.

Көпшілік қатты заттар кристалды болып келеді. Кристалдағы бөлшектердің арасындағы типті арақашықтық 0,2...0,5 нм ($1 \text{ нм} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 10^{-6} \text{ мм}$, яғни бір нанометр – бір метрден миллиард есе және миллиметрден – миллион есе кіші). Үш кеңістіктік бағыттағы кристалды тордың көршілес түйіндерінде орналасқан атомдар, иондар немесе молекулалар арасындағы арақашықтық параметрлер деп, немесе тордың периодтары деп аталып, **a**, **b**, **c** латын әріптерімен белгіленеді. Тордың периодтары, сондай-ақ араларындағы бұрыштары заттардың белгілі бір қасиеттерін анықтау барысында сипаттама ретінде танылады.

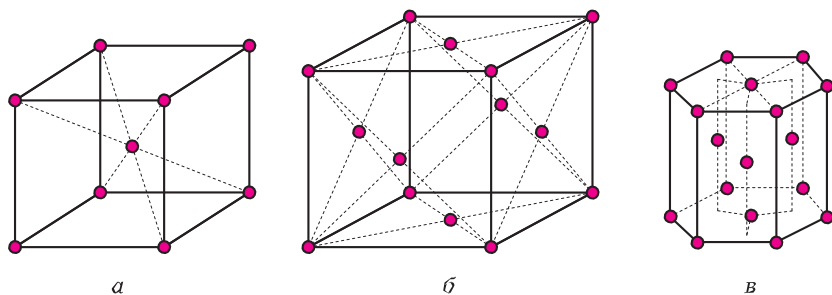
Кристалл сияқты қатты дене элементарлы торларының атомдары, иондары немесе молекулаларының алыс орналасу реттілігі болғанда ғана, өмір сүре алады. Реттілігі бұзылса, бөлшектер арасындағы тепе-тең арақашықтықтар өзгереді (мәселен, қыздыру барысында ұлғаяды) және қатты дене (кристалл) не балқып кетеді (сұйықтыққа айналады) немесе ұшып кетеді (газ түріндегі күйге түседі). Қатты күйінде заттың түрі өзгеруі мүмкін, қасиеттері әртүрлі бола алады. Алайда бұл жағдайда кристалл топ да өзгеріп, басқа түрге еніп (модификацияланып), басқа аллотропты күйге түсуі тиіс. Көпшілік зат-

тар әртүрлі аллотропты пішінде болуы мүмкін. Көміртектің еркін күйдегі ықтимал түрленуіне – графит және алмаз түріне екі мысал келтірейік. Сену қиын, бірақ графит (табиғаты – қаттылық дәрежесі төмен, жұмсақ минерал; өндірісте – күй және құрым, яғни ағаш немесе тас көмірді, антрацитті жаққан кезінде түзілетін жұмсақ қара ұнтақ) мен алмаз (қаттылық дәрежесі – өте жоғары, ерекше гауһар текті бедерлер жасалғаннан кейін – жалтыраған бағалы тасқа айналады) – бір ғана элементтің – көміртектің атомды кристалдары болып табылады. Графит барынша жоғары температурада жұмыс жасауға арналған отбасыларды дайындау үшін отқа төзімді материал ретінде қолданылса, алмаз ашық отта жылдам жанып кетеді. Металл қатарына жатпайтын графит металлдарға тән кейбір қасиеттерді (электрөткізгіштік) көрсете алады. Графиттің құрылымы дұрыс алтыбұрыштардың түйініндегі көміртек атомдарының параллель қабаттарынан құралған. Қабаттар біреуінен кейін қайталанып отырады, әрбір қабатты екіншісін орнынан жылжытып отырады. Мұндай кристалды торды гексагоналды деп атайды. Тығыз алмаздың торлары – куб түрінде болады ($a = 0,354 \text{ нм}$), кубтың ортасындағы әрбір қырының, сондай-ақ кубтың түйіндерінде көміртек атомдары орналасады (мұнда торды гранецентрлік кубты тор деп атайды). Осылайша, зат ретіндегі еркін көміртектің екі түрлі атомды кристалды торы болады.

Әрбір кристалды затты бір-бірінен кристалл торына қарай ажыратуға болады. Металлдардың барлығы және олардың қорытпаларының кристалдық құрылымында металды кристалды торлары болады: оның ерекшелігі – түйіндерінде зарядталған иондар (катиондар) мен жартылай еркін атомдар орналасады, ал түйіндер арасындағы аралықта атомдардың сыртқы орбиталарында орналаспайтын, бірақ металлға қатысты болған электрондар еркін қозғалады. Бұл электрондар қоғамдық деп танылады, олар металдардың зат ретінде қасиеттерін айқындайды (атап айтсақ, жылу-, электрөткізгіштігі т.б.).

Металдардың негізгі кристалл торлары машина жасауда кең қолданыс тапқан. Олар: *көлемдік-центристік кубтық* – КЦК (сурет 1.1, *а*) мен *гранецентристік кубтық* – ГЦК (сурет 1.1., *б*) және алтыбұрышты призма түріндегі *гексагоналды* (сурет 1.1., *в*) болып бөлінеді.

КЦК-да сегіз атом кубтың жоғары жағында және біреуі – ортасында (бұл атом, мәселен, Fe темір құрамында төменгі температурада болады, яғни α -темір, Cr хром, W вольфрам, Mo молибден) орна-



Сурет 1.1. Негізгі кристалл торлардың типтері

а – көлемдік-центристік кубтық, *б* – гранецентристік кубтық, *в* – гексагоналды

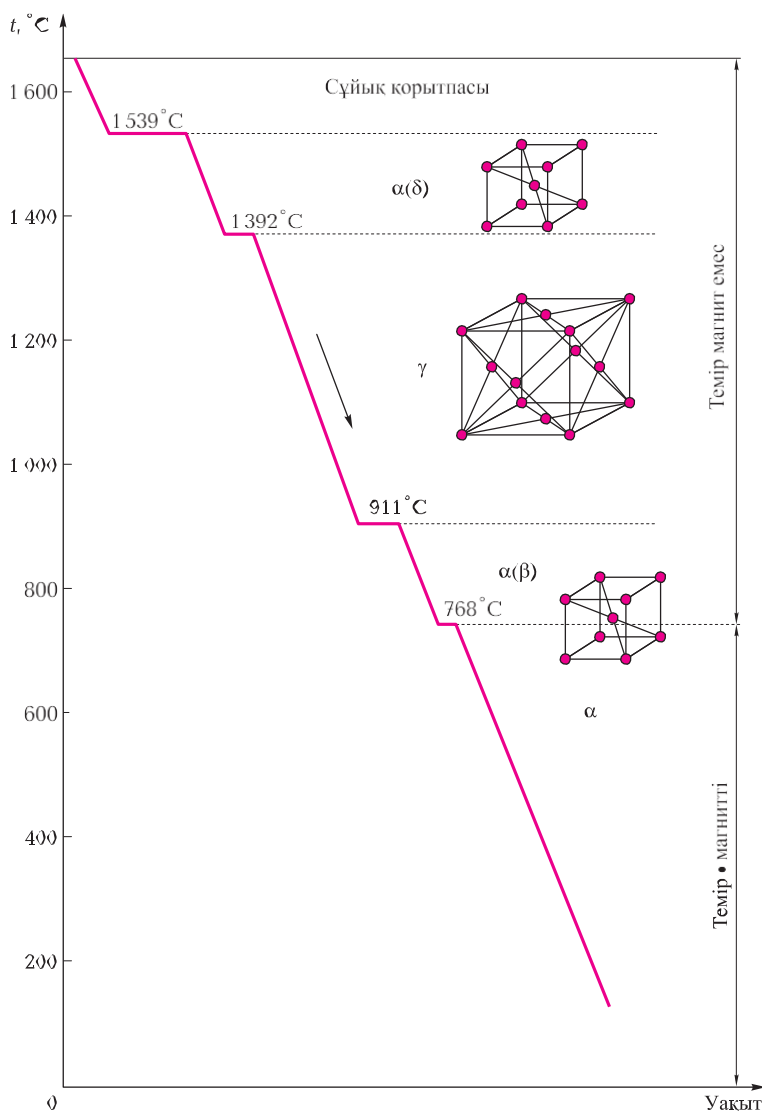
ласады. ГҚЦ атомдары алмазда ғана емес, кубтың жоғары жағында және әрбір шетінің ортасында орналасады (бұл Al алюминий, Cu мыс, Au алтын және γ -темірге тән). Гексагоналды кристалл тор Zn цинк пен Mg магний құрамында болады.

Металдар, металдардың металдармен және металл емес заттармен қорытпалары ерітілген (сұйық) күйден суу барысында қатты күйге айналуы барысында кристалды құрылымға ие болады. Кейбір металдар, мәселен темір мен кобальт әртүрлі температурада қатты күйінде аллотропты өзгеріске түсіп, соның барысында кубтық тор гексагоналды торға ыңғайланады. Айталық, темір 1400°C -қа суытылған кезде (сурет 1.2) екі модификацияда болады: 1392°C және 768°C -та аллотропты өзгергеннен кейін γ -темір (ГҚЦ-тор) және α -темір (КҚЦ-тор).

Қысық суытудан көретініміз – α -темір 911°C -тан төмен температурада, сондай-ақ 1392°C -та балқыту температурасына дейін (1539°C) термодинамикалық тұрақты болып келеді. $911...1392^{\circ}\text{C}$ температура арасында γ -темір тұрақты болып келеді. Қысық суыту кезіндегі 768°C -тағы температуралық баспалдақ темірдің магнитті қасиеттерін білдіреді: бұл температурадан жоғары болса, темір магниттілігінен айрылады, ал төменгі температурада – магнитті қасиеттерін айқын көрсетеді.

Магнитті емес, яғни $911...768^{\circ}\text{C}$ температурасы арасындағы α -темірді β -темір деп атайды. Ал оның $1539...1392^{\circ}\text{C}$ арасындағы жоғары температурадағы модификациясын δ -темір деп атайды (көлемдік-центристік кубтық тор).

Орталықтың кристалдар түзілген барлық жағындағы балқытпаны бірмезетте суытқан кезде кристаллизация әрекеті дамиды. Саны



Сурет 1.2. Қысық суытылған темір:

α (δ), γ, α – темірдің кристалл торларының аллотропты өзгерістері; суыту барысы

көп кристалдардың өсуіне қарай бір кристалдар екінші кристалдарға кедергі келтіре бастайды. Нәтижесінде геометриялық дұрыс көпқырлы кристалдар орнына дұрыс емес бұзылған пішінді де-

формацияланған кристалдар түзіледі. Оларды материалтанушылар *кристаллиттер* немесе *түйірлер* деп атайды. Кристаллиттердің көп мөлшерінің металды құрылысын *поликристаллды* деп атайды. Өңделген кесіктерін микроскоп астында мұқият қарағанда, оның түйірлері дұрыс емес пішінді, ал көлемі әртүрлі (мәселен, 0,1-ден 1,0 мм-ге дейін) болып келетіні анықталды.

Егер кристалл заттардың физикалық қасиеттері әртүрлі бағытта-рында біртекті болмаса, бұл заттарды **анизотропты** деп атайды.

Химиялық өңдеу кезінде анизотропты заттар әртүрлі жылдамдықта тапталады, сондықтан олардың механикалық қасиеттері де біртекті болмайды. Егер материалдардың барлық бағыттағы физикалық қасиеттері біркелкі болса, оларды **изотропты** деп атайды.

Поликристалды құрылысында анизотропия кристалды құрылымға қарағанда аз болады. Себебі металдың түйірлері біртекті, ұсақ болып, қасиеттері жағынан изотропты материалдарға жақырынақ болып келеді.

Ақиқат кристалдарда құрылысында **ауытқулар** байқалады. Кристалдардың құрылысындағы кемшіліктер кристалл топтағы бөлшектердің периодтық орналасуының бұзылуына байланысты. Кристалдардағы ауытқулар төрт топқа бөлінеді: нүктелі (нөл-өлшемді), желілі (бірөлшемді), үстірт (екі өлшемді) және көлемдік (үш өлшемді). **Нүктелі ауытқулар** өлшемдерге шаққан өте аз мөлшерлі болып, бар-жоғы бірнеше атомдық диаметрлер түрінде көрініс береді. Оларға вакансиялар, түйінаралық атомдар, коспалар атомдары мен олардың кешендері жатады. **Желілі ауытқулардың** атомдық өлшемдері екі өлшемді болып, ал үшіншілері – кристалдың ұзындығымен бірдей өлшемді болып келеді. **Үстірт ауытқулар** (түйірлердің шектері) тек бір ғана өлшемде аз болып, атомдарды топтауда кемшілік бар екенін көрсетеді. **Көлемді ауытқулар** (кристалдардың кемістіктері) – жарықшақтар, тордың басқа типтеріне қосымшалар, бос қуыстар мен қабыршақтар.

Кристалдардағы ауытқулар материалдардың механикалық қасиеттеріне (бұзылу, пластикалық деформация, рекристаллизация, ескіру т.б.), сондай-ақ кристалдардың физикалық қасиеттеріне (жар-тылайөткізгіш техникада) айтарлықтай ықпал етеді.

Аморфты күй – қатты заттың физикалық күйі. Мұнда кристалды заттарға қарағанда, қатты заттың бөлшектері ретсіз орналасып, изотропты қасиетке ие болады, яғни барлық бағыттары бойынша

физикалық қасиеттері бірдей болады. Аморфты заттардың белгілі бір балқыту температурасы болмайды, олар *табиғи* (кәріптас, шайыр) және *жасанды* (шыны, пластмасса, желім) болып бөлінеді.

Өзінің құрылысы жағынан, аморфты қатты заттар мен сұйықтықтар қатты және газ түріндегі дене арасындағы аралықта тұрады, оның жақын тәртібі болады (тек көрші бөлшектерінің орналасуында ғана келісімділік байқалады). Қатты заттардың бөлшектері секілді аморфты заттардың бөлшектері де тепе-теңдік күйінде жылулық тербеліс жасайды. Алайда егер қатты денеде олар өзгермейтін болса, аморфты денеде белгілі бір уақыт өткен соң бөлшектер жаңа күйге өтіп, аморфты заттардың жабысқақтық және аққыштың қасиетін көрсетеді. Бір ғана зат әрі кристалл, әрі аморфты түрде кездесе алады. Алайда заттың аморфты күйі кристалл күйге оңай ауыса алады (мәселен, шыны). Мұндай ауысу суыту жылдамдығына және заттың жабысқақтық қасиетіне байланысты.

Бір күйден екінші күйге өз бетімен өту мерзімдері әртүрлі болады – бірнеше айдан (қант, шыны) миллиондаған жылдарға дейін (тас).

Аморфты қатты металл болмайды. Тіпті қалыпты жағдайларда сұйық күйінде кездесетін сынап -40°C суықта қатып, кристалданады.

1.2. ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ

Қатты заттар мен байланыстар.

Қатты денелер оң (электрондар) және теріс (атомдардың ядролары) зарядтардың өзара байланысының есебінен өмір сүреді. Бұндай байланыстар барысында туындаған **тартылыс күші** осы аталған бөлшектерді (электрондар мен ядролар) өзара жақындастырады. Тартылыс күшімен бірге **тебіліс күші** болады. Бұл күш бөлшектердің бірігуіне кедергі келтіреді. Тебіліс күштері біртекті зарядталған бөлшектердің белгілі бір арақашықтықта жақындауы кезінде туындайды. Тебіліс күшінің туындауы барлық қатты заттар үшін біркелкі болып келсе, тартылыс күші – әртүрлі әрі қатты дененің пайда болу табиғатына байланысты туындаған. Тартылыс күші ионды, ковалентті және металл байланыстарды, сондай-ақ молекулярлы өзара әрекеттесу күшін (Ван-дер-Ваальс күші) туындатады.

Байланыстың иондық типі – химиялық байланыстың бір түрі және біртекті заттардың өзара әрекеттесуі кезінде туындап, химиялық бір қосылыстарға тән болып, иондардың күшті бірігуін тудырады. Ионы бар қатты денелердің ішінде шыны мен ас тұзын атауға болады. Шыны – әртүрлі элементтердің оксидтерінен тұрады.

Байланыстың коваленттік типі – мықты химиялық байланыс түрі, ол екі атомдарға ортақ электрондардың жұптары арқылы туындайды. Бұл жағдайда біртекті (мәселен, сутектер, хлорлар, кристалл алмаздардың молекуласында) немесе әртекті (су, кристалды карбонд молекулаларында т.б.) атомдар байланыса алады.

Органикалық қосылыстардың молекулаларындағы негізгі байланыстардың барлығы ковалентті деп танылады. Атомдық торлары мен коваленттілік байланысы бар кристалдар баяу балқитын тығыздығы жоғары және тозуға төзімді материалдарды түзеті (мәселен, боразон).

Молекулаларлық өзара әрекеттесу күші диполдардың электростатикалық өзара әрекеті нәтижесінде туындайды. Дипол дегеніміз – мөлшері жағынан тең, бірақ зарядтарының белгісіне қарай бір-біріне қарама-қайшы екі нүктелі электр зарядтарының жиынтығы. Бұл күштер коваленттілік күшке қарағанда әлсіз, алайда алыс арақашықтықта пайда болады. Егер зат полярлы молекулалардан тұрса (су), олар бір-біріне қатысты өздерінің әртүрлі аталатын зарядталған шетіне қарай бейімделіп, соның нәтижесінде бір-біріне өзара тартылады. Егер зат полярлы емес, бірақ поляризацияға икемді молекулалардан тұрса (көміртек диоксиді), индукцияланған диполдар туындайды. Молекулалар поляризацияланып, туындаған индукцияланған дипол өз кезегінде көрші орналасқан молекулаларды поляризациялайды: молекулалар бір-біріне өзара тартылады.

Механикалық байланыс 80% химиялық элементтерге және көптеген металл қорытпаларына тән болады. Бұлар қалыпты жағдайда жоғары жылу- және электрөткізгіштігімен, созылмалығымен, иілгіштігімен, металлдық жарқылымен және басқа да қасиеттерімен ерекшеленеді. Металлдардың мұндай қасиеттері олардың кристалл торларында атомдық ядролармен әлсіз байланысқан қозғалмалы электрондарының көп мөлшерде (1 см^3 -де $10^{22} - 10^{23}$) болуына байланысты.

Қорытпалардың құрылымы. Қазіргі заманғы ғылым мен техниканың талаптарына толық жауап беретін қорытпалардың көптеген түрлері бар. Қорытпалар жұмсақ, қатты, электркедергілері төмен

немесе жоғары, магнитті және магнитті емес, қышқыл дарымайтын, ыстыққа төзімді, жеңіл, ауыр т.б. болып бөлінеді. Қорытпалардың барлығына тән қасиеттер – механикалық қоспаларға бөлінуі, қатты ерітінділер мен химиялық қосылыстар (сурет 1.3).

Қоспалар (механикалық қоспалар) сұйық күйден қатты күйге өткен кезде бір-бірінің құрамында ерімей, өзара әрекеттеспейтін компоненттерді түзеді. Қоспаның құрамындағы әрбір компонент өзінің қасиеттері мен кристалл торларын, олардың компоненттерінің көлемі бойынша теп емес бөлшектену қасиетін сақтап қалады.

Мұндай қоспаларда ендірілетін қатты ерітінділер және аз мөлшерде орын алмастыратын қатты ерітінділер болады (сурет 1.3, а). Компоненттердің сандық арақатынасын өзгерте отырып, механикалық қоспалардың әртүрлі қасиеттеріне қол жеткізуге болады. Кейде механикалық қоспаларды *жалғанқорытпалар* деп атайды.

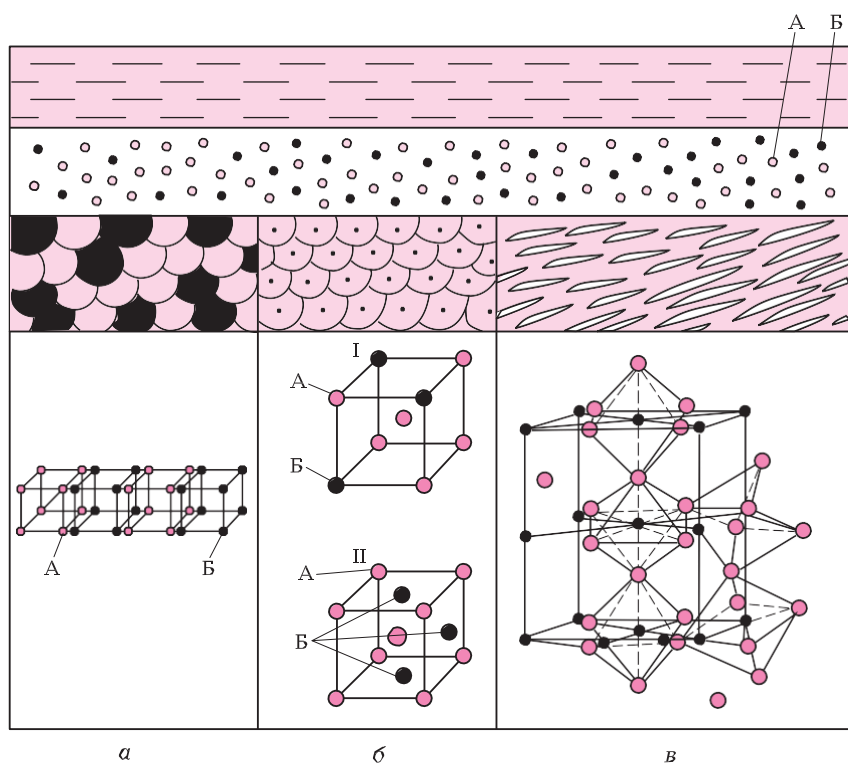
Қатты ерітінділер – біртекті кристалл немесе аморфты заттар, олар арақатысы өзгергенде өздерінің біртектілігін сақтап отыратын бірнеше компоненттен тұрады. Қатты ерітінділер бір компонент (еріткіш) өзінің кристалл торын сақтағанда, ал екіншісі оның құрамында өзінің атомдарын орналастырғанда түзіледі. Егер компоненттің атомдары жартылай ерітіндінің кристалл торларының атомдарымен орын алмасса, мұндай ерітіндіні *орын алмастыратын қатты ерітінді* деп атайды. Егер компоненттің атомдары кристалл торларының ішінде жартылай орналасса, оларды *ендірудің қатты ерітіндісі* деп атайды (сурет 1.3, б). Айталық, мыс пен никельдің қосындысынан туындаған орын алмасудың қатты ерітіндісінде никельдің атомдары мыстың кристалл торларының түйіндерінде орналасады. Ендірудің қатты ерітіндісінде металл емес заттардың атомдары металл атомдарының арасындағы аралықта орналасады. Ендірудің қатты ерітіндісінің типтік үлгісі – темірдің құрамындағы көміртектің қатты ерітіндісі. Қатты ерітінділер – болат, қола, көптеген шынылар, минералдар – дала шпарттары т.б.

Химиялық қосылыстар әртүрлі кристалл торлары мен олардың атомдары бар элементтер түзеді. Химиялық қосылыстар металдың металмен және металл еместің металл еместерді түзе алады. Түзілген қорытпалардың ерекшелігі – балқыту температурасы тұрақты, қаттылығы мен сынғыштығы жоғары, өзіндік кристалл торлары бар және құрамындағы компоненттердің қасиеттерінен өзгеше болып келеді. Металдың металмен химиялық қосылысының байланыстық металды типі болады. Оны интерметаллидтер деп атайды. Алл ме-

талдың металл емес затпен химиялық қосылысы – байланыстың иондық типі болып, металл еместің түріне қарай аталады (оксид, карбид, нитрид т.б.). көміртектің темірмен химиялық қосылысының атомдық-кристалл торы 1.3, **в** – суретте көрсетілген.

Ақиқат қорытпалардың микроқұрылымы – қосылыстардың бір-неше типтерінің комбинациясын білдіреді. Мәселен, химиялық қосылыстар мен қатты ерітінділердің механикалық қоспалары.

Металдардың кристаллизациясы. Сұйық металдың кристаллизациясына балқытпадағы қоспаларды суыту жылдамдығы мен мөлшері тікелей ықпал етеді. Суыту көбірек байқалған жерде **дендриттер** – ағаш тәрізді кристалдар түзіледі. Мұндай кристалд біртіндеп қалыптасады. Алдымен бір-біріне перпендикуляр орналасқан кірес



Сурет 1.3. Қорытпалардың құрылысы

a – механикалық қоспа; *б* – қатты ерітінді; *в* – химиялық қосылыс; А, Б – балқытылатын компоненттер; *I* – орын алмастыратын ерітінді; *II* – ендірілетін ерітінділер

түріндегі өсінділері бар негізгі өс пайда болады. Бұл өс пен өсінділерде сұйық күйде тұрған металл кристаллизацияланып, бостықтардың орны толтырылып, біртіндеп суи бастайды. Нәтижесінде үлкен бір кристалл пайда болады.

Құймақалыптың қабырғаларымен үйкеле отырып, металл жылдам суып, қыртыс түзеді. Қыртыстар ұсақ кристалдардан құралады. Себебі жоғары жылдамдықта суығанда олар үлкен мөлшерге дейін өсіп үлгермейді (кристаллизацияның бірінші аймағы). Құймақалыптардың өсінің бағытына қарай балқытпаларды суыту баяу жүзеге асады, нәтижесінде құймақалыптың қабырғаларына перпендикуляр, дұрыс бейімделген ірі бағана тәрізді (радикалды) кристалдар пайда болады. Мұндай кристалдардың мөлшері барынша аз болғаны дұрыс, себебі құйманы ары қарай өндегенде (соққанда және жұқартқанда), олардың үйкелу жазығының бойымен металда жарықтар пайда болады. Осымен кристаллизацияның екінші аймағы аяқталады.

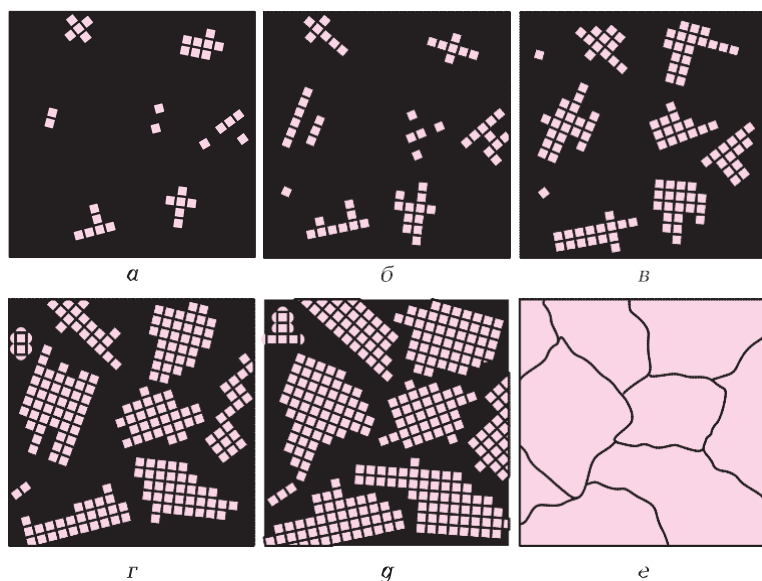
Одан ары металл құйманың өстік бөлігінде кристалданады. (кристаллизацияның үшінші аймағы). Ірі теңестік ретсіз орналасқан кристалдар түзіледі. Оның себебі – суыту жылдамдығының төмендеуі және жылудың берілу бағытының өзгеруі.

Кристаллизацияланғанда, металл көлемі азаяды, түбінде тұнба түзіліп, нәтижесінде металдың қатайған қабатының қалыңдығы ұлғайып, құйманың ортасындағы сұйықтық мөлшері азаяды. Құйманың жоғары бөлігінде орнығатын қабыршақ пайда болады. Оған қалдықтар түсіп отырады.

Құймалардың ауытқуларға орнығатын және газ түріндегі қабыршықтар (бостықтар мен көпіршіктер), металл емес қосындылар мен айыруды жатқызуға болады. Газ түріндегі қабыршықтар пештің атмосферасында сұйық металл жұтылып, реакцияларда металл жұқарып, соның салдарынан қайнап тұрған металл ауаны қармап, немесе тіпті басқа себептермен пайда болады. Металл емес қосындылар металдың (болат) қалыңдығында марганец, алюминий және кремний диоксидінің оксидтері тотыққанда пайда болады. Яғни металдар балқытпаның үстіңгі бетіне қалқып шығуға үлгермей қалады. Айыру (сегрегация) – құймадағы металдың біртекті емес құрамы. Айырудың түзілуіне құйманың қатаюы кезіндегі күкірт, фосфор және көміртектің болуы тікелей әсер етеді. Айыруды қорыту арқылы және вакуумға металды құю арқылы төмендетуге не азайтуға болады.

Әрбір затқа (металға) белгілі бір термодинамикалық жағдайларда атомды-кристалды құрылым сәйкес келеді. Кейбір заттар,

мәселен, темір, көміртек, кварц температура мен қысымның әртүрлі интервалдарында салмағы бірдей әртүрлі кристалл құрылымға ие болады. Қатты заттың екі немесе одан да көп кристалл құрылымда өмір сүру қабілетінің болуы полиморфизм (аллотропия) деп аталады. Полиморфизмнің мысалы ретінде алмаз бен графитті, яғни көміртектен тұратын, кристалл торлары әртүрлі және қасиеттеріне қарай оңай ажыратылатын заттарды жатқызуға болады. Кристаллизация заттың фазалық ауысуының тәсілі ретінде жылуды бөле алу қасиетімен жалғасын тауып отырады. Кристаллизация белгілі бір жағдайларға – балқытпаның қайта суытуға қол жеткізгенде басталады. Балқытпа қайта суытылғанда бірнеше ұсақ кристалдар түзіледі. Оны кристаллизация ортасы деп атайды (сурет 1.4, а-г). Кристалдар балқытпаның жаңа атомдарын біріктіргенде, көбейе береді. Кристаллдың қырларының өсуі қабаттар бойынша жүзеге асырылады. Кристаллизацияның өсу шарттары мен суу жылдамдығына тікелей тәуелді болуы кристалдардың құрылымы мен формаларының әртүрлілігіне әкеп соқтырады (көпқырлы, пластикалық, ине тәрізді,



Сурет 1.4. Кристаллизация сызбасы

а-г – ұсақ кристалдардың түзілуі немесе кристаллизация ортасы; д – кристалдардың формасының өзгеруі; е – түйірлердің пайда болуы.

дендритті т.б.). кристалдар бір-бірімен шексіз кеңістікте түйіскенде, олардың формасы өзгереді (сурет 1,4, д). Кристаллизацияның ең соңғы сатысы – түйірлердің, немесе кристаллиттердің түзілуі (сурет 1.4, е).

Металдардың кристаллизациясы фазалар ережесіне – термодинамика мен физикалық химия заңдарына сәйкес жүзеге асырылады. Бұл заң бойынша фазалардың мөлшері, тепе-тең жүйедегі компоненттері мен еркіндік дәрежелерінің арасында тәуелділік анықталады.

Біркомпонентті жүйе бірнеше фазалардан тұруы мүмкін. Су – тең салмақты термодинамикалық жүйе, ол үш фазадан тұрады – мұз, су және судың буы. Судың термодинамикалық диаграммасында үш қысық бір нүкте бойында жуысады. Оларды үштік деп атайды. Үштік 611 Па қысымында термодинамикалық температураны – 273,16 К есептеудің бастапқы (реперлі) нүктесі. Фазалық тепе-теңдік дегеніміз – тұйықталған термодинамикалық жүйе, ол қысымы, температурасы мен химиялық мүмкіндігі біртекті екі немесе одан да көп бірігіп әрекет ететін фазалардан тұрады. Бір фазадан екінші фазаға, мәселен, балқытылғанда, кристаллизацияланғанда және буланғанда фазалық ауысу (фазалық өзгеру) жүзеге асады. Бұл жағдайда энергия, энтропия (жылу алмасудың өсу бағыты) және басқа да термодинамикалық функциялар қарғу арқылы өзгеріске түседі. Оған температура мен қысымның тұрақтығы жағдайында фазалық ауысудың жылуын жинақтап немесе бөліп отыру керек. Мысал ретінде барлық агрегаттық өзгерістер мен кристалдық модификациялық өзгерістерді - металдар мен қорытпалардың балқу және суу үдерісін келтіруге болады.

Екі реттік қорытпалардың кристаллизациясы, солидус және ликвидус желілері, доэвтективті, эвтективті және заэвтективті болаттар туралы қосымша мәліметтер 2.1-тараушасында сөз етіледі.

Нақты кристалдардың ауытқулары.

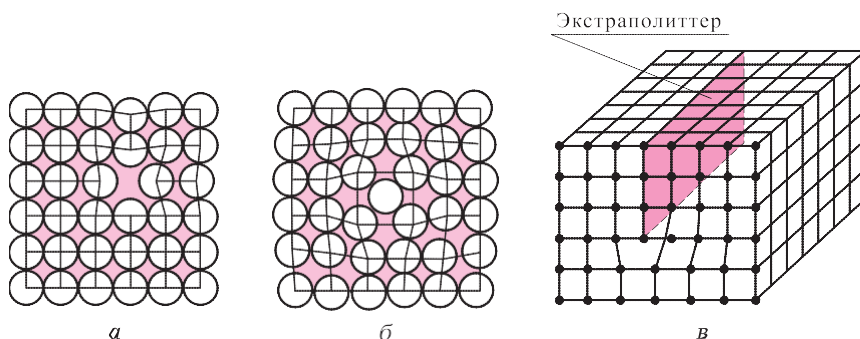
Нақты кристалдардың құрамында ауытқулар болады. Бұл ауытқулардың мөлшері мен типтері кристалл заттардың кейбір қасиеттеріне ықпал етіп отырады. Кей жағдайларда бұл ықпал күшті болса, осы құрылымдық қасиеттердің кейбіреулерінің практикалық маңызы өте жоғары болады (мәселен, металды нығайтады). Нақты кристалдардың құрылымындағы ауытқулар әртүрлі болады. Оларды нүктелі, сызықтық және үстірт ауытқулар деп бөлуге болады. Қара-

пайым және маңызды ауытқу – **нүктелі ауытқу** – тордағы бос түйіндер немесе вакансия (бос орындар) (сурет 1.5, *а*) және түйіндер арасындағы атомдар.

Мұндай ауытқулардың болуы тордағы жекелеген атомдар немесе иондарда оны берілген температурадағы орташа мәнге айналдыратын энергиясының болатындығына байланысты. Мұндай атомдар басқаларға қарағанда қарқынды тербеліп, бір орнынан екінші орынға, мәселен, тордың түйінінен түйіндер арасына оңай ауыса алады. Түйіннен шыққан атомды **дислокацияланған** (орналастырылған) деп (сурет 1.,5, *б*), ал оның бұрынғы орналасқан орнын вакансия деп атайды. Кез келген сәтте вакансиямен көрші орналасқан атом сол вакансияның орнына тұрып, өз орнын басқа атомдарға немесе жаңа вакансия үшін босатып бере алады. Сөйтіп, вакансия бір орыннан екіншісіне ауысады. Нүктелі ауытқулар жартылай өткізгіш материалдардың қасиеттеріне үлкен әсер етеді.

Құрылымдағы **сызықтық ауытқулар** – **дислокациялар** деп аталады. Дислокацияның ең қарапайым түрі – **шеттік дислокация** деп аталады. Шеттік дислокация тордағы басы артық жазықтықтың (экстражазықтық) шегі (сурет 1.5, *в*). Дислокациялар кристалдардың түзілуі мен өсуі барысында туындайды. Сақтық шараларын барынша мұқият сақтағанда да, өсіп жатқан кристалдың құрамында дислокациялардың мөлшері жеткілікті болады. Сондай-ақ, олардың мөлшері механикалық күш түскенде көбейе береді.

Бұл кристалл құрамында ішкі кернеудің туындауына әкеп соқтырады. Нүктелі ауытқулар секілді дислокациялар қозғалмалы бола-



Сурет 1.5 Кристалдардың ауытқулары

а – вакансиялар; *б* – дислокацияланған атом; *в* – шеттік дислокация

ды. Олардың қозғамалығы әсіресе металды кристалдарда көбірек көрінеді. Металдардың механикалық қасиеттері дислокациялардың тығыздығына (яғни көлеміндегі бірлігінің мөлшеріне) және кристалл құрамында орын алмасу қабілетіне тікелей байланысты.

Үстірт ауытқулар кристалл дененің үстіңгі бетінде немесе кристалдардың шекараларында болады. Бұл ауытқу әртүрлі нүктелі және сызықтық ауытқулардың көп мөлшердегі жиынтығын білдіреді.

Металдардың құрылымын зерттеу. Металдардың құрылымын зерттеу – визуалды, ешқандай аспапсыз немесе микроскоптар, үлкейтетін (10 есеге дейін) шынылар мен басқа да құралдарды пайдалана отырып, жүзеге асырылады. Оны **макроталдау** деп атайды. Мәселен, лупаның көмегімен балқыту арқылы жасалған бөлшектердің сынықтарының сипатын, олардың түйіршіктілігін, жарықтарының, бөгде қоспалардың, бос орындардың болуын анықтап, қалыптау арқылы дасалған бөлшектерде қылаулар, жарықтар, созылмалар, жылжу, тесіктер т.б. болуы мен өлшемін анықтауға болады. Бұны, міне, макроталдау деп атаймыз.

Сонымен қатар, металдың құрылымы мен құрамындағы айталық, күкірттің болуын фототанбалар арқылы анықтауға болады. Бұл үшін үлгінің болат тілімтасын дайындайды. Тілімтас алдымен ысылып, содан кейін тегістеледі. Одан ары оның жазықтығын сақтай отырып, майын кетіріп, сосын күкірт қышқылының әлсіз ерітіндісін қоса отырып, жарық түсірілген фотоқағазды бекітіп, біраз уақыт шетке қойып қояды. Фотоқағазда тілімтастың құрылымының таңбасы не ізі түседі. Осындай тәсілмен үлгінің үстіндегі күкірт пен оның қоспаларын анықтауға және орналастыруға (айыруға) болады. Себебі фотоқағаздың үстінде күкірт қара дақтар түрінде көрінеді.

Үлгіні дайындау тәсілін өңдейтін құрал-жабдықтың белгілеріне қарай анықтауға болады.

Микроскоп арқылы металдарды мұқият зерттеу барысында орындалатын терең зерттеулер **микроталдаулар** деп аталады. Мұндай зерттеулерді арнайы үлгілерде – сәйкес материалдардан жасалған **тілімтастарда** жүзеге асырылады. Ол үшін үлгінің жазық дайындамасын тегістеп, барынша жылтыратады (Ra кедір-бұдырлық параметрлері – 0,100 мкм), сосын майдан тазартып, микроскоп арқылы мұқият зерттейді. Зерттеліп отырған металдардың микроқұрылысы химиялық белсенді заттармен өңдеп (алдын ала өңделгеннен кейін),

микрорельефті құрып және құрылымдық компоненттерін әртүрлі түске бояп, оларды жарықта сәулеленетін нысандарға айналдырып, зерттейді.

Лабораториялық жағдайларда жарыққа сәуле түсіріп, микроскоптың көмегімен металдың құрылымын және оның жылулық, механикалық, басқа да әсерлерден кейін өзгеруін мұқият қарастыруға болады. Мұндай микроскоптың арнайы сәуле түсіретін жүйесі болады және металдар мен қорытпалардың микроқұрылымын көп дәрежеде үлкейтіп (2000-ға дейін) суретке түсіріп, зерттеу кезінде қолданылады. Электронды микроскоп миллион есе үлкейтуге қабілетті. **Спектралды талдау** зерттеліп отырған объектіні шығару спектрі (эмиссиялық талдау), сіңіру (адсорбциялы талдау), жарықты комбинациялық шашырату мен люминесценциялау бойынша сапалы және сандық бағалауға мүмкіндік береді. Спектралды талдау басқа талдау түрлерінен жоғары сезімталдығымен ерекшеленеді. Сондықтан өндірістің әртүрлі салаларында қолданылады.

Рентгеноспектралды талдау рентген сәулелерінің дифракциясына негізделіп, металл, қорытпалар мен минерлардың кристалл торларының типтері мен сипатты өлшемдерін, сондай-ақ олардың ішкі кернеу құрамында орналасу қалпын анықтауға мүмкіндік береді. Рентгеноспектралды талдаудың көмегімен талшықты материалдардың, аморфты және сұйық денелердің құрылымын зерттеп, гетерогенді (біртекті емес) жүйелердің сандық және сапалық фазалық талдауын жүргізіп, олардың құрамындағы әртүрлі кристалл фазалардың мазмұнын анықтауға болады.

Электронды-оптикалық талдау электрондарды заттармен шашырату, бейнелеу және сіңіруге негізделіп, электрондардың шоғырының көмегімен 10^6 есеге дейін үлкейтілген, ең үлкен энергияға дейін (30...100 кэВ-ке дейін) объектінің бейнесін бақылауға және суретке түсіруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, жекелеген атомдық жазықтықтардың бейнесін алып, зерттеуге және металдар мен қорытпалардағы, кристалл құрылымындағы дислокацияларды анықтауға болады.

Басқа зерттеулер мен сынақтар (мәселен, металдардың қаттылығын Бринелл тәсілімен анықтау) 2.4-тараушада сөз етілетін болады.

1.3. МОНОКРИСТАЛДЫ МАТЕРИАЛДАР

Қазіргі заманғы техникада өздерінің қасиеттері жағынан өте жоғары деңгейдегі (дәстүрлі материалдармен салыстырғанда) жаңа материалдарды қолдану талабы күшейіп келеді. Мұндай материалдарға үздіксіз кристалл торлары бар бірлі-жарым кристалдар түріндегі монокристалды материалдарды жатқызуға болады. Монокристалдар **табиғи** және **жасанды** болып бөлінеді. Табиғи монокристалдарға кварц, тасты тұз, флюорит т.б. монокристалдары жатады. Табиғи қорлар монокристалды материалдарды талап етілген сапа мен көлемге сәйкес жеткілікті деңгейде заманауи өндірілуін қамтамасыз ете алмайды. Табиғи монокристалдар өте қымбат әрі қолжетімді болмайды. Ғалымдар монокристалдарды жасанды жолмен өндіру тәсілін ойлап тапты. Бұл тәсілдің ең негізгілері – балқытпалар мен ерітінділерден монокристалды материалдарды алу тәсілі.

Балқытпалардан монокристалдарды өндіру технологиясына шолу жасап өтелік. Балқытпадан кристалл алу үшін затты балқытып, содан кейін суыту керек. алайда металдарды өндірістік жағдайда дәл осылайша балқытады: металды балқыту немесе құюдың барлық үдерістері – балқытпадан поликристалды металды алу арқылы кристаллизациялау тәсілі болып табылады.

Монокристалды алу үшін кристаллизация балқытпаның бүкіл көлемінде емес, тек аз ғана бөлігінде жүзеге асуы қажет. Оның есесіне, өсу жылдамдығы сағатына бірнеше сантиметрге жету керек. Үлкен монокристалдарды өндірудің бірнеше тәсілі белгілі. Олардың ішінде жиі қолданылатынын ғана қарастырып көрелік. Яғни қажетсіз қысым мен біртектілікті болдырмау үшін отбқырды қолданбастан, өңдеу тәсіліне назар аударалық. Бұл жағдайдың өзінде монокристалдарды көпқырды етіп өндіру мүмкін емес, себебі айналу, жылудың бөлінуі мен басқа да себептер оған еркін өсуге кедергі келтіреді.

Балқытпалардан металдардың монокристалдары, жартылай өткізгіштер мен оптикада пайдаланылатын мөлдір кристалдар т.б. өндіріледі. Бұл жағдайда салмағы 80 кг әбден жетілдірілген, біртекті, таза монокристалдар алынады.

Техникада қолданылатын қарапайым металдардың құрылымы – поликристалды болып келеді. Бірақ, заманауи құрал-жабдықтардың көмегімен монокристалды металл өндіруге үйренді. Поликристалдарға қарағанда, монокристалдар мықты, оңай деформацияланып,

жылдам сына қоймайды, химиялық әсерлерге әлдеқайда төзімді келеді. Монокристалдардан құймалар, пластиналар, трубалар, сымдар, ленталар мен басқа да кәсіби өнімдер жасалады. Молибден мен вольфрамның монокристалдарын пайдалану электрвакуумды аспаптардың қызметін он немесе жүз есе күшейтуге сеп болды.

Темір, молибден, вольфрам мен магнийдің жетілдірілген және таза монокристалдары жоғары икемділік қасиетке ие. Бұл түйіндердің қалың металл өзектерін байлауға мүмкіндік береді. Алюминий, цинк, висмут, қорғасын, темірдің монокристалдары атомды техникада монохроматорларды өндіру және нейтрондарды поляризациялау үшін қолданылады. Газ турбиналы авиациялық қозғалтқыштардағы турбинді қалақтар күрделі жағдайларда жұмыс жасайды: газ ағынының жоғары және күрт өзгергіш температуралары, күрт ауысып отыратын қуатты қысым. Бұл жағдайда поликристалл материалдан жасалған қалақтар салыстырмалы түрде жылдам бұзылады. бұзылу түйіршіктердің шекараларынан басталады. Монокристалды қалақтар поликристалды қалақтармен салыстырғанда, 6-7 есе мықты әрі төзімді болып шықты.

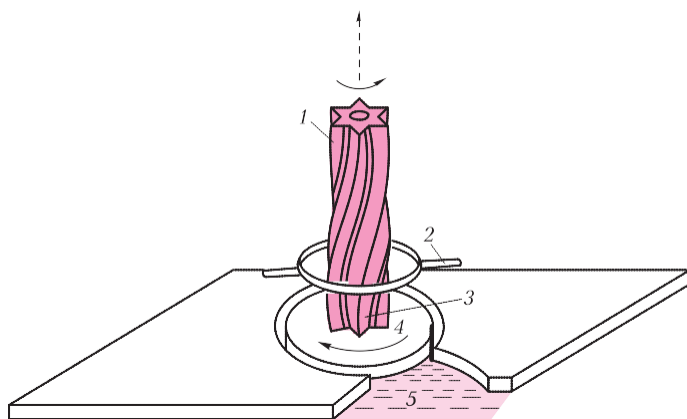
Алайда монокристалды материалды бұрыннан таныс тәсілдермен (кесу, қалыпқа салу, жұқарту т.б.) өндесе, оның салмағының көп бөлігі қалдыққа кетіп, қолдану тиімділігі айтарлықтай төмендейді. монокристалдарды дайын өнімдер түрінде өндіру тәсілі ұсынылды. Бұл тәсіл ары қарай өндеуді қажет етпейді. Аталған тәсіл бастапқы заттың 5-түтікшенің үстіне тесіктері бар тілімше пішінді 4-түтікше қойылады (*сурет 1.6*). Тілімше материалдары балқытпамен өзара әрекетке түспейді, ал тесігінің формасы мен өлшемдері 3-түтікшенің тесіктерінің мөлшері мен көлемі секілді болашақ өнімге сай болады. Балқытпа түтіктің ішінде тұтасу күші арқылы сақталып, түтікше көтерілгенде оның артынан созылып, 2-мұздатқыштың аймағына түсіп, қатайды. Яғни 1-өнімге айналады. Осылайша 10 м/сағ жылдамдықта монокристалды және поликристалды кескінделген өнім өндіріледі.

Осы тәсілмен металдан басқа лағыл, жақұт, корунд секілді заттар өндіріледі. Оның негізі – алюминий оксиді. Ұсақталған корунд түрпілі материал ретінде, қызыл лағыл сағаттардың тірек тастарын, хронометрлер мен аналитикалық таразыларды т.б. жасау үшін қолданылады. Қызыл лағыл лазер дайындауда қолданылады. Мұнда ол сәулелі шоғырды энергияны сақтау заңын бұзбастан күшейтеді. Себебі сәулелі шоғыр хром құрамындағы атомдардың қоспаларының

лағылдың кристалдарындағы электронды ауысу арқылы күшейеді. Қазіргі заманауи лазерлердің қуаты миллиард ваттқа дейін көтеріліп, сәулелі шоғырды ғаламшарларға жіберуге, одан ары ғарыш кемелері мен серіктерге бақылау жасап отыруға мүмкіндік берді. Сондай-ақ лазер металдар мен басқа да материалдарды өндірісте өңдеу үшін қолдануға мүмкіндік берді. Лағылдың кристалдарынан басқа лазерлерде влюорит, анартас, галий арсениді т.б. пайдаланылады.

Лағылдың кристалдары балқытпалардан *Вернейл тәсілі бойынша* тік типті қондырғылардың түтіндерінде өсіріледі. Алюминий оксидінен алынған опа түріндегі ұнтақ үздіксіз жіңішкелеп отырып, температурасы $2\ 000^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары шатырлауық газға (сутегі мен оттегінің қоспасы) араластырылады. Мұнда ұнтақ балқып, ұсақ тамшыларға айналады. Балқытпаның тамшылары түтікшеге түсіріліп, қатып, кристаллизацияланады. Дәл осылайша, ұзындығы 1 м-ге және салмағы бірнеше килограмм болатын жақұттың, лейко-жақұттардың (бояғыш қоспаларына қарай) кристалдары да дайындалады. Көлемі үлкен лағылдардың кристалдары кристаллизация тәсілімен өсіріледі.

Қаттылығының жоғары деңгейі, жалтыратуға қабілеттілігі мен мінсіз құрылымына қарап, жақұтты жартылай өткізгіш аспаптарды өндіруде әртүрлі үлдірлерді өсіру барысында төсеніш ретінде пайдаланады.



Сурет 1.6 Кескінделген кристалдарды өсіру

1 – өнім; 2 – мұздатқыш; 3 – түтік; 4 – тілікше пішіні; 5 – бастапқы заттың балқытпасы, $\rightarrow$ – тілікше пішінінің айналу бағыты; $\rightarrow$ – кристалдарды тарту бағыты.

Кварцтың (тау хрусталы) кристалдары да арнайы қондырғылар көмегімен жасанды жолмен өсіріледі. Бұл материалдың бірқатар құнды физикалық қасиеттері бар, ол көзге көрінетін және көрінбейтін ультафиолетті (УФ) сәуле астында мөлдір түсті береді. Сондықтан, мөлдір кварцтан линзалар, призмалар мен басқа да оптикалық аспаптар жасалады. Кварцтың пьезоэлектрлік әсері (егер кварцты қатты сығып немесе өрістің бағытына қарай созылғанда, оның қырларында электр зарядтары туындайды) жоғары. Кейде кері пьезоэлектрлі әсері болуы да мүмкін (электр өрісін қосқаннан кейін кварцтың кристалдары сығылып немесе өрістің бағытына қарай созылады). Кварцтың тілікшелеріне ауыспалы электр зарядтарымен әрекеттестіру барысында кері әсерді пайдалану кезінде ол мерзімді түрде сығылып, созыла бастайды, яғни тербеледі. Тілікшелерге кварцты қосқанда, ультрадыбысты (УД) жиілік тербелісіе УД-генераторлар түседі. Оның жиілігі УД-тоқындар аз сіңіріліп, суда жылдам бөлшектенуімен тиімді. Осылайша эхолот жасалады. Оның көмегімен суасты нысандары табылып, олардың тереңдігіне дейінгі арақашықтық, суасты тереңдігі өлшенеді.

Пьезоэлектрлі әсер тек кварцта ғана емес, басқа да кристалл заттарда байқалады. Мәселен, сегнет тұзында, барий титанатында, калий дигидрофосфатында, аммонийде т.б. байқалады. Пьезоэлектрлі тілікшелері бар аспаптар қабылдау және хабарлау радиостанцияларының жиілігін тұрақтандыру үшін радиотехникада пайдаланылады. Олар қысымның өзгеруін жылдам әрі нақты белгілеп, дыбысты жарыққа шығару, жазу және беру үшін кеңірек пайдаланылады.

Кварц – табиғаттағы кең таралған минералдардың бірі. Оның әралуан түрлері – яшма, жылтыр тас, шақпақтас, күлгінтас, халцедон және тау хрусталы. Алайда табиғат бүгінгі техниканы кварцпен қажетті мөлшер мен сапаға сай жеткілікті деңгейде қамти алмайды. Кварц қалыпты жағдайда суда, қатты еріткіштер мен қышқылдарда ерімейді. Ерігіштік қасиеті тек қана температураны жоғарылату арқылы арттыруға болады. Ал су ерітінділерде атмосфералық қысым барысында оны тек 100°C-қа дейін жоғарылатуға болады (жоғары температурада су қайнап, буланып кетеді). Сондықтан, кварц кристалдары гидротермалды тәсілмен өсіріледі. Ол 300...350°C температурада және 200 МПа-ға дейінгі (2 тыс. атм) қысымда² тәулігінде бірнеше ондыққа дейінгі жылдамдықта жүзеге асырылады. Бұл

² Па = 10 5 бар = 9,81 ■ 10 6 атм; 1 бар = 1 ■ 105 Па = 0,98 атм = 0,1 МПа.

табиғаттағы үдерісіне қарағанда айтарлықтай жылдам өрбиді деген сөз. Бастапқы шикізат ретінде ұсақталған не ұнтақталған кварцты пайдаланады. Ол ыстық сілтінде еріп, буланып, суытылған кезде кварцты түтік ретінде түбіне шөгеді. Нәтижесінде кварцтың кристалдары кез келген мөлшерде, әрі таза және біртекті болып өсіріледі.

1.4. СҰЙЫҚ КРИСТАЛДАР

Сұйық кристалдар (СК) – кейбір органикалық заттардың ерекше күйі. Олар сұйықтықтың реологиялық қасиеттеріне (созылыңқылық) ие болады, бірақ молекулаларын орналасуы ретті, әрі кристалдарға тән кейбір қасиеттерінің анизотропиясы байқалады. Сұйық кристалдар молекулалары ұзартылған таяқша тәрізді пішінді болып келген, сызықтық және циклдың атомдық топтамасы бар заттарды түзеді. Молекулалардың мұндай формасы олардың өзара төсеніштерінің параллелдігін анықтайды. Бұл СК құрылымының негізгі белгісі болып табылады. Аталған күй тек молекулалары күрделі кейбір органикалық заттарға тән болады. Мәселен, холестерилбензоат синтетикалық зат.

Көпшілік заттар тек қана үш агрегатты күйде бола алады: қатты, сұйық және газ түріндегі. Сұйық кристалдар – заттың агрегатты аралық (қатты кристалл мен сұйықтықтың қасиеттері) ерекше күйі. Кейбір заттардың сұйық кристалды күйі (*мезофазалар*) олар балқығанда байқалады. Нәтижесінде кристалдың балқу температурасынан сұйық кристалды фазаға кәдімгі сұйықтыққа өтудің жоғары температурасына дейінгі аралығында сұйық кристалды фаза қалыптасады. Балқу барысында сұйық кристалды фазаның түзілуі – СК-дың қалыпты сұйықтықтардан басты айырмашылығы болып табылады.

Кәдімгі сұйықтық секілді СК созылыңқылық қасиетіне ие болады. Олар өзі құйылатын ыдыстың формасын қабылдайды. Бұл – оларды баршаға таныс кристалдардан ерекшелеп тұратын қасиет. Алайда оларды сұйықтықпен біріктіретін осы қасиетіне қарамастан, СК кристалдарға тән қасиеттерге ие бола алады. Бұлар – кристалл түзетін *молекулалардың кеңістікте ретті орналасуы*. Ол кәдімгі кристалдардағыдай толыққанды болмаса да, СК-дың қасиетіне әсер етіп, кәдімгі сұйықтардан осылайша ерекшеленіп тұрады. Бұдан

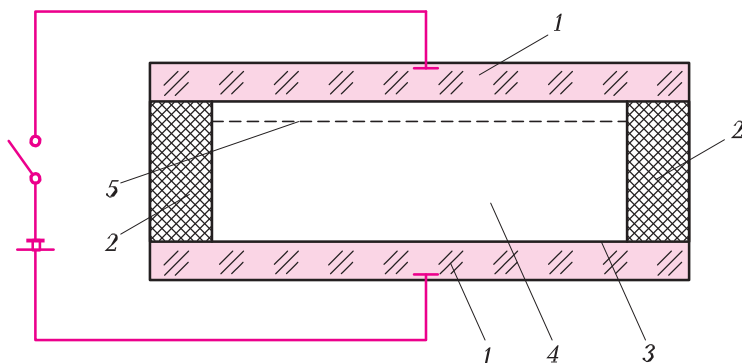
шығатын қорытынды – СК-да қатаң кристалл торлар болмайды, сондықтан СК-дар кәдімгі сұйықтық секілді болып, сұйықтыққаққыштық қасиетке ие болады.

СК-ды кәдімгі сұйықтыққа ұқсататын қасиеттердің бірі – молекулалардың кеңістікте бейімделуінің реттілігі. Мұндай реттілік, мәселен, СК молекулаларының ұзынша формасының ұзартылған өсі біркелкі болып бейімделуінен көрінеді. Молекулалардың бөлінуінің басқа да күрделі нұсқалары болуы мүмкін. СК молекулаларындағы өстердің бейімделу түріне қарай мынадай түрлері жіктеледі: нематикалық, смектикалық және холестеринді.

Нематикалық СК-дың құрылысы ретті болады, олардың молекулалары – параллель болғанмен, өзінің өсінің бойымен бір-біріне ерікті арақашықтықта орналасады. **Смектикалық СК**-дың молекулалары қатпарланып орналасады. **Холестеринді СК** өзінің құрылысына қарай нематикалық СК-ға ұқсайды, бірақ олардан молекулаларының ұзын өсіне перпендикуляр бағытта шиыршықталып орналасуына қарай ерекшеленеді.

Олар техникада СК-дың қасиеттерінің сыртқы әсерлерге тәуелділігіне қарай қолданылады.

Қазіргі таңда СК-дары бар қондырғылар ақпаратты бейнелеу аспаптарында кең қолданылады. Осындай қондырғыларды жаппай ендіру басымдықтары зерттеу шараларына қарай және мезаморфты фазаларының (мезофаза) игерілуіне қарай әрқилы және кең масштабты (термометрлерден теледидарларға және басқа да аспаптарға дейінгі) болып келеді.



Сурет 1.7 Оптикалық ұяшық

1 – шыныдан жасалған тілікшелер; 2 – изоляторлар; 3,5 – мөлдір электродтар, 4 – сұйық кристалл

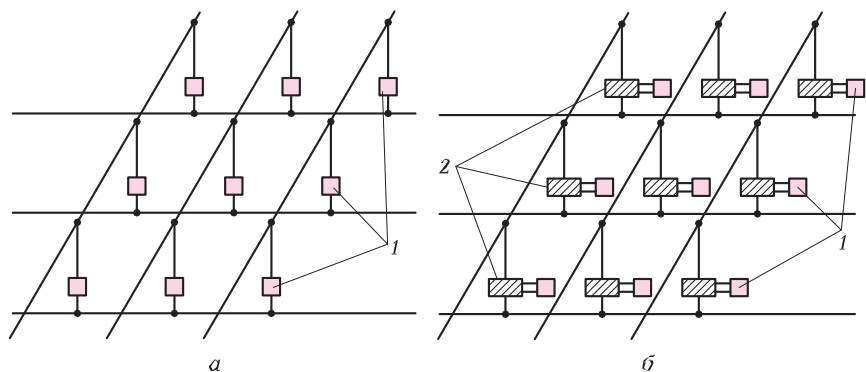
СК-ды техникада пайдалану жолымен таныса отырып, біз көптеген қондырғыларға индикаторлық элемент болып табылатын оптикалық ұяшықты қарастырайық. Оптикалық ұяшық дегеніміз – 4 СК қабаттарынан тұратын (сурет 1.7), бір-бірімен екі изолятор 2 және шыныдан жасалған тілімшелері 1 арқылы біріктірілген қондырғы. Диэлектриктен (шыны, полимер) дайындалған тілімшелерге тоқ өткізгіш мөлдір бірікпені (қалайы диоксиді) жағады. Егер екі тілікшенің де 3 және 5 мөлдір электродтары болса, мұндай ұяшық әлсіз сәулененіп, екіншісі мөлдір болмаса, бейнеленіп жұмыс жасайды.

Сағаттарда цифрлық индикациясы бар СК-да жүздеген оптикалық ұяшық болады. Олардың электродтары цифр түрінде орындалады, ал белгілі бір цифрларының ендірілуі электр сигналдарын беру кезінде ұяшықтарының комбинациясына сай жүзеге асырылады. СК-дағы индикаторлардың басқа типтерден айырмашылығын байқап көрелік.

Егер әдетте, ақпаратты бейнелейтін қондырғыларда, мәселен, кәдімгі теледидардың экранында, оның орналасқан жерінде сәуле әлсіз болса, беретін бейнесі де айқындала түссе, СК-дардағы қондырғылар керісінде болады. Экрандағы ақпарат жарықтандыру жоғары болған сайын жақсырақ көрінеді. Сондықтан СК теледидарларды жарық бөлмеде көре беруге болады.

Электр сигналдарын бір немесе жүздеген ұяшықтарға жеткізу қиындық тудырады. Алайда миллиондаған оптикалық қышықтар қолданылатын теледидар экраны үшін әрбір оптикалық ұяшыққа басқарушы қысымды жеткізу – қиын мәселе. Әрине, шешімі табылды. Ғалымдар бір емес, бірнеше ұяшықтарды басқарудың тоқ өткізгіш арналарын ойлап тапты. Параллель және өзара перпендикуляр өткізгіштер арқылы әрбір оптикалық ұяшықты жалғастырғанда, квадрат тор түріндегі қондырғы немесе матрица – **матрицалық дисплей** құрастырылды (сурет 1.8). Матрицалық жүйе басқарушы өткізгіштердің мөлшерін азайтуға айтарлықтай әсер етті. Сөйтіп, 1 дисплейдің миллиондаған ұяшықтарын басқару үшін екі миллион өткізгіштердің орнына небәрі екі мың жеткілікті болады.

Бір-бірімен шиыршықталып жатқан өткізгіштер – электродтар арқылы берілетін басқарушы сигнал ұяшықтар өздерінің күйін екі электродқа да қысым жіберілгенде ғана өзгереді (сурет 1.8, а). Матрицаның сипаттамасын 2 микросызбаның әрбір сұйық кристалды элементтерін рет-ретімен қосу арқылы жақсартуға болады.



Сурет 1.8 Матрица:

а – микросызбасыз; *б* – микросызбасы бар; 1 – дисплейдің ұяшықтары; 2 – микросызбалар

Бұл жағдайда ондаған микросекундқа дейін қосқанда, ал өшіргенде миллисекундқа дейін жеткізгенде жылдам әрекет байқалады.

Теледидар экрандарынан басқа СК компьютерлердің мониторларын, электронды ойындардың дисплейлердің, калькуляторы бар сағаттар мен сөздіктерді, қажетті ақпараттардың үлкен жиынтығы бар оятықш сағаттарды т.б. құралдарды дайындау барысында пайдаланады.

Айталық, дәнекерлеушінің бетпердесін (қалқаншасын) жұмыс кезінде пайдалану – өте ыңғайлы. Себебі бетпердедегі күңгірт шынының орнына аралық қабаттары бар екі жарық СК пайдаланылады. Электр доғалар ысыған кезде СК молекулалары фотоэлементтің сигналына сай айналып, тіптен сәуле өткізбей қалады. Дәнекерлеуші доғаға үйреншікті күңгірт шыныдан қарағандай қарайды. Дәнекерлеу аяқталған соң фотоэлементтің сигналы бойынша СК молекулалары бастапқы күйіне оралады. Яғни бетпердедегі шыны не терезе мөлдір болады. Қараңғыдан жарыққа шығу және керісінше небәрі жүзден бір секундқа созылады. Көз үшін бұл – бір сәттік. Жарықты әрекет етіп тұрған сұйық кристалды ұяшықтардың мөлшерін өзгерту арқылы реттеп отыруға болады. СК көбінесе жарнама қондырғыларында пайдаланылады.

1.5. МЕТАЛДАРДЫҢ КЕЙБІР ОРТАҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Металдардың ортақ (физика-механикалық) қасиеттері – негізінен бүкіл материалдарға тән қасиеттер: тығыздығы, балку температурасы, сызықтық (немесе көлемдік) кеңеюінің температуралық коэффициенті, жылу өткізгіштігі т.б.

Тығыздық – заттардың көлемінің салмақ бірлігі, ол килограммен кубтық метр арқылы ($\text{кг}/\text{м}^3$) өлшенеді. Тығыздығына қарай жеңіл металдарға – магний ($1\,740\text{ кг}/\text{м}^3$), бериллий ($1\,820\text{ кг}/\text{м}^3$) және алюминий ($2\,700\text{ кг}/\text{м}^3$), ал ауыр металдарға – платина ($21\,499\text{ кг}/\text{м}^3$), алтын ($19\,500\text{ кг}/\text{м}^3$), вольфрам ($19\,300\text{ кг}/\text{м}^3$) және ең ауыр осмий ($22\,500\text{ кг}/\text{м}^3$) жатады. Қалған металдар тығыздығына қарай жеңіл және ауыр материалдар арасында тұрады. Металдың тығыздығын оның техникада қолдану, сондай-ақ алу мен өндіру ерекшелігіне қарай анықталады. Сөйтіп, мұндай металдар мен қорытпалар авиация құрылысында кең қолданылады. Себебі бұл құрылыста бұндай металдардың салмағы – минималды болады. Алтын мен платина табиғатта таза күйінде кездеседі және тығыздығы жоғары болып, шаю арқылы алынады. Тығыздығы арасында айтарлықтай айырма болатын металдардың қорытпалары кейбір қиындықтарымен ерекшеленеді. Себебі жеңіл металдар қорыту кезінде қалқып шыққыш болып, компоненттерін бөлудің тепе-теңдігі бұзылады.

Балку температурасы – ысытылған материал қатты күйінен сұйық күйге өтетін температура. Осы температура қату температурасы болып саналады.

Сызықтық (немесе көлемдік) кеңеюдің температуралық коэффициенті – 1°C ысыту кезінде дененің ұзындығына немесе көлеміне қарай ұлғаюы. Бұл коэффициент сызықтық немесе көлемдік болуына қарай, жылулық кеңеюге сипаттама беру кезінде α , K^{-1} сызықтық кеңеюдің температуралық коэффициентін (СКТК) пайдаланамыз.

Жылуөткізгіштік – заттардың жылуды өткізу қасиеті, λ , Вт ($\text{м} \cdot \text{K}$) жылу өткізгіштік коэффициентімен сипатталады.

Жылуsыйымдылығы – заттың 1°C -қа ысуы үшін қажетті жылу мөлшері. Жылуsыйымдылығы ысыту температурасының өзгеруіне қарай өзгеріп отырады. Сондықтан анықтамалықта әдетте жылуsыйымдылықты белгілі бір температура интервалын белгілеу үшін сипаттайды.

Газ сіңіру қабілеті – металдың сұйық күйінде газты сіңіру және еріту қасиеті. Металл суыған кезде газдың ерігіштік дәрежесі төмендейді, алайда газдың кейбір мөлшері металдың қатпарларында қалып қойып, газ тесіктері, қабыршақтық пен басқа да ауытқулар пайда болып, материалдың сапасы төмендейді. Газдарды тазарту және сұйық металды (қорытпа) тотықтыру үшін оған тотықтандырушы металқоспалар (металл алюминий) ендіріледі. Олар оттегі мен азотқа өте жақын болып келеді.

Реакция нәтижесінде металға қарағанда тығыздығы азырақ оксидтер мен алюминий нитридтері түзіліп, қоқысқа айналады. Мыс пен мыс қорытпалар фосфордың оттегіне өте жақындығын негізге ала отырып, фосфорлы мыс құрамында тотығады. Бұл – өте маңызды, себебі қалыпты тотыққан мысты қысыммен барынша аз қалдық шығара отырып, өңдеуге болады. Тотықтандыру оксидтерін металмен салыстырғанда қалдық түрінде жеңіл қалқып шығу нәтижесі деп айтуға болады.

Электрлік кедергі – электр шынжырындағы электр зарядтарының қозғалысындағы қарама-қайшылықты көрсететін шама.

Материалдардың **магнитті қасиеттері** – ең алдымен, олардың магниттелу қасиеті арқылы анықталады.

Сонымен қатар, металдарды сипаттау үшін олардың **электронды құрылымының** ерекшеліктерін ескеру керек. Атап айтсақ, сыртқы электрон қабатындағы электрондардың аз мөлшерін (көптеген металдардың атомындағы 1-ден 3-ке дейінгі электрондар); осы электронды тұрақты күйге өтуі үшін пайдалануын және соның салдарынан, ерекше химиялық құрамы – **металдық байланысын** (көбінесе валентті электрондардың металл заттың бір-бірімен байланысқан атомдарынан және метал мен қорытпалардың құрылысына әсер ететін металды кристалл торлардың түзілуінен көрінеді).

Механикалық қасиеттері – материалдың созылу, сығу, қисайту және басқа да күштерге қарсы тұра алу қасиеттерінің жиынтығы. Оларды статикалық, динамикалық, циклдық, мерзімді деп бөледі. Ең басты механикалық қасиеттер – қаттылығы, иілгіштігі, мықтылығы, соққыға тұтқырлығы.

Әрбір металдың өз түсі болады. Басқа металдардан ашық-қызыл түсімен мыс және сары түсімен алтын ерекшеленіп тұрады. Басқа металдарды бір-бірінен тек арнайы дағдыларды иемденгенде ғана ажыратуға болады. Мәселен, қола мен бериллий қоласы түсі

жағынан алтынға ұқсайды, бірақ біртүрлі қызғылтық реңкі болады. Жезді алтынмен шатастыруға болады. Ақ түсті алтын, платина, кадмий, сынап, сүрме – көкшіл-ақ түсті, висмут – ақшыл қызғылт түсті болса, қорғасын мен күшәннің түсі – қоңырқай болады.

Көптеген металдар ауада тотығып, қарая алады. Алтын, платина, күміс секілді металдар ауада тотықпайды. Күміс күкірттің қасында қалса, күңгірттеніп кетеді. Алюминий мен оның қорытпалары ауада жұқа оксидті қабыршаланып, ұзақ уақыт бойы қоңырқай түсін сақтай алады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қатты денелердің құрылысы қандай?
2. Атмосфералық дене дегеніміз не?
3. Монокристалдар дегеніміз не?
4. Қандай заттарды сұйық кристалдар деп атайды?
5. Кристал және аморфты денелерді балқыту арасындағы айырмашылық неде?

МАТЕРИАЛДАРДЫ ТЕРМИЯЛЫҚ, ХИМИЯ-ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ ЖӘНЕ СЫНАҚТАН ӨТКІЗУ ТӘСІЛДЕРІ

2.1. ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ КҮЙІНІҢ ДИАГРАММАСЫ

Өндірісте қолданылатын металдардың көпшілігі қорытпалар немесе қоспалар болып табылады. Машина жасау құрылысының негізгі материалдары – темірдің, ең бірінші кезекте, болаттың қорытпалары. Болат – темірдің көміртеппен және құрамында 2% көміртек болатын басқа да элементтермен қоспасы. Көміртек – болаттың маңызды қоспасы. Оның мөлшерінен болаттың тығыздығы, мықтылығы, қаттылығы мен икемділігі тікелей байланысты. Темір мен көміртектен басқа болаттың құрамына кремний, марганец, күкірт пен фосфор кіреді. Бұл қоспалар әдетте болаттың құрамына балқыту барысында түсіп, оның маңызды әрі ажырамас компоненттеріне айналады. Қорытпаның жекелеген компоненттерінің қасиеттерін біле тұра, оның қасиеттерін дөп басып айту қиын. Қорытпалардың ортақ физикалық және химиялық қасиеттері мен белгілі бір нақты жағдайларда қолдану мүмкіндіктері туралы қорытпа қатқаннан кейін типі мен құрамына талдау жасау арқылы сипаттама беруге болады. Температура мен құрамына қарай қорытпада орын алатын өзгерістерді көрнекі дәлелдеу үшін қорытпалардың күйінің диаграммасын қолдануға болады. Мәселен, қазіргі таңда техникада 12 мыңнан астам темір қорытпалары, әсіресе, болаттар қолданылады.

Құрамында 2,14% көміртек болатын темірге негізделген қорытпалардың бірі – шойындар. Әсіресе құрамында 3...3,15% көміртек болатын шойындар кең қолданылып жүр. Қорытпада 6,67% көміртек болса, Fe_3C химиялық қосындысы – цементит (темір карбиді) түзіледі. Ол шойынның маңызды компоненті болып табылады. Сондықтан, темірдің әртүрлі қорытпаларына зерттеу жасау үшін темірдің күйінің диаграммасы – көміртек пайдаланылады.

Диаграмма көміртектен қорытпаны түгел қамтымайды, тек 6,67% көміртектен тұратын қорытпаларды сипаттайды. Себебі басқа қорытпалардың практикалық маңызы төмен болады. Қорытпаның құрамының өсінде әдетте, екі шкаланы келтіреді: көміртектің қорытпадағы салмақты мөлшері – 0...0,67% (сурет 2.1) және қорытпа құрамындағы цементиттің мөлшері – 0...100% Fe_3C , яғни диаграмманың сол жақтағы өсі таза темірге (100% Fe), ал оң жақтағы өсі – таза цементитке (100% Fe_3C) сәйкес келеді.

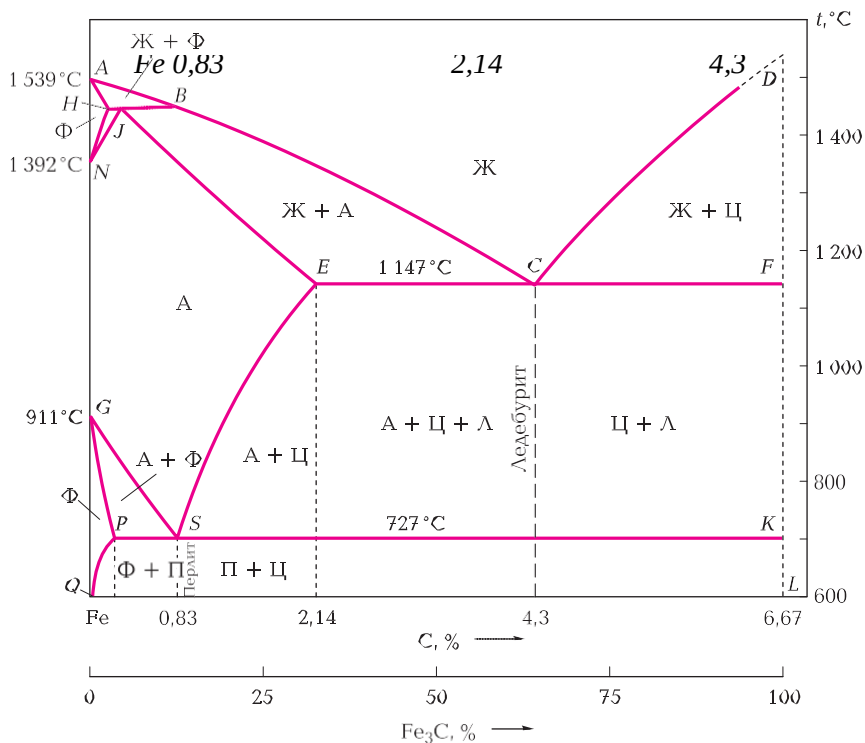


Рис. 2.1. Диаграмма состояния сплавов железо-углерод:

A, D — точки температуры плавления железа и карбида железа Fe_3C ; G, N — точки температуры полиморфного превращения Fe_α в Fe_γ ; AHN, GPQ — линии ограничения области твердого раствора углерода в α -железе (Fe_α) соответственно при высоких и низких температурах; AHJECF, ABCD — кривые температур начала плавления твердых сплавов и кристаллизации жидкого сплава; NJESG — линия, ограничивающая область аустенита A — твердого раствора углерода в Fe_γ ; A, S, L — стандартные точки диаграммы; Ж — жидкий расплав; А — аустенит; Ф — феррит; Ц — цементит; П — перлит; Л — ледебурит

Қалыпты температурада болат мынадай құрылымдық бөлшектерден тұра алады:

- көміртек мөлшері аз болған (0,006%-дан төмен емес) Ф феррит;
- мөлшері 0,83%-тен жоғары емес көміртекпен құралған феррит пен перлит (Ф + П);
- көміртек мөлшері 0,83% құрайтын П перлит (*эвтектоидті болат*);
- көміртек мөлшері 0,9...2% құрайтын перлит пен цементит (П + Ц, эвтектоидтан жоғары болат).

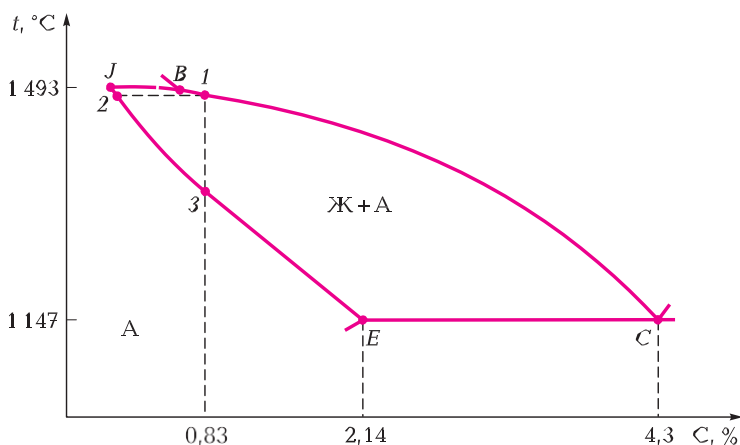
Эвтетика мен эвтектоид – мағынасына қарай бір-біріне ұқсас ұғымдар (грек тіліндегі *eutektos* және *eudos* – тез балқытын) болғанмен, эвтетика – балқытпадан (сұйық ерітінді) түзілетін тез балқытын қоспа болса, эвтектоид – қатты ерітінді. Диаграммдан көріп отырғанымыздай, эвтектиттік өзгерістер шойынға қатысты, ал эвтектоидті өзгерістер болатқа қатысты.

Болатқа айналу үдерісін оның 0,83% көміртекпен тұратын балқытпасын ақырындап суыта отырып қарастырып көрелік. Балқытпаның қатуы (кристаллизациясы) **1** нүктесінде басталады (сурет 2.2) да, аустенит кристалдары түсіп қалады. Оның құрамын **2** нүктесімен белгіледік. Балқытпаның құрамының өзгеруі **BC** сызығымен, ал кристалдардың құрамының өзгеруі **JE** сызығымен жүзеге асады. Кристалдардың құрамы **3** нүктесіне жеткенде, кристаллизация аяқталады. Қатты ерітінді түзілгенде, бір мезетте қатты күйдегі диффузия үдерісі белең алады. Соның нәтижесінде баяу суытылғанда бүкіл кристалдардың құрамы бірдей не біртекті болып шығады. **S** нүктесі үшін (сурет 2.2) аустенит өзгеріссіз суыса, 727°C температурада құрамы Ф феррит пен Ц цементит тілімшелерінен тұратын эвтектоидті ыдырау жүзеге асады.

Феррит пен цементит өңделген тілімтаста перламутр секілденіп жалтырайды. Сондықтан бұл құрылым «перлит П» деп аталады.

1147°C температурада 4,3% С-тан (С нүктесі) тұратын балқытпадан А аустенит мен Ц цементиттің қоспасы түрінде эвтективті қорытпа шығады. Оның кристаллизациясы бір әрі тұрақты температурада басталып, аяқталады. Осы эвтектиканың түзілуі (ледебурит) шойынды қақтауға төзімді етеді. Бірақ оны төменгі балқыту температурасы жоғары көміртекті қорытпалардың (шойындардың) құйма материалдар ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Осылайша, темір – көміртек қорытпалары күйінің диаграммасын



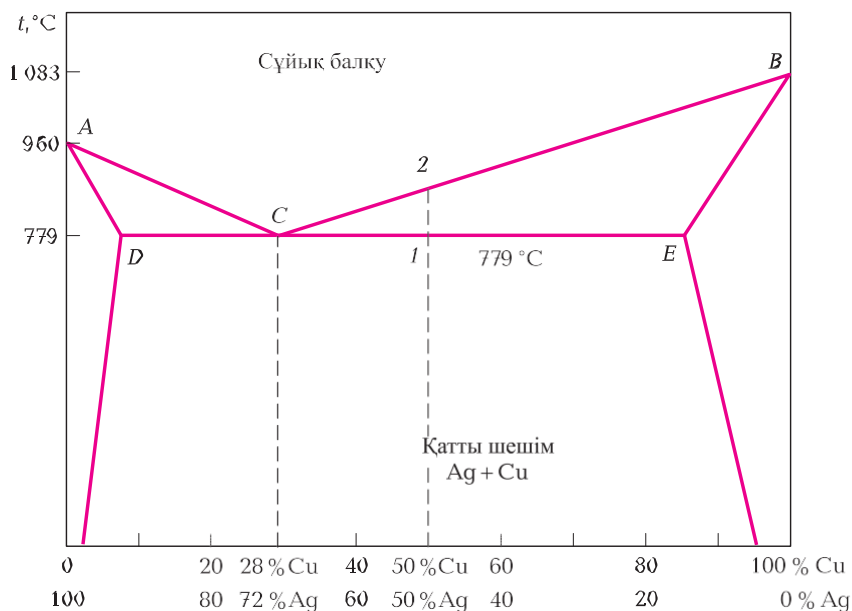
Сурет 2.2 темір – көміртек қорытпасының күйінің диаграмма-сындағы EJBC үзіндісі

1, 2, 3 – қорытпаның қату, аустениттің кристалдарының түсуі және кристаллизацияның аяқталу нүктелері; BC – көміртекпен байытылғанда, қорытпаның құрамының өзгеру сызықтары; JE – кристаллизация барысында кристалдың құрамының өзгеру сызықтары.

мұқият зерттегенде, мынадай маңызды қорытынды жасауға болады: бөлме температурасында теміркөміртекті қорытпалар әрдайым екі құрылымдық элементтерден тұрады: жұмсақ иілгіш феррит пен қатты цементит. Бұл екі элемент қорытпаны нығайтады. Аталған құрылымдық элементтер механикалық қоспа түзеді немесе еркін күйге өтеді. Теміркөміртекті қорытпаларды суыту барысында орын алатын құрылымдық өзгерістер қайтымды болады. Ысыту барысында кері құбылыстар байқалады. Диаграммада тек арнайы қоспалары жоқ дәстүрлі құрамдағы қорытпаларды баяу суытқанда немесе ысытқанда жүзеге асатын үдерістерді көрсетеді.

Қорытпаларды балқыту таза металдардағыдай белгілі бір температурада емес, температуралар интервалында жүзеге асатыны және құрамындағы компоненттерді балқылау сипаты күрделі болатыны белгілі. Одан ары қарай күміс – мыс қорытпаларының жай-күйінің диаграммасын қарастырып (сурет 2.3), оны ұғынуға қажетті кейбір терминдерге түсініктеме береміз.

Солидус сызығы – **ADCEB** қисығы, оған қорытпалар толығымен қатаятын жоғары температура сәйкес келеді. Ал **ликвидус сызығы** – **ACB** қисығы, оған қорытпалар толығымен балқып кететін төменгі



Сурет 2.3 Күміс – мыс қорытпасының күйінің диаграммасы
A, B, C – күміс, мыс және эвтекті қорытпаның балқау температурасының нүктелері; *ACB* – металл толығымен балқып кететін төменгі температураның сызығы (ликвидус сызығы); *CEB* – металл толығымен қатып қалатын жоғары температураның сызығы (солидус сызығы)

температура сәйкес келеді. Таза күмістің (*A* нүктесі) балқыту температурасы – 960°C, ал таза мыстың (*B* нүктесі) балқыту температурасы – 1083°C құрайды. Эвтектикалық қорытпасының құрамында (*C* нүктесі) 72 % Ag + 28 % Cu болып, 779°C температурада (Ag – Cu қорытпаларын балқытудың ең төменгі температурасы) сұйықталады. Мұндай құрамның ПСр72 дәнекері болады.

Басқа құрамдағы қорытпалар (эвтикалық емес) жоғары температурада толығымен балқып кетеді. Мәселен, 50% Ag және 50% Cu-дан тұратын қорытпа 1 нүктесінде 779°C-та балқиды, ал 2 нүктесінде 867°C температурада толығымен сұйықталады (солидус пен ликвидус температуралары). Солидус (қисық *ADCEB*) пен ликвидус (қисық *ACB*) сызықтарының температуралары арасындағы айырманы – балқу интервалы деп атайды. Температуралардың осы интервалында қорытпаның сұйық және қатты фазалары бір мезетте жүзеге асады.

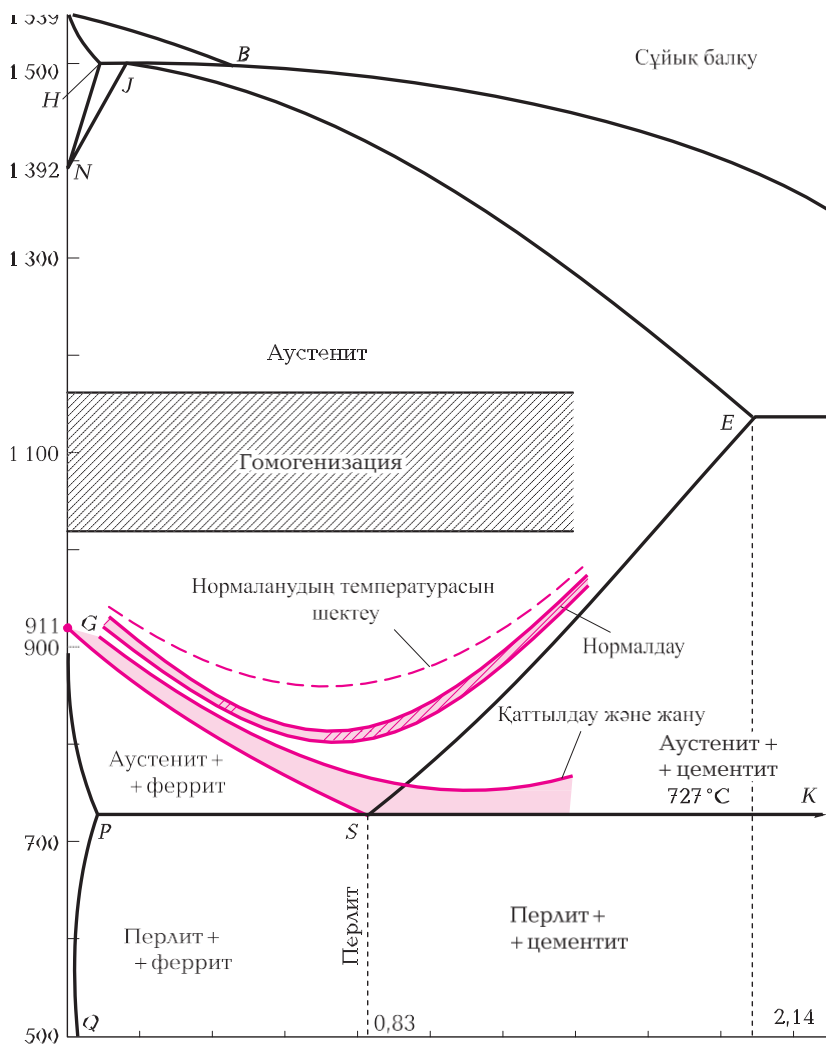
2.2. МЕТАЛДАР МЕН ҚОРЫТПАЛАРДЫ ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ

Термиялық өндеу – металдар мен қорытпалармен жұмыс жасайтын барлық өндіріс орындарының технологиялық үдерісіндегі ең маңызды бөлігі. Технологиялық үдерістерге металдар мен қорытпалардың құрамы мен қасиеттерін өзгерту мақсатында оларды жылулық өндеу және белгілі бір температураға дейін жеткізу, осы температурада біршама уақыт ұстау, одан ары берілген жылдамдықта суыту секілді әрекеттер жатады. Термиялық өндеу *аралық* – оның көмегімен металдардың өндеушілігін жақсартатын; *ақырғы* – дайын өнімнің талап етілген механикалық, физика-химиялық қасиеттеріне қол жеткізетін – деп бөлінеді. Термиялық өндеудің негізгі түрлері – босандату, шындау, жұмсарту, тозу т.б.

Босандату – болатты белгілі бір температураға дейін қыздыру (сурет 2.4), осы температурада бірнеше уақыт ұстап тұру, одан ары баяулатып суыту (әдетте пешпен бірге) үдерісі. Босандатудың түрлеріне нормализация мен изотермиялық босандату жатады.

Толық босандату ұсақ түйіршікті құрылымды алу, қаттылығын төмендету, өндеушілігі мен тұтқырлығын жақсарту, ішкі қысымды болдырмау, құрылымдық әртектілік пен түйіршіктігін азайту, сондай-ақ болатты одан ары өндеуге дайындау үшін қолданылады.

Әдетте, толық босандатудан қысыммен өңделгеннен кейінгі (көлемдік қалыпқа салу, ыстықта қақтау т.б.) және беріктілік қасиетіне өткен өнімдер жіберіледі. Босандату үшін оларды алдымен 30...50°C температурада **GSK** сызығынан жоғары деңгейде қыздырып, бірнеше уақыт осы температурада сақтап, содан кейін пешпен бірге суытады. Нәтижесінде қаттылық дәрежесі төмен ақырғы құрылымға қол жеткізеді: феррит – перлит. Құйманы бірінші реттік кристаллизациялау кезіндегі ластанудың (бөгде заттардың қосылуы) біркелкі емес бөлінуі босандату арқылы жойыла қоймайды (тазаланбайды). Сонымен қатар, жоғары дәрежеде қыздырылса, болат тотықтандыру ортасында күйіп кетуі мүмкін. Егер болат күйіп кетсе, оны қайта қалпына келтіру мүмкін болмайды. Оның үстіне, суыту жылдамдығының маңызы да соншалықты зор. Егер құрамында 0,2%-ға дейін көміртек бар болат өте баяу суытылса, түйіршіктерінің шекараларында еркін цементит түзіліп, үлгілерді 90°-ға бұрғанда, тесіктер пайда болып, соққы тұтқырлығы төмендеп



Сурет 2.4 Темір-көміртек қорытпаларының күйінің диаграммасынан үзінді (босаңдату, шыңдау мен нормализациялау температурасын көрсете отырып)

AB, HB, NJ, GS, JE, SE, PSK, GPQ – фазалық өзгерістердің сызықтары

кетеді. Құрылымы қалыпты (феррит пен перлит) болатта мұндай құбылыс байқалмайды. Қыздырғаннан кейін **GSE** сызығында болатты өте жылдам суыту, яғни пештен алып суытқанда, болаттың құрылымы ұсақ түйіршіктеліп кетеді. Мұндай құрылымды өндірісте **сорбит**

деп атайды. Суыту жылдамдығын $50^{\circ}\text{C}/\text{с}$ -қа ұлғайтса, одан да ұсақ (майда) құрылымға қол жеткізуге болады. Оны *проостатит* деп атайды.

Әбден қақталған болаттың ұсақ кристалды құрылымы мен икемділігін қайта қалпына келтіру тек белгіленген температурадан төменгі температурада қыздырып, босандатқанда ғана мүмкін болады. Құрылымын қайта қалпына келтірудің мұндай үдерісі *рекристаллизация* деп аталса, осы үдеріс жүзеге асырылатын термиялық өңдеудің түрі – *босандату арқылы рекристаллизациялау* деп аталады. Босандатудың мұндай түрі тек $450...700^{\circ}\text{C}$ температурада ғана жүзеге асырылады.

Нормализация – болатты *GSE* сызығынан жоғары $30...50^{\circ}\text{C}$ -ға дейін қыздыру (сурет 2.4), осы температурада біршама уақыт сұтап тұру және одан ары ауада суыту үдерісі. Нормализация кезінде болатты суыту жылдамдығы толық босандату мен пеш ішінде суытуға қарағанда, әлдеқайда жоғары. Нәтижесінде перлит пен ферриттің түйіршіктері жұмсарып, қорытпаның құрылымы тепе-тең болып шығады. Сондай-ақ, нормализацияланғаннан кейін болат қатты әрі мықты бола түседі. Бұл қасиеттер өңделіп жатқан болаттың құрамындағы көміртектің мөлшеріне және суыту шарттарына байланысты. Болат құрамында көміртектің мөлшері көп болған сайын, суытқан кезде ол қатайып, одан дайындалатын өнімнің қалыңдығы жұқсарып, қыздырғаннан кейін жылдам суып, қаттылық дәрежесі жоғарылай түседі.

Көміртек мөлшері ($0,25\%$ -ға дейін) төмен болаттың соққы тұтқырлығы нормализацияланғаннан кейін жоғарылайды және болатты қосымша өңдеу қажет болмай қалады. Көміртек мөлшері көп, сондай-ақ құрамында қоспасы көп болаттар (күрделі пішінді өнімдер дайындалған) нормализацияланғаннан кейін ішкі қысымды төмендету не жою үшін жұмсартылуы керек.

Изотермиялық босандату – болаттарды босандату температурасына дейін қыздыру және жоғары жылдамдықта екі сатылық суыту үдерісі. Бірінші саты – $600...670^{\circ}\text{C}$ -қа дейін суыту және осы температурада ұстап тұру. Екінші саты – бөлме температурасына дейін жылдам суыту. Белгіленген температурада ұстап тұру уақыты, сонымен қатар суыту жылдамдығы металдың құрылымы мен талап етіліп отырған құрылымға байланысты тәжірибелі жолмен белгіленеді.

Шыңдау – металды аустенит құрылымы шыққанға дейінгі, яғни *GS* және *SK* сызықтары бойынша өзгеру температурасынан

да жоғары температурада қыздыру және бөлме температурасында жылдам суыту үдерісі. Нәтижесінде металдың құрылымы біркелкі емес күйге (шыңдалған) түседі. Оны металдың атомдарының қозғалмалығын өзгертпестен, тепе-теңдік күйге ауысуы үшін бөлме температурасында ұзақ уақыт сақтайды.

Жоғары температурада қыздыру металдың құрылымын аустенит күйіне ауыстыру үшін қажет. Қорытпаны жаңа күйге өтуі үшін осы температурада айтарлықтай жеткілікті уақыт ұстайды. Шыңдау барысында жылдам суыту 600...400°C температуралық диапазоннан тез өтуге септігін тигізеді. Бұл диапозонда аустениттің перлитке айналып кету қаупі болады. Бұл жағдайды барынша болдырмау керек, себебі шыңдау өнімнің қаттылығы мен мықтылығын жоғарылату үшін мартенсит құрылымын алу мақсатында жүргізіледі. Суытудың жылдамдығы минималды болғанда, суытылған аустениттің негізгі бөлігі жартылай немесе толығымен мартенситке айналады. Оны шыңдаудың *ең соңғы (не ең күрделі) жылдамдығы* деп атайды. Бұл жылдамдық металдың біртекті құрылымы түзілетіндей жылдамдықтан да асып түсуі керек.

Шыңдау үшін қыздырылған болатты жылдам (диффузиялық емес) суыту барысында аустениттің *мартенситке ауысуы* – $g \rightarrow a$ торының типінде ғана өзгере алатындығын, ал аустениттің торындағы алдын ала еріп кеткен көміртектің барлығы ферриттің торында қалып қойып, диффузияланып үлгермейтіндігін білдіреді. Сөйтіп, шыңдалған болаттың өте қатты құрылымы – мартенсит пайда болады.

Мартенсит – көміртектің α -темір құрамындағы барынша қатты ерітіндісі, себебі g -темірінің торлары металды бөлме температура-сына дейін суытқанда қайта өзгеріп үлгереді, ал көміртек одан диффузияланып үлгермейді.

Болатты толық шыңдау оны **GSK** сызығынан жоғары деңгейде 20...30°C температурада ұсақ бөлшектерге және 50...75°C температурада ірі өнімдер үшін қыздыру нәтижесінде жүзеге асырылады. Суда 150...200°C/с жылдамдықта жылдам суытылғаннан кейін аустенит 300...200°C-қа дейін өзгеріссіз қалады. Тек одан ары суытыла түскенде ғана оның жаңа құрылымы – перлит емес, қиылысқан ұсақ инелер түріндегі, қаттылығы өте үлкен, сынғыштығы өте жоғары құрылым – мартенсит қалыптасады.

Мартенситтен басқа шыңдалған болаттың құрылымында аз ғана мөлшерде аустенит болады. Оның мөлшері болаттың құрамындағы көміртек қаншалықты көп болса, соншалықты жоғары бола-

ды. Болат құрамында марганец, никель, хром секілді қоспалар болса, шыңдалған болаттың құрамындағы аустениттің көп мөлшерін сақтап қалуға болады. Тіпті аустенитті құрылым, яғни магнитті емес болат құрылымын алуға болады. Себебі ол магнитке тартылмайтын болады.

Маргенситтің салыстырмалы көлемі³ аустениттің және болаттың құрамындағы басқа да құрылымдардың салыстырмалы көлемінен жоғары болғандықтан, болат шыңдалғаннан кейін көлемі жағынан ұлғайып, қысымы артып, дайын болған өнімнің мөлшері өзгереді. Көміртекті болаттармен жұмыс жасау кезінде бұл құбылысты міндетті түрде ескеру керек. Сонымен қатар, мартенсит үшін СКТК аустениттің СКТК-не қарағанда бір жарым есем аз болғандықтан, болаттың суыту барысындағы ішкі құрылымдық қысымының дәрежесін ұлғайтып жібереді. Осының бәрі өнімнің әбден шыңдалды дегеннен кейін өзгеруі мен шытынауына әкеп соқтырады.

Шыңдаудың сапасына суытуға арналған сұйықтықтың тигізетін әсері зор. Суыту қабілеті өте жоғары сұйықтық – су болып табылады. Суға кейде суу жылдамдығын арттырып, қақты жою үшін тұз қосып пайдаланады. Ағын суды мен шыңдалып жатқан өнімнің қозғалысы судың суытылып жатқан өнімнің үстіңгі бетіне барынша жетуіне кедергі келтіретін бу қаптамасының түзілуін болдырмайды. Құрамында қосындысы мен көміртек мөлшері өте көп болаттан дайындалған пішіні күрделі жәге қабырғалары өте жұқа өнімдер әдетте, май ішінде суытылады (бірқалыпты суыту тәртібі).

Шыңдаудың басты мақсаты – болаттан 60...67 HRC дейінгі дәрежедегі жоғары қаттылыққа қол жеткізуді қамтамасыз ететін мартенсит құрылымын алу. Болаттың шыңдалғанын есепке ала отырып, мартенсит құрылымының қалыптасу тереңдігін ескеруге, ондағы жоғары қаттылықты алуға (әсіресе ауыр өнімдерді дайындау барысында маңызды) мүмкіндік туады. Көміртекті болаттардың бөлшектері қалыңдығы 20 мм болып бөлініп алып, шыңдалады. Оған қоспа элементтерді (марганец, хром, никель, молибден т.б.) қосу термиялық өңдеу қабатының қалыңдығын айтарлықтай қалыңдатып жібереді.

Осы айтылғандардан шыңдалушылыққа мынадай анықтама беруге болады: **шыңдалушылық** – болат немесе басқа да қорытпалардың белгілі бір тереңдікке дейін шыңдалу қабілеті. Шыңдалған қа-

³ Заттың массасының бірлігімен орын алған көлем, яғни заттың тығыздығына кері шама (1/ρ, м³/кг).

баттың қалыңдығы жұқса болған сайын, шыңдалушылық қабілеті де жоғары болады.

Тез кескіш болаттар ерекше термиялық өңдеуден өтеді. Яғни температураны 1 250... 1 320°C-қа дейін жоғарылатып, қыздырып, 540.580°C температурада екі немесе үш реттік жұмсартылады. Төзімділік дәрежесін жоғарылату тез кескіш болатты 520.580°C температурада циандау арқылы жүзеге асырылады.

Үстірт шыңдау дайын өнімнің қаттылығы мен жабысқақтық ортасын алу қажет болғанда ғана жүргізіледі. Мұндай шыңдау машина жасау құрылысында кең қолданыс тапқан. Әсіресе болаттан жасалған бөлшектердің тез шаршап қалатын мықтылығын жоғарылату үшін белсенді пайдаланылады.

Шыңдау үшін өнімдерді қыздырудың екі тәсілі жиі қолданылады: газды жалынмен және жиілігі жоғары токпен (ЖЖТ). **Бірінші тәсіл** – өте қарапайым, әрі далалық жағдайларда да пайдалануға әбден болады. Бұл үшін газ баллондары бар оттекті-ацетиленді жанарғы мен өңделетін бөлшектерді қажетті температураға дейін біртекті қыздыру тәжірибесі болса жеткілікті. **Екінші тәсіл** – стационарлы жағдайды қажет етеді, себебі ЖЖТ бөлшектерін қыздыру үшін жиілігі жоғары генератор (ЖЖГ) мен сусалқындатқыш индуктор қажет болады. ЖЖТ-ны қыздыру және соған сәйкес үстірт шыңдаудың біршама артықшылықтары бар, оның ең бастылары – жабысқақ ортасын сақтау, қыздыру мен суыту кезінде деформация дәрежесін төмендету, тотықтыру мен көміртектен айырудың болмауы, сондай-ақ термиялық өідеуді жүргізу барысында шығынның азаюы.

Үстірт шыңдауға әдетте, көміртек мөлшері 0,34...1,24% құрайтын көміртекті болаттардан жасалған өнімдер жіберіледі. Көбінесе 40...45 болаттары (MEMCT 1050–88) кең қолданылады. Олардың шыңдалғаннан және жұмсартылғаннан кейінгі қаттылығы – 40...50 HRC құрайды, ал шыңдалған қабатының тереңдігі – 3...4 мм болады. Жиілігі жоғары шыңдауға құрамындағы қоспасының мөлшері аз болаттардан жасалған өнімдер жіберіледі (40X, 40XC, 40XH және т.б.). Шыңдалғаннан және жұмсартылғаннан кейін олардың қаттылығы – 54...64 HRC, шыңдалу тереңдігі – 6...8 мм құрайды.

ЖЖТ-да қыздырылғаннан кейінгі қоспасы бар болаттардан жасалған өнімдерді шыңдаудың қиындығы мынада: олар қыздыру температурасының өзгерістеріне тым сезімтал, құрамындағы көмтеген қоспа элементтер аустениттің түйіршіктерінің өсуіне

кедергі келтіреді, яғни қыздырудың минималды температурасының артуына әкеп соқтырады. Бұл жақсы нәтиже бере қоймайды.

Шындаудың танымал тәсілдерінің ішінде бейнит болат алуға септігін тигізетін изотермиялық шындауды атауға болады.

Изотермиялық шындау – болатты 300... 350°C температураға дейін жылдам суыту және осы температураны суыту барысында сақтап қалу үдерісі. Белгіленген температурада болат біршама уақыт аустенит күйінде тұрып, жеткілікті дәрежеде иілгіш келіп, өзгеріске түскен бөлшектерді сындырмастан, қайта қалпына келтіруге болады. Одан ары оның құрылымы мартенситке ауысады, бірақ әдеттегіден де иілгіш (былайша айтқанда, **бейнит**) болып шығады. Изотермиялық шындаудың артықшылықтары – ара, серіппе, құбырлар, қалыптар жасайтын элементтер мен басқа да бөлшектерді өңдеу барысында шытынау мен өзгеруді болдырмау болса, кемшіліктері – суыту үшін арнайы қондырғыны талап етуі және термиялық өңдеудің бұл үдерісінің уақыттық ұзақтығы.

Кей жағдайларда (мәселен, қажетті қондырғылар жоқ, құрал-саймандарды шұғыл жөндеу керек, бөлшектердің партиясы аз т.б.) маманның қыздыруға жеткілікті температураны белгілей алу тәжірибесі жеткілікті болса, көміртек құрылымды болаттардың қақтау, босандату, нормализациялау және шындау деңгейін қызарған түсіне қарап анықтауға болады. Себебі болаттың қызарған түсіне белгілі бір температура сәйкес келеді. Сонда, қошқыл-қызыл түс – болаттың 650...730°C температураға дейін, сары-қызыл түс – 900...1050°C температураға дейін, ал ашық-сары түс – 1150...1250°C температураға дейін қыздырылғанан білдіреді.

Осыған ұқсас жағдайларда шыңдалған бөлшектерді жұмсартуға жіберуге болады. Ол үшін 400°C температураға дейін болаттың түрлі түске енуіне ескеру керек. қыздырылған бөлшектің түсі суыту кезінде өзгерсе, белгілі бір температураны білдіреді деген сөз. Мәселен, көк түс (көктікен түсті) – қыздыру температурасы 300°C екенін, ақшыл сары-алтын түс – 225°C температура екенін көрсетеді. Бөлшектің үстіңгі бетін қажетті түске жеткеннен кейін өнімді суыта бастайды. Мұндай жұмсартуды арнайы қыздырылып, шыңдалған бөлшекке, немесе шыңдалғаннан кейін 400...350°C температураға суытылған бөлшекке қатысты да жүргізуге болады. Яғни қажетті түстің пайда болуын күтіп, содан кейін өнімді шыңдайтын ваннаға қайтадан салу керек болады.

Термиялық өңдеудің сипатталған бұл тәсілі өрескел екені түсінікті, бірақ кейде пайдаланылып жатады.

Шыңдалған болатты **жұмсарту** – ең жоғары нүктеден төменгі температураға дейін қыздыру және белгілі бір жылдамдықта суыту. Жұмсарту ішкі қысымның дәрежесін төмендету, қаттылығы мен сынғыштығын төмендету, сондай-ақ болаттың белгілі бір деңгейге дейінгі жұмсақтығын арттыру мақсатында жүргізіледі. Жұмсартылған металл босандату кезіндегідей біртекті құрылымға жеткізілуі міндетті емес.

Жұмсарту төменгі, орташа және жоғары деп бөлінеді. Аспаптарды **төменгі жұмсартудан** өткізеді, яғни аспапты 150...200°C температураға дейін қыздыра отырып, қысымды жартылай азайтып, сынғыштығын төмендетіп, қаттылығы мен өзгермейтін көлемін сақтап қалуға болады. Суытылған кезде аустенит бөлшектерге бөлініп, жұмсартылған мартенсит құрылымы қалыптасады. **Орташа жұмсарту** 300...400°C температурада жүргізіледі. Бұл жағдайда өнімнің иілгіштігі төмен, мықтылығы мен жалтырлығы жоғары дәрежеде болады. Жұмсартылған болат троостит құрылымына жетеді. Мұндай болатты рессор, серіппе, шалғы, ағаш кесетін ара т.б. құрал-саймандарын дайындау үшін пайдаланады. **Жоғары жұмсарту** температураны 500...650°C жеткізіп, қыздыру арқылы жүргізіледі. Бұл жағдайда болаттың механикалық мықтылығы өте жоғары болады. Қалыптасқан сорбит құрылымы троостит құрылымына қарағанда жұмсақ, бірақ перлиттен қатты болады.

Болатты одан ары жоғары дәрежеде жұмсарту арқылы шыңдау барысында бөлшектердің көлденең қималары өзгереді, бірақ соққы тұтқырлығы жоғарылап, мартенситтің көміртекті болаттың құрамында қалуына септігін тигізеді. Термиялық өңдеуден өткен болаттардың геометриялық өлшемдерінің өзгеруін материалдарды таңдау және өнімдерді құрастыру не жасау кезінде ескеру керек. Жоғары жұмсарту арқылы шыңдауды **болатты жсақсарту** деп атайды.

Болаттың әртүрлі құрылымының қаттылығы мына көрсеткіштерді береді: перлит – 160...200, сорбит – 270, троостит – 400, мартенсит – 720, аустенит – 155, феррит – 90, графит – 3 және цементит – 820 НВ.

Болатты суықпен өңдеу – термиялық өңдеудің бір түрі. Әдетте бұл тәсілмен жоғары көміртекті, тез кескіш және цементтеліп шыңдалған болаттар өңделеді. Оларды 0°C-ден төмен температурада (әдетте, -80°C) суытады.

Болаттарды ең төменгі температурада суыту – бөлме температурасына жеткенде тоқтап қалған шыңдауды жалғастыру болып саналады. Қалған аустениттен қосымша мартенсит түзілуін жалғастыра береді. Мұндай өндеудің нәтижесінде болаттың қаттылығы жоғарылайды; құрылымы теңесіп, біртекті болады; өнімнің көлемінің тұрақтылығы жоғарылайды; кескіш қасиеттері (әсіресе, аспаптар үшін маңызды) жақсарады. Айта кететін жайт – мартенситке ауысқан аустениттің мөлшері шыңдала салып суытылса, максималды дәрежеде болады.

Болат құрамында 0,6% көміртек болса, суықпен өндеу айтарлықтай нәтиже бере қоймайды. Себебі мұндай болатта аустениттің қалдығы аз болады, әрі мартенсит қосымша түзіле алмайды.

Уақыт өте келе өнімдердің қасиеттері мен өлшемдері өзгереді. **Табиғи жолмен тозу** дегеніміз – болаттан жасалған өнімдерді қалыпты жағдайларда ұзақ уақыт сақтағанда орын алатын құбылыс. Табиғи жолмен тозу кей жағдайларда орын ала бермейді, мәселен калибрлар мен басқа да өлшеу құралдары өздігімен тоза қоймайды. Сондықтан, жасанды жолмен тоздыру тәсілі қолданылады. **Жасанды жолмен тозу** дегеніміз – болатты 200°C температураға дейін қайтадан қыздырып (төменгі жұмсартудан кейін), бөлме температурасына дейін баяу суыту. Нәтижесінде шыңдалу барысында болаттың құрамында түзілген мартенсит ақырындап көміртек бөліп, болаттың сынғыштығы азайып, тығыздалып, дәл аспаптардың бөлшектерінің мөлшері мен өлшемін тұрақты етуге септігін тигізеді. Жасанды және табиғи жолмен түзудің арасындағы айырмашылық – әдетте, үдерістің ұзақтығына байланысты. Айталық, шойын құймалар 6-12 ай ішінде табиғи жолмен тозады. Ал 500...550°C температураға дейін қыздырып, осы температурада 1...8 сағат бойы (шойыннан жасалған өнімдерді қыздыру жылдамдығына, қабырғаларының қалыңдығына және химиялық құрамына байланысты) ұстап, пештің ішінде баяу суытса, небәрі бірнеше сағат ішінде жасанды жолмен тоздыруға болады.

Алюминий қорытпалары үшін тозу үдерісі дисперсиялық катаю құбылысына – ерітіндіден өте ұсақ (дисперсті) кристалдардың химиялық қосылысының (силицид, алюминид т.б.) бөлінуіе байланысты. Шыңдау нәтижесінде алюминий құрамында қоспа элементтердің (мыс, магний, кремний, цинк т.б.) жеткілікті деңгейдегі ерітіндісі қалыптасады. Мұндай күйдегі қорытпаның тығыздық дәрежесі төмен болады. Егер оны жасанды жолмен

тоздырса, ерітіндіден ұсақ дисперсті кристалдардың химиялық қосылыстары бөлініп, алюминий қорытпалдарының мықтылығы жоғарылайды. Дәл осылайша басқа да түрлі-түсті және қара түсті қорытпаларды (бериллий қолалары, коррозиялық төзімді болаттар) тоздыру барысында дисперсті қатаюға қол жеткізуге болады.

Түрлі-түсті металдардың талап етілген қасиеттерін алу мақсатында, оларды болат сияқты термиялық өңдеуден өткізеді. Дюралюминия үшін қысыммен өңдегеннен кейін де жоғары механикалық қасиеттерге тек шыңдау арқылы ғана қол жеткізуге болады. Ол үшін бұл металдарды қыздырады, мәселен, электр пешінде 520°C температурада, сосын біраз уақыт осы температураны сақтап (дайындаманың көлеміне қарай ұстау уақытын көбейтуге болады), содан кейін температурасы 10...15°C ағын су құйылған ыдысқа жылдам салып, суытады. Мұндай жылдам суыту қатты ерітіндіден нығайтушы дюралюминий қызметін атқаратын магнийдің кремниймен (силицид магнийі) және мыстың алюминиймен (мыс алюминиді) химиялық қосылысының бөлінуінің алдын алуға септігін тигізеді. Одан ары термиялық өңдеуге дейін дюралюминий табиғи жолмен тоздырылады – ауада 4...6 тәулік бойы ұстайды, нәтижесінде оның мықтылығы арта түседі. Дюралюминийді босандату үшін 340...400°C температура қажет, дайындамасының көлеміне қарай осы температурада ұстап, одан ары пеште баяу суытады.

Магний қорытпалары да шындатылып, тоздырылады. Алайда олардың тиімділігі алюминий қорытпаларын термиялық өңдеуге қарағанда, әлдеқайда төмендейді. магн температурада босандатып, 380°C температурада шыңдап, одан ары 8...16 сағат бойы ұстап, ауада суытып, механикалық және пластикалық қасиеттерін жоғарылатады. Металды 170...180°C температурада қыздыра отырып, тоздырып, ауада 16 сағат бойы суытады. Әсіресе титанның тығыздығы жоғары болады. Оны 600...650°C температурадағы вакуумда қысқа мерзімді босандату арқылы алады, ал 900...1000°C температурада қыздыру арқылы шыңдап, 100...300°C температурада тоздыра отырып, тығыздығын барынша жоғарылатады.

Мыс – босандатылғаннан кейін жұмсақ әрі иілгіш болады. **Бериллий қоласы** 325°C температурада шыңдалып, тоздырылады. Металдарды термиялық өңдеуден термиялық қондырғыларда (пештерде) өткізіледі. Пештің температурасы автоматты реттеу жүйелерінің көмегімен қажетті деңгейде сақталып тұрады. Әдетте, бұл жүйелердің тетіктері ретінде термоэлектрлі өзгерткіштер

(терможұптар) мен кедергі термометрлері жұмсалады. Пештің жай-күйіне және белгілі бір температуралық деңгейіне қосымша бақылауды визуалды оптикалық пирометр арқылы жүргізледі.

2.3. ХИМИЯ-ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ

Химия-термиялық өндеуді болаттардың көптеген қасиеттерін жақсарту мақсатында жүргізеді. Әсіресе, қаттылығы, тозүзтімділігі, қызүзтімділігі, шаршауға түзтімділігі т.б. қасиеттерін жақсарту үшүн жүргізiledі. Мұндай өндеу өнімнің үстiңгi бетiн көмiртекпен (цементация), азотпен (азоттандыру), алюминиймен (алиттеу), бiр мезетте көмiртек пен азотпен (цианирлеу), кремниймен (кремнийлеу), хроммен (хромдау), цинкпен (цинктеу) т.б. металдармен өндеу арқылы жүзеге асырылады.

Машина жасау құрылысында кең қолданыс тапқан химия-термиялық өндеу үдерiстерiмен жақынырақ танысалық.

Цементация (көмiртектендiру) – көмiртек мөлшерi төмен болаттардың үстiңгi бетiн көмiртекпен диффузды байыту үдерiсi. Көмiртектендiру тереңдiгi әдетте, 0,5...0,2 мм арасында болады. Бөлшектердiң тағайындалу дәрежесiне қарай. Цементациядан кейiн шыңдау мен жұмсарту қажет, себебi бөлшектiң үстiңгi бетi – қыртысы қажалмасы үшiн қатты болуы керек. ал ортасы – созылғыш, динамикалық жүктi көтере алуы керек. Мұндай бөлшектердi тозғанша, майыстырып, бұрап қолдануға болады. Көмiртектiң қайнар көзi (карбюризатор) – қатты, сұйық және газ түрiнде бола алады.

Қатты карбюризаторда болатты цементациялау барысында бөлшектер металл жәшiктерiне салынып, үстiне ағаш көмiрiн (кокс) төгiп, жәшiктi герметикалық қаппаппен жауып, оның үстiне өңделiп жатқан бөлшектердiң маркасынан дайындалған материалдан жасалған шыбықтарды («куәгерлер») қойяды. Жәшiктi пешке салып, 900...930°C температурада белгiлi бiр уақыт бойы ұстап, цементация жылдамдығын 0,10...0,15 мм/сағ-қа жеткiзедi. Үдерiстiң барысын «куәгерлердегi» цементацияның қабатының қалыңдығы бойынша басқарып отырады. Бөлшектердi салар алдында оларды әртүрлi тәсiлдермен цементацияланбайтын орындардан бөлек ұстайды. Бұл үшiн майлап, мысқа айналдырып, тесiктердi тығындармен, әсiресе бұрандамен бекiтiп, олардың күйiп кетуiн болдырмайды.

Газды цементациялау барысында карбюзатор ретінде газдар (табиғи, кокс т.б.) немесе сұйық көміртектер (пропан, керосин, бензол т.б.) пайдаланылады. Олар үздіксіз жұмыс жасайтын пештің жұмысшы көлемінде еріп, өңделіп отырған өнімнің үстіңгі бетін көміртекпен қанықтырады.

Сұйық ортада цементациялауға арналған ванна натрий карбонатынан (негізі) және натрий хлориді мен карборунд қоспасынан тұрады. Цементацияның мұндай түрі ұсақ бөлшектердің үстіңгі бетін нығайту үшін қолданады. Үдеріс 870...900°C температурада өте жылдам жүзеге асады (көміртекпен қаныққан қабаттың қалыңдығы 40 минуттың ішінде 0,15...0,20 мм-ге жетеді).

Азоттандыру – конструкциялық, коррозиялық-төзімді, ыстыққа төзімді болаттардан, титан қорытпалар мен баяу балқитын металдардан (олардың тығыздығын, тозуға төзімділігін, коррозиялық беріктігін және шаршауға қарсы тұру қабілетін жоғарылату мақсатында) жасалған өнімнің үстіңгі қабатын (0,2...0,8 мм) азотпен диффузды қанықтандыру үдерісі. Үдерісті герметикалық аммиакты пеште 580...600°C температурада біршама ұзақ уақыт бойы (20...60 сағ) ұстау арқылы жүзеге асырады. Ең жақсы нәтижелер алюминий (35ХМЮА) қоспасы бар болаттан жасалған өнімдерді азоттандыру арқылы алынады. Айта кететін жайт – азоттандырылған өнімдерді өндіру барысы шыңдау мен жұмсарту азоттандыруға алып баратындай, яғни азоттандырғаннан кейін тек қалыпқа түсіру, жалтылдату және жетілдірілу әрекеттері ғана қалатындай етіп, жоспарланады. Өнімнің азотпен өңделген үстіңгі беті цементацияланған өнімге қарағанда қаттырақ болады, әрі оған ары қарай термиялық өңдеу қажет емес. Себебі цементацияланғаннан кейін өнімнің мөлшері мен пішіні өзгереді. Алайда азоттандыру – цементацияға қарағанда, әлдеқайда қымбат әрі ұзақ уақытты қажет ететін үдеріс.

Алюминдеу (алиттеу) – болат не шойынның үстіңгі қабатын алюминиймен диффузды қанықтырып, олардың ыстыққа төзімділігін (отқаққа беріктігін, қызуға төзгіштігін) жоғарылату мақсатында әртүрлі тәсілдерді (диффузды, газ жалынды, плазмалық ыдырату, балқытпаға салу, вакуумды ыдырату және жағу) пайдалану үдерісі.

Осы аталған тәсілдермен алюминий өнімнің үстіне жағылады, содан кейін оны үстіңгі бетінде және белгілі бір тереңдікте орнықтыру (қыздырып жабындау) қажет болады. Осылайша, 800°C температурада диффузды қабаттың тереңдігі қыздырып жабындау температурасы мен ұзақтығына қарай 0,02...0,025 мм-

ге жетеді. Алюминий оксидтің жұқа қабыршағының арқасында алитті көміртекті болаттың ыстыққа төзімділігі үстінде жабыны жоқ болатқа қарағанда ондаған есе жоғары болады. Алитті қабат құрамында күкіртті сутек бар ортаның жоғары температурасына қарсы тұра алады. Осы тәсілмен ыстыққа берік болаттардың ыстыққа төзімділігін жоғарылатады. Балқытпаның ішіне салу тәсілі арқылы алынған алитті қабат металды коррозиядан қорғап, кейде цинктеу орнына пайдаланылады. Үстіне жағу алиттеудің басқа тәсілдерінен өзгеше болып келеді. Бұл жағдайда алюминий өнімге жұқарту барысында жағылады, яғни қорғалған қабатты бекіту механикалық катаю есебінен жүргізіледі.

Циандау – болаттың үстіңгі бетін көміртеппен және азотпен бір мезетте қанықтыру үдерісі. Бұл үдеріс газды ортада немесе тұзды ваннада жүргізіліп, тез кескіш болаттан дайындалған металл кесетін аспапты өңдеу үшін қолданылады. 850...900°C температурада жүргізілетін циандау барысында 1,5...2 сағат ішінде тереңдігі 40 мкм болатын цианданған қабат қалыптасады.

Цианданған қабаттың қызуға төзімділігі өте жоғары болады, ал қаттылығы 70 HRC-ге жетеді, аспаптың төзімділігін қамтамасыз етіп, цианданбаған аспаптың төзімділігінен 1,5...2 есе жоғары болады.

Болаттан жасалған бөлшектердің үстіңгі қабатын диффузды қанықтыруды басқа металдармен де жүргізуге болады – цинкпен, кремниймен, хроммен т.б. Айталық, цинктауды, әдетте, бекітпе бөлшектерді (бұранда, бұрама, сомын, тұғырық, еспе серішпелерді т.б.) дайындау үшін пайдаланады. Бұл үшін олардың үстіңгі бетін алдын ала оксидті кірден тазартады, майсыздандырып, флюстің ыстық ерітіндісінде өңдеуден өткізіп, кептіреді. Одан ары бөлшектерді цинктің ұсақтығы –75...300 мкм, салмағы бөлшектердің массасынан 5...10 есе үлкен ұнтақтарымен бірге герметикалық болатты барабанға салады. Барабанды қыздыру температурасы 350...600°C болатын электрпешке салады. Алынған бөлшектердің диффузды қабатының қалыңдығы пештің температурасына және бөлшектерді осы температурада ұстау ұзақтығына байланысты. Мәселен, термиялық қондырғының 350...400°C температурасында және 1 сағаттық өңдеу ұзақтығында алынған өнімнің қалыңдығы – 20 мкм-ге жетеді.

Кремнийлеу барысында болат бөлшектері кремниймен қанықтырылады. Оның дереккөзі ретінде аммоний хлориді мен ферросили-

цияның ұнтақ тәрізді қоспасы пайдаланылады. 1100°C температурада 10...24 сағат ішінде бөлшектердің қалыңдығы 0,8...1,0 мм болатын диффузды қабатын алуға болады. Кремнийлеуді газды ортада – IV кремний хлоридінің буында жүргізуге болады.

Бөлшектерді коррозиядан сақтау, тозып кеткен үстіңгі қабаттарын қайта қалпына келтіру, қажетті үстіңгі беттік қасиет беру үшін өнімнің үстіне металданған жабындар жағады. Металлизациялаудың бұл үдерісі әртүрлі металдар (көміртек мөлшері өте жоғары болат, қола, никель, мыс, алюминий және т.б. арнайы металлаторлар) көмегімен жүргізіледі. Өнімнің үстіне жабын жағу үшін пайдаланылатын металл электрлі доға тәрізді болып қолданылады. Немесе газды оттықтың көмегімен балқытылып, сығымдалған газ өңделіп жатқан өнімнің үстіңгі бетіне жіберіледі. Жағылған металдың сапасы металлатордың өңделетін үстіңгі бетіне дейінгі арақашықтығына, ыдыратылған бөлшектердің жылдамдығына (100...200 м/с) және бөлшектердің көлеміне (0,02...0,04 мм) байланысты болса, металлзация үдерісінің өнімділігі орта есеппен алғанда 2,5...3,0 кг металға/сағ байланысты болады.

Хромдау – болаттан жасалған өнімнің үстіңгі бетін хроммен диффузиялды қанықтыру. Бұл жағдайда диффузант ретінде (хромның қайнар көзі) хромның металл ұнтағының, каолин мен аммоний хлоридінің қоспасы пайдаланылады. Үдеріс 1000...1150°C температурада 20...25 сағат ішінде жүргізіледі. Белгіленген уақыт ішінде хроммен қанықтырылған диффузды қабаттың қалыңдығы – 0,02...0,10 мм-ге жетеді.

Болат немесе шойыннан жасалған өнімнің үстіңгі бетін хромдау нәтижесінде хромның қабыршағы коррозиялық төзімділігін, тотығуға төзімділігін және қаттылығын, тозуға төзімділігін жоғарылатады.

Сонымен қатар, өнімнің құрамындағы мыс пен никельдің қабатының үстіне жағылған хром өнімге әдемі түр береді. Мұндай тәсілмен хромдаудан автомобиль, мотоцикл және басқа да техникалардың бөлшектері өте алады. Хромдау шынылардың, айналардың, прожекторлардың бейнелеуге төзімділігін (бұл жағдайда хром алюминий мен күмістің орнына пайдаланылып тотығуға қарсы жоғары төзімді болып келеді) жоғарылату; аспаптардың – пластмассалар, резекелер, шынылар, керамика мен металдардан жасалған өнімдерді өндіру үшін пайдаланылатын қалыптардың, пресс-қалыптардың, құмай қалыптардың тозуға төзімділігін (қайта өңделген материал-

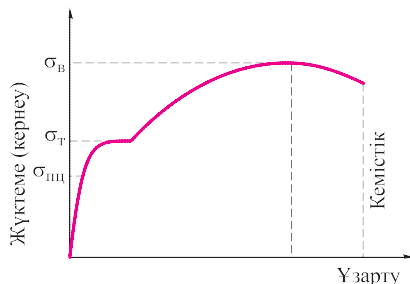
дардың жабысқақтығын болдырмай, пішін беретін қондырғылардың қабырғаларына жабысып қалуын төмендетуден басқасы) арттыру; іштен жанатын қозғалтқыштардың поршенді сакиналары мен цилиндрлерін өндіру (қуыстық хромдау бос орындардағы майларды ұстап тұруға қабілетті қабатты қалыптастыруға мүмкіндік береді); әбден тозған бөлшектердің өлшемдерін қайта қалпына келтіру (бұл жағдайда қолдану мерзімін көбейту үшін қалыңдығы 500 мкм болатын әбден тозған термиялық өңделген өнімдердің түбіне тұнған «қатты хромды» жағып, одан ары қарай – механикалық өңдеуді өткізеді – қалыпқа келтіру, жалтырату керек. Хромды басқа металдардың үстіне жағын жағу тәсіліне ұқсас жолмен жаңады).

Осы аталған тәсілдердің барлығы болат пен шойынды химия-термиялық өңдеудің нұсқалары болып саналады. Болат пен шойыннан жасалған өнімдердің химия-термиялық өңделмейтін орындары әртүрлі тәсілдермен бөлек алынуы тиіс (сылау т.б.).

2.4. МЕТАЛДАРДЫ МЕХАНИКАЛЫҚ СЫНАҚТАН ӨТКІЗУ

Металдарды механикалық сынақтан өткізу – металл қоспалардың (қысқаша – металдардың) механикалық қасиеттерінің, жүктің әртүрлі түрлерін белгілі бір деңгейде төзу қасиеттерінің анықтамасы. Металға әсер ету сипатына қарай сынақтарды іштей бірнеше түрге бөлуге болады: *статикалық* (созу, сығу, майыстыру, бұрау), *динамикалық* (соққылы – соққы тұтқырлық, қаттылық), *шаршаңқы* (көп ретті циклды жүктелу), *ұзақ* (атмосфералық ортаның әсері, аққыштығы, релаксация) және *арнайы*. Сынақтардың осында көп түрінің ішінде созу, қаттылық, соққы, майыстыру және т.б. сынақтар негізгісі болып табылады.

Металдарды созылыңқылығына қарай сынақтан өткізу барысында біріздендірілген үлгілер мен арнайы машиналар пайдаланылады. Сынақ барысында күш жұмсалған сайын металл үлгілермен жүзеге асатын өзгерістер координаталары бар диаграмма түрінде белгіленіп, тіркеліп отырады (*сурет 2.5*): ордината өсі бойымен қуаты мен абсцисс өсі бойымен созылуы. Диаграмманың көмегімен пропорционалдылық шегі $O_{пр}$, аққыштық шегі $O_{ак}$, максималды күш салынуы – уақытша қарсылығы O_y және ажырауы анықталады.



Сурет 2.5 Металдың созылу диаграммасы
 $\sigma_{пц}$, σ_T , σ_B – үлгідегі металдың жүктелуіне қарай күш түсуі

Пропорционалдық шегі – ең жоғарғы күш (күштің үлгінің қиюласу ауданына қатысы), күш пен деформация арасындағы тіке пропорционалдық сақталатын шек. Үлгі жүктемеге пропорционал деформацияланып, яғни күш бірнеше есе ұлғайғанда, үлгінің ұзындығы бастапқы қалпына түседі немесе аз ғана ұлғаяды (0,03...0,001%). Бұл **іілгіштігінің шегі** болып саналады.

Аққыштық шегі – созушы жүктеменің азын-аулақ ұлғаюынсыз үлгі деформацияланатын қысым (диаграммадағы көлденең аудан). Егер жүктемені азайтса, үлгінің ұзындығы мүлдем төмендемейді. Үлгіге жүктемені ұлғайтқан сайын үлгіні бұзатын созылу үшін жүк түсіруге сәйкес келетін қысым пайда болады. Оны **а_с уақытша кедергісі (созылу барысында мықтылық шегі)** деп атайды. Одан ары үлгіні ұзарту үдерісі ұлғайып, үлгі үзіліп кететін мойын қалыптасарды.

Созылу диаграммасы металдың бұзылмастан, деформациялану (созылу) қасиеті туралы айтуға мүмкіндік береді. Яғни металдың пластикалық қасиетін сипаттайды. Бұл қасиетті қатысымды ұзарту және үлгіні үзілу кезінде сығу арқылы көрсетуге болады (екі параметр де пайызбен көрсетіледі).

Қатысымды ұзарту – үлгінің ұзындығын үзілер алдында бастапқы ұзындығына дейін қайта өсіру.

Қатысымды сығу – үлгінің көлденең қимасының үзілетін жеріндегі аумағын азайтып, үлгінің бастапқы аумағына жеткізу.

Қаттылығына қарай сынақтан өткізу – металдан жасалған материалдың (одан ары металдың қысқалығын) күрделі қысымды күйдегі мықтылығын тексерудің қарапайым және жылдам тәсілі.

Өндірісте Бриннелл, Роквелл, Виккерс т.б. тәсілдері пайдаланылады. Сынақтан өтілген металдың үстіңгі қабаттарында ауытқулар (тесіктер, жарықтар т.б.) болмауы керек.

Бринелл тәсілімен металдың қаттылығын (НВ қаттылығы) анықтаудың мәні мынада – болаттан шынықырып жасалған кішкентай шарды сынақтан өтілетін үлгінің (өнім) ішінде белгілі бір тәртіппен (жүктеменің шамасы, жүктеу ұзақтығы) қысу керек. Сынақ аяқталғаннан кейін кішкентай шардың іздері (шұңқыр) анықталып, сынақтан өткізілген үлгінің (өнімнің) іздерінің ауданына кішкентай шарды сығып, күш салу мөлшерін есептейді. Сынақтан өтілетін үлгінің тәжірибеге сүйеніп жобаланған қаттылығын ескере отырып, диаметрі әртүрлі (2,5; 5 және 10 мм) және жүктемесі 0,6...30 кН (62,5... 3 000 кгс) болатын кішкентай шарларды пайдалануға болады. Тәжірибеде іздің диаметрін НВ қаттылығының санына аудару сызбасы пайдаланылады. Қаттылығын анықтаудың бұл тәсілінің бірнеше кемшіліктері бар: кішкентай шардың іздері өнімнің үстіңгі бетін бүлдіреді; қаттылығын өлшеу уақыты салыстырмалы түрде көп болады; өнімнің шардың қаттылығына сәйкес қаттылығын өлшеу мүмкін емес (кішкентай шар деформацияланады); жұқа және ұсақ өнімдердің қаттылығын өлшеу қиынға соғады (олардың деформациясы жүзеге асады).

Роквелл тәсілімен қаттылық дәрежесін анықтау барысында индентор – 6 қатты ұшы – жүктің әсерінен сынақтан өткелі тұрған металдың үстіңгі бетіне сінеді (*сурет 2.6*), алайда бұл жағдайда диаметрі емес, іздердің тереңдігі өлшенеді. Үстел типіндегі аспаптардың **A, B, C** үш шкаласы бар **8** индикаторы болады.

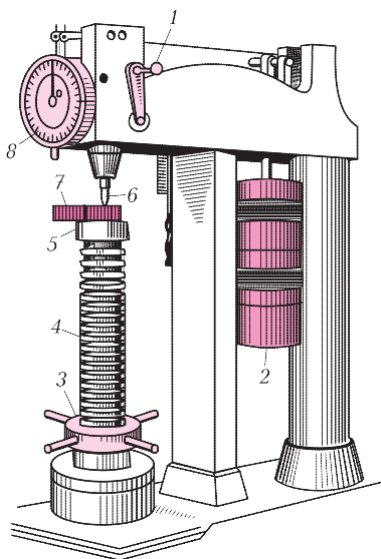
Олар шкала бірліктерінің 20...50; 25...100; 20...70 диапазонының қаттылығын есептеу үшін пайдаланылады. Қаттылық бірлігі ретінде индентордың 2 мкм-ге өстік орналасуына сай келетін шама қолданылады. **A** және **C** шкалаларымен жұмыс жасау барысында үш ретінде ең жоғарғы бұрышы 120° болатын алмазды конус немесе қатты қорытпадан жасалған конус қолданылады.

Алмазды конус қатты қорытпаларды сынақтан өткізу кезінде, ал қатты қорытпалы конус – қаттылығы 20...50 бірлік болатын бөлшектер үшін

B шкаласымен жұмыс жасау кезінде индентор ретінде диаметрі – 1,588 мм (V_{16} дюйм) болатын кішкентай ғана болат шарды пайдалануға болады. В шкаласы салыстырмалы түрде жұмсақ металдардың қаттылығын өлшеуге арналған. Себебі қаттылығы жоғары кішкентай

Сурет 2.6 Қаттылығын өлшеуге арналған Роквелл аспабы

1 – жүкті босату тұтқасы; 2 – жүк; 3 – сермер; 4 – көтергіш бұранда; 5 – үстел; 6 – аспаптың ұшы; 7 – сыналатын; 8 – индикатор пайдаланылады.



шар деформацияланып, материалға 0,06 мм тереңдікте ғана әлсіз сіңеді. *С* шкаласын пайдаланғанда, үш ретінде алмаз конус жұмсалады. Бұл жағдайда аспап шынықтырылған бөлшектердің қаттылығы өлшенеді. Өндірістік жағдайларда, әдетте, *С* шкаласы пайдаланылады.

Ұштарды тереңірек ендіру үшін белгілі бір дәрежеде күш керек. *А*, *В* және *С* шкалалары бойынша өлшеу кезінде жүк 600; 1000; 1500 Н болуы керек. Ал қаттылығы HRA, HRB, HRC шкаласымен белгіленеді (оның шамалары өлшеусіз).

Роквелл аспабымен жұмыс істеу барысында сынақтан өтетін металдың үлгісін (7), үстелге (5) орналастырып, сермердің көмегімен (3) көтеру бұрандасымен (4) және жүкпен (2) ұшында (6) талап етілген күшті тудырып, оның индикатордың (8) шкаласының бойымен орналасуын белгілеп алады. Содан кейін тұтқаның көмегімен (1) күшті сыналып отырған металдан түсіріп, қаттылығын өлшеу құралының (индикатор) шкаласы бойынша қаттылығының мәнін анықтайды.

Виккерс тәсілі – материалдың қаттылық дәрежесін сыналып отырған өнімге алмаздан жасалған ұшты (индентор – жоғарғы екі қырлы бұрышы 136° төрт қырлы дұрыс пирамида пішініндегі) қаттырақ басып кіргізу арқылы өлшеу тәсілі. Виккерс бойынша қаттылық дегеніміз – HV – жүктің инденторға іздің пирамидалды үстіңгі ауданына қатысы. Басып кіргізілетін 50...1000 Н (5. 100 кгс) өлшемді жүкті таңдау сыналып отырған үлгінің қаттылығы мен қалыңдығына байланысты. Металдардың қаттылығын анықтаудың басқа да тәсілдері бар. Мәселен, *Шор аспабымен* және кішкентай шарды динамикалық кіргізу жолымен анықтау. Шынықтырылған

немесе шынықтырылып, қалыпқа түсірілген бөлшектің қаттылығын өлшеудің ізін қалдырмай анықтау үшін әдетте, Шор аспабы пайдаланылады. Аспаптың жұмысы әлсіз серпуге – сыналып отырған дененің үстіңгі бетіне түскен жеңіл екпінді кері серпілістің биіктігін анықтауға негізделеді.

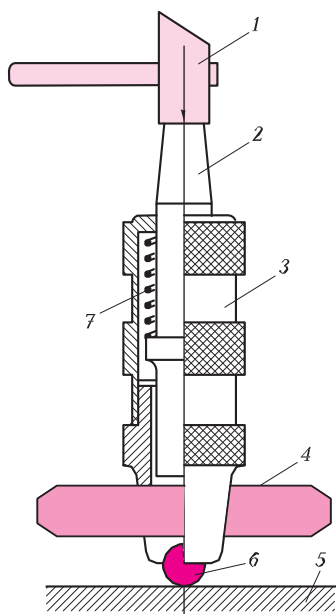
Шор аспабымен қаттылығын анықтау алмазды ұштың серіппелі биіктігіне пропорционал бірлікпен өлшенеді. Бағалау – барынша жақындастырылған. Мәселен, жұқа тілімше мен қалыңдығы үлкен ауыр бөлшектердің иілгіштік дәрежесі қаттылығы біркелкі болғанмен, әртүрлі болып келеді. Алайда, Шор аспабы ықшам болып келеді. Оны көлемі жағынан үлкен бөлшектердің қаттылығын бақылау үшін қолдануға болады.

Көлемі үлкен өнімдердің (мәселен, илемді орнақтың біліктерін) қаттылығын анықтау үшін **Польди қол аспабын** пайдалануға болады (сурет 2.7). Оның жұмысы кішкентай шарды динамикалық кіргізуге негізделген. Арнайы шеңберде (3) белдемелері бар сынықтар (2) орналасқан. Сынықтарға серіппелер орнықтырылған (7).

Шеңбердің (3) төменгі бөлігіндегі В тесігіне болаттан жасалған кішкентай шар (6) мен қаттылығы белгілі эталонды тілімше (4) орналастырылады. Қаттылығын өлшеу барысында аспапты сыналып отырған бөлшекке (5) өлшеу орнына және сынықтың жоғары бөлігіне (2) кіріктіріп, орташа күшпен балғамен (1) бірнеше мәрте соғады. Содан кейін сыналатын бөлшектің (5) және эталонды тілімшенің (4) шұңқырларының сынақтарды қатты соққанда пайда болатын іздері өзара салыстырылады.

Одан ары арнайы кесте бойынша сыналып отырған өнімнің қаттылық дәрежесі анықталады.

Осы қарастырылып өткен қат-



Сурет 2.7 Польди қол аспабы
1 – балға; 2 – сынықтар; 3 – шұңқыр; 4 – эталонды тілімше; 5 – сыналып отырған бөлшек; 6 – кішкентай шар; 7 – серіппе, күшті сынықтарға қарай бағыттау.

тылығын өлшеу құралдарынан басқа өндірісте әмбебап шағын электронды қаттылық өлшеуіштер ТЭМП-2, ТЭМП-3 пайдаланылады. Олар әртүрлі материалдардың (болат, мыс, алюминий, резеңке т.б.) және олардан жасалған өнімдердің (кұбырлар, рельстер, тегершіктер, құймалар, соғылмалар т.б.) қаттылығын Бриннелл (НВ), Роквелл (HRC), Шор (HSD), Виккерс (HV) өлшеуге арналған.

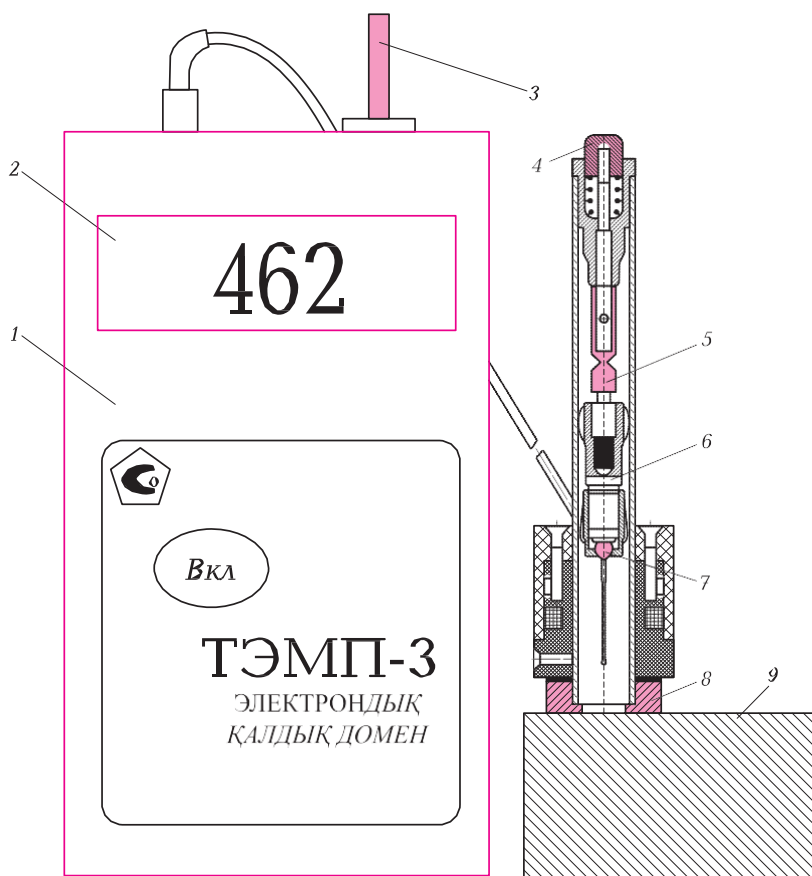
Қаттылықты өлшеуіштердің динамикалық жұмыс жасау жолы екпінге (6) (диаметрі 3 мм кішкентай шардың (7) соққының жылдамдығы мен кері серпілісіне негізделген (сурет 2.8). Бұл электронды блоктың (1) үш өлшемді шамасына шаққандағы шартты қаттылығына ауысып, сұйық кристалды (СК) индикаторда (2, мәселен 462) көрініс береді. Шартты қаттылықтың өлшенген шамасы бойынша ауыспалы кестелердің көмегімен қаттылықтың бұрыннан белгілі шкаласына сай келетін шамасы анықталады.

Осы тәсілмен қаттылық дәрежесін өлшеу үшін аспапты былайша дайындайды: (1) электронды блогында орналасқан итергішпен (3) тетікте тұрған (5) кішкентай шарды қангалы қысқышқа кіріктіріп, тетіктің жоғары жағында орналасқан (5) төмен түсіруші түймешіктің көмегімен көтереді. Одан кейін тетікті тірек сакинамен (8) сыналып отырған өнімнің (9) үстіне тығыз қысып жабыстырып, төмен түсіретін түймешікті басады. Екпін (6) сыналып отырған өнімнің үстіне соғылып жанасқаннан кейін СК-индикаторында шартты қаттылықтың үш өлшемді шамасы түрінде нәтижесі шығады.

Өлшенген шартты қаттылықтың ақырғы мәні – орташа арифметикалық бес өлшем. Жылына бір рет аспапты мерзімді тексеруден өткізіп отырады. Ол үшін қаттылықты өлшеудің үлгілік өлшемі пайдаланылады. Бұл қаттылық өлшемі қаттылық шкаласының екінші тобынан (Бринелл, Роквелл, Шор, Виккерс) төмен болмауы керек әрі нормативті шарттар қатаң сақталуы керек. Осы аталған аспаптардың көмегімен қаттылықтан басқа уақытша кедергі (созылуға беріктігінің шегін) және аққыштық шегін анықтауға болады.

Қаттылықты өлшеу құралдарымен бірге өндірісте материалдың қаттылық дәрежесін өлшеу үшін *бағаналы теңеспе егеулер* қолданылады.

Олардың көмегімен болаттан жасалған бөлшектердің қаттылығы өлшеуші құрал жоқ кезінде немесе өлшеу ауданы тіптен кішкентай болғанда немесе аспаптың инденторы сыймаса, сондай-ақ өнімнің мөлшері кішкентай ғана болған жағдайда өлшенеді. Бағаналы теңеспе егеулер – қаттылығы бұрыннан белгілі, У10 болаттан жасалған



Сурет 2.8 ТЭМП-3 ықшам электронды қаттылық өлшеу құралы

1 – электронды блок; 2 – СК-индикатор; 3 – итергіш; 4 – төмен түсіретін түймешік; 5 – тетік; 6 – екпін; 7 – кішкентай шар; 8 – тірек сақина; 9 – сыналып отырған өнімнің үстіңгі беті

егеулер. Олар үш қырлы, квадрат және майда керттіктері бар дөңгелек пішінді болады. Егеудің керттіктерінің сыналып отырған металмен ілінуі бақыланып отырған бөлшектің үстінде сызаттың іздеріне қарай анықталады. Сызат егеудің үстіңгі тістерін бұлдірмейді. Пайдалану кезінде егеудің тістерінің өткірлігін бақыланып отырған үлгілермен (сақиналармен) ілінуін жүйелі түрде тексеріп отыру керек. Егеулердің қаттылығы екі топты болады: төменгі және жоғары шектерінің қаттылығын тексеру. Бақыланушы сақиналар (тілімшелер)

қаттылығының 57...59; 59...61 және 61...63 HRC арасындағы үш түрі болады. Олардың қаттылық дәрежесі бақыланып отырған үлгілердің қаттылық шегіне сай болуы керек.

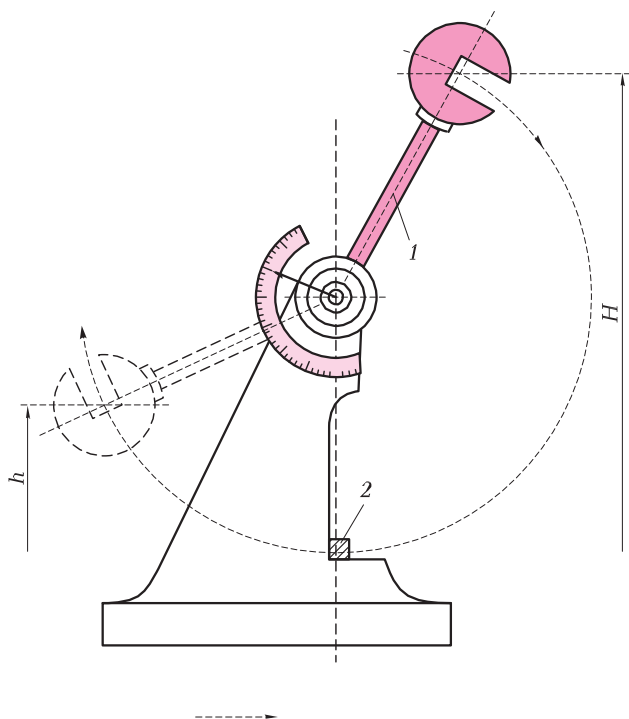
Соққыға төзімділігін сынау (соққымен майыстыру) – металдың мықтылығының динамикалық маңызды белгісі болып табылады. Әсіресе, соққы және айнымалы жүктемемен әрі төменгі температурада жұмыс жасайтын өнімдерді сынақтан өткізудің маңызы зор. Бұл жағдайда металл пластикалық деформациясыз соққының әсерінен оп-оңай бүлінеді. Оны **сынғыш** метал деп атайды. Ал соққы жүктемесінен кейін бұзылған металл пластикалық деформациядан кейін – **иілгіш** металл деп аталады. Статикалық жағдайларда сынақтан өтіп, жұмыс жасайтын металдар соққы жүктемесіне қарсы тұра алмай, бұзылатыны, себебі соққыға иілгіштік қасиеті жоқ екені анықталды.

Соққы иілгіштігін сынау үшін (материалды соққы жүктемесіне қарсы тұруы) Шарпи маятникті тоқпағы (сурет 2.9) пайдаланылады. Тоқпақпен арнайы үлгі – айырбастар бұзылады. тоқпақ төртбұрышты, ортасында U- немесе V-пішінді керткітері бар болаттан жасалған қайрақ. Тоқпақтың маятнигінің белгілі бір дәрежедегі биіктіктен үлгінің керткікке қарама-қарсы орналасқан жақтарын соғып, оны бұзады. Маятниктің соққыға дейінгі және соққыдан кейінгі жұмысын белгілеп, оның массасы мен үлгі бұзылғаннан кейінгі түсу **H** және **h** көтеру биіктігін есепке алады. Жұмысының арасындағы айырманы үлгінің көлденең қимасының ауданына қатысты белгілейді. Бөлу барысында алынған бірлік металдың соққы төзімділігінің дәрежесін көрсетеді: тұтқырлығы төмен болған сайын, материал сынғыш келеді.

Майысқыштығын сынақтан сынғыш материалдар (шыныққан болат, шойын) өткізіледі. Олар азын-аулақ пластикалық деформацияға ұшырайды. Бұзылу сәтінің басталуын дөп басып айту мүмкін емес болғандықтан, металдың майысқақтығын сәйкес иілгіштігі басталған сәтке сәйкес анықтайды.

Ширатылуына қарай сынақтан өткізу ең жауапты, ширату үшін барынша үлкен күшпен жұмыс жасайтын бөлшектер (иінді білік, шатун) дайындалатын материалдың пропорционалдылығын, иілгіштігін, аққыштығын және басқа да сипаттарының шегін анықтау үшін жүргізіледі.

Осы аталып өткен сынақтардан басқа металдарды сынақтан өткізудің басқа да тәсілдері болады. Мәселен, шаршап қалу дәрежесін



Сурет 2.9 Шапри маятникті тоқпағы

1 – маятник; 2 – үлгі; H , h – маятниктің түсу және көтерілу биіктігі; $\rightarrow$ – маятниктің қозғалу траекториясы

және ұзақ мерзімді мықтылығын сынау. Шаршаңқылық – материалдың көп реттік айнымалы жүктеменің әсерінен бұзылғанға дейінгі күйінің өзгеруі. Оны шамасына немесе бағытына қарай, немесе әрі шамасына, әрі бағытына қарай өлшейді. Ұзақ уақыт қызмет еткен металл пластикалық күйден сынғыштық күйде өтеді, яғни шаршайды. Шаршауға қарсы тұра білу **төзімділік шегі (шаршау шегі)** арқылы сипатталады. Төзімділік шегі дегеніміз – материалдың қайталама-айнымалы жүктемені ең жоғары циклдық қысымда бүлінбестен не бұзылмастан көтере алуы. Мәселен, болаттар үшін жүктеменің 5 млн циклы белгіленген. Ал жеңіл құйма қорытпалар үшін – 20 млн цикл белгіленген. Мұндай сынақтар арнайы машиналарда жүргізіледі. Ол машиналарда үлгі кезектеп сығымдалып, созылып, айнымалы майыстырылып, ширатылып, қайтадан соққыға түсіп және басқа да күш әсерлеріне ұшырайды.

Сырғыштық (жылжымалық) – материалдың белгілі бір температурада ұзақ уақыт жүктің әсерінен пластикалық деформациялануы. Пластикалық деформациялану өнімнің пішіні мен көлемін өзгертіп жіберетіндей шамаға жетуі мүмкін. Соның салдарынан өнім мүлдем бұзылады. **Сырғыштық** – құрастырмалы материалдардың барлығы тап болатын құбылыс. Алайда болат пен шойын тек 300°C-тан жоғары температурада қыздырылып, температура жоғарылаған сайын ғана сырғи бастайды. Балқу температурасы төмен металдар (қорғасын, алюминий) және полимерлі материалдар (резеңке, каучук, пластмасса) үшін сырғыштық бөлме температурасында-ақ байқалады. Металдардың сырғыштығын арнайы кондырғыларда өлшейді. Бұларға үлгіні белгілі бір температурада массасы тұрақты жүкпен ұзақ уақытқа (мәселен, 10 мың сағ) салып қояды. Айта кететін жайт – дәл аспаптар арқылы деформацияның көлемі не мөлшері өлшенеді. Күшті ұлғайтып, температураны көтерген сайын үлгінің деформациялану дәрежесі де арта түседі. **Сырғыштық шегі** – 100 мың сағат ішінде үлгіні белгілі бір температурада тек 1%-ға ғана өзгертетін қысым. **Ұзақ уақыттық мықтылығы** не беріктігі – ұзақ уақыт ішінде сырғыштық күйінде тұрған материалдың мықтылығы. **Ұзақ уақыттық мықтылық шегі** – үлгіні белгілі бір температурада белгіленген уақыт ішінде бұзылуына әкеп соқтыратын қысым.

Материалдарды сынақтан өткізу ұзақ уақыт бойы бұзылмай не сынбай жұмыс жасайтын, әрі ең ауыр жағдайларда да апаттарға төзімді болып келетін сенімді машиналарды жасау үшін қажет. Бұл – ұшақтар мен тікұшақтардың бұрандалары, турбиналардың роторлары, зымырандардың бөлшектері, бу құбырлары, бу қазандықтары т.б. құралдар.

Басқа жағдайларда жұмыс жасайтын кондырғылар үшін арнайы сынақтар жүргізіліп, олардың сенімділігі мен жұмысқа қабілеттілігі анықталып, расталады.

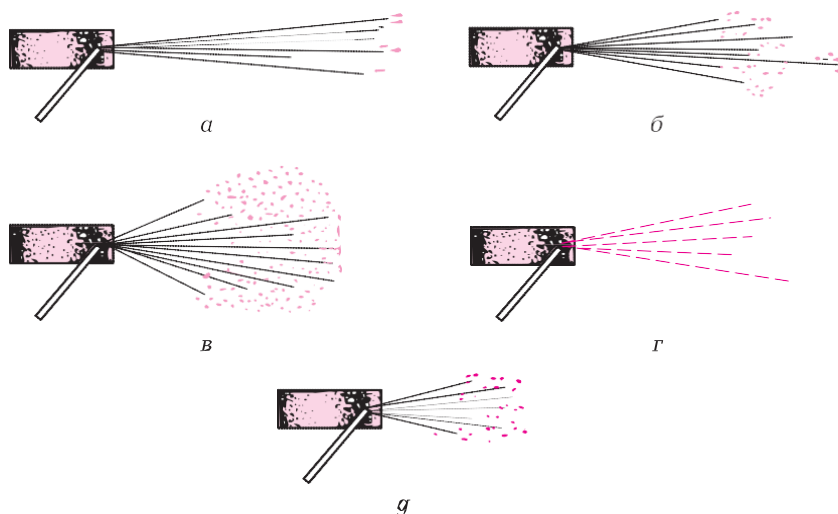
2.5. ЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СЫНАҚТАР ЖӘНЕ СЫНАМАЛАР

Жауапкершілігі жоғары жағдайларда сатып алынған не әкелінген материалды өндіріске пайдаланбас бұрын оның ілеспе құжаттармен кепілдік берілген қасиеттері шындығында қанағаттанарлық дәрежеде екенін анықтау мақсатында технологиялық сынақтар жүргізілуі

керек. Материалдарды сынақтары мен сынамалары оларға қойылатын талаптарға, өнімнің тағайындалуы және басқа да факторларға тікелей байланысты. Бұл материалдардан өнімдерді дайындаудың технологиялық үдерісіне белгілі бір талаптар қойылады.

Машина жасау құрылысында және басқа да өндіріс салаларында жалпы қабылданған талаптарға өнімді дайындау үшін әкелінген металл типі мен сапасы жағынан қойылған талаптарға сәйкестігін анықтау мақсатында жүргізілетін технологиялық сынақтар (сынамалар) жатады.

Ұшқынды сынама – болаттың типін белгілеріне және ұшқынның түсіне, сыналып отырған материал (өнім) айналмалы түркілі шеңбермен түйіскенде пайда болатын тізбектеріне қарай анықтау тәсілі. Бұл үшін өндірісте пайдаланылатын әртүрлі болаттар мен қайрағыш білдектің үлгілері болуы керек. болаттың типін анықтау үшін мынадай **шарт** орындалуы қажет: сынақтар білдек пен түрпілі шеңбердің жылдамдық белгілері тұрақты бір ғана қайрақта жүргізулі керек, тексерілетін бөлшектері таза, тот баспаған болуы шарт. Болаттың типін ұшқынға қарай анықтау барысында ұшқынның түсі ғана емес, ұшқын тізбектерінің пішіні мен ұзындығы, саны, тізбектерінің ең шетіндегі жұлдызшалары мен тіліктерінің мөлшері өте маңыз-



Сурет 2.10 Ұшқынды сынама арқылы болаттың типін анықтау
 а – көміртек мөлшері төмен; б – көміртек мөлшері орташа; в – көміртек мөлшері жоғары, құралдық; г – тез кескіш; д – марганец типті болат

ды. Машиналар мен құрал-жабдықтардың бөлшектерін дайындауда пайдаланылатын болаттардың типтерінің саны шектеулі болса, аз ғана тәжірибеге сүйеніп, материалдың маркасын оңай әрі жылдам анықтауға болады. Егер күмән тудырса, салыстыру үшін үлгілерді пайдалану керек.

Кесте 2.1. Эриксен аспабы арқылы тексерілетін әртүрлі металдар үшін шұңқырлардың минималды тереңдігі (ені 30...50 мм ленталар үшін)

Материал, маркасы	Эриксен аспабындағы пуансонның радиусы, мм	Шұңқырдың тереңдігі, мм, лентасының қалыңдығына қарай, мм				
		0,10... 0,15	0,20... 0,25	0,30... 0,55	0,60... 1,1	1,2... 1,5
Мыс М1, М2, М3	10	7,5	8,0	9,0	9,5	10,0
Никель (күйдірілген)	4	3,4	3,8	4,0		
Болат 10 (жұмсақ, күйдірілген)	4		4,2	4,5.5,1	5,4.6,2	6,7

Тәжірибе көрсеткендей, көміртек мөлшері төмен (сурет 2.10, *а*) болат – жұлдызшалары жоқ сары түсті ұшқынның шоғырын берсе; көміртек мөлшері орташа (сурет 2.10, *б*) болаттан жарық жұлдызшаларының саны айтарлықтай көп шоғыры шығады; көміртек мөлшері өте жоғары құралды болаттан (сурет 2.10, *в*) – ұсақ жарық жұлдызшалары көп ұшқынның қысқа ғана шоғыры берілсе, тез кескіш болаттан (сурет 2.10, *г*) – ұшқынның шоғыры жұлдызшасыз, қошқыл-қызыл сызықтар түрінде беріледі; марганец типті болаттан (сурет 2.10, *д*) – жұлдызшалы ақшыл-сары сызықтар шоғыры шығады.

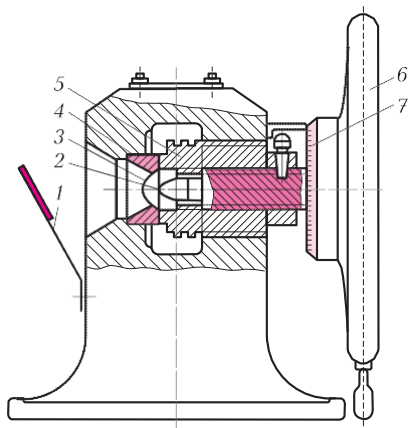
Жалпақ металдың суық қалыптау мен созылу қабілеті кіріктірілген шұңқырдың тереңдігімен анықталады: сақиналы үстіңгі беті сығымдалған тілімшелерде бірінші жарық пайда болғанға дейінгі аралықта шұңқыр терең болған сайын оның созылу қабілеті (жалпақты қалыпталу) жоғары болады. Кіріспе бақылау кезінде бақыланып отырған шұңқырдың тереңдігі ілеспе құжаттарда (ТУ немесе

МЕМСТ) көрсетілген өлшемнен төмен болмауы керек (кесте 2.1).

Шұңқырдың кірігу тереңдігі Эриксен аспабымен өлшенеді. Сыналып отырған материалдан кесіп алынған дайындама (3) бұрандалар (5) мен матрица (4) арасында қысылады. Одан кейін сфералық пуансонның үлгісіне (2) матрицада алғашқы жарықтар пайда болғанша кіріктіріледі (сурет 2.11). Бақылауды айнаның (1) көмегімен жүргізеді. Пуансонның орнын ауыстыру үшін сермер (6) пайдаланылады. Оның шкаласы бар (7) барабаны болады. Барабан шұңқырдың тереңдігін 0,01 мм дәлдікпен өлшеуге арналған.

Созылыққылығы – қатты денелердің механикалық әсерлердің салдарынан қалпына қайта келмейтінде деформациялану қасиеті. Деформациялану үдерісі қатты денелердегі кейбір атомаралық байланыстардың үзілуінен және жаңа атомдардың түзілуімен айқындалады. Созылыққылығының арқасында материалдарды қысыммен өңдеу мүмкіндігі туады – соғу, жұқарту т.б.

Майысқақтығын сынау – еш бүлінбестен қажетті көлем мен мөлшерге дейін майыса алу қабілетін анықтау үшін металдың үлгісін суық немесе қызған күйінде сынақтан өткізу деген сөз. Майысу мен бүгілу металды 90°-та қарама-қарсы жаққа ширату арқылы жүзеге асырылады. Металдың үлгісі сынақланғаннан кейін бүлінбесе



Сурет 2.11 Жалпақ металдың созылуға қабілеттілігін анықтауға арналған Эриксен аспабы

1 – айна; 2 – пуансон; 3 – металл дайындамалары; 4 – матрица; 5 – бұранда; 6 – сермер; 7 – шкала

және жабын қабатында бұзылу байқалмаса, сынақтан өтті деп саналады.

Бүгілуін сынау – металдың белгілі бір дәрежеде қайталама майыстыруға төзімділігін анықтау үшін жүргізіледі. Мұндай сынақтан дөңгелек сымдар, шыбықшалар, ленталар, жолақтар, табақтарды 90° бұрышқа майыстыру арқылы өткізіледі.

Құрал-саймандарды жасау құрылысында технологиялық сынамалар ретінде, айталық, мыс үшін «су ауруларын» анықтау, шынылар мен металдарға арналған СКТК-н бақылау жасау секілді тәсілдерді пайдаланады. Оттегісі жоқ мыстың құрамындағы «су ауруы» анықталуы керек. Себебі мыстың құрамында оттегі қоспалары болса, қыздырған кезде сутек ортада оттегі мен сутегі арасында реакция басталып, сулы булар пайда болады. Сөйтіп металдың ішінде бос орындар мен микрожарықтар пайда болады. Яғни мыстың вакуумдық тығыздығы бұзылады. Мыстың қалыпты сұрыптары сутегі ортасында термиялық өңдеуден өткізілмейді.

Оттегісі жоқ мыстың «су ауруының» болмау дәрежесін қалыңдығы 2 мм және ені 10 мм үлгіні бөліп алып, анықтау керек. Қыздырғаннан кейін сутегі ортасында үлгілер кем дегенде белгіленген бұрышта бүгіліп, шыдас беруі тиіс.

Шынының **сызықтық кеңеюінің температуралық коэффициенті** (СКТК) әдетте екі қабатты жіп алу тәсілімен анықталады. Газ оттығының жалынының астында екі шынының дәнекерленіп бірікпесін дайындайды – эталонды және сынама үшін. Олардан ұзын жіп шығарады. Эталон мен үлгінің СКТК тепе-тең болғанда, жіп суытылғаннан кейін тіке қатып қалады, ал айырма болса – майысады не бүгіледі. Жіптің майысу дәрежесіне қарай үлгінің СКТК шамасын анықтайды.

Планиниттің сызықтық кеңеюінің температуралық коэффициентін ТШ-на тіркелген кесте мен диаграмма бойынша никельдің жүрекшедегі мөлшері мен мыс қабықшасының қалыңдығына қарай анықтайды.

Ковар, керамика және басқа да материалдардың сызықтық кеңеюінің температуралық коэффициентін айталық, кварцты дилатометрдің көмегімен анықтайды. Бұл принцип дененің мөлшерін жылудың әсерімен өлшеуге негізделген. Аталған өлшемнің сезімталдығы – 10^{-12} м-ге дейін.

Әмбебап дилатометр СКТК-ны материалды абсолютті немесе дифференциалды кеңейту немесе сығу (қыздыру немесе суыту

кезінде) тәсілімен анықтауға мүмкіндік береді. Дилатометр автоматты бағдарламалық қондырғының көмегімен үлгіні белгіленген жылдамдықта қыздырады. Сондықтан үлгінің кеңеюі уақытқа байланысты тіркеліп отырады. дифференциалды тәсіл бойынша дилатометрдің оптикалық қондырғысының көмегімен бақыланушы және эталон үлгінің белгіленген қыздыру температурасындағы әртүрлілігін анықтайды. Екі жағдайда да өлшеудің көрсеткіштері жарыққа сезімтал лентада жазылып отырады.

Дилатометр төрт қондырғыдан тұрады: дилатометрдің өзінен, оны орналастыру механизмі бар пештен, үстел-пулыттан және белгіленген жылдамдықта температураны реттеп отыратын автоматты бағдарламалық қондырғыдан. Дилатометрдің басында негізгі оптикалық жүйеге арналған жарық көзі мен өлшейтін оптикалық-механикалық қондырғы болады. Эталон ретінде пироксинас жасалған үлгі іріктеліп алынады. Үлгі 0...1000°C температура диапазонында қыздыру және суыту кезінде бастапқы қалпына кері қайтарыла алмау қасиетімен ерекшеленеді.

Дилатометрдің оптикалық жүйесі қозғалмалы жалпақ және сферикалық шынылардан тұрады. СКТК-ты абсолютті тәсілмен анықтау барысында сыналып отырған үлгінің шынылар жүйесі арқылы кеңеюі жарыққа сезімтал айналмалы лентаға жазылады. Сондай-ақ лентаға үлгінің кеңеюінің эталонның кеңеюіне байланысты көрсеткіші жазылады. Эталон кеңеюі бәріне таныс масштабта жазылған температураға байланысты. Бұл температурада қисық сызық үлгі мен эталонның температураға байланысты кеңеюінің тәуелділік дәрежесін көрсетеді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Болат пен шойынға анықтама беріңіз
2. Темір-көміртекті диаграмманың тағайындалу мәні қандай?
3. Нормализацияның мәні неде?
4. Термоөңдеуден кейін құрамында көміртек бар болаттан жасалған өнімнің көлемі неге өзгереді?
5. Металдарды босандату мен жұмсарту не үшін пайдаланылады?
6. Қаттылықты өлшеудің басты принциптерін атаңыз
7. Металл қорытпаларды не үшін шынықтырады?

8. Темір-көміртек жүйесінің күй диаграммасы бойынша көміртектегі болаттың шынығу температурасын қалай анықтауға болады?
9. Цементация дегеніміз не?
10. Бағаналы теңеспе егеудің көмегімен қаттылық дәрежесін қалай анықтауға болады?

II

БӨЛІМ

МАШИНА- ЖӘНЕ ҚҰРАЛ-ЖАБДЫҚТАР ЖАСАУ ҚҰРЫЛЫСЫНДА ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАР

Тарау 3. Құрастыруға арналған
материалдар

Тарау 2. Құрастыруға арналған металды
емес материалдар

ҚҰРАСТЫРУҒА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

3.1. ТЕМІР ҚОРЫТПАЛАРЫ

Құрастыруға арналған материалдар – күш жүктемесін қабылдайтын қондырғыларды (машиналар, механизмдер, аспаптар, аппараттар, транспорттық құралдар т.б.) жасау үшін қолданылатын материалдар. Бұл материалдар **металдық** (темір, мыс, никель, титан, алюминий және т.б. металдардың қорытпалары), **металды емес** (пластмасса, шыны, резеңке, керамика, ағаш т.б.), **композициялық** (талшықты, қатпарлы, ұнтақты т.б.) т.с.с. болып бөлінеді.

Металды материалдар қысқаша, әдетте металдар деп аталады. Олар іштей былайша жіктеледі: **қара** (темір және оның негізіндегі қорытпалар – металл өнімдерінің 95%-н құрайды) және **түрлі түсті** (темірден басқа барлық металдар мен қорытпалар): оның ішінде **жеңіл** – алюминий, магний, бериллий, титан, стронций, цезий, барий, натрий, кальций мен калий; **ауыр** – мыс, никель, қорғасын, қалайы, цинк, кобальт, сүрме, сынап, висмут, кадмий; **қиын балқитын** – вольфрам, молибден, тантал, ванадий, ниобий, рений, хром, цирконий, гафний; **асыл (бағалы)** – алтын, платина, күміс және платиноидтер (палладий, родий, рутений, осмий, иридий) т.б.

Біздің зерттеу жұмысымыздың нысаны – өндірісте құрастырушы ретінде қолданылатын металдар.

Шойын – темірдің көміртеппен (2%-дан көп) және марганец, кремний, күкірт, фосфор мен басқа да элементтердің (2.1-тараушасын қараңыз) қорытпасы болып табылатын қара металл. Домна пешінде алынатын шойынның көп бөлігі болатты қайта балқыту үшін қолданылады. Мұндай шойынды **қайта балқытатын** деп атайды. Сондай-ақ **құйма шойын** мен **ферроқорытпалар** – кремний, алюминий, хром, ванадий, никель, титан мөлшері көп арнайы шойындар қорытылады. Ферроқорытпалар болаттарды тотықтандыру және қоспалау үшін пайдаланылады.

Шойынның құрамында С еркін көміртектің (графиттің) болуы сынықтарының сұр түсінен көрінеді. Бұндай шойынды *сұр шойын* деп атайды. Егер көміртек байланысты күйде болса, яғни Fe_3C темір карбиді түрінде болса, шойынның сынығының түсі – ашық, жарқыл болады. Ондай шойынды *ақ шойын* деп атайды.

Сұр шойын – машина жасау құрылысында өзінің құймалық қасиеті, аз ғана созылғыштығы, қыздыруға төмен дәрежедегі төзімділігінің арқасында кең қолданыс тапқан. Десек те, сұр шойынның мықтылығы мен тозуға төзімділігі аса жоғары емес. Мұндай шойыннан күрделі пішінді бөлшектер құйылады. Күрделі пішінді бөлшектерге беділленген габаритті мөлшерді сақтап қалу керек деген қатаң талап қойылмайды. Ал дайындалған өнімнің қабырғаларының қалыңдығы мықтылығына қарай емес, өндіру технологиясына қарай анықталады. Мықтылығы төменгі дәрежедегі сұр шойындар мықтылығы жоғары сұр шойындарға қарағанда, құймалық қасиеті өте жақсы болады, механикалық қысымды аз пайдаланып, өзгеріске түсе қоймайды.

Мықтылығы орташа сұр шойындардың құймалары машина жасау құрылысында білдектер мен машиналардың корпусы және тірек бөлшектерін дайындау үшін кең қолданылып келеді. Мұндай мақсатта СШ10, СШ15, СШ18 маркалы шойындар (мұндағы СШ – сұр шойын, ал цифрлар⁴ – созылғандағы мықтылық шегі, кгс/мм²). Айталық, СШ18 маркалы шойын – созылғандағы мықтылығы кем дегенде 180 МПа болатын сұр шойын.

Иінді біліктер, беріліс бөлшектері, айтарлықтай жоғары жүктілік, жылдамдық пен қысымдылық жағдайында тозғанша жұмыс жасайтын ауыржүкті тұғырлар мен бағыттаушылар мықтылық дәрежесі жоғары, СШ30, СШ35 (МЕМСТ 1412-85) маркалы сұр шойындардан жасалады.

Сұр шойынның мықтылығын жасқасарту үшін майда жұқа қатпарлы графитті арнайы өңдеуден өткізу – **модификациялау** арқылы біртекті бөлу мен орналастыру қажет. Шойындар қорытпаларға графиттелген қоспаларды (ферросилиций, силикокальций, силико-алюминий т.б.) ендіру арқылы модификацияланады. Бұл қоспалар графитизацияның қосымша орталықтарын қалыптастырып, нәтижесінде майда жұқа қатпарлы графит түзіледі. Мұндай шойынды **модификацияланған** деп атайды. Ол кәдімгі сұр шойыннан жарылуға

⁴ Күйдіру – қысым арқылы суықтай өңдеу жолымен металдан жасалған материалдардың мықтылығы мен қаттылығын арттыру

жоғары дәрежеде төзімділігімен, жақсартылған құмайлық қасиеттерімен, құрылымының біртектілігімен ерекшеленеді. Оны отандық құймаларды (дизелді цилиндрлер, цилиндрлердің блоктары, жұдырықшалы иінді біліктерді т.б.) жасау үшін қолданады.

Мықтылығы жоғары шойындар сұр шойынды магниймен (0,5...1,2%), кальциймен, цериймен т.б. модификациялау арқылы алынады. Бұл қоспалар шойын кристаллизацияланғанда, оның құрамындағы графиттің шар түрінде қалыптасып, шойынға созылуға 1 ГПа-ға дейін (100 кгс/мм²) және 8...10% ұзартуға деген жоғары төзімділік қабілетін үстеуіне септігін тигізеді. Шар тәрізді графиттері бар шойындікі секілді мұндай иілгіштік тіпті ұсақ жұқа қатпарлы графиттері бар, ең сапалы деп танылған сұр шойындарда да болмайды. Сонымен қатар, шар тәрізді графиттерінің арқасында шойын қажалуға қарсы жоғары төзімділікке ие болып, антифрикциялы қасиеттері жақсарады.

Шойынның құрамы біркелкі құймаларының құрылымы құйманың қалыңдығына қарай әртүрлі болып келеді. Қалыңдығы әртүрлі құймалардың қажетті құрылымын қамтамасыз ету үшін олардың химиялық құрамын жақсы білу керек.

Қабырғалары жұқа құймаларды құрамындағы 3,6%-ға дейін көміртек пен 2,8%-ға дейін кремний бар шойындардан дайындайды. Шойынның сұйық аққыштық қасиетін жоғарылатуға фосфор көмектеседі (алайда шойынның жұқа қатпарлы қасиеттерін фосфор төмендетіп тастайды; шойынның жоғары жұқа қатпарлық қасиетін дамыту үшін фосфордың мөлшері 0,08%-ден аспауы керек). Қабырғалары қалың құймалар мен көркем құймалар үшін шойынның құрамындағы фосфор 1,2%-ға дейін бола алады. Құймалардың антифрикциялық қасиеттері никель мен хромның қоспаларын арттырып, кремний, күкірт пен фосфордың мөлшерін бір мезетте төмендетіп тастайды. Хром мен никельдің көп мөлшері шойынның ыстыққа және коррозияға төзімділік қасиеттерін жоғарылатады.

Әбден тозғанша (тежегіш қалыптар, тас майдалағыш құралдардың қысаң тік жағалары т.б.), жоғары температурада (желтартқыштар т.б.), реагенттердің химиялық ықпалымен (сыйымдылық және агрессивті орталарға арналған арматура) жұмыс жасайтын өнімдер **ақ шойыннан** құйма тәсілімен дайындалады. Илемдеу біліктері, вагон доңғалақтары, гидроцилиндрлер мен басқа да өнімдер **ағартылған шойыннан** (үстіңгі беті ақ шойыннан, ал негізгі массасы сұр шойынның қасиеттері мен құрамына ие) жасалады. Ағартылған шойын

тозуға шыдас береді.

Ақ шойындар **қоспалы** және **қоспасыз** деп бөлінеді. Ақ шойындардың құрамына никель мен борды қосу арқылы шойынды тозуға төзімді етсе, хромды қосу арқылы оларды тозуға және жылуға төзімді етеді, кремний – тотығуға төзімділігін арттырады.

Шойынның құрамындағы қоспа компоненттерінің атауына қарай, қоспа шойындарды никелді, алюминийлі, хромды т.б. шойындар деп атайды. Айталық, ЧН19ХЗШ никель қосылған шойынның коррозиялық шыдамдылығы, мықтылығы, иілгіштігі өте жоғары болады, құрамында 17...20% никель, 2,5...3,5% хром мен кем дегенде 0,08% күкірт болады. Марканың таңбалануындағы «Ш» әрпі – осы шойынның құрамындағы көміртек (графит) шар тәрізді пішінде екендігін білдіреді. ЭАЧЮ-22 маркалы алюминийлі шойын ыстыққа және тозуға төзімді материал болып саналады («А» әрпі – антифрикциялы деген мағына береді), 19...25% алюминий мен жұқа қатпарлы көміртек бар.

Чугаль қорытпасы – құрамында 19...25% алюминий бар ыстыққа және коррозияға төзімді шойын. Одан күкірттің буымен жұмыс жасайтын босандату пештері мен алюминийді балқытуға арналған отбақырлар т.б. жасалады.

Хромды шойындар (ЖЧХ1–ЖЧХ30 маркалы) ыстыққа төзімді (шойынның маркасындағы «Ж» әрпі), коррозияға төзімді және тозуға төзімді құймаларды жасауға арналған. Хромды шойындардан жасалған өнімдердің (құрамында 13...16% хром бар) шекті жұмыс температурасы – 900°C, ал хром мөлшері 20...30% құрайтын шойындардың шекті жұмыс температурасы – 1200°C.

Қақтауға төзімді шойын – сұр шойынмен салыстырғанда, мықтылығы, иілгіштігі мен созылғыштығы жоғары шойындар. Қақтауға төзімді шойынды ақ шойынды арнайы термиялық өңдеуден өткізе отырып, алады. Нәтижесінде қақтауға төзімді шойын құрамында босандатылған көміртек (мақта пішінді ұлпа графит) қосылған таза феррит құрылымын беруі мүмкін. Мұндай шойынның созылғандағы мықтылық шегі – 0,35.0,4 ГПа (35.40 кгс/мм²) және ұзартылғандағы мықтылық шегі – 1,5.15% болады. Құрамында перлит негізгі қоспа ретінде болатын қақтауға төзімді шойынның созылғандағы мықтылық шегі – 0,5...0,6 ГПа (50.60 кгс/мм²) болады, алайда олардың ұзартуға төзімділік шегі небәрі 2...4% болып, құрамында ферриті бар қақтауға төзімді шойынға қарағанда, соққыға

барынша төмен дәрежеде шыдас береді. Десек те, перлитті қақтауға төзімді шойынның ферритті шойынға қарағандағы басты артықшылығы – тозуға барынша жоғары төзімділігі. Қақтауға төзімді шойынның құрамында 0,5...1,6% көміртек, 0,3.0,5% марганец, 0,2% фосфор мен 0,1% күкірт болады.

Қақтауға төзімді шойындар – шағын көлемді, бірақ пішіні күрделі құйма өнімдерін жасауда пайдаланылатын ең арзан әрі ыңғайлы материал. Олардан автомобильдердің, білдектердің, суқұбыр арматуралары, конвейерлер мен элеваторлардың бөлшектері құйма тәсілімен жасалады. Қақтауға төзімді шойынның артықшылығы – аққыштық шегінің мықтылық шегіне қарағанда жоғары болатыны, майыстыру мен бүгуге барынша шыдамды, құйылған үстіңгі беті коррозияға қарсы шыдайды, кесетін құралмен оп-оңай өңделеді, мықтылығы төмен.

Қақтауға төзімді шойындарды атауына және кейбір механикалық қасиеттеріне қарай атайды. Мәселен, КШ40-4 және МШ60-8 маркаларындағы «Ч» әрпі – шойын болса, «Қ» - қақтауға төзімді, «В» – мықтылығы жоғары, ал цифрлар – созылғандағы мықтылық шегін (40 және 60 кгс/мм², яғни 400 және 600 МПа) және қатысымды ұзартылғандағы мықтылық шегін (пайызбен: 4 және 8% сәйкесінше) білдіреді.

Химиялық құрамы бойынша болаттарды екі топқа жіктейді: қоспасыз (көміртекті) және қоспалы. **Қоспасыз** (көміртекті) болат – темірдің көміртекпен (0,04...2% С) және тұрақты түрде марганец, кремний, күкірт пен фосформен (өндіру үшін қосылуға иәжбүр) қорытпасы. Көміртектің мөлшеріне қарай қоспасыз (көміртекті) болатты мынадай шағын топтарға бөледі: көміртек мөлшері төмен (0,25% С дейін), көміртек мөлшері орташа (0,25...0,60% С) және көміртек мөлшері жоғары (0,60% С көп). Қоспалы болат төменгі, орташа және жоғары қоспалы болаттар мен темірникелді, никелді т.б. қорытпалар деген шағын топтарға бөлінеді. Техникада болаттар тағайындалуы мен сапасына т.б. қарай пайдаланылады.

Тағайындалуына қарай болаттардың мынадай топтары жіктеледі: *құрастырмалы, құралдық, өртенгіш және қазандық*; теміржол транспорттарына арналған (*рельсті, доңғалақтар үшін* т.б.), мойынтіректі: *рессорлы-серіппелі, құбырлық* т.б.

Сапасына қарай: *қарапайым сапалы, сапалы, жоғары сапалы және ерекше сапалы* деп бөлінеді.

Қарапайым сапалы көміртекті болаттар «Бл» (болат) әріптерімен және 0-ден 6-ға дейінгі мықтылық дәрежесінің өсу ретіне қарай марка нөмірімен (марканың соңында тотығу тәсілін білдіретін әріптер болады: «бс» – байсалды, «жб» – жартылай байсалды, «кн» – қайнатпалы, яғни тотықпаған, біртектілігі төмен, себебі еріген газдары бар болат. Мұндай болаттың бағасы шамамен 12%-ға төмендейді. Қарапайым сапалы көміртекті болаттар иілгіштер, кескіштер, тесіктерді жамаушы, металды барынша деформациялайтын суықпен түсіруші (қазандықтардың элементтері, резервуарлар, бекітпен материалдар – тойтармалар, тығырықтар, бұрандамалар) секілді құралдарды жасау үшін пайдаланылады. Айталық, металдан жасалған кранды және құрылысқа арналған құрастырушыларды БлЗжб және БлЗкн болаттардан дайындайды.

Сапалы болаттар қоспалы және көміртекті болып бөлінеді. Қоспалы болаттардың маркаларын анықтау үшін олардың химиялық құрамын негізге алады. Алғашқы цифрлар, мәселен, құрастыруға арналған болаттар – көміртектің мөлшері орташа болаттар пайыздың жүздік үлесін, ал құралдық болаттар – пайыздың ондық үлесін білдіреді. Қоспалы элементтер орыс әліпбиіндегі мынадай әріптермен белгіленеді: азот (марканың соңындағы) – А, алюминий – Ю, бор – Р, ванадий – Ф, вольфрам – В, кремний – С, марганец – Г, мыс – Д, молибден – М, никель – Н, титан – Т, хром – Х т.б. Маркадағы әріптерден кейін тұрған цифрлар сәйкес қоспалы элементтің пайыздық мөлшерін көрсетеді. Егер элементтің мөлшері шамасында немесе 1%-дан төмен болса, цифр көрсетілмейді. Жоғары сапалы қоспалы болаттар маркасының соңында «А» әрпімен белгіленеді. Бұл дегеніміз – аталған болаттың құрамында фосфор мен күкірттің зиянды қоспаларының жиынтық мөлшері 0,05% екендігін білдіреді. Марка соңындағы «Қ» әрпі – құймалы тәсілмен жасалғанын көрсетеді.

Құрастыруға арналған сапалы көміртекті болаттар машина жасау құрылысында термиялық өңделетін және термиялық өңделмейтін әртүрлі бөлшектерді жасау үшін пайдаланылады. Мұндай материалдарды маркалау кезінде «болат» сөзінен кейін екі мәнді цифр – көміртектің орташа мөлшерінің пайыздық жүздік үлесі жазылады. Аталған болаттың маркалары: 08; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 58; 60; 65; 70. Бұндай шынығу құрамында 0,30...0,35% көміртек бар болаттарда басталады деп саналады. Егер үстіңгі беті қатты және ортасы жұмсақ болғаны қажет болса, көміртек мөлшері төмен сапалы

болатты пайдаланады (мәселен, болат 20). Осы болаттан цементицияланатын және қаттылығы 60...64 HRC жетіп, шынықтырылатын бөлшектер дайындалады. Кейін олар ақырғы рет өңдеуден өтеді.

Көміртек мөлшері орташа сапалы болат (айталық, болат 45) шыныға бастайды, бірақ қаттылығы 42.44 HRC тең болады. Жону автоматтары үшін жасалатын бөлшектер үшін құрамында фосфор мен күкірт мөлшері көп автоматты болаттар пайдаланылады. Бұл болаттар «А» әрпімен және екі мәнді санмен – көміртектің мөлшерінің пайыздық жүздік үлесі – белгілейді. Айталық, А12 автоматты болатының құрамында орташа есеппен 0,12% көміртек болады. Автоматты болаттардан жасалған бөлшектердің сыртқы диаметрі (мұндай болаттардың шыбықшаларын цангамен қысу үшін) калибрленген, кедір-бұдырлығы аз болып, кесу арқылы өңделіп, әдетте уатқанда майда жаңқалар шығады.

Құрастыруға арналған болаттан қарапайым және үлгілімді сұрыптық пішінді өнімдердің кең ассортименти жасалады: суықтай илемделген (қалыңдығы – 0,05...3,6 мм), ыстықтай илемделген (2,2...3,6 мм) ленталар, жұқса (0,24 мм) және қалың (4...160 мм) табақшалар, жолақтар (4...8 мм) және кең жолақтар (6...60 мм), дөңгелек, квадрат және алты бұрышты қима өнімдер, бұрыштар (тең жақты және әржақты), швеллер, қоставрлар, үлгілімді прокаттар, құбырлар (электрденекерлеугі, жіксіз, сым тартатын) т.б.

Құйма тәсілімен болаттан өнімдер жасау үшін арнайы көміртекті болаттар пайдаланылады. Құйманың қасиеттеріне қарапайым үш топқа бөлеміз: I – қарапайым, II – жоғары және III – ерекше сапалы. Болат құймалар, әдетте, құрылымы нашар болып келеді, сәйкесінше, қысым арқылы жасалған болат өнімдерге қарағанда, механикалық қасиеттері төмен болады.

Қоспалы болаттар – үйреншікті қоспалардан (көміртек, кремний, марганец, күкірт, фосфор) басқа арнайы қосылатын құйма элементтер немесе марганец пен кремний мөлшері шектен тыс болаттар. Қоспалы элементтерінің жиынтық мөлшері 2,5% болған болаттар *төменгі қоспалы* деп танылса, 2,5...10% – *орташа қоспалы* және 10%-дан көп – *жоғары қоспалы* деп саналады. Қоспалы элементтер ретінде хром, никель, молибден, вольфрам, ванадий, марганец пен титан қолданылады. Қоспалы элементтеріне қарай оларды хромды, никелді, хромникелді, молибденді т.б. атпен атап, маркасында осы элементтерді міндетті түрде көрсетеді. Мәселен, құрастыруға ар-

налған 40ХН2МА маркалы жоғары сапалы хромникелді болаттын құрамында («А» әрпі марканың соңында тұр) 0,4 % көміртек, шамамен 1 % хром, шамамен 2 % никель және 1 % молибден болады.

Коррозияға шыдамды болаттар да құрастыруға арналған материалдар ретінде жұмсалады. Олар өндірісте өте кең қолданыс тапқан.

Коррозияға шыдамды жоғары қоспалы болаттар дегеніміз – ауа атмосферасында, теңіз және өзен суларында да, сондай-ақ кейбір агрессивті ортада коррозияға төзімді болаттар. Олардың ішінде кең танылғандар – хромды (құрамында 12...27% хром бар) және хромникелді (18% хром мен 9% никель бар) болаттар. Олардың құрамында бұдан басқа да қоспалар болуы мүмкін, мәселен, титан мен алюминий. Коррозияға шыдамды жоғары қоспалы болаттарды тағайындалуына қарай жіктеп, құрастыруға арналған, құралдық, тотығуға төзімді, ыстыққа төзімді, отқаққа берік (қызуға төзімді) материалдар, сондай-ақ электр кедергісі жоғары болаттар деп топтайды. Солардың бірнешеуімен танысып көрейік.

Коррозияға шыдамды болаттарды іштей тағы екі топқа жіктеуге болады: атмосфераға төзімді және тотығуға төзімді деп (агрессивті ортаға төзімді). Айта кететін жайт – атмосфералық әсерлерге барлық коррозияға шыдамды болаттардың барлығы төзе алады, алайда экономикалық мақсаттарда атмосфераға төзімді болаттар ретінде Х14, 20Х13, 30Х13, 40Х13, Х13Н4Г9 т.б. маркалы болаттар пайдалана бастады. Осы аталған болаттардан турбиналардың қалақшалары, гидравликалық қысымның клапандары, тегершіктер, тұрмыстық қалдықтарға арналған заттар жасалады. 40Х13 маркалы болат хирургиялық есетін, өлшейтін құралдарды жасау үшін пайдаланылады. Ол шынығып (көміртек мөлшері – 0,4%), магнитті үстел үстінде қалыпталады.

Тотығуға төзімді болаттар Х17, Х17Н2, Х25, Х28, 20Х18Н9, Х18Н9Т, Х18Н11Б т.б. маркалы болып, олардан азотты-қышқылды зауыттарға арналған құрал-саймандар, шандар, құбыр желілері, жылу алмастырғыштар, абсорбциялы мұнаралар жасалады. Сондай-ақ Х17, Х17Н2 маркалы болаттардан асханалық, асүйлік, консервілеу зауыттарына және үй тұрмысында қолданылатын заттар мен құрал-жабдықтар жасалады.

Күкіртті, қайнатылған фосфорлы, құмырсқа және сірке қышқылдарына Х18Н12М3Т маркалы болат жақсы шыдас береді. Оларды осы аталған ортада қолданылатын құрал-жабдықтар мен құрылғы-

лар жасау үшін пайдаланады.

Отқаққа берік болат – жоғары температуралы газ атмосфера-сында әсер болғанда да, қақтың түзілуіне қарсы шыдай алатын болат.

Ыстыққа төзімділік – қорытпаның қолданылу кезінде жоғары температурадағы (550°C-тан жоғары) газ ортасында да химиялық бұзылуға ұшырауға қарсы тұра білу қабілеті.

Ыстыққа төзімді болат – жоғары температурадағы агрессивті ортада да өзінің механикалық қасиеттерін сақтай отырып, жұмыс істеуге қабілетті болат. Бұл болаттың отқаққа және ыстыққа төзімділік қабілеттері бірін-бірі толықтырып, құрамындағы хром (30%-ға дейін) мен никельдің (78%-ға дейін) көп мөлшерінің арқасында кең танылғандығын ескере отырып, танысатын боламыз. Құрал-саймандарды жасауға арналған болаттардың ыстыққа төзімділік қасиетін арттыруда вольфрам мен молибденді қосу да септігін тигізеді.

Кейбір ыстыққа төзімді болаттар – қызуға төзімді деп танылады, себебі олар агрессивті ортада және шектен тыс жүктемеде, жоғары температурада бірнеше уақыт бойы жұмыс жасауға қабілетті болады. Айталық, X18H25C2 және X25H2C2 маркалы болаттар 1100°C температурада отқаққа, ыстыққа және тотығу мен қызуға төзімді болып келеді. Оларды шектен тыс жүктемеде жұмыс жасайтын өнімдерді, мәселен, пештің ленталарына арналған конвейерлерді жасау үшін пайдаланады. Мұндай конвейерлер термиялық өңделген көлемі үлкен өнімдердің қуаттылық әсеріне және жоғары температураға шыдайды. X20H14C2, X23H13 және X23H18 маркалы болаттар 1000°C дейінгі температурада отқаққа төзімді, ыстыққа және тотығуға төзімді болады. Олардан қазандықтардың аспалары мен тіреуіштерін, газ пиролизіне арналған қондырғылардың бөлшектерін, дәнекерлеуші сымдар мен құбырларды т.б. жасайды. Мұндай болаттар, айталық X9C2, X12ЮС, X14H14B2M (МЕМСТ 20072-75) маркалы болаттар жоғары қысым мен жоғары температурада (800°C-қа дейін) жұмыс жасайтын газ және бу турбиналарын, бу ысытқыштарын т.б. жасауға пайдаланылады. Себебі олар қақтарды түзе алмайды және ыстыққа төзімді болып келеді. Тиектер, соташықтар, сорғыштар, құбырлардың жекелеген бөлшектері мен 650°C температурада күкірт қышқылының әсерлерінде жұмыс істей алатын басқа да өнімдерді X6CM және X7CM маркалы болаттардан жасайды. X18H9T маркалы болаттан жасалатын бөшектер 600°C-қа дейінгі температурада жұмыс жасауға қабілетті. Болаттың бұл түрі

кристалитаралық коррозияға (түйіршіктерінің шекараларындағы коррозия) ұшырамайды, қыздырылғанда газ түзбейді, сондықтан оларды вакуумды жүйелерді жасауда пайдаланады.

Нитраллой – ауыр жағдайларда жұмыс жасайтын бөлшектерлі жасауға арналған, сондықтан арнайы азоттандырылатын болаттардың (мәселен, 38ХЮ, 38ХМЮА маркалары) жалпы атауы. Мұндай болаттардың қоспалы элементтері – ұсақ кристалды қатты нитридтер түзіп, азоттандырылған қабаттың үстіңгі бетіне қаттылық (1200 НV-ға дейін) мен тозуға төзімділік қасиетін үстейтін алюминий, хром, молибден, ванадий секілді заттар.

Хромансиль – құрастыруға арналған орташа қоспалы болат, оның құрамында хром, марганец, кремнийдің бір пайыздық үлесі болады. Мұндай болаттар мықтылығымен және иілгіштігімен сипатталып, машина жасау құрылысында әртүрлі құрастыру бөлшектерін жасауда пайдаланады.

3.2. МЫС ПЕН НИКЕЛЬ ҚОСЫЛҒАН ҚОРЫТПАЛАР

Маеріп көрелік. Түрлі-түсті қорытпалардың қоспа компоненттерінің маркасын таңбалау темір қоспалары бар қорытпалардың таңбаларына қарағанда, айтарлықтай айырмашылығы бар. Темір қоспасы бар қорытпаларды белгілеудің бірнеше таңбаларын қарастырайық: алюминий – А (АЛ), бериллий – Б, темір – Ж, кадмий – Кд, кремний – К (Кр), марганец – Мц (Мр), мыс – М, никель – Н, қалайы – О, қорғасын – С (Св), сүрме – Су, титан – Ти, фосфор – Ф, хром – Х, цинк – Ц және т.б.

Мыс – өндірістік қорытпалар үшін маңызды элементтердің бірі, оның бастылары – жез, қола, мысты-никелді қорытпалар.

Жез – мыстың екілік немесе одан да күрделі қоспалары. Оның басты қоспа элементі – цинк. Екілік (**қарапайым**) жездің қасиеттерін жақсарту үшін оған алюминиймен, қалайымен, кремниймен, темірмен және қорғасын т.б. қосады. Алынған күрделі (**арнайы**) жездер оның құрамына қосылған цинк секілді қоспа элементтің атымен аталады. Өндірісте қорғасынды (қорғасын мөлшері – 1...2,5%), кремнийлі (кремний мөлшері – 2,5...4,5%), марганецті (марганец мөлшері – 1...2%), темірмарганецті (1% темір және 1% марганец) т.б. күрделі

жездердің түрлері белгілі. Жездің маркалары «Ж» әрпімен таңбаланады, одан ары қарапайым жездің цифрлары – құрамындағы мыстың мөлшері мен пайызы белгіленеді. Күрделі (арнайы) жездердің маркаларында қоспалардың (қорғасын, темір, никель, марганец т.б.) әріптік таңбалары мен одан ары цифрлар дефис арқылы жазылады – олардың мөлшері мыстың мөлшері көрсетілгеннен кейін белгіленеді. Мысалы, ЖА72-2 – алюминий жезі, құрамында 72% мыс, 2% алюминий, қалғаны – цинк болады.

Жездерді қысыммен және құйма тәсілімен өңделетін деп бөледі. Жез құрамында әртүрлі компоненттердің болуы оның қасиетін өзгертеді. Айталық, жез құрамына қорғасын қосылса, ЖҚ59-1 маркасы шығып, кескіш құралмен жақсы өңделетіндей етеді. Жез құрамында кремнийдің қосылуы механикалық қасиеттерін, кескіш құралдардың өңдеушілік қасиетін, құю кезінде сұйық аққыштық қасиетін жақсартып, оған қорғасын қоспасын қосса, антифрикциялы етеді. Марганецті жездің механикалық қасиеттері өте жоғары болып, коррозия мен қызуға төзімді келеді. Жез құрамындағы алюминий оның мықтылығын және теңіз суына қарсы тұру қабілетін көтереді.

Машина жасау құрылысында пайдаланылатын қарапайым жездердің құрамында 45% цинк, қалғандары – мыс болады. Арнайы жездердің құрамында мыс пен цинктен басқа басқа да элементтер болады. Мәселен, алюминий-никельді және кремний-марганецті ЖАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5 жездің құрамында алюминий, никель, кремний, марганец болады. Алайда құрамында мыстың мөлшері өте көп (88.97%, қалғаны – 10% цинк) жездер де болады. Оларды томпақ (мыстың мырышпен қоспасы болып саналатын жез, Ж96, Ж90) деп атайды. Бұл жездер коррозияға жоғары дәрежеде шыдамды болып келеді. Оларды биметалды материалдар – болат-жез, конденсациялық-мұздату құралдарын, сондай-ақ алтынмен сыртқы ұқсастығына қарай көркемдік өнімдерді (зергерлік және сәндік заттар) жасау үшін қолданады. Ж68 және Ж62 жездері кейде жонғыш білдекте дайындамаларды аралық босандата отырып, кіріктіру тәсілімен даналай көлемі үлкен өнімдерді жасауда пайдаланады.

Мысты-цинкті қорытпалардың спецификалық ерекшелігі – күйдірілген⁵ бөлшектердің жылулық және атмосфералық жағдайлардың әсерінен бұзылуы, былайша айтқанда, «маусымдық ауруға

⁵ Күйдіру – қысым арқылы суықтай өңдеу жолымен металдан жасалған материалдардың мықтылығы мен қаттылығын арттыру

ұшырауы». Айталық, күшпен бастырылған жезден жасалған өнімдер (ұштарында кескіштері бар түйреуіштер т.б.) өздігімен әрі күтпеген жерден үзіліп қалуы мүмкін. Мұндай өнімдердің жұмыс жасау ұзақтығы күйдірудің дәрежесіне және қысымның концентрациясына байланысты бірнеше минуттан бірнеше күнге, тіпті бірнеше айға дейін созылуы мүмкін.

Қола – мыс қосылған қорытпалар, әдетте қоспа ретінде (цинк пен никельден басқа) қалайы (басты қоспа элемент), алюминий, бериллий, кремний, свинец, хром және басқа да элементтер жұмсалады. Ең ескі қорытпалар ретінде – қалайы қолалары мен кейінірек пайда болған қалайысы жоқ қолаларды атауға болады. Маркасын таңбалауда екі әріп – «Қл» – қорытпаның түрі – «қола» деп белгіленсе, кейінгі орында компоненттерін көрсететін әріптер, сосын дефис арқылы цифрлар – олардың пайыздық мөлшері жазылады. Мәселен, ҚлОЦС6-6-3 – қалайы қоласының құрамында 6% қалайы, 6% цинк, 3% қорғасын, қалғаны – мыс болады. Қоладан өнімдер жасау үшін оларды кесіп немесе құю тәсілімен өңдейді. Қоланың құйма және антифрикциялық қасиеттері жоғары, сыртқы пішіні – сұлу, коррозияға шыдамды болып келеді.

Жез секілді, қоланы да қоспа элементтерінің (мыстан басқа) атауына қарай атайды. Айталық, қалайылы (құрамындағы қалайы мөлшері – 2...7%), кремнийлі (кремний мөлшері – 2,75...3,5% және марганец мөлшері – 1...5%), қорғасынды (мөлшері – 33%), алюминийлі (мөлшері – 8...12%) т.б.

Ерте кезеңдерден бері қалайыдан жасалған қолалар кең танылып, техникада жиі қолданылған. Қалайының тапшылығынан қалайы қоласының орнын басатын заттар, мәселен, кремнийлі жез пайда болды. Қалайы қолаларының құйма, антифрикциялық және антикоррозиялы қасиеттері жоғары, кесу арқылы жақсы өңделеді. Сондықтан, оларды мүсіндер мен көркем құймалар жасауға жиі пайдаланса, техникада – тұщы су мен теңіз суында 2,5 МПа дейінгі қысымда жақсы жұмыс істей алатын арматураларды жасау үшін пайдаланады. Қалайы қолаларынан мойынтәрек жылжымалары жасалады. Бұл қоланың кемшілігі – оның қатуының арасындағы үлкен арақашықтық (150°C-қа дейін), бұл құймалардың ішінде бос орындардың пайда болуына және герметикалық қасиетінен айрылуына сеп болады. Аталған кемшілік суыту жылдамдығын әртүрлі тәсілдермен (ортасынан теуіп құю, металдан жасалған қалыптарды пайдалану, қолаға цинкті араластыру, қысыммен кристаллизациялау т.б.) жоғарыла-

тып, қол жеткізуге болады. Құймаларда пайда болған бітеулік емес қасиетін тек 650...700°C температурада кем дегенде 2 сағ босандату арқылы (қабырғаларының қалыңдығына байланысты) және өнімді пешпен бірге 300...350°C-ке дейінгі температураға суыту арқылы жоюға болады.

Қалайының қола құрамындағы мөлшерін үнемдеу және қоланың кейбір қасиеттерін жақсарту мақсатында төмендету үшін оның құрамына әртүрлі қоспаларды қосады. Цинкты қосу арқылы қоланың механикалық және құю қасиеттерін жақсартуға болады. Қорғасын құйма, антифрикциялық және антикоррозиялық қасиеттерін жақсартса, никель (1,5%)-ға дейін механикалық қасиеттерін жақсартып, қоланың құрамындағы қорғасынның жойылуына кедергі келтіреді. Кремнийлі қоладағы кремнийдің мөлшері оның иілгіштігін жақсартса, марганецтің қоспасы мықтылығы мен шынықтыру қасиетін арттырады. Мұндай қолалар серіппелер мен үлгілімді құймалар жасауда пайдаланылады. Қола электронды материал ретінде танылды, оларды электрлік контактылы машиналар жасауда пайдалана бастады. Оларға *кадмийлі* (0,9...1,2% кадмий), *хромды* (0,4...0,7% хром), *никель-бериллийлі* (1,4...1,6% никель, 0,2...0,4% бериллий және 0,05...0,15% титан) және басқа да қолаларды жатқызуға болады. Аталған қолалар диаметрлері әртүрлі шыбықшалар, жолақтар, табақшалар, термоөңделген және термоөңделмеген күйдегі созылған және баспаланған пішінде шығарылады. Бұл қолалардың электродтарға қажетті қасиеттері болады. Қасиеттерінің ішіндегі ең бастылары – жоғары электрөткізгіштігі мен қолдану кезіндегі жоғары температураға механикалық төзімділігі. Жоғары электрөткізгіштігі қоланың компоненттерінің есебінен, ал механикалық мықтылығы арнайы күйдіру немесе тойтарылып шегелену арқылы қалыптасады. Роквелл бойынша қаттылығы 61.64 HRB-ден төмен болмауы керек.

Электродты қоланың әрбір маркасының өз тағайындалу орны болады. Айталық, ҚЛНБТ типіндегі никель-бериллийлі қола коррозияға шыдамды болаттар, титандар т.б. металдарды нүктелі және жіктік дәнекерлеу электродтары үшін пайдаланылады.

Қорғасын қолаларының құрамында 60% қорғасын және 2,25...2,79% никель болып, қалайы қоласының орнын басатын зат ретінде қалайы мөлшері жоғары баббиттің⁶

⁶ Баббит – тез балкитын антифрикциялы қорытпалар, басты компоненттері – иілгіш қалайы немесе құрамында қатты мыс, сүрме және никель қоспасы бар қорғасын.

орнына қолданылады. Баббит әдетте, мойынтіректің жылжымалы астарындағы болаттан жасалған ленталардың жабыны ретінде пайдаланылады. Қорғасын қоласының құрамындағы никельдің қоспасы қорғасын мен мыстың жойылуының алдын алып, қорытпаның мықтылығын жоғарылатады.

Мысты-никелді қорытпаларға құрастыруға арналған қорытпалар – мельхиор мен нейзильберлер жатады. **Мельхиорлар** – құрамындағы басты қоспасы – мыс, 20...30% никель мен құйма темір мен марганецтің аз мөлшері бар қорытпалар. **Нейзильберлер** – басты қоспасы – мыстың 5...35% никельмен және 13...45% цинкпен қорытпасы. Су, әсіресе теңіз суының ішінде коррозияға шыдамдылық қасиетінің арқасында құрастыруға арналған мыстыникелді қорытпалар кеме жасау құрылысында, дәл техникалардың құрал-жабдықтарын жасауда кең қолданыс тапқан. Олардан медициналық құрал-саймандар, ыдыстар, көркемдік өнімдер, тиындар, сондай-ақ бу және сулы арматуралар жасалады. Мельхиорлар суықтай және ыстықтай өңдеуден жақсы өтеді. Нейзильберлердің деформацияланғаннан кейінгі мықтылығы мен иілгіштігі өте жоғары болады, суық және ыстық күйінде икемді келеді.

Сонымен қатар, мысты-никелді қорытпаның **копель** деп аталатын түрі (43% никель мен 0,5% марганецтен тұрады) кең танылған. Ол пирометрия⁷ мақсатында хромелмен жұптасып кері термоэлектрод ретінде қолданылады. Мысты-никелді қорытпалардың ішінде копельдің хромелмен жұптасуының термобуындағы термоэлектродты қуаты (термоЭДҚ) жоғары болады. Бұл қорытпа 600°C-қа дейінгі температурада және 800°C температурада аз уақыт қана жұмыс істейді. Копельден өтемелік сымдар жасалады.

Манганин – электртехникасында пайдаланылатын мысты-никелді қорытпа.

Никель – құнды қасиеттердің кешенінен ие металл. Басты қасиеті – мықтылық, жоғары иілгіштік, коррозияға шыдамдылық, жетілдірілген буының төменгі қысымы, жоғары балқау температурасы т.б. Соның арқасында никель машина жасау құрылысында, электртехникасында, медициналық аппаратурада, құрал-саймандар жасау құрылысында т.б. техника салаларында кең қолданыс тапқан. Сонымен қатар, никель антикоррозиялық және сәндік жабындар үшін,

⁶ Контактсіз тәсілмен температураны өлшеу, яғни пирометрдің әсері қыздырылған денелердің (біздің жағдайда - термоэлектродтардың) өз жылуын қолдануына негізделді (біздің жағдайда - термоэлектродтардың)

құйма және деформациялайтын қорытпалар мен қоспалы болаттар жасауға жиі қолданылады.

Никелді қорытпаларды шартты түрде бірнеше топқа бөлуге болады: электртехникалық мақсаттарда төменгі қоспалы; термоэлектроды (хромель, алюмель); коррозияға шыдамды (монель – металл), қызуға төзімді (нихром мен ферронихром). Никель қорытпаларындағы қоспа элементтер – алюминий, кремний, марганец, хром, мыс пен темір. Сөйтіп, алюминий никельдің термоэлектрлік қасиеттерін төмендетіп, электрлік қарсылық көрсету қабілетін және қызуға төзімділігін жоғарылатады. Кремний қызуға төзімділігін арттырса, марганец электрлік кедергілігін жоғарылатады. Хромның қоспасы қорытпаның электрлік кедергілігі мен жылулық қасиеттерін (қызуға және ыстыққа төзімділігін) ұлғайтады. Мысты қосу арқылы қорытпаның коррозияға шыдамдылығы мен мықтылығын жоғарылатуға болады.

Коррозияға шыдамдылығына қарай никельдің мыспен қорытпалары никель мен мыстың бөлек-бөлек алғандағы құрамынан әлдеқайда мықты болады. Никельдің 30% мыспен қорытпасының тұщы, теңіз суына, ауа мен агрессивті ортаға төзімділік қабілеті жоғары болады.

Никельдің титанмен, темірмен және басқа да металдармен қорытпасының кейбір қасиеттеріне сипаттама беріп кетелік.

Нитинол – никельдің (55%) титанмен (45%) қорытпасы, қалыпты сақтап қалу қабілетіне ие.

Нимоник – ыстыққа төзімді (1000°С-қа дейін) никельді қорытпа, құрамында хром, титан, алюминий, кобальт т.б. элементтердің қоспасы бар. Нимоник газ турбиналары, зымырандар мен басқа да қондырғыларды жасауға пайдаланылады.

Пермаллойлар – никельдің темірмен қорытпасының топтары, олардың магниттік өткізгіштігі жоғары, коэрцитивті күші аз және гистерезис кезінде жоғалту деңгейлері төмен болады. Бұл қорытпаның екі тобы белгілі: никель мөлшері аз (40...50%) және никель мөлшері жоғары (70...83%). Екеуі де магнитті жұмсақ материал ретінде есептеу техникасыны мен байланыс техникасының аспаптарын жасауда, радиотехникада кең қолданылады.

Перминвар – магнитті жұмсақ материал, ол магнитті өткізгіштігі тұрақты және гистерезис кезінде жоғалтулары аз деңгейлі қорытпа. Никельдің (45...46%), темірдің (30%) және кобальттың (23...25%) бұл

қоспасын (70% никель мен 7,5% молибденнің қоспасынан жасалған перминвар да болады) радио- және электртехникасында трансформаторлар мен дросселдердің тұрақтылығы жоғары жүрекшелерін жасау үшін жиі қолданады.

Перменорм – магнитті жұмсақ материал, магниттілік қасиеті жоғары. 50% никель мен 50% темірдің (темірникелді пермалла) қоспасынан тұратын бұл қорытпа реленің, үстеме магниттеу арқылы жұмыс жасайтын трансформаторлар, дросселдердің бөлшектерін жасау үшін қолданылады.

Никельді қорытпаларға термобуларды құрастыру үшін пайдаланылатын қорытпалар хромель мен алюмель жатады. **Хромель** – никельдің хроммен (9...10%) және кобальтпен (1%) қорытпасы. Термобулардың оң электродтары мен өтемелік сымдар ретінде қолданылады. Хромельдің электрлік кедергісінің үлесі – шамамен 1 мкОм • м, шекті жұмыс температурасы – 1000°C. **Алюмель** – никельдің алюминиймен (1,8...2,5%), марганецпен (1,8...2,2%) және кремниймен (0,85...2%) қорытпалары, термобулардың кері электроды ретінде қолданылып, 1000°C-қа дейінгі температурада жұмыс істеуге қабілетті болады.

3.3. ЖЕҢІЛ ҚОРЫТПАЛАР

Тығыздығы аз мөлшердегі металдарды жеңіл металдар деп атайды. Кең қолданылып жүрген жеңіл металдарға алюминий (тығыздығы – 2700 кг/м³), магний (1740 кг/м³), бериллий (2848 кг/м³) және титан (4505 кг/м³) жатады. Бұл металдардан жеңіл қорытпалар алынады. Сондай-ақ оларды басқа қорытпаларға құйма қоспалар ретінде пайдаланады. Жеңіл металдар мен қорытпалардан ауа және су транспорттарының құрастырма жұмыстарға арналған құрылғылары мен бөлшектерін жасайды. Жеңіл металдар мен қорытпалардың мықтылық үлесі өте жоғары болады, яғни механикалық қасиеттерінің тығыздығына қатысы жоғары болады. Мәселен, алюминий қорытпалары құйма күйінде үлесті тығыздығы жағынан басқа құйма қорытпалардан жоғары болады, ал деформацияланған күйінде тығыздығы жоғары құрастыруға арналған болаттармен тең дәрежеде болады.

Құрастыруға арналған жеңіл қорытпаларға алюминий, бериллий, магний және титан қорытпалары жатады. Олардың үлесті тығыз-

дығы құрастыруға арналған басты қоспасы – темір немесе никель болатын басқа қорытпаларға қарағанда, жоғары болады. Тығыздығы бірдей дюралюминий қазандық болатына қарағанда 3 есе жеңіл, әрі оның үлесті тығыздығы болатқа қарағанда 3 есе жоғары болады.

Алюминий – жеңіл қорытпалардың негізі, құймалы қоспалар (мыс, кремний, магний, цинк, марганец) кез келген металдың тығыздығын жоғарылату мақсатында қосылады.

Алюминийдің негізгі қорытпалары – дуралюминдер мен силуминдер, авиация, автомобиль, кеме құрылысы, трактор өндірісі мен құрал-жабдықтар жасау құрылысында кең қолданыс тапқан. Бұл қорытпалар қысыммен өңделетін (деформацияланатын) және құйма деп бөлінеді. **Дуралюминдер** – алюминийдің 3,8...5,2% мыс, 0,4...1,8 % марганец және 0,4...1,0% магнийдің қоспасы. Осы аталған элементтерден басқа дуралюминдерге механикалық қасиеттерін жақсартатын элементтер қосылады (айталық, никель). **Силуминдер** – алюминийдің кремниймен құю тәсілімен қорытпасы.

Алюминий құйма қорытпалары физикалық-химиялық қасиеттеріне қарай құрамындағы қоспа элементтеріне байланысты бірнеше топтарға бөліне алады.

Кремний мөлшері көп алюминий қорытпаларының (5% және одан да көп) құйма қабілеті өте жоғары болады – шектен тыс сұйық аққыштығы, түбіне шөгу дәрежесі төмен, ыстық күйінде жарықтары жоқ т.б. (бұл АЛ2, АЛ4, АЛ9 және т.б. қорытпалары).

Құрамындағы магний мөлшері өте көп алюминий қорытпалардың (4% және одан да көп) тығыздығы қоспады алюминий қорытпаларына қарағанда өте аз және салыстырмалы түрде жоғары болады (бұл АЛ8, АМг5, АМг6 қорытпалар).

Құрамындағы мыс мөлшері өте көп алюминий қорытпалар (4% және одан жоғары) айтарлықтай ерекше қасиеттерге ие емес – қатысты тығыздық, коррозияға шыдамдылығы мен сұйық аққыштығы төмен. Сондықтан олар тағайындалуы аса жауапты емес өнімдерді жасауға ғана жарайды (бұл АЛ7, АЛ12, АЛ19 қорытпалары).

Цинк (10...12%) пен кремний (6...8%) мөлшері өте көп алюминий қорытпалары құйма қалыптарды жақсы толтырып, үстіңгі беті өте таза болып, арнайы термиялық өңдеуді қажет етпейді (АЛ11 т.б. қорытпалар).

Гетерогенді (біртекті емес) және құрылымы тұрақты (АЛ1 типіндегі қорытпалар) көпфазалық қорытпалар ыстыққа төзімді болып,

жоғары температурада жұмыс жасауға арналған бөлшектерді жасауда пайдаланылады. Ыстыққа төзімділігі қаншалықты жоғары болса, қорытпаның технологиялық қасиеті соншалықты әлсіз болады.

Деформацияланған алюминий қорытпаларының ішінен мәселен, қоспалығы төмен және термиялық мықты емес АМц, АМг типіндегі қорытпаларды атауға болады. Бұл топқа темір мен кремний қоспалары тұрақты, кейде титан қосылып отыратын қорытпаларды жатқызуға болады. Құрамында 2...7% магний бар қорытпалар магнолит типіндегі материалдардың тобын түзеді, олардың коррозиялық шыдамдылығы өте жоғары, иілгіш және жақсы балқитын болып келеді. Тығыздандырудың негізгі тәсілі – күйдіру. Аталған қорытпадан профильдер, құбырлар, табақшалар, шыбықшалар т.б. жасалады. Дюралюмин (Д16) типіндегі қорытпалар шынықтырылып, кейде тоздырылып қолданылады. Олар 200°С температурада жұмыс жасауға қабілетті. Сондықтан, аталған қорытпаларды жоғары температурада жұмыс жасайтын құрастыру бөлшектерін өндіру үшін пайдаланады. Осы материалдар тойтарма шегелер жасауға пайдаланылса, оларды сыртқы жамылғысын алып тастаған кезде аз уақыт жұмсалады.

Дюралюминдер мен силуминдермен бірге қорытпалардың басқы қоспасы алюминий болып келетін басқа да түрлері пайдаланылады – авиаль мен магналия.

Авиаль – басты қоспасы алюминий болып келетін, құрамында 0,45% магний, 0,5...1,2% кремний, 0,2...0,6% мыс, 0,15...0,35% марганец пен хром болатын қорытпа. Оның иілгіштік қабілеті мен атмосфералық коррозиялық шыдамдылығы өте жоғары болады. Термиялық өңдеу (шынықтыру және тоздыру) арқылы авиаль мықты бола түседі. Қорытпаның иілгіштігі жоғары және қысыммен жақсы өңделетін болғандықтан, олардан күрделі пішінді бөлшектер (тікұшақтардың винт қалақшалары) жасалады.

Магналий – басты қоспасы алюминий болған, 1...13% магний қоспасынан тұратын қорытынды. Олар күрделі үлгілімді құймаларды жасау үшін құйма (...13% магний) және жақсы балқитын деформацияланған (1...7% магний) деген түрлері болады. Олардың коррозиялық шыдамдылығы мен иілгіштік қабілеті өте жоғары болады. Мұндай қорытпалар кеме жасау және зымыран жасау құрылысында пайдаланылады.

Бериллий мен бериллий қорытпалары – арнаулы техникалардың (зымыран жасау, авиация, ғарыштық және судың терең түбінде

жұмыс жасайтын аппараттар мен басқа да қондырғылар) қарқынды дамуына байланысты бүгінгі таңда жоғары сұранысқа ие болып келеді. Себебі бұл материалдардың құнды қасиеттері көп.

Бериллийдің тіпті аз мөлшері болса да, түрлі түсті металдарға немесе болаттарға қосылатын болса, олардың қасиеттерін айтарлықтай жақсарады. Айталық, мыстың 1...5% бериллиймен қорытпасының (**бериллий қоласы**) тығыздығы басқа қоспа болаттарға қарағанда әлдеқайда, жоғары.

Таза бериллийге қарағанда, мұндай материал механикалық тәсілдермен өте жақсы өңделеді. Олардан қалыңдығы 0,1 мм ленталар дайындауға болады. Бериллий қоласы серіппелерді, рессорлар, амортизаторлар, мойынтіректер, тегершіктер мен жоғары тығыздықты, шаршауға және коррозияға төзімділікті, температуралардың кең интервалында иілгіштігін сақтау қабілеті талап етілетін басқа да өнімдерді жасауда пайдаланылады.

Бериллий қоспасы қосылған болаттардың тығыздығы, коррозияға шыдамдылығы мен балқығыштығы өте жоғары болады. Басқа болаттармен салыстырғанда, бериллий қосылған қорытпаның теңіз суының, мұнай, мазут және басқа да көміртекті отын түрлерінің әсеріне төзімділігі жоғары болады. Мұндай болаттар кеме жасау құрылысында және судың түбінде жұмыс жасайтын аппараттарды дайындауда кең қолданылады.

Құрамында бериллий бар қорытпалар ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында, әсіресе ядролық физикада, авиацияда, зымырын жасау құрылысында, ғарыштық қондырғыларды, машина жасау құрылысы мен медицинада қолданылады. Айталық, ұшақтың бериллий қоспасы бар қанатының салмағы болаттан жасалған дәл осындай қанатының салмағынан 60%-ға, титаннан жасалған қанаттың салмағы 30%-ға төмен болады.

Бериллий қорытпаларын ұшақтарды, турбореактивті және турбовинтті қозғалтқыштардың, жоғары дыбысты ұшақтардың қанаттарының алдыңғы бөлігінің жиектерінің бөлшектерін, лонжерондар мен доңғалақтардың тежегіш дискілері мен бұрамалы рулдерді орау үшін пайдаланады. Осы қоспаларды ғарыштық құрал-жабдықтар үшін пайдалану олардың жоғары үлесті тығыздығына және жоғары үлесті қаттылығының үйлесімділігіне байланысты. Бериллийдің қаттылығы икемді деформация шегінде құрастыруға арналған басқа материалдарға қарағанда 6 есе жоғары болады.

Металдардың қасиеттерін қорытпаларды алудың бастапқы сатысында бериллийді қосу жолымен, сондай-ақ өнімнің үстіңгі бетін бериллиймен қанықтыру арқылы (цементацияға ұқсатып) жақсартуға болады. Технология аса күрделі емес: болаттан жасалған бөлшектерді бериллий ұнтағына салып, 900...1100°C температурада 10...15 сағат бойы ұстап тұрады. Диффузия нәтижесінде болаттан жасалған бөлшектердің үстіңгі бетінде қалыңдығы 0,15...0,40 мм болатын бериллийдің темірмен және көміртеппен бірлігінен қабат түзіледі. Бұл қабат қорытпаны ыстыққа төзімді, теңіз суына және азот қышқылына шыдамды етеді. Оның үстіне, бұл қорытпалар тозғанша жұмыс жасайды.

Бериллий талшықтары мен синтетикалық қағазды пайдалана отырып, жаңа композициялық материал дайындауға болады. Бұл – ыстыққа төзімді арнайы қағаз (2200°C-қа дейінгі температурада жұмыс істейді). Қағаз термиялық соққыларға шыдас бере алады (температураның күрт өзгеруі), химиялық инертті және жылу-, дыбыс- және электртежегіш қасиеттері жоғары болады. Осы аталған қасиеттерді ескере отырып, бұл қағазды ғарыш кемелерін, реактивті қозғалтқыштарды, газ турбиналары мен зымырандарды жасау барысында қолданады.

Құнды материалдың бірі – бериллий оксидінен жасалған керамикалық материал (*брокерит, бромеллит*). Оның диэлектрлік және жылуөткізгіштік қасиеттері жоғары, тығыздығы жеңіл (2957 кг/м³ тең), ал жылуөткізгіштігі – жылуөткізгіш мыстың 50%-н құрайды.

Бериллийдің жылушығаратын қабілеті – өте жоғары, жанған кезде 1 кг бериллийден 60000 кДж жылу бөлінеді, сондықтан оларды зымыран жанармайына қоспа ретінде пайдаланады. Металл бериллийден басқа қоспа ретінде бериллийдің қосылыстары, айталық, бериллий гидридi мен кейбір бериллийорганикалық заттар пайдаланылады.

Осы жетістіктерінен басқа бериллий мен оның қосылыстарының кемшіліктері де бар. Олардың бастысы – жоғары уыттылығы (уландыру қасиеті). Әсіресе бериллийдің қосылыстарының ұсақ бөлшектерінің зияны шектен тыс жоғары болады. Дисперстілігі (ұсақтығы) майда болған сайын, олар улы бола түседі. Уыттылық дәрежесі бірігу температурасына – 1600°C температурада бірігетін бериллий оксидіне (бромеллит) байланысты. Алайда ол 500°C

температурада түзілген дәл сондай материалға қарағанда, улы емес. Тірі ағзаға түсіп, бериллий сүйек және өкпе ұлпасымен бірігіп, оны бұза бастайды. Сондай-ақ, ол тердің ісіп қызаруын – дерматитті тудырады. Жұмысшылар үшін бериллий оксидінің ауадағы рұқсат етілген шекті концентрациясы (РШК) аз болып, бір куб метрге шаққанда микрограмманың мыңнан бір үлесін құрайды.

Магний алюминиймен (11%-ға дейін) жән басқа металдармен (марганец 2,5%-ға дейін, цинк 2...3%-ға дейін, мыс – 0,25%, кремний – 1,5% және титан) қосылып, өте жеңіл қорытпаларды түзеді. Олардан жасалған өнімдер авиация өндірісінде 400...430°C температурада қыздырып, құю арқылы қысыммен өңдеу жолымен алынады.

Магний қорытпаларды шынықтырып, тоздырады. Алайда термиялық өңдеуінің тиімділігі алюминий қорытпаларымен салыстырғанда аз. Коррозиядан магний қорытпалары оксидтендіру және лак жағу арқылы қорғайды. Магний қорытпалары **құйма** және **деформацияланған** деп бөлінеді. *Құйма магний қорытпаларына* МҚ2 (1...2% марганец), МҚ6 (9,0...10,2% алюминий, 0,6...1,2% цинк, 0,15...0,50% марганец пен т.б.), ал *деформацияланған* магний қорытпаларына – МА1 (1,3...2,5% марганец), МА5 (7,8...9,2% алюминий, 0,15...0,50% марганец, 0,2...0,8% цинк т.б.) жатады.

МҚ2 қорытпасының артықшылығы – коррозиялық шыдамдылығы мен қайнау қабілеті жоғары, термиялық өңдеуге жіберілмейді. Осы қорытпаның құйма қасиеттері – төмен, сондықтан оларды бензобактарды, бензوماйлы арматураларды және қарапайым конфигурацияның басқа да бөлшектерін жасау үшін пайдаланады. МҚ6 қорытпасының құйма қасиеттері жақсы, олардан құймаларды жерге құю арқылы емес, темірқорамға құю және қысым арқылы алады. МҚ6 қорытпасының қайнау қабілеті – қанағаттанарлық деңгейде, ал коррозиялық шыдамдылығы – басқа қорытпалармен салыстырғанда, төмен. Осы қорытпадан қозғалтқыштардың ауыржүктемелі бөлшектері дайындалады, себебі қорытпаның аққыштық шегі жоғары болады. Құйма қорытпаларды құю үшін 700...800°C температураға дейін қыздырады. 600...440°C температура интервалын кристаллизацияланады, сызықтық кемуі орта есеппен алғанда 1,2...1,4% құрайды.

Магнийлі деформацияланған қорытпалар термиялық өңделген және өңделмеген түріндегі табакшалар, шыбықшалар, профильдер, тілімшелер, шындалған темір табактары түрінде дайындалады.

Титан жер қойнауларында алюминий, темір және магнийден кейін қолданылуы жағынан төртінші орында. Бұл жеңіл металл (тығыздығы – 4540 кг/м³) 1660°C температурада балқиды, оттегі, азот, көміртекпен оп-оңай қосылыс – оксидтер, нитридтер, карбидтер түзеді. Олар қатты әрі қиын балқитын болып табылады. Қоспа ретінде көптеген металл материалдардың құрамына қосылып, ыстыққа төзімді қорытпалар түзеді. Ал оның карбидтері – ең қатты қорытпалардың негізгі құрамдас бөлігі болып табылады. Аталған металл кесу арқылы оп-оңай өңделеді, 900°C температурада қыздырғанда, соғылады. Ал 1000°C температурада әртүрлі профилдер мен құбырлардың шыбықшаларына баспаланып, суық күйінде сырғиды. Алайда жылдам тығыздалып, вакуумда (гелий) жиі босандатылып, содан кейін иілгіш бола түседі. Титанды аргонды-доғалық қайнату арқылы балқытады.

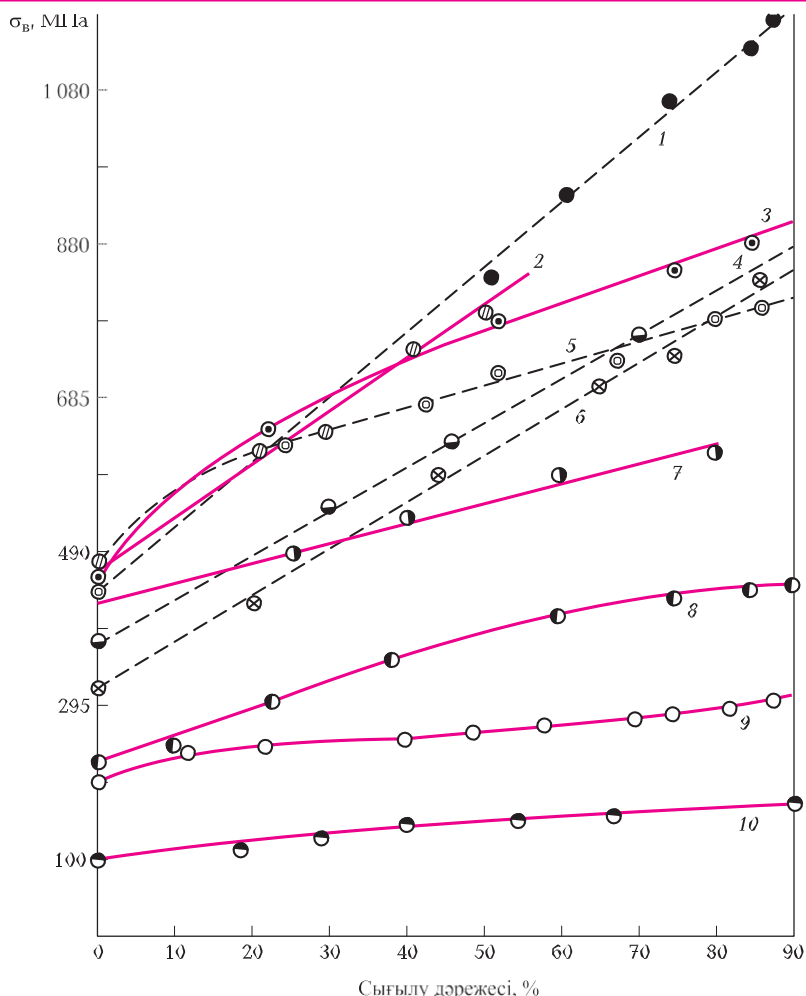
Өндірістік титан қорытпалардың құрамында 8% марганец, немесе 4% марганец пен алюминий, немесе 2% темір, хром мен молибден, немесе 3% алюминий мен 5% хром т.б. болады. Титан қорытпаларының басты артықшылықтары – ыстыққа жоғары дәрежеде төзімділігі, қызуға төзімділігі, коррозияға шыдамдылығы, электрлік кедергісінің жоғары дәрежесі мен үлесті тығыздығының жоғарылығы. Осыны ескере отырып, титан қорытпаларды авиация өндірісінде пайдаланады. Титан қорытпаларынан фюзеляж, ұшақтың құйрығындағы жазық жерлер т.б. бөлшектері жасалады. Турбореактивті қозғалтқыштарда – мотор рамалары, дискілері мен компрессорларының қалақшалары, кернегіш сақиналар мен басқа да бөлшектерді жасауға болады.

Гидроұшақтардың қалтқылары теңіз суына төзімді титан қорытпалардан жасалады. Суасты қайықтары мен судың терең түбіндегі аппараттар корпустары ескіш винттер, құбырлар, сорғыштар т.б. секілді титан қорытпаларынан жасалады. Титан химиялық (құбыр желілері, агрессивті ортаға арналған резервуарлар), құралдық (қатты қорытпалары бар титан карбидтері), электртехникалық (электрлік кедергісі жоғары қорытпалар), медициналық (ішкі протездер) және өндірістің басқа да салаларында қолданылады.

Құрастыруға арналған жеңіл қорытпаларды суық әрі ыстық күйінде өңдеуден өткізуге болады. Суықтай өңдеу кезінде деформациялау деңгейінің ұлғаюына қарай металдың қаттылығы мен тығыздығы түзіледі. Ары қарай деформациялау үшін тағы да күш жұмсау

керек. Бұл жағдайда металл тығыздалып, иілгіштігі төмендейді. Былайша айтқанда, тойтарылады.

Тойтару және **күйдіріп, бекіту** дегеніміз (нагартовка – немісше: **hart** – қатты) – қаттылығы мен мықтылығын жоғарылату құбылысы.



Сурет 3.1 Түрлі түсті металдар мен қорытпалардың ов тығыздық шегінің тойтаруға байланысты өзгеру диаграммасы (бо-саңдату деңгейі)

1, 2 – алюминий және алюминий сауыттары; 3,10 – мыс пен никель; 4, 9 – компоненттері әртүрлі никелиндер; 5, 7 – алюминді және фосфоритті қола; 6 – константан; 8 – жез

Ол металдың механикалық қасиеттерін қысыммен өңдеу (қалыптау, құю, сырғыту, сүйреу, роликпен тегістеу, майдалау т.б.) арқылы жоғарылату әрекетімен бірдей.

Түрлі түсті металдардың тығыздығын тойтаруға қарай өзгерту 3.1-суретте көрсетілген. Тойтару барысында о_в ұлғайту алюминий мен алюминий сауыты, мыс пен никель, құрамында әртүрлі компоненттері бар никелиндер, алюминий және фосфоритті қола, константан, жез үшін көрсетілген.

3.4. ҚОСПА ЗАТТАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Машина жасау құрылысында алюминий қорытпа түрінде, әрі таза күйінде электр сымдары мен басқа да мақсаттарда қолданылады. Құрастыруға арналған материал ретінде алюминий құрылыста, авиацияда, электртехникасында, электроникада (композициялық материал матрица ретінде қызмет етеді) пайдаланылады. Қоспа зат ретінде алюминий мыс, магний, титан, темір және басқа да материалдардың қорытпаларына қосылады. Алюминий оксиді – **корунд** – абразивті материал ретінде пайдаланылады.

Металды алюминий ұнтағы мен темір оксидінің қоспасы термитті материал түзеді, ол ірі габаритті құрылымдарды (**алюминотермия**) қайнатуға арналған. Қайнату аймағында қайта қалпына келтіру үдерісі 3000°C-ға дейінгі температурада жүзеге асады. Дәл осындай ұнтақтар әскери мақсаттарда өртейтін материал ретінде пайдаланылады.

Бериллий – қатты жарқыл ақ түсті металл, 1287 С температурасында балқиды, тығыздығы – 1841 кг/м³, жақсы соғылады, ал қоспа қорытпалары олардың механикалық қасиеттерін жақсартады.

Бериллий біраз техникалық маңызды қасиеттерге ие. Ол алюминийден 1,5 есе жеңіл; тығыздығы – болаттың тығыздығынан 4 есе жоғары; иілгіштік модулінің мықтылыққа қатысы басқа металдарға қарағанда, әлдеқайда жоғары; қаттылық дәрежесі – өте жоғары (шыныны кесе алады) – Бринелл шкаласы бойынша оның қаттылығы 10⁹ Н/м²-ға тең; ыстыққа және коррозияға төзімді; иілгіштік модулі өте жоғары. Бериллий көптеген металдармен – алюминиймен, никелмен, темірмен, хроммен, марганецпен, молибденмен және басқа да

металдармен бірге – қаттылығы жоғары, бірақ жеңіл қорытпаларды түзіп, авиациялық, газды, тау-кен өндірісінде ядролық физика т.б. мақсаттарда қолданылады.

Ванадий – күміс-ақ түсті жалтыр металл, 1929°C температурада балқиды, тығыздығы – 6110 кг/м³, қаттылығы жоғары, ауада тотығуға тұрақты, алайда қышқылдың (күкірт, азот, плавикова қышқылы және қышқылдардың қоспасында – азот пен тұз қышқылы) ішінде ериді. Ванадий арнайы және құралдық болаттарды өндіруде қолданылады. Қоспа элемент ретінде ванадий тозуға төзімділікті, болаттардың созылыңқылығын, ұсақ түйіршіктілікті, жоғары температурада қаттылық пен беріктікті жоғарылатады, әрі олардың иілгіштігі мен сынғыштығын арттырады. Ванадий титан қорытпаларының құрамына кіреді.

Вольфрам – ашық-қоңыр түсті, тығыздығы – 19300 кг/м³, қаттылығы жоғары, басқа металдармен салыстырғанда балку температурасы өте жоғары (3420°C) металл. Вольфрам ауада тотықпайды, тек қана қызыл түске дейін қызартатын температурада ғана тотығады, қышқылдарға, оның ішінде азот пен тұз қышқылына берік, азот және плавикова қышқылының қоспасында ериді. Вольфрам арнайы қорытпаларды, тез кесетін болаттардың шынықтыру жіптері, жарықтандыру шамдарын дайындау үшін қолданылып, жоғары температурада қаттылығын сақтап қалады. Құрамында вольфрам мөлшері 20% болатын құралдық болат өздігімен шынығады.

Вольфрам молибден, мыс, хром, никель, күміс, оксид мен карбиттерін қосып, қорытпалар түзеді. Осы қорытпалардың басты артықшылықтары – қыздырғанға барынша жоғары төзімділік, аз булануы, СКТК дәрежесі төмен. Вольфрам карбидтерінің тозуға төзімділігі жоғары болады. Вольфрамның кемшіліктері – бөлме температурасында иілгіш келуі. Вольфраммен одан басқа өнімдерді дайындау өндірісінде әдетте, ұнтақты металлургия тәсілдерін басшылыққа алады. Вольфрамның қасиеттерінің арқасында оны ядролық энергетикада, космонавтикада, электртехникасында, электроника мен техниканың басқа да салаларында пайдаланады.

Темір – күміс-ақ түсті металл, 1539°C температурасында балқиды және тығыздығы – 7874 кг/м³, ылғалдың қасында ауада жылдам тотығады, сілтілер темірге әсер ете қоймайды. Барлық металдардың ішінде темір магниттік қасиеттері өте жоғары болады, көміртек, кремний, фосфор, күкірт, оттегімен оңай қорытылады. Машина жа-

сау құрылысында көміртеппен және басқа да элементтермен – болаттар, шойындар мен ферроқорытпалар түрінде қолданылады.

Құрамында темір бар материалдарды басқа барлық металдарды қосып алу үдерісінен 15 есе жоғары. Темірді өндірісте пайдалану үлесі – бүкіл металлургиялық өнімнің 93%-н құрайды. Темір мен оның қорытпаларын – қара металл деп, ал өндірісті – қара металлургия деп атайды.

Темір иілгіш келеді, жақсы соғылып, сырғытылады, механикалық тәсілмен оңай өңделеді. Темірдің қасиеті қоспаларының мөлшеріне байланысты. Қатты темір құрамында көміртеппен басқа да элементтер ериді. Темір құрамында көміртектің 6,67% мөлшері болғанда, темір карбиді (цементит) түзіледі. Оның кристалл торлары күрделі болады, ал қаттылығы мен сынғыштығы алмаздың қаттылығы мен сынғыштығына ұқсас келеді.

Кадмий – күміс реңкі бар ақ түсті металл, 321°C температурада балқиды, тығыздығы – 8650 кг/м³. Ауада кадмий тотықпайды, суда ешқандай реакция бермейді, себебі оның сырты оксидті пленкамен қорғалған. Кадмий күкірт және түз қышқылының ерітіндісінде баяу ериді. Кадмийді жеңіл балқитын және мойынтірек қорытпаларын, дәнекерлерін, қорғаушы жабындылар (кадмидтеу) дайындау үшін аккумуляторлар мен ядролық энергетикада пайдаланылады. Кадмий сульфиді бояу, шынының пигменті, керамика, фарфор ретінде пайдаланылады; ал оның қосылыстары пластмассаларды тұрақтандырғыш ретінде қызмет етеді. Кадмий баяу нейтрондарды қатты сіңіреді, сондықтан кадмий біліктерін ядролық реакторлар ретінде ұласпалы реакцияның жылдамдығын реттеу үшін пайдаланады.

Суда және араластырылған қышқылдарда еритін кадмий қосылыстары улы болып келеді, әсіресе кадмий оксидінің буы ауаға тараса, қатты уландырады.

Кобальт – күміс-ақ түсті металл, тығыздығы – 8900 кг/м³, 1483°C температурада балқиды. Ол өте қатты, созылмалы қасиеті жоғары, темірге ұқсайды, магнитті қасиеттерге ие. Су, ауа менс ілгі кобальтқа әсер етпейді, араластырылған қышқылда баяу ериді. Кобальт ыстыққа және қызуға төзімді материалдардың құрамына кіріп, тұрақты магниттерді (*альнико, магнико*) және кесуші құралдарды, керметтерді, сондай-ақ қышқылға төзімді және қатты қорытпаларды дайындау үшін қолданылады. Кобальттың қосылыстары шыныға күңгірт-көк реңк беріп, көркемдік шыныларды, мозайкаларды жасау үшін қолданылады.

Кремний – табиғатта кең таралған элементтердің бірі, еркін диоксид ретінде кәдімгі құмға ұқсайды. Кремний 1417°C температурада балқиды, тығыздығы – 2330 кг/м³ құрайды.

Еркін кремний екі модификацияда кездеседі: кристалды және аморфты, бірқатар металдардың (мыс, темір, кальций, платина, висмут т.б.) құрамында еріп, олармен қосылыс (**силицид**) түзеді.

Кремний қышқылда ерімейді, бірақ сілті құрамында жақсы ериді. Кремний карбиді (**карборунд**) қаттылығы жағынан алмазға жақын әрі абразивті материал ретінде қолданылады. Кремнийдің металдармен қорытпасы серіппелі, қышқылға төзімді, трансформациялы және басқа да болаттарды түзеді. Ал кремниймен қанықтырылған металдың үстіңгі беті (силицирлеу үдерісі) 800...850°C температураға дейін ыстыққа төзімді болады. Кремнийді қорыту барысында темірдің қорытпасы – **ферросилиция** түзіледі.

Кремнийорганикалық қосылыстар (силикондар) жақпа және қорғаушы материалдар ретінде қолданылады. Таза кремний – күңгірт-қоңыр түсті кристалды, металл жарқылы бар материал, оның торлары алмазға жақын, жартылай өткізгіштік қасиетке ие, қасиеттері оған қосылған қоспалар арқылы анықталады. Таза кремний жартылай өткізгіш аспаптар мен күн сәулесінен жұмыс жасайтын батареяларды жасау үшін қолданылады.

Марганец – күміс түсті, жарқыл, қатты, сынғыш металл, 1245°C температурада балқиды, тығыздығы – 7440 кг/м³. Ауада марганец оксидті пленкамен қапталып, металдың ары қарай тотығуна кедергі болады. Марганец құрастырмалы және құйма болаттардың құрамына кіріп, олардың мықтылығын, қаттылығы мен шынықтырушылық қасиетін жоғарылатады. Ол сынғыштыққа қарсы қабілеттілікті жоғарылатады. Марганец жез және қоланың құрамында, алюмомарганецті құйма және деформацияланған қорытпалар, сондай-ақ электрлік кедергісі жоғары (**манганин**) қорытпалар құрамында пайдаланылады. Қорытпаға 12...14% марганец қосылса, тозуға асқан төзімді қорытпа алынады.

Магний – өте жеңіл, жалтыр ақ түсті металл, 651°C температурада балқиды, тығыздығы – 1740 кг/м³, соғуға қабілетті, қыздырғанда көп мөлшерде жылу бөле отырып, қызады (оксид түзеді). Суда марганец баяу реакцияланады, бірақ қышқыл құрамында жақсы ериді. Машина жасау құрылысында марганец жеңіл қорытпаларды дайындау үшін, алюминий, марганец және цинк қосылған қорытпаларға жоғары механикалық қасиеттер үстейді. Металлургияда марганец

әдетте, қорытпа құрамынан күкірт пен оттегіні жою үшін металдың ваннасына қоспа ретінде жұмсалады; титанды өндіру барысында қолданылады. Магний ұнтағының тотықтырғыш заттармен қоспасы жарықтандыру, өртегіш ракеталар мен снарядтарды өндіру үшін қолданылады. Магнийдің табиғи силикаттары – *асбест* – жылуды сақтайтын және жылуға төзімді талшықты материал ретінде пайдаланылады.

Мыс – жабысқақ пластикалық металл, тығыздығы – $8\,920\text{ кг/м}^3$, 1083°C температурасында балқиды. Ауада мыс тотығып, күнгірт түске еніп, ылғалдың қасында жасыл реңкке енеді, $200\ldots 375^\circ\text{C}$ температурада қара түсті мыс оксидіне дейін тотығады. Мыс таза күйінде де, әртүрлі қорытпалар түрінде де өндірісте пайдаланылады. Мыстың маңызды қорытпалары ретінде жез, қола, мысты-никелді материалдар мен дюралюминдер пайдаланылады. Өндірісте жоғарыда аталған қорытпаларды алу үшін табиғатта өндірілген мыстың 30%-ы шығындылып, қолданылады. Электрөндірісінде балқытылған мыстың 30...40%-ы сымдарды, жылуалмастырғыштарды, мұздатқыштар мен плазматрондардың бөлшектерін дайындау және басқа да мақсатта пайдаланылады. Мыс тұзды, әдетте, улы тұздарды түзеді. Сондықтан, мыстан жасалған ыдыстарды қалайылап, улы тұздарды түзу мүмкіндігінің алдын алады.

Молибден – күміс-ақ түсті металл, 2625°C температурада балқиды, тығыздығы – 10200 кг/м^3 . Бөлме температурасында молибден ауада тотықпайды, ал қыздырғанда ақ түсті молибден триоксидіне айналады. Молибден азотт немесе ыстық концентрациялы күкірт қышқылында ериді, басқа қышқылдар бөлме температурасында молибденге аса әсер ете қоймайды.

Молибден арнайы және тез кескіш болаттарды, металды-керамикалық қорытпаларды (оларға қаттылық пен мықтылық үстейді), сондықтан термиялық қондырғылардың ысыту элементтерін дайындау үшін пайдаланылады. Сондай-ақ, бұл металл реактивті қозғалтқыштар үшін ыстыққа төзімді қорытпалардың, ал химиялық өндірісте қышқылға төзімді қорытпалардың компоненті ретінде қолданылады. Молибден дисульфиді мойынтіректерді қатты майлау үшін пайдаланылады. Ықшамдалған молибден ең бастысы, ұнтақты металлургия тәсілімен, атап айтсақ, ұнтақты штапикке баспалап, одан ары біріктіру арқылы алынады. Молибден мен вольфрам карбидтүзуші элемент деп танылады, оның қаттылығы мен мықтылығы

жоғары температурадағы болаттың тығыздығы мен мықтылығынан әлдеқайда жоғары болып, болаттардың шынығуын арттырып, оларға ұсақтүйіршіктік беріп, жасыту морттығын болдырмайды.

Никель – қоңыртай реңкі бар ақ түсті жалтыр металл, 1453°C температурада балқиды, тығыздығы – 8900 кг/м³, өте иілгіш (оңай соғылып, сырғытылады). Таза күйінде ауада тотықпайды және суда жемірілмейді. Сонымен қатар, никель магнитті қасиетке ие. Оны тығыз, ыстыққа төзімді, магниттілігі төмен, электрлік кедергілігі мен термоЭДҚ қасиетке ие қорытпалар мен болаттарды алу үшін қоспа материалы ретінде пайдаланылады.

Қалайы – күміс-ақ түсті сынғыш металл, 232°C температурада балқиды, тығыздығы – 7295 кг/м³. Ауада және суда қалайы әрекет етпейді, бірақ қышқылдар мен сілтілер құрамында тез ериді. Ұзағырақ суытқанда, қалайы модификациясын өзгертіп, қоңыр қалайыға өтіп («қалайы ауруы»), ұнтаққа айналады. Қалайы өзінің қасиеттерін қайта қалпына келтіру үшін әлгі ұнтақты қайтадан балқыту керек. өндірісте қалайы қаңылтырды қалайылау үшін, сондай-ақ бірқатар қорытпалар – қола, баббит, дәнекер ретінде пайдаланылады.

Күкірт – метал емес, 1119,3°C температурада балқиды, тығыздығы – 1960...2070 кг/м³, табиғатта металдармен қосылысында (*сульфидтер*) еркін күйінде, сондай-ақ күкірт қышқылының туынды қосылысы (*сульфиттер*) түрінде кездеседі.

Күкірт галогендермен (фтор, хлор, бром, астат, иод), сутегімен, оттегімен және көптеген металдармен өзара әрекеттеседі. Күкірттің мұндай қосылыстары, айталық күкіртті газ бен күкіртті ангидрид сумен әрекеттескенде, күкіртті және күкірт қышқылын түзеді. Күкіртті резеңкені вулканизациялау үшін пайдаланады. Металдар үшін күкірт – зиянды қоспа саналады: шойын құрамында күкіртті темір оның сұйық аққыштығын төмендетіп, сұйықтатады; газ қабыршақтарының түзілуіне септігін тигізеді; шойынның сынғыштығын арттырады; графиттің бөлінуіне кедершгі келтіріп, шойынды ағартады; күкірттің қосылыстары бар болаттар құрамында балқиды (985°C) және материалдың қызусынғыштығын туыдырады (727°C-тан жоғары температурада соққы тұтқырлығын төмендетеді).

Титан – болатқа тән жалтыры бар металл, 1665°C температурада балқиды, тығыздығы – 4500 кг/м³, яғни алюминийден 1,7 есе ауыр (тығыз), бірақ темірден 1,75 есе жеңіл (дәл осындай мөлшерде хромнан жеңіл және никельден 2 есе жеңіл). Қалыпты жағдайларда ти-

тан ауа мен судың әсеріне төзімді келеді. Жоғары температурада титан белсенді болып, оттегімен, көміртеппен, күкіртпен, азотпен қосылып, тұзды, күкірт және азот қышқылында ериді.

Титан арнайы болаттарды, қатты қорытпаларды, жоғары электрөткізгіш қолаларды, газ турбиналарының қалақшаларын, сүңгуір суасты қайықтары мен судың терең түбінде жұмыс жасайтын аппараттарды жасау үшін қолданылады.

Басқа металдармен салыстырғанда, титан агрессивті ортаға төзімді келеді. Сондықтан құбыр желілерін, сорғыштар мен реакторларды жасау үшін пайдаланылады. Титанның газды сіңіру қабілеті өте жоғары болғандықтан, терең вакуумдарды алу үшін вакуумды техникада маңызды рөл атқарады. титан диоксиді эмаль, глазурь, бояу өндіруде пигмент ретінде, сондай-ақ резеңке, пластмасс өнімдер мен қағаздарды өндіру барысында пигмент әрі толтырғыш зат ретінде жұмсалады.

Көміртек – табиғатта кең таралған элементтердің бірі, ол органикалық және органикалық емес қосылыстар құрамында кездеседі. Еркін күйінде көміртектің аллотропты пішіндері – алмаз, графит, табиғатта сирек кездесетін карбин, сондай-ақ аморфты көміртек – ағаш көмірі. Көміртек шойын мен болаттарда міндетті түрде кездеседі. Бірқатар элементтермен (хром, марганец, молибден, вольфрам, ванадий, титан, темір) бірігіп, карбид (қоспалы болаттардың құрамына кіретін) түзеді. Ал темірмен қосылып, цементит (шойын мен болаттың құрылымдық бөлшегі) түзеді.

Графиттен электродтар, отбақырлар, мойынтіректер дайындайды; көміртектің қосылыстары цементация, цианирлеу, металл өнімдерді борлау үшін пайдаланылады. Көміртектің мөлшерінің болат құрамында көп мөлшерде болуы оның қаттылығын арттырып, пластикалық деформацияға қарсылық дәрежесін көтеріп, иілгіштігі мен қайнау қабілетін төмендетеді. Техникалық көміртектің (күйе) тығыздығы – 1800...1950 кг/м³ диапазоны арасында.

Фосфор – табиғатта қосылыстар – апатиттер, фосфориттер түрінде кездеседі. Таза фосфордың аллотропты үш модификациясы болады – ақ, қызыл және қара түсті фосфор. **Ақ түсті фосфор** – тығыздығы – 1830 кг/м³, балқу температурасы – 44,14°C болатын кристалды зат, өте улы. **Қызыл түсті фосфор** – тығыздығы 2300 кг/м³, балқу температурасы – 593°C құрайтын аморфты ұнтақ, шырпы дайындау өндірісінде пайдаланылады. **Қара түсті фосфор** – гра-

фитке ұқсайды, тығыздығы – 2700 кг/м^3 , аса белсенді емес металл. Фосфорлардың ішінде ең белсендісі – ақ түсті фосфор.

Фосфор әдетте, болаттың зиянды қоспасы (күкірт секілді), оны болат құрамынан ажырату операциясына ерекше ден қойылады. Түйіршік арасындағы кеңістікте орналасқан сынғыш қабаттары фосформен қаныққан болып, металдың пластикалық қасиеттерін төмендетеді, әсересе, төменгі температурада (*суыққа сынғыш болат*). Фосфордың көміртекті құрастырмалы болат құрамындағы мөлшері $0,035\%$ -дан, ал жоғары сапалы болат құрамындағы мөлшері – $0,02\%$ -дан аспауы керек. Десек те, автоматты болаттың құрамындағы фосфордың (немесе күкірттің) мөлшері жаңқаның жеңіл шығуын қамтамасыз етіп, құрал-саймандардың қызуын төмендетеді. Фосфор мөлшері көп болғанда, болаттың қаттылығы артып, болат ірітүйіршікті сынықтар түзіп, суыққа сынғыш келеді. Осы болаттардан сомын жасайды. Фосфор кейбір қорытпалардың, мәселен, фосфорлы қоланың құрамына кіреді.

Шойынды фосфордың құрамында көміртеппен бірге фосфорлы эвтектика түзіледі. Ол қатты әрі сынғыш келеді, шойынды суықта сынғыш етіп, сұйық аққыштық қасиетін арттырады. Фосфорлы шойыннан үстіңгі беті таза және кемуі әлсіз байқалатын өте жұқа құймалар алынадыү себебі қатқанк езде фосфоритті жвтектика көлемі жағынан ұлғаяды.

Хром – қоңырқай ақ түсті, жалтыр, қатты металл, 1890°C температурада балқиды, тығыздығы – 7190 кг/м^3 құрайды. Ауада тотығады, ең көп қолданылатын қоспа материал болып саналады. Араластырылған күкірт және тұз қышқылы хромды сутегіні бөле отырып, ерітеді. Суық концентрациялы азот қышқылында хром ерімейді, өндеуден өткеннен кейін оның белсенділігі пассивтеледі.

Болаттың құрамына хром қосылғанда, оның қаттылығы созылмалық, шынығу, коррозияға шыдамдылық, қышқылға төзімділік және ыстыққа төзімділік қасиетін өзгертпестен, артады. Хром металл өнімдерін коррозиядан қорғау үшін сыртқы жабын ретінде пайдаланылады (*хромизация* үдерісі). Хром болаттарынан суасты кемелерінің корпустары мен химиялық аппаратураның бөлшектері жасалады. Хромның тұздары бояғыштар, тотықтандырғыштар, майдалағыштар ретінде қолданылады. Алайда хром қышқылдарының тұздары өте улы екенін естен шығармау керек.

Цинк – көк түсті реңкі бар ақ түсті металл, $419,5^\circ\text{C}$ температурада

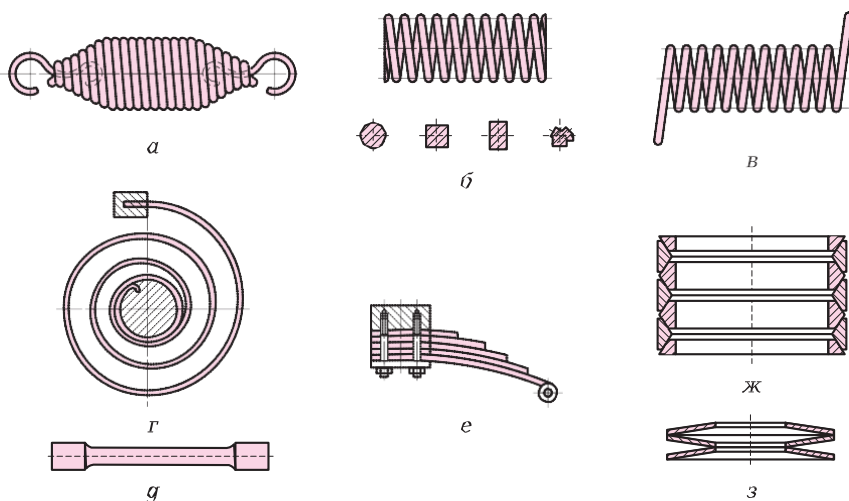
балқиды, тығыздығы – 7130 кг/м^3 құрайды. Ауада цинк оксидті пленкамен қапталып, жалтырынан айрылады. Ал суда мүлдем реакция көрсетпейді. Цинк негізінен техникада қолданылады – жұмсақ жұқа қатпарлы болатты және сымдарды **цинктемдіру** оларды коррозиядан қорғау үшін жүзеге асырылады. Сондай-ақ, цинк басқа металдармен (жез, дәнекер, мойынтірек қорытпалары мен қысым арқылы құю жолымен алынған қорытпалар) қорытпа компоненті ретінде пайдаланылады. Цинк оксиді – жақсы сынғыш қабілетке ие, әрі резенке өнімдерінің орнын толтыратын цинк белилдерін дайындау үшін пайдаланылады. Цинк – өте улы металл.

3.5. СЫНҒЫШТЫҚ ҚАСИЕТКЕ ИЕ МАТЕРИАЛДАР

Сынғыштық қасиеті өте жоғары материалдар машина жасау құрылысында әртүрлі құрал-саймандардың сынғыш элементтерін – серіппелер мен рессорлар жасау үшін пайдаланылады. Бұл элементтер сәйкес аспаптарда қуатты өлшеу үшін қолданылады: дәл орын ауыстыру кезінде саңылаулар (іріктемелер) болдырмау үшін; буферлер мен лифт қондырғыларында энергиялық соққыны сөндіру үшін; теміржол вагондары мен локомотивтер үшін; сағаттық механизмдерде энергияны жинақтау үшін; транспортты машиналарда вибрацияны болдырмау үшін; сүйкелуді беру үшін қуатты тұрақты түрде сығымдау немесе созу үшін; фрикциялық жалғастырғыштардың тежегіштері үшін; сақтандырғыш қондырғылар үшін т.б.

Сөйтіп, сынғыш элементтердің жұмысы – энергияны ары қарай беру немесе қажетті тұрақты күшті сақтау үшін жинақтау.

Серіппелер мен рессорлардың (сурет 3.2) көптеген конструкциялары белгілі. Олар созу, сығу және ширату үшін (сурет 3.2, *а-г*) жұмыс жасайды. Кең таралғандары – цилиндрлі пішінді созу және сығу серіппелері. Олар әдетте дөңгелек қималардың сымдарын өру арқылы дайындайды. Ширату үшін торсиондық біліктер (сурет 3.2, *д*) жұмыс жасайды. Олар қозғалтқыштар ескекті бұрандаға қарай айналмалы сәтті беру үшін аспа моторлардың қайықшаларында қолданылады. Рессорлар (сурет 3.2, *е*) автомобильдерде майыстыру үшін жұмссалады. Үлкен жүктер мен аз ғана сынғыштық орын ауыстыру жағдайында өсі бойынша табақшалы серіппелер пайдаланылады



Сурет 3.2 Серіппелер мен рессорлардың негізгі типтері

а, б, в – созу және ширату арқылы жұмыс жасайтын еспе цилиндрлі серіппелер; *г* – жазық жұқа спиралды ширатылған серіппе; *д* – торсионды белдік; *е* – рессор; *ж* – сақиналы серіппе; *з* – табақшалы серіппе

(сурет 3.2, *з*), ал амортизатор ретінде сақиналы серіппелер (сурет 3.2, *ж*) қолданылады.

Серіппелер сымдарды суық әрі ыстық күйінде өру арқылы алады. Суық өру арқылы алынған серіппелер, әдетте, термиялық өңделген сымдардан алады, және олар өрілгеннен кейін босандатылады. Ыстық өру арқылы жасалған серіппелер құйма болаттардан дайын күйінде алынып одан кейін тек шынықтырылады. Кейбір серіппелер (статикалық және органикалық әсер ететін) «еріксіздендіреді», яғни бірнеше уақыт бойы сынғыштық шегінен жоғары жұмысшы таңбаның астында ұстайды. Серіппелерді орап, нәтижесінде қалдық деформацияға ұшыратады. Ол жұмысшы серіппенің үстіне қатпарланып, серіппенің ұстау қабілетін 20...25%-ға арттырады. Әдетте, суық өрме жасау үшін диаметрі 10 мм-ге дейін, ал ыстық өрме үшін – диаметрі 10 мм-ден жоғары сымдар қолданылады.

Серіппелерге арналған материалдардың сынғыштық қасиеті уақытқа қарамастан, тұрақты болып келеді. Мұндай қасиетке белгілі бір дәрежеде көміртек мөлшері жоғары сапалы, марганецті, кремнийлі, хромованадийлі және басқа да болаттар ие болады. Айталық, 65, 70 болаттар өлшемі 15 мм орамдардың қималарын дайындауда

пайдаланылады. Себебі бұл болаттардың механикалық қасиеті жақсы әрі шынығуы жоғары болады. Ауыржүктемелі серіппелер үшін 50ХФА (МЕМСТ 14959-68) маркалы болаттар қолданылады. Олардың төзімділігі мен жытуға төзімділігінің шегі өте жоғары болады.

Химиялық белсенді ортада жұмыс жасауға арналған серіппелер қоланың әрқилы түрлерінен – бериллийлі (ҚлБ2), қалайылы (ҚлҚЦ4-3) (МЕМСТ 18175-78 және МЕМСТ 5017-74) түрлерінен жасалады. Қышқылдарды қотаруға арналған сорғыштарда серіппелі элементтерді дайындау үшін фторопласт қолданылады. коррозиядан қорғау үшін серіппелерді кадмийлендіріп, шашыратқыш полиэтиленмен қаптайды.

Транспортты құралдардың аспасының тегіс емес жолда соққыны жұмсартуға арналған сынғыш элементі – рессор болып табылады. Ол қалдық деформациясыз жұмысшы жүктемені ұстап тұра алады. Рессорлар табақшалы, торсионды және бұрандалы болып бөлінеді.

Табақшалы рессорлар – транспорттық құралдарда пайдаланылады. Оның иілгіштігін жоғарылату үшін оларды ұзындығы әртүрлі жалпақ қатпарларынан (сурет 3.2, *е*) жинап алып, рессорды майысуға төзімді діңгекке айналдырады. табақшалар арасында тығыз байланыс болуы және біртекті кіріктендіру үшін қысқа табақшалардың бастапқы қисықтығын сақтап дайындайды. Табақшалар арасында үйкеліс туындағанда, рессорлар түзілген тербелісті өшіреді. Әдетте, рессорлар кремнийлі, кремний-никелді және хроммарганецті болаттардан жасалады. Олар шаршау мықтылығын бытыралы ағынды өңдеу арқылы жоғарылату үшін пайдаланылатын қорытпалар.

Торсион – серіппе немесе иілгіш белдік, айналдырмады сәттерді беру үшін және ширату үшін жұмсалады.

Сынғыш элементтер металл емес материалдардан – резеңке, полимерден жасалады. Олар әдетте, сынғыш баллондарды өндіру үшін пайдаланылады. Мұндағы жұмысшы дене – ауа (пневматикалық рессор) немесе май (гидравликалық рессорлар) жұмсалады.

Тозуға төзімділік – үйкелу жағдайында жұмыс жасайтын және тозуға қарсы тұра алатын материалдардың, машина бөлшектерінің қасиеті. Аталған қасиет қолдану кезінде немесе берілген тозу дәрежесін алуға дейін қондырғылармен жұмыс жасау ұзақтығы бойынша стендте жазылған сынақтар барысында бағаланады. Бұл жағдайда өнімнің үстіңгі бетінің мөлшері, пішіні, массасы мен күйі өзгереді. Тозу үйкелу мен үйкелетін материалдардың қасиетіне байланы-

сты өрбиді. Тозуға төзімділікті құрастырмалық қасиетін жетілдіру арқылы арттыруға болады. Сондай-ақ қолдану шарттарын жақсарту (әбден жетілдірілген майлау құралдары мен материалдарын пайдалану кезінде үйкелуді төмендетіп және абразивті әсерді қорғау барысында) арқылы арттыруға болады.

Туындау механизміне қарай үйкелетін бөлшектердің тозуы былайша классификацияланады:

- *механикалық* – әрекеті жағынан абразивті болып табылатын бөгде қатты бөлшектердің араласуы нәтижесінде туындайтын үдеріс;
- *молекулярлы-механикалық* – үйкелетін бөлшектерді «белдесуі» барысында материалдың түйіндес бөлшегінің екіншісіне жабысуынан туындайтын тозу үдерісі (үдеріс үйкелу арқылы қайнату әрекетіне ұқсас). Мұндай құбылыс тек майлағыш зат (айнадыру және қысу жылдамдығы жоғары болғанда) күшпен кіріктірілгенде, сондай-ақ бөлшектердің үстіңгі шынықтырылған беті мен біртекті материалдардың бөлшектері жұмысшы байланыста болғанда туындайтын тозу;
- *коррозиялық-механикалық* – коррозиялық қабаттың механикалық тозуының нәтижесі (үйкелетін үстіңгі қабаттың өзара бірігу сипаты бұзылғанда).

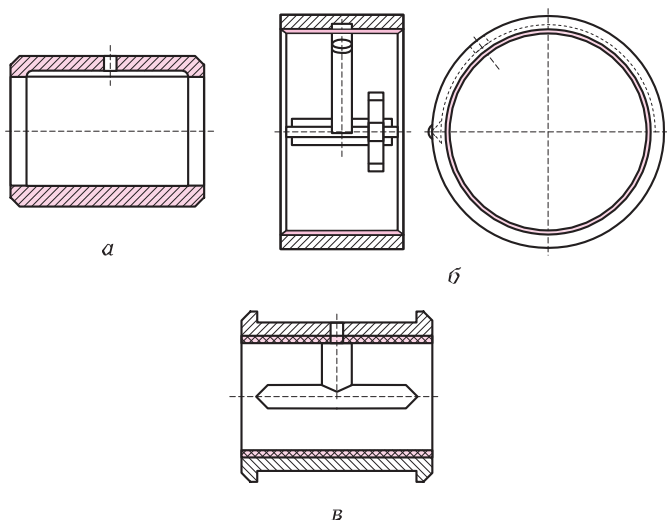
Арнайы тозуға төзімді болаттар ойлап табылған. Олар Г13 марганецті болат, құрамында 1,0...1,3% көміртек және 11... 14% марганец болады. Әрі болаттың бұл түрінің тойтаруға қабілетті болады. Мұндай болаттың ерекшелігі – өзінің қасиетін қысым мен соққы жүктемесінің әсерінен үстірт тойтарма түзілгеннен кейін тозуға деген төзімді болу кезінде көрсетуі. Сондықтан, бұндай болаттан жасалған өнімдер (теміржол бағыттаушыларының бөлшектері, тасуатқыш қондырғының қысаң тік жағалары, жер қазатын машиналардың шөміштерінің тістері) абразивті доңғалақпен құю арқылы өңдеу жолымен жасалады.

Тозу деңгейін төмендету, демек, бөлшектердің тозуға төзімділігін жоғарылату үшін машина жасау құрылысында мойынтіректер пайдаланылады. Айналымды белдіктердің немесе әртүрлі қондырғылардың өсінің тіректері бола отырып, мойынтіректер ерікті айналуы (немесе томалау) әрекеттерін қамтамасыз етеді. Мойынтіректер белдіктер мен өстерді айнала қозғалатын айналымды қондырғыларға

(тегершік, жалғастырғыштар, тісті доңғалақтар) демеу көрсету үшін сирек пайдаланылады. Демеулердің үйкелу түріне қарай сырғу (сырғу үйкелісі) және томалау (томалау үйкелісі) мойынтіректері деп бөлінеді.

Сырғу мойынтіректері – жалпы алғанда, төлке секілді болады (сурет 3.3, *а*). Төлкеде белдіктің мойыны немесе өсі майлау қабатында айналып тұрады. Бұл мойынтіректер радиалды, өстік және сирек жағдайда, радиалды-өстік жүктемелерді көтере алады. Мұндай мойынтіректердің қалыпты жұмыс жасауы үшін майлау қабаты үйлесімді болып, қысымның астында үздіксіз үйкелу аймағына жүйелі түрде беріліп тұруы керек.

Томалау мойынтіректерімен салыстырғанда, сырғыту мойынтіректері машина жасау құрылысында азырақ қолданыс тапқан. Алайда олар дәстүрлі түрде қолданылатын техника салалары бар: олар алмалы-салмалы мойынтірек-қосымшаларға (сурет 3.3, *б*), ішкі жану қозғалтқыштарының иінді белдіктеріне, жылдам жүретін нақты аспаптардың тіректеріне және үлкен соққылар мен тербеліс жүктемесіне ұшыраған дыбыссыз жүретін қондырғылардың тіректеріне, сондай-ақ суда, агрессивті ортада және ластанған майлағыштарда жү-



Сурет 3.3. Сырғу мойынтіректері

а – төлке түріндегі; *б* – алмалы-салмалы мойынтірек-қосымша; *в* – құймасы бар екі жартыдан жасалған

мыс жасайтын жартылай екі құймасы бар мойынтіректерге (сурет 3.3, в) қатысты.

Құрылысына қарай сырғыту мойынтіректері әртүрлі болуы мүмкін: бірбүтін және алмалы-салмалы, өздігімен қондырылатын және топсалы, тұрақты және реттеліп отыратын саңылаулы, майламалы жырашықтары бар және жырашықтары жоқ, антифрикциялы қабаттары алдын ала қондырылған және оны жинау барысында құйылған. Прециозды (жоғары дәлдікті көрсететін) қондырғыларда белдіктердің тіректері – сығымдалған ауа болуы мүмкін. Белдіктер минутына бірнеше мыңнан бірнеше ондаған мың айналма жасап, электромагнитті қондырғы арқылы әрекет ете бастайды.

Мойынтіректердің жұмыс жасау қабілеттерінің арқасында машиналар мен механизмдер ұзақ уақыт шыдас беретінін қатаң ескере отырып, мойынтіректердің материалдарына бірқатар қасиеттеріне сай жоғары талаптар қойылады: мойынтіректердің материалдар жүйесіндегі төменгі үйкелу коэффициенті – белдіктің мойнының материалы – майланатын орта; жылуды жақсы өткізушілігі және материалдардың СКТК төмендігі; үйкелмелі материалдардың жеңіл түрде қосымша жұмыс жасауы және майланатын ортаның онымен мықты адгезиясы (тұтасуы); коррозияға төзімділігі және берік тірек сеппелері бар пластикалық негізінің антифрикциялы қабатының оңтайлы құрылымы.

Сырғыту мойынтіректерінің материалдары мынадай топтарға бөлінеді:

- металды – баббиттер; қолалар; алюминий, цинк, қорғасын және шойынның негізіндегі қорытпалар;
- пісірілген графитметалды материалдар;
- металды емес – пластмасса, резеңке, пластиктер т.б.

Мойынтіректі дайындау үшін қолданылатын металды материалдар, бұл – ең алдымен, **баббиттер** – қорғасын, мыс, қалайы, сүрме т.б. негізіндегі антифрикциялы қорытпалар т.б. Мәселен, СОС6-6 маркалы баббиттер 88% қорғасыннан, 6% қалайыдан және 6% сүрмеден тұрады. Мұндай баббиттің шаршауға деген төзімділігі өте жоғары болады, белдіктердің мойындары аз тозады, себебі оның құрамында қатты бөлшектер болмайды. Кальцийлі баббиттер (негізі – қорғасын, оған кальций, натрий, магний, қалайы, алюминий) үлкен жүктемемен жұмыс жасайтын дизелдердің мойынтіректері мен теміржолдардың қозғалмалы тіректерін дайындау үшін пайдаланылады.

Қорғасынды қолалар ҚрҚ-30 жоғары жылдамдықта, қысым мен ауыспалы жүктемелермен жұмыс жасайтын, сондай-ақ шаршауға деген төзімділіктің жоғары дәрежесін талап ететін мойынтіректерді дайындау үшін қолданылады. Айта кететін жайт – шетмойындардың (белдіктердің мойындары) қаттылығы жоғары, кедір-бұдырлығы төмен және жоғары сапалы майлармен майлануы міндетті.

Қолалардан басқа сырғыту мойынтіректері үшін **алюминий** және **цинк қорытпалары** пайдаланылады. Олардың құрамында дефицитті қалайы болмайды. Жүктемесі аса үлкен емес дыбыссыз жүретін машиналарға антифрикциялы шойындар қойылады, алайда олар соққы жүктемелеріне және майлау түрлеріне өте сезімтал болып келеді.

Автомобиль қозғалтқыштарында полиметалды көпқабатты мойынтірек кең қолданыс тапқан. Олардың негізі – болаттан жасалады, қорғасынды қоланың қабаттарының қалыңдығы 0,25 мм болады (жылуды өткізгіштігі мен шаршау төзімділігі жоғары жастықшалардың функциясын орындайды), никелдің өте жұқа қабаты немесе мыстың цинкпен қорытпасы (қалайының болатты негізбен диффузиясыне кедергі келтіреді) және антифрикциялы үстіңгі бетінде қосымша жұмыс жасауға қабілетті қалайының қорытпасы болады – қорғасын өалындығы 25 мкм.

Пісірілген материалдар – құрама пісірілген антифрикциялы материалдар, олар металл мен графиттен құралып, ұнтақты металлургия тәсілімен алынады. Көп танылғандары – темірграфит және қолаграфит.

Темірграфиттің құрамында 95...98% темір, 2...5% графит болады, кеуектілігі – 15...30% көрсетеді.

Қолаграфит – металдың кристалдары арасында тепе-тең орналасқан қоладан (қола – негізі, қалайы 8,5...9,0%) және графиттің бөлшектерінің (1,5...3,0%) комбинациясы. Осы материалдардың бос орындарына май толтырылып, олардан сырғыту мойынтіректері көп жағдайда ешқандай күшсіз-ақ майланып, дайындалады.

Мойынтіректерді дайындауда қолданылатын **металл емес материалдар**, бұл – пластмассалар, ағаштың қатты түрлері (емен, шамшат, тасағаш т.б.), баспаланған ағаштар (лигностон), резеңке мен графит. Көпшілік мойынтірек жасауға арналған металл емес материалдардың ерекшеліктері – олардың жылуөткізгіштігінің төмен болуы, сондықтан ең қолайлы майлау – су (жұмысшы сұйықтық) және қоршаған орта болуы мүмкін.

Металл емес материалдардан жасалған мойынтіректер белдіктің материалдарымен химиялық ұқсастығы болмаған жағдайда пайдаланылады. Алайда олардың қосымша жұмыс жасау қабілеті жақсы (тез тозғыш жұмсақ өнімдер пайда болғанда), сумен немесе жұмысшы сұйықтықпен (батпалы сорғышпен сорып алынған) майлау мүмкіндігі жоғары.

Үстіңгі қабатында қоладан бос орындары бар, негізі – болат болып табылатын, фторопласт-4 және қорғасынды сіңдіріп алған, графит және екікүкіртті молибден қосылған мойынтіректер кең танылып жүр. Мұндай мойынтіректердің антифрикциялы қасиеттері жоғары, өздігімен майланып, температураның кең диапозонында жұмыс жасауға қабілетті.

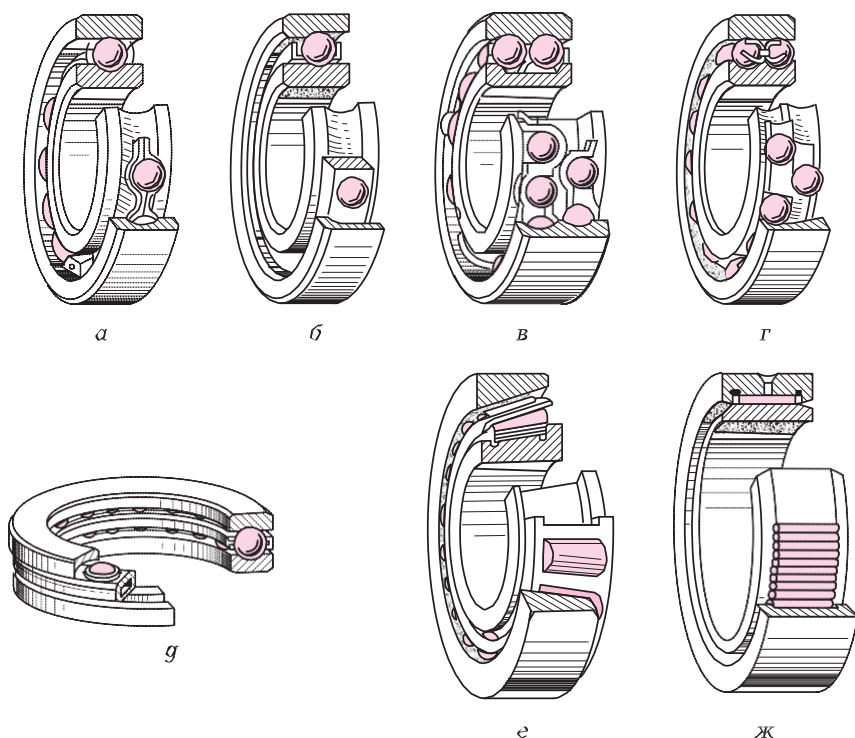
Текстолитті мойынтіректер мен **баспаланған ағаштардан жасалған мойынтіректер** (жұмысшы ретінде үстіңгі беті қапталған) жақсы жұмыс жасайды. Оларды ауыр машиналарда – шардан жасалған диірмендерде, блюминг пен ірі сұрыпты ыстықтай жұқартатын жұқарту білдектері үшін пайдаланады. Мұндай мойынтіректердің ұзақтығы қоладан жасалған мойынтіректерге қарағанда, әлдеқайда көбірек.

Капроннан жасалған мойынтіректердің антифрикциялы қасиеттері жақсы, тозу ұзақтығы – қоладан жасалған мойынтіректерге қарағанда, 3-4 есе төмен. Резеңкеден жасалған мойынтіректер (Гудрич мойынтіректері) судаға катерлердің ескек белдіктерінің тіректері ретінде жақсы жұмыс жасайды.

Графиттен жасалған мойынтіректер құрғақ үйкелудің коэффициентін 0,04...0,05-ке түсіріп, температураның кең диапозонында (-200-ден +1000°С-ға дейін) өзінің антифрикциялы қасиеттерін сақтап, жылуөткізгіштігі мен коррозиялық төзімділігі жоғары болады. Сондықтан, оларды күрделенген майлау немесе майлау мүмкін болмаған жағдайда ғана қолданады.

Графит төменфрикциялы материал ретінде ауада майланатын жылдам жүретін қондырғылар үшін пайдаланады. Графиттен қорғасын қосып жасалған мойынтіректер жақсы жұмыс жасайды.

Томалау мойынтіректерінің кейбір типтеріне радиалды шар секілді (сурет 3.4, *а*); дара және екілі радиалды-тіректі (сурет 3.4, *б*, *в*), өздігімен қондырылатын сферикалық (сурет 3.4, *з*), дара тіректі (сурет 3.4, *д*), конусты және ине секілді роликті (сурет 3.4, *е*, *ж*) мойынтіректер жатады.



Сурет 3.4 Томалау мойынтірекері

а – радиалды шар тәрізді; б, в – дара және екілі радиалды-тіректі; г – өздігімен қондырылатын сферикалық; д – дара тіректі; е, ж – конусты және ине секілді роликті

Томалау мойынтірекерінің сақиналары мен бөлшектерінің басты материалдары ретінде арнайы шар типті мойынтіректік болаттар жұмсалады. Оларды «Ш» әрпімен таңбалайды. Мәселен, ШХ15, ШХ15СГ (МЕМСТ 801-78) маркалы болат – көміртек мқл-шері жоғары хром қосылған болат, құрамында 1,0...1,1% көміртек, шамамен 15% хром және кремний мен марганец қоспалары болады (ШХ15СГ).

3.6. МЕТАЛДАРДЫҢ КОРРОЗИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ҚОРҒАУ ТӘСІЛДЕРІ

Жаймалауыш құралдардың (жылына 100 мкм-ге дейін) механикалық қасиеттерінің деградациясы (тозу) есебінен металдардың өздігімен бұзылу жылдамдығына қарамастан, жыл сайын, жобалау есептеріне қарасақ, металдың коррозиядан әлемдік жойылуы шамамен 20 млн тоннаға жетіп отырады.

Металқұрылғылардың техникалық жай-күйіне негізінен оның табиғи тозуы емес, коррозияның әртүрлі түрлерімен байланысты негативті әсерлер зиян тигізіп отырады. автомобиль, кеме, химиялық өндірістердің аппаратураларының бөлшектерін жөндеуге (алмастыру) кеткен шығындар металдың негізгі бағасынан әлдеқайда көбейіп кетеді. Коррозиядан бұзылған құбыр желілерінен мұнай мен газдың шығыпк етуімен туындаған жанама шығындар да болады. Сондықтан, металдардың бұзылуымен күресу өте маңызды үдеріс, әрі материалды шығындарды талап етеді.

Коррозия – металдардың химиялық және электрхимиялық факторлар салдарынан бұзылуы. Коррозия үдерісі металл оксидтерінің және соған сәйкес химиялық қосылыстардың түзіліп, одан ары металдың құрылысының түгелімен бұзылуынан көрінеді. Әсіресе, атмосфералық коррозия кең таралған. Оның дамуына қарай металдардың бұзылуы үшін барлық шаралар қалыптаса бастайды. Атмосфералық коррозияға негізінен қара металдар көбірек ұшырайды, олар – көміртекті шойындар мен болаттар. Түрлі түсті металдар мен көміртек мөлшері жоғары болаттардың әдетте, атмосфералық жағдайлар мен агрессивті ортаға коррозиялық төзімділігі әлдеқайда жоғары болып келеді.

Металдың коррозиясы, әдетте, біртекті дамымайды. Оның сипаты металдың құрылымы біртекті емес әрі оған әртүрлі қоспалар (феррит, цементит) қосылатынына, сондай-ақ үстірт ауытқуларға – сызаттар, қауіптер, әртүрлі орта (құрамдар мен электрөткізгіштігі) мен металдың металмен байланысынан туындайтын электрлік потенциалдар – байланысты. Электрлік потенциал метал сұйық электрөткізгіш ортаға, яғни тұз, қышқыл және сілті еріген суға түскен сәтінде туындайды. Металдың ерітіндіге иондар немесе адсорбция түрінде өтуі нәтижесінде металдың құрылымдар электрлік потенциалдың әсеріне ұшырайды.

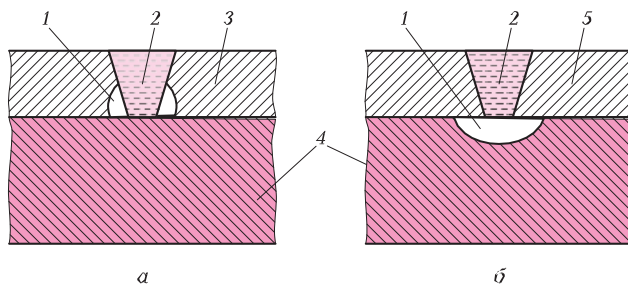
Бұл потенциалдың шамасын не көрсеткіштерін электрөткізгіш ортадағы екі металдың өзара әрекетін бағалау және химиялық реакциялардың бағытын анықтау үшін пайдалануға болады. Өртүрлі екі металдың өзара әрекеті барысында потенциалдар да әрқилы болып, гальваникалық жұп түзіліп, оның құрамындағы кері потенциалы бар металл еріп, коррозияланады. Айталық, цинкті жабынның, темірге қарағанда, кері потенциалдық дәрежесі жоғары, сондықтан цинкті бұзылудан жақсы сақтайды. Ал никелді жабынның потенциалы оң деп саналады (кесте 3.1).

Кесте 3.1. Металдардың қалыпты потенциалдары

Металл	Қалыпты потенциал, В	Металл	Қалыпты потенциал, В
Натрий	-2,75	Хром	-0,71
Магний	-2,34	Темір	-0,44
Титан	-1,75	Кадмий	-0,40
Алюминий	-1,67	Никель	-0,25
Марганец	-1,05	Қалайы	-0,14
Цинк	-0,76	Мыс	+0,52

Металдармен салыстырғанда, теріс потенциал беретін сыртқы жабындарды **анодтар** деп аталса, оң потенциал беретін жабындар – **катодтар** деп аталады.

Анод және катод жабындылары бар металдардың бұзылу (коррозиясы) сипаты туралы коррозияның даму сызбасына (кесте 3.5)



Сурет 3.5 Коррозияның даму сызбасы

а – анодты (цинк) жабын; *б* – катодты (никель) жабын; 1 – коррозия нәтижесі; 2 – ылғал; 3, 5 – цинкті және никельді жабын; 4 – болаттан жасалған өнім

қарап сөз етуге болады. Оны агрессивті ортада жұмыс жасайтын машиналар мен кез келген металл құрастырмаларды жасау кезінде ескеру керек. Цинк жабындылары бар (3) болаттан жасалған (4) өнімдер ылғалдың (2) әсерінен (сурет 3.5, *а*) никелді жабындылары бар (5) өнімдерге (сурет 3.5, *б*) қарағанда, коррозияға төзімді келеді.

Алюминий қорытпалардың тот баспайтын және арнайы болаттармен, сондай-ақ мыс және никель қорытпаларымен әрекеттесуіне жол бермеген дұрыс. Магний қорытпаларының бөлшектерін алюминий, мыс, никель қорытпаларымен, ал болаттан жасалған бөлшектерді – мыс және никель қорытпалармен біріктіруге болмайды.

Әртүрлі металдар мен қорытпалардың коррозияға төзімділік деңгейі біркелкі емес. Мәселен, натрий, калий, литий қалыпты жағдайларда да коррозияға төзімді емес, сондықтан техникада қолдануға болмайды. Ал хром, никель, алюминий, молибден, кобальт мен басқа да металдар коррозиялана бермейді. Темір, никель, магний, кадмий болса сілтілердің әрекетіне қарсы төзімді келіп, қышқылда ғана бұзылады. цинк, алюминий мен қорғасын нейтралды ортада мүлдем бұзылмайды, бірақ қышқылдар мен сілтілердің әсеріне ұшырап отырады.

Әсіресе, жергілікті коррозияның қаупі жоғары болады. Әрине, ол көзге көріне бермейді әрі механикалық жүктемеден-ақ (*коррозиялы шаршау*) бөлшектердің бұзылуының себебі болып табылады. Өнімдерді коррозиядан қорғаудың көптеген тәсілдері белгілі бір жағдайларда жарамды болғанмен, кейбір жағдайларда жарамсыз келеді. Соған байланысты, коррозиядан қорғауға кіріспес бұрын, бұзылудың туындау себебі мен шарттарын, қорғалатын өнімнің формасы мен мөлшерін, сондай-ақ экономикалық мақсатталығын жақсылап анықтап алу керек.

Коррозиядан қорғаудың басты тәсілдері мыналар: коррозияға төзімді материалдарды алу; металдың үстіңгі бетінде оксидті пленканы өсіру; металл жабындыларды жағу; протекторлар қолдану; металды емес жабындарды пайдалану.

Коррозияға төзімді материалдарды дайындау оларға арнайы қоспа элементтерді (хром, никель, марганец т.б.) қосу арқылы жүзеге асырылып, металдың бұзылуға қарсылығын жоғарылатады.

Оксидті пленкаларды өсіру – техникада болаттан, алюминий мен басқа да материалдарды дайындау барысында қолданылады. Бұл жағдайда екі негізгі тәсілді пайдаланады: оксидтеу (күшті оксидті

ортада өңдеу) және анодтау (оксидті ортада анодты өңдеу). Оксидтеу кезінде көміртекті болаттардың үстіңгі бетіне қалыңдығы күңгірт (қара) түсті 1...10 мкм темір оксиді жағылады. Ол металды атмосфералық жағдайдағы төменгі ылғалдылықта да сақтайды. Болатты көгілдірлендіру (оксидтеу) үшін болатты күңгірт түске дейін өзгергенше қыздырып, осы түске енгенде суыған майда суытады.

Әдетте, негізі алюминий болып табылатын қорытпалар қалыңдығы 5...25 мкм оксидті пленканы түзу долымен анодтайды, бұл металды коррозиядан қорғап, электрден қорғайтын қасиет үстеп, лакпен боялған жабындар үшін жақсы қабаттама ретінде жұмсалады. Коррозиядан марганец фосфаты мен темір фосфатынан тұратын, фосфаттау арқылы алынған пленканың төзімділігі өте жоғары болады.

Металл жабындыны жағу бірнеше тәсілдер арқылы жүзеге асады: балқытпаға салу; гальваникалық жабын жағу; диффузионды тәсіл; жалату (бір металдың үстіне екіншісін жұқарту арқылы жағу не жалату).

Металл өнімдерін цинк, қалайы, қорғасын немесе алюминий *балқытпаларына салу*, әдетте, температуралық әсерге ұшырай қоймайтын материалдарды сақтауға септігін тигізеді. Бұл тәсілдің өндірушілік қасиеті жоғары, бірақ бүкіл өнімге түгел жағыла қоймайды. Коррозиядан қорғаудың *гальваникалық тәсілі* техникада жиі қолданылады. Бұл жағдайда қалыңдығы 5...30 мкм материалдарды ұсақтүйіршікті бос орынсыз жағу керек. Бұл жабынның шикі (шынықтырылмаған) және шыныққан өнімдердің үстіңгі бетімен тамаша адгезиялана алады. Мұндай жабындар қорғаушы, декоративті және қайта қалпына келтіруші болып жіктеледі. Мәселен, цинк, кадмий мен никель қорғаушы жабын ретінде жұмсалса, никель, хром, күміс пен алтын – декоративті жабын болып табылады. Қатты хроммен жабындау тозғанға жұмыс жасайтын метал бөлшектерінің қаттылығы мен тозуға төзімділігін арттырады. Хромның көп көлемді қабатын (500 мкм-ге дейін) өсіру металл өнімнің тозып кеткен үстіңгі бетін қайта қалпына келтіреді.

Диффузды тәсіл – қыздырылған металдарды цинкпен, алюминиймен немесе хроммен үстірт қанықтыру тәсілі. Бұл әдетте қатты немесе газды фазаларда жүргізіледі. Алюминийді жоғары температурада (1100°C) жұмыс жасайтын болаттан жасалған бөлшектердің үстіне жағады. Сонымен қатар, алиттеу (алюминдеу) бір-бірімен

әрекеттесетін өнімдердің «қатаюын» төмендетіп, тозуға төзімділігін арттырып, күкірт, азот және көміртек бар ортада коррозиядан қорғайды.

Жалату – негізгі металды қыздырып, қорғалатын металдың үстіне жағып, жалатады. Нәтижесінде биметалдар мен триметалдар қалыптасады. Мәселен, темірді мыстың, коррозияға төзімді болаттың және алюминийдің жұқа жабынын жағып қорғауға болады. Бұл негізгі металды коррозиядан қорғауға септігін тигізеді. Аталған тәсіл тек қорғау мақсатында пайдаланылмайды. Айталық, жартылайөткізгіш материалдар өндірісінде никельді лентамен алтынның жолақтарын жалатады. Одан жиектеме дайындалғаннан кейін кристалдар мен электродтар қосылып, бағалы металды айтарлықтай үнемдеуге қол жеткізеді.

Протекторлар – су ішіндегі металл құрастырмаларды (кеменің корпусы, сыорғыштар, құбыр желілері т.б.) бұзылудан қорғайды. Қорғау материалы ретінде әдетте, цинк жұмсалады. Цинк өздігімен тоза отырып, негізгі металды коррозиядан қорғайды (анодты бұзылу).

Цинктеу – болат өнімдерін жабынмен қаптаудың ең көп таралған және тиімді тәсілдерінің бірі. Цинк темірге қарағанда, кері қалыпты потенциалға ие. Атмосфералық жағдайларда коррозияға ұшырап, қорғалып отырған металдан бұрын бұзылып, тозады. Бұл жағдайда анод – цинкті жабын ретінде, катод – жұқа қабатты болат жабын ретінде жұмсалады.

Цинктеу қалыңдығы – қолдану жағдайларына байланысты болып, 3...30 мкм интервалында тұрады. Ал бұзылудың орташа жылдамдығы – жылына 1,0...1,5 мкм құрайды.

Қалайылау – қорғаушы қабат, ауаға төзімді, бірақ сілтілер мен қышқылдарда жылдам ериді. Темірге қарағанда, қалайы – катодты жабын болып саналады, сондықтан қалайы механикалық қорғап қоймай, бос орындары болмаса да, қорғайды. Мыс пен оның қорытпаларына қатысты қалайы анод ретінде жұмсалып, қорғау жабыны болуға қабілетті. Қалайымен жабындау қалыңдығы – тағайындалуына қарай анықталады және 1,5...8,0 мкм интервалында болады.

Кадмидтеу цинктеуден теңіз буымен және теңіз суымен қаныққан атмосфераның әсеріне асқан төзімділігімен ерекшеленеді. Сондай-ақ, кадмий қышқылды ерітінділерге шыдас беріп, сілті құрамында ери қоймайды. Жабынның қалыңдығы әдетте, 9...45 мкм ара-

сында болып, қолдану жағдайларына байланысты анықталады.

Металлды емес жабындар (лак, бояу, эмаль) – өнімді атмосфералық әсерлерден қорғайтын кең танылған жабындар. Олар металдың үстіне жағылған органикалық заттар мен пигменттерден бір немесе бірнеше қабатты пленка түзіп, кепкеннен кейін үздіксіз қорғау және декоративті жабын бола түседі.

Эмаль жабын – шыны тәрізді жабын, ол кремний диоксидінің негізіндегі металды емес ұнтақтар жоғары температурада балқытылғанда түзіледі. Мұндай жабындар қолдануға жеңіл әрі қымбат емес, бірақ мерзімі ұзаққа созыла қоймайды. Себебі ылғал мен температураның әсерінен біртіндеп бұзыла бастайды.

Металл емес жабындардың бұл түріне, айталық, металдың үстіне пластмассаны (полиэтилен) немесе термиялық өңделген (30 мин 90°C температурада, сосын 1 сағ 360°C температурада) фторопластың суспензиясын шашырату секілді тәсілдер жатады. Металды гуммирлеуге (резеңкемен қаптауға) болады.

Осы аталған қорғау тәсілдерінен басқа өндірісте фосфаттау секілді тәсіл кең қолданыс тапқан.

Фосфаттау – болаттың, шойынның үстіңгі бетінде «Мажеф» (Матеф) препаратының әсерінен фосфатты (суда ерімейтін фосфатты қосылыстар) қорғау пленкасын түзу үдерісі. Өзінің атауын препарат құрамындағы компоненттердің (марганец, темір, фосфорлы қышқыл) алғашқы әріптеріне қарай алған.

Фосфаттау – көміртек мөлшері жоғары және төмен маркалы болаттар мен шойындардың, сондай-ақ түрлі түсті металдардың (алюминий, цинк, магний т.б.) бөлшектерін жаппай қорғаудың барынша үнемді, қарапайым әрі сенімді тәсілдерінің бірі. Фосфатты пленканың қалыңдығы – өнімді механикалық өңдеудің түріне, жабын жағуға дайындау және фосфаттау тәртібіне байланысты 7...8-ден 40...50 мкм арасында болуы мүмкін.

Фосфатты пленканың артықшылықтары мынадай: металмен мықты бірігіп, бос орындары бар құрылымды қалыптастырады; электризолятор ретінде сенімді; балқыған металдармен жібітілмейді; өртеу, майлау және органикалық майларының, бензон, толуюл және күкіртті сутегіден басқа газдардың барлық түрлерімен әрекеттескенде, коррозияға төзімді келеді.

Химиялық, әрі электролитті (электр тогын іске қоса отырып) фосфаттауға болады. Бұл жағдайда қара, ашық, күңгір-қоңыр, түссіз пленкалар түзіледі. Аталған тәсілмен бекіткіш бөлшектерді, серіп-

пелерді, тегершіктерді, құбырларды және машина жасау құрылысының басқа да өнімдерін қаптайды. Фосфатты пленканың қалыңдығы жабынмен қапталған бөлшектердің көлемін өзгертпейді.

Сапалы фосфатты пленка фосфатты қабатқа жағылған лак-бояу жабындарының коррозияға төзімділігін 8-10 есе арттырады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай материалдарды құрастыруға арналған немесе құрастырма деп атайды?
2. Қандай металдар болатты және шойынды деп аталады?
3. Болаттар мен шойындар қандай топтарға бөлінеді?
4. Қоспалы металдар дегеніміз не?
5. Қандай металдарды қола немесе жез деп атайды?
6. Қоланың жезден айырмашылығы неде?
7. Қандай металдар «маусымдық ауруға» ұшырайды?
8. Қандай металдар жеңіл металл деп танылады?
9. Алюминий және бериллий қорытпаларын қалай сипаттауға болады?
10. Үлесті мықтылық дегеніміз не?
11. Алюминий, бериллий және магнитті қорытпалар қандай мақсатта қолданылады?
12. Күкірт пен фосфор болатқа қандай қасиет үстейді?
13. Металды материалдар не себепті тозады?
14. Металды коррозиядан қалай қорғауға болады?
15. Серіппелер не үшін қолданылады?

МЕТАЛДЫ ЕМЕС ҚҰРАСТЫРМАЛЫ МАТЕРИАЛДАР

4.1. ПЛАСТМАССАЛАР

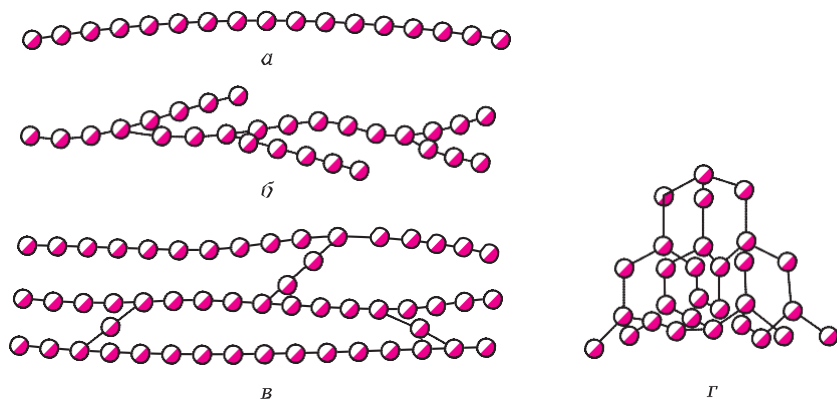
Пластмассалар – жоғары молекулалы табиғи және синтетикалық қосылыстардың (полимерлер) негізінде алынатын, жылу мен қысымның әсерінен қажетті пішінді қабылдап, сақтап қала алатын пластикалық массалар.

Полимерлер – молекулаларының біртекті буындары көп рет қайталанып, құрамы мен құрылысына қарай мономерлерге ұқсайтын қосылыстар. Полимерлердің молекулаларының көлемі үлкен (макромолекулалар), олардың құрамында бірнеше ондықтан бастап бірнеше мыңға дейін химиялық біріккен буындар болуы мүмкін (сурет 4.1).

Полимерлердің молекулаларының құрылысы сызықтық (сурет 4.1, *а*), бұтақты (сурет 4.1, *б*), торлы (сурет 4.1, *в*) және кеңістікті (үш өлшемді, сурет 4.1, *г*) болуы мүмкін. Молекулалардың орналасуына қарай полимерлердің құрылысы әрі кристалды, әрі аморфты болуы мүмкін, бұл олардың қасиеттерін анықтайды.

Металдарға қарағанда, кристалды полимерлер – буындар мен шынжырларының ретті (параллель) орналасуы. Ол 90%-ға жетіп, суыту және созылу жылдамдығының өзгеруіне қарай өзгере алады. Кристалл құрылымды полимерлердің қаттылығы, тығыздығы мен жылуөткізгіштігі жоғары болып келеді. Полимердің мықтылығы өс бойымен орналасқаннан кейін молекулалар бастапқы мөлшеріне қарағанда, он есе ұлғаюына қарай анықталады. Табиғи полимерлер – шыны, кәріптас, шайыр, ылғалды балшық т.б.

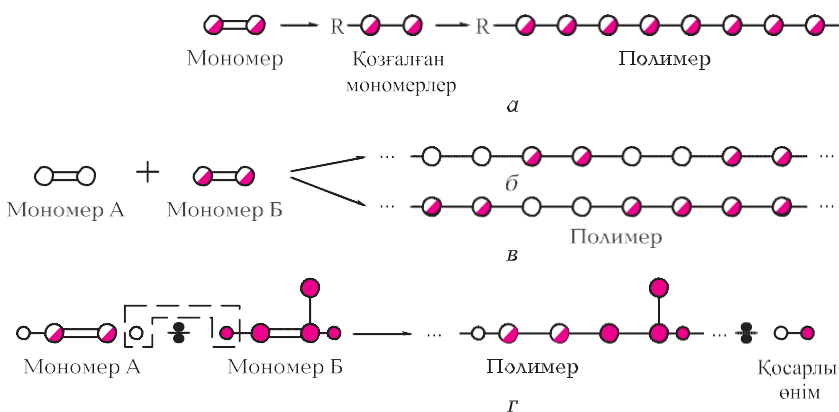
Синтетикалық полимерлер екі тәсілмен алынады: полимеризация және поликонденсация. Полимеризация дегеніміз – мономерден қысқа байланыстардың ашылуы арқасында жоғары молекулалық қосылыстар – полимерлер түзілетін химиялық үдеріс (сурет 4.2, *а*).



Сурет 4.1 Полимерлердің макромолекулаларының құрылысыны сызбасы

а, б, в, г – молекулалардың сызықтық, бұтақты, торлы және кеңістікті (үш өлшемді) құрылысы

Қозғаушының радикалы (R) – электрондармен бірікпеген бөлшектер. Олар полимеризациялауды қарқынды етуге септігін тигізеді. Жеке полимеризациялануға қабілетті *А* және *Б* екі (сурет 4.2, б, в) мономердің полимерлі құрылыс *үстеме полимеризация* деп аталады. Стиролдың (полистиролға жеке полимеризацияланады)



Сурет 4.2. Реакция сызбасы

а – полимеризация; б – жүйелі құрысы бар үстеме полимеризация; в – ретсіз құрылысы бар үстеме полимеризация; г – поликонденсация; R – қозғаушының радикалы

металокрилді қышқыл эфирімен (полиметаакрилатқа өздігімен полимеризацияланады – органикалық шыны) немесе хлорлы винилдің винилацетатмен үстеме полимеризациясы басқа да қасиеттерге ие материалдардың пайда болуына септігін тигізеді.

Үстеме полимеризация екі түрлі болады: жүйелі (сурет 4.2, б) және ретсіз (сурет 4.2, в) құрылысты.

Мономер полимермен өзара әрекеттескенде былайша айтқанда, привитті (қиюластырылған) үстеме полимер түзіледі. Ал әртүрлі полимерлер өзара әрекеттескенде, үстеме полимерлердің блогы қалыптасады.

Поликонденсация – нәтижесінде реакцияға түскен А және Б (сурет 4.2, з) мономерлері кері қайтарылмайтын өзара әрекеттесу салдарынан жоғары молекулярлы заттар түзіп, жанама өнімдерді шығаратын химиялық үдеріс. Полимерлерді алу үшін белгілі бір тәртіп (температура, қысым), сондай-ақ катализаторларды, ерітінділер мен R қозғаушыларын т.б. қолдану керек. Бұлар жоғары молекулярлы қосылыстардың қалпына кері қайтарылмай өсуін қамтамасыз етеді.

Полимеризация мен поликонденсация арқылы полимерлердің мыңнан астам түрлері өндіріледі. Алайда олардың ішінде баржоғы оннан астамы ғана техникада қолданылады. Солардың негізінде әртүрлі маркалы және тағайындалу орны әрқилы жүздеген пластмассалар құрастырылады.

Полимерлі қосылыстар мен оларға сай келетін пластмассаларды термореактивті және термопластикалық жеп бөледі.

Термореактивті пластмассалар – бірінші рет қыздырылған-ақ балқымайтын өнімдерді тудырады. Сондықтан оларды қалпына келмейтін деп атайды. **Термопластикалық пластмассалар** – қыздырғанда бірнеше рет балқи алады. Сондықтан оларды қалпына келтірілетін деп атайды. Термореактивті пластмассаларға – эпоксидті және кремнийорганикалық пластмассалар жатса, термопластикалық пластмассаларға – полистирол, полиэтилен, капрон, винипласт т.б. жатады.

Пластмассалар күнделікті тұрмыс пен техникада барынша жиі қолданылып келеді. Себебі олар қасиеттеріне қарай дәстүрлі материалдардан (металдар, ағаштар, шыны т.б.) әлдеқайда жоғары. Пластмассалардың басты артықшылықтарын атап өтелік: шикізаттың қолжетімдігі (мұнай, көмір, әк, ауа т.б.); осы шикізаттар қорының таусылмайтындығы; пластмассаларды бұрыннан белгілі

тәсілдермен өңдеудің қарапайымдылығы; қысым, қалыптау, баспалау, экструзия, бумен өңдеп үтіктеу т.б. арқылы құю (осы тәсілдердің барлығы өндірісті жоғары өнімді әрі арзан етеді); пресс-қалыптарды дайындау құнының арзандығы (ең күрделі бөлшектердің жұмыссыздылығы пресс-қалыптардың бағасына қарай анықталады, әрі осы өнімдерді механикалық жолмен дайындау құнына қарағандай әлдеқайда төмен). Айта кететін жайт – пластмассаларды пайдалану коэффициенті – 0,95...0,98, металды құю барысындағы коэффициентке қарағанда 0,6...0,8, ал кесу арқылы механикалық өңдеуге қарағанда, 0,2...0,6 көрсеткішті береді.

Пластмасса өнімдерінің сыртқы пішіні – жабдықтау (пресс-қалып) сапасына және бастапқы материалдың түсіне байланысты. Оны пигменттерді қосу арқылы реттеп отыруға болады. Әдетте, өнімдер жарқыл, тегіс, қатты болып шығып, қосымша өңдеуді қажет етпейді (құйма жолдың іздерін тазалаудан басқа).

Пластмассалардың физика-механикалық қасиеттері әрқилы әрі кейбір жағдайларда резеңке, ағаш, металл және басқа да материалдардың орнын баса алады. Орташа есеппен, пластмассалар алюминийден 2 есе, мыс, қорғасын, болат т.б. металдардан 5-7 есе жеңіл. Ультражеңіл әрі жылу өткізгіштік өабілеті нашар пластмасса түрлері – пенопласт және кеуекті пласт. Механикалық қасиеттеріне қарай пластмассалар металдарға жете қоймайды, бірақ шартты көрсеткіштеріне (мықтылығының мықтылық шегіне қатысы жағынан) қарасақ, пластмассалар болаттардың ең үздік маркаларынан да асып түседі.

Механикалық мықтылығына қарай арнайы сынақтар өткен пластмассалар – *соққыға майысуга төзімділігі* деп аталады. Алдын ала кесіп алынған немесе кесілмеген стандартты үлгілерді алып, арнайы аспап – маятникті дің не тоқпақ арқылы сыналады. Сынақтың қорытындысы бойынша, кесік үлгінің мықтылық көрсеткіші кесілмеген (полистирол, винипласт, полиамид) үлгіге қарағанда 8-12 есе төен болады. Целлулоид пен ұнтақты толтырушылары бар пластмассалар (фенопласттар, аминопластар) бұл көрсеткіш 3-4 есе төмен болады. Талшықты және қатпарлы толтырушылары бар пластмассалардың (текстолит, гетинакс, прессұнтақтардан алынған өнімдер) көрсеткіштері бірыңғай болады.

Пластмассалар металдарға қарағанда коррозияға төзімді келеді, әрі атмосфералық әсерлерге қана емес, тіпті қышқылдарға, сілтілерге,

тұздар мен ерітінділерге шыдас бере алады. Әсіресе көптеген химиялық заттардың әсерлеріне фторопласт-3 мен фторопласт-4 шыдамды келсе, қатысты төзімділікке төменгі (ТҚ) және жоғары (ЖҚ) қысымды полиэтилен ие болады.

Пластмассалардың оптикалық қасиеттері өте жоғары болады. Айталық, органикалық шыны шамамен 73% УФ-сәуле өткізе алады, силикатты шыны болса тек 1...3% сәуле өткізуге қабілетті. Сонымен қатар, полистирол, поликарбонат, органикалық шыны жарық сәуле-лерін толқындардың кең диапазонында да өткізе алады, олар түссіз, мөлдір және механикалық жағынан мықты болып келеді. Сондықтан машина жасау құрылысы мен оптикада жиі пайдаланылады.

Электрлік қасиеттеріне қарай пластмассалар – электр тогын нашар өткізгіш ретінде танылады, яғни диэлектриктер (изоляцияр) саналады, жоғары жиілікті қондырғыларда жақсы жұмыс жасайды. Ал олардың физика-механикалық қасиеттерін ескерсек, радиотехника, байланыс құрылғылары, жоғары жиілікті ток генераторлары т.б. жасауда белсенді қолданылатынын айтуға болады.

Пластмассалардың жылу өткізгіштігі металдардың жылу өткізгіштігіне қарағанда 500...600 есе төмен. Пенопластар пластмассалардың монолитті құймаларына қарағанда, жылуөткізгіштігі 10 есе төмен. Сондықтан, олар жылуизоляциярлар ретінде өндірісте кең қолданыс тапқан. Жылуөткізгіштігін арттыру үшін пластмассаларға жылуөткізетін қоспалар (графит, металл ұнтақтары) қосады.

Пластмассалардың қызутөзімділігі әртүрлі болады. Олардың көпшілігі -60 до +80°C (термопласттар) немесе +120°C (реактопластар) температурасының интервалында жұмыс жасай алады. Кремнийорганикалық негізді пластмассалардың жұмысшы температурасы – 200°C-қа дейін және одан жоғары. Суықтөзімді пластмассалар – фторопласт-4, ол -269°C-қа шыдас бере алады. Ал винипласт және полипропилен секілді материалдар -20°C-тан төмен температурада сынғыш келеді.

Органикалық пластмассалар – жанғыш келеді, алайда олардың жану температурасы мен қырқыны әртүрлі болады. Термоактивті пластмассалар ішінен, мәселен, фенопластар балқымайды, оңайлықпен жанбайды, ал термопластикалық пластмассалардың ішінде полиэтилендер жоғары және төменгі қысымда көгілдір түсті жалын беріп, жанып, полимер балқып, ағады (ал иісі ыстық парафинді шам-

ның иісіне ұқсайды). Көптеген пластмассалар үйкелу мен тозу коэффициенттері төмен болып келеді. Сондықтан, айталық, қабатталған аңаш пластиктер мен капрон сырғыту мойынтіректерін жасау үшін пайдаланылады. Пласмассаларды фрикциялы және антифрикциялы қасиеттері бар полимерлерге жіктеуге болады.

Фрикциялы пласмассалар (абсест коспалары бар фенопластар) үйкелу коэффициенті 0,3...0,8 көрсеткішті береді, олардың үйкелетін үстіңгі қабаттарының тозуы аса көп емес. Үйкелу коэффициенті көп пластмассалар тежегіш қондырғыларын жасау үшін пайдаланылады. *Антифрикциялы пластмассалардың* (фторопласт, полиамид, полиформальдегид) үйкелу коэффициенті – 0,14 майсыз және май не сумен майлағанда, 0,01 көрсеткіш береді. Пластмассалар тозуға төзімді келеді (мәселен, поливинилхлоридті қарамай негізді линолеум), ал капронның тозуға төзімділігі қола мен баббиттің майланғандағы тозуға төзімділігінен 10-20 есе, және құрғақ үйкелу кезіндегі тозу төзімділігінен 100-160 есе жоғары.

Ең тиімді антифрикциялы материал – металлфторопласт – қалыңдығы 1,2...2,5 мм, үстіңгі бетіне фторопласт пен қалыңдығы 0,02 мм молибден дисульфатынан құралған жабын жағылған, болаттан жасалған лента. Майыстыру тәсілімен бұл ленталардан төлкелер – сырғыту мойынтіректері жасалады.

Пластмассалардан басқа техникада әртүрлі синтетикалық шайырлар мен компаундтар қолданылады.

Эпоксидті шайырлар – эпи-, немесе дихлоргидриннің және екі-немесе полиатомды фенолдарын сілтілі ортада поликонденсациялау арқылы алынған полимерлер. Эпоксидті шайырларға аминдер (полиэтиленполиамин) қосылса, ол бөлме температурасында қатып қалады. Эпоксидті шайырлар суық және ыстық қатайту желімдері ретінде көптеген материалдарды жабыстыру үшін пайдаланылады. Олардың негізінде құйма компаундтары, пресс-материалдар т.б. дайындалады.

Кремнийорганикалық шайырлар – акрилхлорсиландарды поликонденсациялау арқылы алынған полимерлер. Әдетте, бұл шайырлар сұйық, яғни резол күйінде болады; 150...260°C –қа дейін қыздырған кезде шайыр резит күйіне өтеді, яғни балқымайтын және ерімейтін қатты күйде болады. Кремнийорганикалық шайырлар жоғары-термотөзімді электрқорғаушы лактар, су жұқтырмайтын жабындар ретінде және жоғары термотөзімді өнімдерге құйып баспалау

арқылы өңделген пресс-материалдарды жасау үшін пайдаланылады.

Фенолформальдегидті шайырлар – фенолдың немесе оның коспаларын (крезол, ксилол) формальдегидтермен қышқылды немесе сілтілі катализаторлар ортасында поликонденсациялау арқылы анылған синтетикалық полимерлер. Фенолформальдегидті шайырдың түрі – фенолформальдегидті шайыр, ол пресс-ұнтақтарды, желімдер, лактар т.б. жасау үшін қолданылады.

Пластмассалар мен компаундтар – негізгі материал – полимерлі қосылыстардан (шайырлардан) және коспалардан (толтырушылар, қатырушылар, пластификаторлар, катализаторлар т.б.) құралған күрделі композиция. Пластмассалар негізгі материалдың типіне (полимер) қарай аталады, мәселен, эпоксидті, кремнийорганикалық, фенолды т.б. Олардың ішінде герметик ретінде өндірісте эпоксидті пластмассалар кең қолданыс тапса, ішінде кремнийорганикалық пластмассалар жоғары термотөзімділігімен ерекшеленеді.

Қорыта келе, кейбір пластмасса өнімдерінің қасиеттері мен өндірісте қолданылуына сипаттама беріп өтелік.

Плексиглас – метилметакрилаттың полимеризациясы нәтижесінде алынған қатты өнім, тығыздығы – 1190 кг/м^3 және жарықтымолдірлігі – 91% құрайды, ацетон, дихлорэтан, бензол ішінде тез ериді, жанғыш, бірақ су, сулы сілтілі ерітінділерге, неорганикалық қышқылдар, бензин және майларға шыдас бере алады. Бұл материал кесетін құралмен жақсы өңделеді, жақсы жабыстырылып, балқытылады, жұқа тілімшелер мен блоктар ретінде өндірістің әртүрлі салаларында қолданыс тапқан.

Органикалық шыны – полиметилметакрилат, полистирол, поликарбонат негізді оптикалық мөлдір материалдардың техникалық атауы. Одан өндірілетін үшқабатты сынықтары жоқ шыны авиация, автомобиль және кеме жасау құрылысында құрастырмалы материал ретінде кең қолданылады.

Текстолит – табиғи талшықтардан (мақта) және полимерлі байланыстырушыдан (фенолформальдегидті шайыр) жасалған, тығыздығы – $1300...1450 \text{ кг/м}^3$ болатын қабатты пластик. Текстолит жұқа тілімшелер, серіппелер, құбырлар ретінде өндіріліп, тісті доңғалақтар, тегершіктер, төлке, мойынтіректердің ішпектері, электртехникалық бөлшектер ретінде қолданылады.

Гетинакс – терморезистивті байланыстырушы (фенолформальдегидті шайыр) мен қағаздың негізінде өндірілген қабатты пластик,

диэлектрик болып саналады, тығыздығы – $1200...1400 \text{ кг/м}^3$. Гетинакс өндірісте тілімшелер мен цилиндрлі дайындамалар ретінде шығарылады, олардың үстіңгі беті мысты фольгамен (фольгалы гетинакс) немесе шыныматамен (шынылыгетинакс) қапталуы мүмкін. Радио-, телебөлшектерді және байланыс аппаратураларын жасау үшін, сондай-ақ қапмауға арналған декоративті материал ретінде пайдаланылады.

Фенопласттар – фенолформальдегидті шайырлар негізді полимерлер. Мұндай материалдар өте мықты, жанбайды, коррозияға төзімді, жақсы диэлектриктер, өз қасиеттерін 200°C температураға дейін сақтап қалады. Пресс-ұнтақтар, қабатты пластиктер, шыныпластиктер мен пенопластиктер ретінде фенопластар тісті доңғалақтар, мойынтіректердің ішпектері, төлкелерді жасау үшін машина жасау құрылысында; автомобиль құрылысында тұтату бөлшектері мен декоративті өнімдер ретінде; ал химиялық машина жасау құрылысында – құбырлар, сорғыштар т.б. ретінде пайдаланылады.

Полистирол – тығыздығы – 1050 кг/м^3 құрайтын стиролды полимеризациялау нәтижесінде алынған қатты өнім. Оның жылутөзімділігі мен мықтылығы айтарлықтай төмен, жақсы диэлектрик, суға, араластырылған қышқылдар мен сілтілерге жақсы шыдас береді, арзан. Сондықтан, өндірісте пенопластарды, радио- және телеаппаратураларының корпустарын жасау үшін жиі қолданылады. Аса сынғыш емес қасиетінің арқасында полистиролдың орнына тұрмыстық өнімдерді өндіру барысында соққыға шыдамды полистирол қолданылады. Ол стиролдың бутадиенді каучукпен үстеме полимері саналады.

Винипласт – құрамына 10% пластификатор қосу арқылы алынған винилхлоридтің поляризациясының қатты өнімі. Мұндай материал ылғалға, қышқылға, сілті және тұз ерітіндісіне, мұнай көмірсутектерге шыдас береді. Винипласт антикоррозиялы құбырлар, жұқа табақшалар, пленкалар жасау үшін, гальваникалық ванналарды қаптау үшін пайдаланылады. Винилхлоридтің кең танылған түрі – құрамында 100% пластификаторы бар пластикат. Бұл материал өте иілгіш, суыққа төзімді, иілгіш тілімшелер, үлгілімді өнімдерді жасау және шоғырсымдарды қаптау үшін пайдаланылады.

Фторопласт-3 – трифторхлорэтиленнің полимеризациясы нәтижесінде алынған, тығыздығы – $2090...2160 \text{ кг/м}^3$ құрай-

тын, 210...215°C температурада балқитын қатты өнім. Бөлме температурасында химиялық тұрғыдан органикалық ерітіндіде төзімді, қышқылдың, тотықтырғыш заттар мен сілті ерітінділерінің әрекетіне шыдамды, 130...150°C температурада хош иісті көмірсутектерінің ішінде ериді. Фторопласт-3 негізінен, құбырлардың, сорғыштардың антикоррозиясы мен электр қондырғыларын қорғайтын жабын ретінде жұмсалады.

Фторопласт-4 – трифторхлорэтиленнің полимеризациясы нәтижесінде алынған, тығыздығы – 2130...2240 кг/м³ құрайтын қатты өнім. Бұл материал химиялық төзімді, иілгіш, суықта аққыш, жақсы диэлектрик, 415°C температурада ыдырайды, жанбайды және суды сіңірмейді. Фторопласт-4-тен жасалып, алдын ала қалыптандырылған өнімдер 360...380°C температурада піседі. Аталған материал электртехникасында, радиотехникасында және химия өндірісінде құбырлар, қаптамалар мен шоғырсымдар ретінде пайдаланылады. Сонымен қатар, оны антифрикциялы материал ретінде де қолданады.

Полиэтилен – тығыздығы – 913...978 кг/м³ құрайтын, 102...137°C температурада балқитын, этиленнің полимеризациясы нәтижесінде алынған қатты өнім. Бұл материалдың көптеген оң артықшылықтары бар – созылғанда мықты, иілгіш, жақсы диэлектрик, сілтілі, тұзды, органикалық қышқылдардың ерітінділерінің әрекетіне, радиоактивті сәуленің әсеріне төзімді. Полиэтилен физиологиялық тұрғыдан зиянсыз, хлор және фтордың әсерінен бұзылады, 80°C-тан жоғары температурада көмірсутек құрамында ериді. Өндірісте ол агрессивті сұйықтарға арналған пленкалар, ыдыстар мен құбырларды жасау үшін, сондай-ақ изолятор ретінде жұмсалады.

4.2. ТЕХНИКАЛЫҚ КЕРАМИКА

Техникалық керамика – әртүрлі оксидтер мен неорганикалық қосылыстардың бірігуі нәтижесінде алынған материал. Керамика атомды, электрвакуумды, электртехникалық, электронды, радиотехникалық өндірістер мен басқа да өндіріс салаларында кең қолданыс тапқан. Керамикалық материалдардың көп түрлерінің ішінде корунды (ВК94-1, ВК91-2) және бромеллитті (ВБ100-1) керамиканы қарастырып өтелік. Олар техникалық мақсаттарда кең қолданыла-

ды. Керамиканың маркаларын таңбалау барысында алғашты әріп керамиканың тобын (В – вакуумды), екінші әріп – басты материалдың түрін (К – корунд, Б – бромеллит) көрсетсе, бүтінге дейін ықшамдалған сандар – негізгі компоненттерінің номиналды мөлшеріне сай келеді (94 және 91% корунд, 99,5% бромеллит), ал дефистен кейін жазылған соңғы сан – өңдеу нөмірін көрсетеді.

Корундты керамика ВК94-1 94,40% корундтан (алюминий оксиді, глинозем), 2,76% кремний диоксидінен, 0,49% хром оксиді мен 2,35 % марганец диоксидінен тұрады. Корундты керамикадан құйма тәсілімен әртүрлі конфигурациялы изоляторлар, технологиялық жабдықтар мен басқа да өнімдер жасалады. Біріктірілгеннен кейін бөлшектер керамикаға тән физика-механикалық қасиетке ие болып, қызғыл немесе ақшыл көк түске боялады.

Корундты керамика ВК94-1 шынының ең үздік сұрыптары мен керамиканың басқа да түрлерімен салыстырғанда, механикалық тығыздығымен және вакуумдық мықтылығымен, термиялық және химиялық төзімділігімен, жиілік пен температураның кең диапазонында электр шығындарының аздығымен, бірігу температурасының арасындағы үлкен интервалмен, құрылымының тұрақтылығымен ерекшеленеді. Сондай-ақ, корундты керамика улы емес, ол үш фазадан тұрады: кристалды (мықты каркас түзетін негізгі баяу балқитын компонентінің кристалдарынан – корунд Al_2O_3), шыны тәрізді (шыныфаза – корундтың минерализатор – $MnO_2 - SiO_2 - Cr_2O_3$ бірігуді реттеп отыратын компонент құрамындағы ерітіндісі); газ түріндегі (мөлшері аз (0,02%). Барынша күйген күйінде корундты керамика – біріктірілген кристалл каркасты білдіреді.

ВК94-1 маркалы корундты керамикадан басқа өндірісте ВК91-2 маркалы корундты керамика қолданылады. Ол 91,5% глиноземнен (корунд), 5,9% кремний диоксидінен, 0,5% магний оксидінен 1,2% кальций оксидінен және 0,9% цирконий диоксидінен құралады. ВК91-2 маркалы керамиканың диэлектрлік өткізгіштігі мен диэлектрлік шығынның тангент бұрышы ВК94-1 маркалы керамиканікі секілді, алайда электрлік кедергісінің үлесті көлемі 1000 есе аз, ал электрлік тығыздығы 5 есе аз.

Бромеллитті немесе **бериллийлі керамика (бромеллит)** – BeO бериллий оксиді, ол изоляторлар, түптөсемдерді және басқа да аспаптардың бөлшектерін жасау үшін пайдаланылады. Бұл керамиканың жылу, электрлік, химиялық және механикалық

қасиеттері ерекше. Сондықтан техниканың әртүрлі салаларындақ ең қолданыс тауып келеді. Аспаптарды жасау өндірісінде бромеллитті керамика өзінің жылуөткізгіштігі мен электризоляциялық қасиеттерінің арқасында жақсы қолданылып келеді.

Бромелитті керамиканың жылуөткізгіштігі 20°C температурада $(1,67...2,52) \cdot 10^2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ құрайды, бұл корундты керамиканың жылуөткізгіштігінен 7 есе жоғары болып, болат, алюминий мен қорғасынның жылуөткізгіштік деңгейіне сай келеді. Температураның жоғарылауымен бромеллиттің жылуөткізгіштігі жоғары деңгейден түспестен, басқа керамикалық материалдар мен кейбір металдардың жылуөткізгіштігімен салыстырғанда аз ғана төмендейді. Сөйтіп, 100°C температурада бромеллитті керамиканың жылуөткізгіштігі мыстың жылуөткізгіштігіне қарағанда, 2 есе төмен, бірақ корундты керамиканың жылуөткізгіштігімен салыстырғанда 120 есе көп болып, алюминийдің жоғары жиіліктегі жылуөткізгіштігіне жақынырақ. $1000...1500^{\circ}\text{C}$ температурада бромеллитті керамиканың жылуөткізгіштігі корундты жылуөткізгіштікпен салыстырғанда, 3-8 есе жоғары. Бромеллиттің жылуөткізгіштігі қоспаларының сапасына байланысты және олардың төмендеуіне қарай ұлғаяды, керісінше, қоспаның мөлшерінің ұлғаюына қарай азайып отырады. Тығыздығының азаюымен бромеллитті керамиканың жылуөткізгіштігі төмендейді және 25,5% кеуектілігіне қарай оның деңгейі 26,5%-ға жетеді. Сөйтіп, бромеллитті керамика – жылуды өткізудің тамаша өткізгіш дәнекері болып саналады.

Бромеллиттің бөлме температурасындағы үлесті жылусыйымдылығы $1,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ құрайды, бұл корундтың және басқа да металдардың (бериллийден басқа) жылусыйымдылығынан айтарлықтай жоғары. Керамиканың басқа түрлерінің ішінде жылусыйымдылығының жоғары дәрежеде болуына қарай бромеллиттің жылуды сіңіру қасиеті жоғары болады.

Бромелитті керамиканың термотөзімділігі жоғары, ерекше жылуөткізгіштік қасиетке ие. Бромеллиттің балку температурасы – 2650°C , ал максималды температурасы $1500...2316^{\circ}\text{C}$ диапазоны аралығында. Бұл керамика термоциклдендіру барысында жақсы жұмыс жасайды. Температура жоғарылағанда, бромеллиттің СКТК көрсеткіші жоғарылайды, айталық, $25...600^{\circ}\text{C}$ температура интервалында $0,6 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ құрайды.

Бромелиттің термотөзімділігі мен СКТК көрсеткіші назарға

алынуы тиіс ең маңызды параметр болып саналады. Бромеллиттің жоғары термотөзімділігі жұмысшы температураның барлық интервалында климаттық сенімділігін қамтамасыз етеді.

4.3. ШЫНЫЛАР

Шыны техникада көптен бері қолданылып келеді, себебі ол өзінің құрамын әртүрлі компоненттерді қоса отырып, демек, қасиеттерін, өнімнің пішінін термиялық өңдеу тәртібін өзгерте отырып, өзгерте алады. Шыны оптикада, химияда, медицинада, тұрмыстық техникада, құрылыста, электрвакуумда, электронжы және басқа да өндіріс салаларында пайдаланылады. Бұл өндіріс салаласында шыныдан басқа да өнімдер жасалынады.

Қарапайым (неорганикалық) шыны – мөлдір сынғыш материал, ол шынытүзуші компоненттерінен – кремний оксиді, бор, алюминий, фосфор, цирконий, титан, сонымен қатар, металл оксиді – литий, калий, натрий, кальций, магний, қорғасын т.б. құралған балқытпаны суытқаннан кейін алынады. Шынытүзуші компоненттерінің типіне қарай шынылар силикатты (кремний оксиді), борлы (бор оксиді), борсиликатты, алюминийсиликатты т.б. деп бөлінеді.

Шыны – аморфты дене, ол қыздырылған кезде жұмсарып, сұйық күйге енеді. Ал суытқанда, қатайып, біртіндеп шынытәрізді күйге біртіндеп өте бастайды.

Тұрмыстық қолдануға арналған шыны – пакеттер, шыны ыдыстар (ыстақан, бөтелке т.б.) жасалып, кремний диоксидімен балқытылған натрий силикаты мен кальцийден тұрады.

Кварцты шыны – кварцты электр пештерінде балқыту арқылы алынады. Кәдімгі шыныдан жоғары температурада жұмыс жасауға, УФ-сәулелерді өткізе алуға қабілеттілігімен, СКТК көрсеткішінің аздығымен және өзгеріске түсе қоймайтындығымен ерекшеленеді. Соның арқасында шыны термиялық соққыға шыдас беріп, бірбүтіндігін сақтап қалады. Кварцты шыны суық сумен әрекеттескенде де, шытынай қоймайды. Кварцты шыны 1700°C температурада жұмсарады. Оның кемшіліктері – өңдеу қиындығы мен сынғыштығы. Соған қарамастан, кварцты шыны УФ-сәулелерін өткізетін сынапты шамдарды, химиялық және медициналық ыдыстарды жасау үшін пайдаланылады. Спектралды-таза кварцты шыны диффузды терми-

ялық қондырғылардың жұмысшы каналдарын дайындауда да пайдаланылады. Мұнда ол ұзақ уақыт 1300°C температурада жұмыс жасай алады.

Шыныны (шыны массасын) футерленген отқатөзімді материалдарды әртүрлі типтегі, соның ішінде қыш құмыралы, ванналық, үздіксіз және жүйелі түрде жұмыс жасайтын электр пештерінде қайнатады. Қыш құмыралы пештердің сыйымдылығы – 1000...1500 кг, олар арнайы шынылар мен хрустальдарды жасауға пайдаланылады. Сыйымдылығы тоннаға жететін басқа пештердің өндірушілік қабілеті тәулігіне 45 тоннаға дейін жетеді.

Осы кең танылған шыны өнімдерінен басқа өндірісте **шыныталшықтары** пайдаланылады. Оларды жіптерді диаметрі 2...10 мкм болатын фильерлер (сүйретпелер) арқылы созып балқыту жолымен алады. Шыныталшықтарынан алынған өнімдер жанбайды, химиялық төзімді, сынғыш емес, жарғанда мықтылығымен ерекшеленеді. Сонымен қатар, олардың жылу-, электр- және дыбысты оқшаулау қабілеті өте жоғары болады.

Әртүрлі полимерлермен араласа отырып, шыныталшықтарынан шыныпластиктер алынады. **Шыныпластиктер** – жаңа құрастырмалы материалдар, олар болаттан 3-4 есе жеңіл. Кейде болаттың немесе басқа да материалдардың орнына жұмсала алады. Мұндай шыныпластиктер коррозияға ұшырамайды, автомобиль, авиация және кеме құрастыру өндірісінде пайдаланады.

Шыныдан қалыңдығы 10...200 мкм **шыныпленкалар** жасалады, олар ауыр шыныға қарағанда, мықты болып келеді. Бұл пленканың көрсеткіші – электр қысымын өткізе алатын термотөзімді және ашықмөлдір материал. Пленка шынымассасын калибрлеуші қондырғы арқылы жоғарыдан төмен соза отырып, алады. Шыныпленкаларды шыныпластиктерін, араны жоғары температуралық қағаздарды жасау үшін, сондай-ақ конденсаторлар мен басқа мақсаттарда да пайдаланады.

Шынының түрлері – қатаюын басқара отырып, балқытылған шынымассасынан алынатын ситалл.

Ситалл – шыныкристалды материал, ол балқытылған шыныға түтік-катализаторды кіріктіру арқылы алынады. Нәтижесінде балқытпаның ішінде кристаллизация орталары түзіліп, бір фазаның микрокристалдары өседі. Құрылымы жағынан, ситалл – кристаллизацияланбаған шынының біріккен пленкаларының өте ұсақ кри-

сталдары. Олардың тығыздығы, қаттылығы, химиялық, термиялық төзімділігі жоғары болып, изолятор ретінде жұмсалады. Ситалдан электризоляторлары, электронды бөлшектер, химиялық аппаратура-лар т.б. жасалады.

4.4. РЕЗЕҢКЕ. РЕЗЕҢКЕНІ ӨңДЕУ

Резеңке (вулканизат) – құрамында каучук, вулканизациялық негізі, толтырмалар, пластификаторлар, антиоксиданттары т.б. бар, вулканизациялық композицияның өнімі. Құрастырам материал ретінде резеңке бірқатар ерекше қасиеттерге ие, солардың ең маңыздылары – жоғары иілгіштік, немесе температуралардың кең диапазонында созылғаннан кейін қайта қалпына келу деформациясына қабілеттілігі. Сонымен қатар, резеңке деформациялану барысында айтарлықтай энергия жоғалтып, соның салдарынан амортизатор ретінде жақсы жұмыс жасай алатын; жоғары диэлектрлі қасиеттерге ие; агрессивті ортаның әрекеттеріне түспейтін және тоза қоймайтын материал. Резеңкенің осы аталған қасиеттері ең алдымен, каучуктың типіне байланысты анықталады. Каучук – табиғи және синтетикалық болып бөлінеді. Каучуктың осы екі типін эластомер деп атайды.

Табиғи каучук – қалыпты жағдайларда жоғары иілгіштік қасиетке ие, құрамында 91...96% көмірсутек бар, тығыздығы – 910...920 кг/м³ болатын табиғи полимер. Каучук судың әрекетіне шыдас береді, көпшілік органикалық ерітінділер ішінде ерігіш, 10°C-тан төменгі температурада ұзақ сақталса, майда көпсиді. Ал созылғанда кристаллизацияланып, бос орындары толтырылмаған резеңкелерді созылғанда (шамамен 30 МПа) жоғары мықтылыққа ие болады.

Табиғи каучукты пайдалана отырып, дайындалған резеңкелердің иілгіштігі өте жоғары болады (600...900%-ға дейін ұзартыла алады), суыққа және тозуға төзімділігі жоғары, бірақ атмосферада төзімділігі аса жоғары болмайды. Табиғи каучук негізіндегі резеңкелерді шиналар, конвейердің ленталарын, қозғалтқыш белдіктер мен амортизаторларды жасау үшін, сондай-ақ латекс ретінде пайдаланылады (полимерлердің сулы дисперсі).

Синтетикалық каучуктар, табиғи каучуктер секілді, қалыпты жағдайларда жоғары иілгіштігімен ерекшеленеді. Олар резеңкеге оңай өңделеді. Әдетте, синтетикалық каучуктар жалпы және арнайы

қолданысты деп бөлінеді. Алғашқылары каучуктың иілгіштігі басты назарда болатын өндірісте (шина, конвейер ленталары, амортизаторлар), ал екіншісі – жоғары иілгіштігімен бірге, жылу-, май-, бензин-, суық-, қышқыл-, атмосфераға төзімділігі жоғары өнімдерді жасау үшін пайдаланылады. Синтетикалық каучуктер негізінде табиғи каучуктерді пайдаланғанда, қол жеткізу мүмкін емес кейбір қасиеттерге ие резеңкелер жасалады.

Вулканизацияланатын негіздер – бүкіл резеңкелерге тән болады. Әдетте, күкіртті вулканизаторлы топтардың құрамында күкірт, вулканизацияны тездеткіш, тездеткіштің активаторы – цинк оксиді, цинк оксидінің диспергаторы – стеаринді немесе синтетикалық май қышқылдары болады. Вулканизациялайтын нешіздер ретінде басқа да заттар жұмсала алады.

Орнын толтырғыштар (толтырмалар) каучукке резеңкенің физика-механикалық және эксплуатациялық қасиеттерін жоғарылату және құнын төмендету мақсатында ендіріледі. Мұндай заттар ретінде техникалық көміртек, бор, каолин, липотон, синтетикалық ақ күйе, аэросил – резеңке қоспаларының жабысқақтығын, соған сәйкес дисперлігін жоғарылатуға септігін тигізеді.

Пластификаторлар – резеңке қоспаларының иілгіштігін жоғарылататын және жабысқақтығын төмендететін жоғары дәрежеде қайнайтын сұйық заттар. Сонымен қатар, олар резеңкенің суыққа төзімділігі мен иілгіштік қасиетін арттырады. Пластификаторлар – мазуттар, битумдар, канифоль мен қарағайы шайыры. Бензинмайына төзімді каучуктерге синтетикалық пластификаторлар – дибутилфталат, дибу- тилсебацинат т.б. қосылады.

Тоздырмайтын қоспалар резеңке құрамына резеңке өнімдерінің жарамдылық мерзімін ұзарту мақсатында ендіріледі. Мұндай тоздырмайтын қоспалар – екіншілік аминдер, фенол негізді парафин немесе балауыз. Түрлі түсті резеңкелер бояу қосу арқылы алынады, олар органикалық емес (пигменттер) және органикалық болып бөлінеді. Пигменттер – суда ерімейтін боялған қосылыстар – титан оксиді, цинк, хром, темір т.б. Органикалық бояғыштар – қызғылт-сары түсті лак, мыс фталоцианины т.б. Ашық түстерді алу үшін резеңке алдымен ақ түске боялып, содан кейін бояу қосып, құбылтады.

Арнайы қолданыс компоненттері резеңкелерге арнайы қасиеттерді беру үшін қызмет етеді. Оларға кеуектілік тудырушылар, антипирендер, абразитер т.б. жатады.

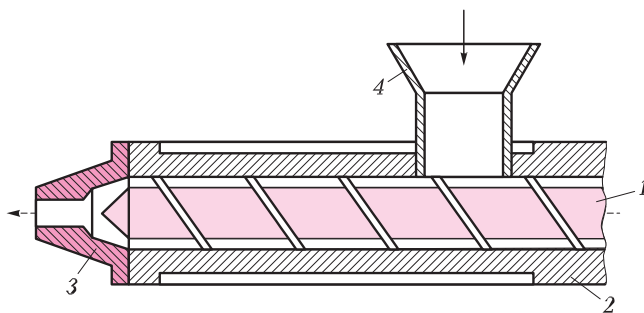
Ингредиенттерден резеңке қоспаларын механикалық және жылулық әсер бере отырып дайындайды. Әсерлер берілгеннен кейін оны жабысқақ-созылмалы күйге жеткізеді. Айта кететін жайт – ингредиенттер қоспаға бірден ендірілмейді, белгілі бір ретпен ендіреді. Араластыру процедурасы көптеген факторларды (өндіру масштабы, өнімнің күрделілігі, сапасына қойылатын талаптар, құрал-жабдықтар, құрылғылар т.б.) ескере отырып, технологияға байланысты орындалады.

Резеңке қоспаларын өнімге айналдыру бірнеше тәсілдермен орындалады: экструзия (шприцтеу), баспалау, қысым арқылы құю т.б.

Экструзия – қыздырылған резеңке қоспасын тесік арқылы, әдетте, бұрамдық машина (сурет 4.3) арқылы сығып, ұзын өлшемді дайындамаларды белгілі бір қалып бойынша жүйелі түрде қалыптау үшін пайдаланады. Бұл машинада резеңке қоспасы тиегіш құйғы (4) арқылы жіберіледі, оны бұрамдық ұстап қалады (1), цилиндрде деформацияланады (2) және айналмалы бұрамдық арқылы қалыптасқан бастиектен (3) шығып, дайын өнімге айналады.

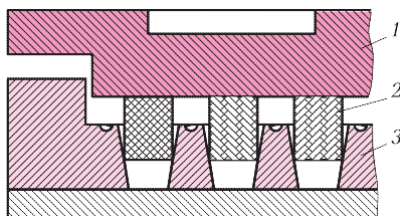
Алынған өнімнің кесігіне қарасақ, қарапайым геометриялық фигура (квадрат, төртбұрыш, дөңгелек т.б.) пішінінде болады.

Әзірге өзінің конфигурациясы жағынан жабдыққа (қалып, штамп) жақын жартылай фабрикат. Ола тек содан кейін ғана өнімге айналады. Егер профилдің пішіні – тапсырыс берілген өнім болса, үздіксіз вулканизация жасалады, яғни тұздардың балқытпаларын, жоғары дәрежеде қайнайтын органикалық қосылыстарды ыстық ауада неме-



Сурет 4.3 Бұрамдық машинаның құрылысы

1 – бұрамдық; 2 – цилиндр; 3 – қалыпты бастиек; 4 – тиегіш құйғы: резеңке қоспасын жіберу



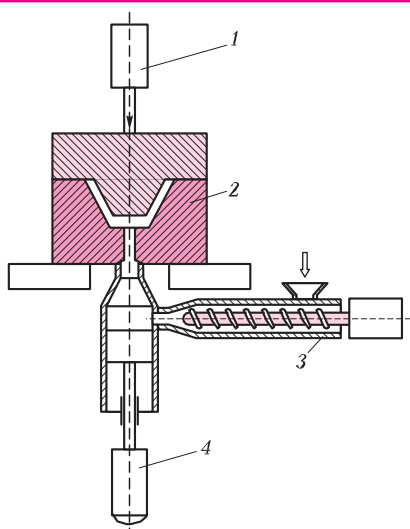
Сурет 4.4 Резеңке қоспасын баспалау

1 – пуансон; 2 – резеңке қоспасы; 3 – матрица

се ысытқыш ыдыстарда, мәселен ВЧ-қондырғыларда қыздыра отырып, резеңкеге айналдырады.

Вулканизация – резеңке қоспаларын 140...250°C температурасының интервалында термиялық өңдеу үдерісі. Нәтижесінде каучуктың макромолекулалары вулканизацияланған тормен бірігіп, көлденең химиялық байланыстар түзіледі. Вулканизация нәтижесінде резеңке мықты, қатты, иілгіш, жылу-және суыққа төзімді болып, органикалық ерітіндіде көпсиді.

Баспалау – резеңке қоспасынан (сурет 4.4) пішін алу тәсілі. Оны қысым, температура мен вулканизация әсерімен пластикалық деформациялау арқылы жүзеге асырады. Нәтижесінде пресс-қалыпқа сай келетін, пуансон (1) мен матрицадан (3) тұратын өнім алынады.



Сурет 4.5 Қысым арқылы резеңке қоспасын құю

1 – жақындау механизмі; 2 – құйма қалып; 3 – пластикализатор; 4 – инжекторлы механизм; → күштің бағыты; => – материалды тиеу

Баспалауға қарағанда, қысым арқылы құю тәсілі (*сурет 4.5*) барысында пластификатордан (3) инжекторлы механизм (4) арқылы (механизм сыға орналастырған (1) құйма-қалыпқа (2) сұйық резеңке қоспасын құяды. Әрі осында қоспа вулканизацияланады.

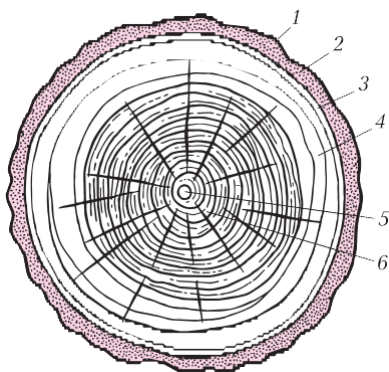
Ауыр және жалпақ резеңке бөлшектерінен басқа кеуекті өнімдер де жасалады. Қарапайым нұсқада, ол үшін резеңке қоспасын пресс-қалыпқа салып, газтүзуші затты (пороформ) қосады. Пороформды резеңке қоспасына алдын ала қосуға да болады. Сығылған пресс-қалып қызған кезде, резеңке қоспасы газ көпіршіктерін шығара отырып, көпіріп, қалып ішінде теңдей орналасады. Қалып вулканизация температурасына (140...170°C) жеткенде, газ түзу үдерісі аяқталады. Кеуекті резеңкенің тығыздығы ауыр резеңкеге қарағанда әлдеқайда төмен. Мұндай материал жұмсақ, жеңіл әрі жылу өткізгіштігі төмен болып келеді.

4.5. СҮРЕК ЖӘНЕ АҒАШТАН ЖАСАЛҒАН ӨНІМДЕР

Сүректі өндірісте пайдалану олардың физика-механикалық қасиеттерінің жоғары дәрежесіне, жақсы өңделетіндігіне, сонымен қатар ағаштың химиялық және механикалық өңдеу қасиеттерін өзгерту тәсілдеріне байланысты. Сүректің жылуөткізгіштігі аз, мықтылығы қатысты түрде жоғары, соққы мен тербелісті жүктемеге қарсы шыдас бере алады, құрғақ ортада ағаш ұзақ сақтала алады. Сүректің артықшылығы – жақсы жабыса алуы, сыртқы әдемі пішін сақтап қалуы, өрнектеуге оңай көнуі. Кемшіліктері – жылдам жанғыштығы, тез шіруі, жәндіктер мен зиянкестерден ықпалына жылдам түседі, жоғары гигроскопиялылығы (ылғал тартқыштығы), соның салдарынан тез көпсіп, тез құрғауға қабілетті, жарықшақтанып, сынғыш. Сондай-ақ, сүректің биологиялық шығу тегінде оның сапасын төмендетін кемшіліктер мен ауытқулар болады.

Сүрек пен ағаш – бір-бірінен ажырамайтын ұғымдар. Сүрек деген не екенін түсіну үшін ағаштың діңгегінен қима немесе кесіктер алып қарайды (*сурет 4.6*). бұл – өзек (5), ядро (6), жұқса сүрек қабат (ағаштың сырт қабығы астындағы қабықша (1), қабығы (3) және қабықшасы (2).

Өзек – діңгектің тар орталық бөлігі, ол борпылдақ, диаметрі 2...5



Сурет 4.6 Сүрек діңгегінің қимасы

1 – қабығы; 2 – қабығы; 3 – қабығы;
4 – жұқа сүрекқабаты; 5 – өзегі; 6 – ядросы

мм болатын қара дақ түріндегі тін. Діңгектің перифериясына жақын **ядро** орналасқан, ол әдетте, қара түсті және ағаштың тірі жасушаларын өлуі есебінен пайда болады. Жас ағаштардың ядросы болмайды. Ядро уақыт өте келе қалыптасады.

Көлемі жағынан олар әртүрлі болады – бір ағаштарда үлкен, басқа ағаштарда – кішірек. Ядродан кейін қабыққа жақынырақ **жұқа сүрек қабаты** орналасады, ол ядроға қарағанда, ашық түсті болады және су минералды заттармен бірге тамырынан жапырақтарына қарай баратын арна қызметін атқарады. Ал ядро діңгекке тек механикалық қаттылық үстейді. Жұқа сүрек қабаты сұйықтықты өткізеді, сондықтан ол шіруге аса шыдас бере бермейді.

Қабық 1 ағашты сақина бойымен тұтас қаптап тұрады, ол екі қабаттан тұрады – сыртқы – **қабық 2** және ішкі – **қабық 3**. Ішкі қабығы су мен жапырақ шығаратын органикалық заттарды діңгекке қарай бағыттап отырады.

Қабық ағашты механикалық зақымданудан, температураның күрт өзгеруінен, жәндіктер мен қоршаған ортадағы басқа да зиянды әсерлерден сақтайды.

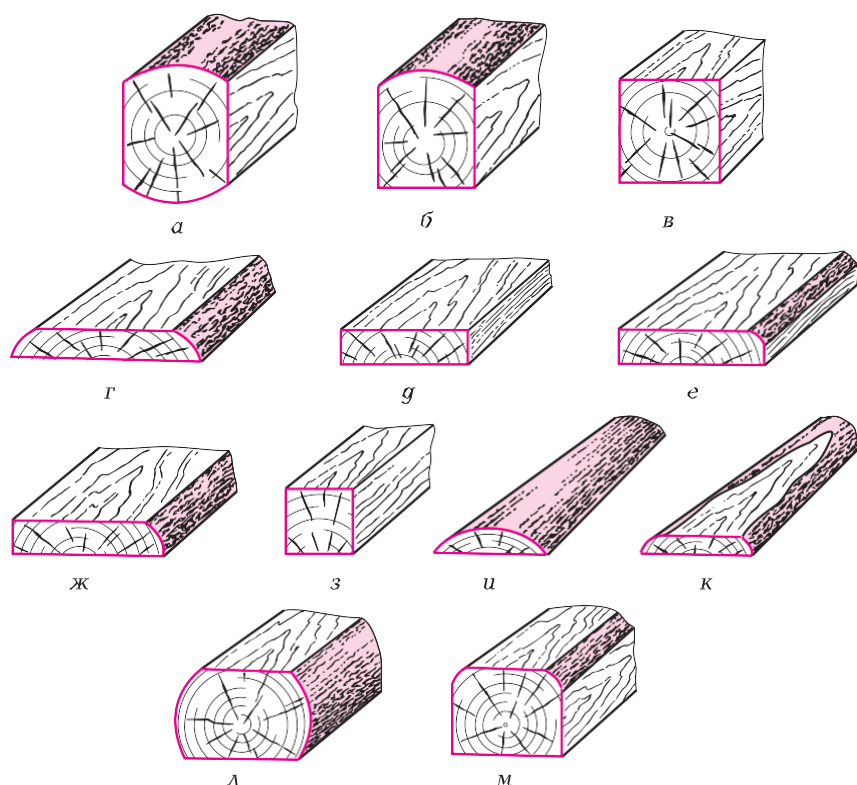
Түбірінен арамен кесіліп құлатылған және бұтақтарынан аршылған ағаштың діңгегі **шыбық** деп аталады.

Шыбықтарды сұрыптау барысында оларды іске жарамды және отындық деп бөледі. Іске жарамды бөлігі өз кезегінде тамырға тақалған, ортадағы, төбесі мен шыңы деп бөледі. Іске жарамды сүрек – жоғары сапалы діңгектен алынған материал. Іске жарамды бөлігінің әртүрлі ұзындықтағы қимасының не кесігінің сапасына және қолданылуына қарай бөрене, дөңбек және ағаш кесінділері деп атай-

ды. Бөренеден пиломатериалдар кеміліп алынады; дөңбек фанера, шаңғы, қарындаш дайындамалары мен авиацияға т.б. қажетті дайындамаларды жасау үшін пайдаланылады; ағаш кесінділері әдетте, белгілі бір ұзындықта болып, ағаш өңдейтін білдектерде өңделеді.

Пиломатериалдардың басты түрлері – екі-, үш- және төртжиекті (сурет 4.7, *а-в*) білеулер; кесіктелмеген, өткір және өтпейтін сүрек қырымен кесіктелген тақтай (сурет 4.7, *г-ж*); қырлы бөрленелер; арамен кесілген шет тақтай; арамен кесілген еденге арналған тақтай; кесіктелмеген шпал; кесіктелген шпал (сурет 4.7, *з-м*).

Осы айтылғандарға сүйеніп, сүрекке анықтама берелік. **Сүрек** – өткізуші, механикалық, жинақтау функцияларын атқаратын және



Сурет 4.7 Полиматериалдың негізгі түрлері

а, б, в – екі-, үш- және төртжиекті білеулер; *г, д, е, ж* – кесіктелмеген, өткір және өтпейтін сүрек қырымен кесіктелген тақтай; *з* – қырлы бөрне; *и, к* – арамен кесілген шет тақтай мен арамен кесілген еденге арналған тақтай; *л, м* – кесіктелмеген және кесіктелген шпал

ағаштың қабығы мен өзегінің арасында орналасқан әртүрлі өсімдік тіндерінен тұратын ағаштың (діңгек, түбір, бұтақ) негізгі бөлігі. Сүрек ағаштың түріне қарай **қылқанды** (шырша, қарағай т.б.) және **жапырақты** (емен, қайың т.б.) болып бөлінеді. Қырқылған ағаш өсімдік жасушаларының қабыршағының жиынтығын беретін сүрек түрінде болады. Бүкіл сүрек түрлерінің химиялық құрамы бірдей: 49...56% көміртек, 43...44% оттегі, 6% сутегі, 0,1...0,3% азот. Сүректің құрамында 39.58% целлюлоза, 17.34% лигнин және 15...38% гемицеллюлоза болады. Сүректің бүкіл қасиеттері әдетте оның ылғалдылығына (12%) қарай анықталады. Бұл материалға қасиеттердің анизотропиясы тән, өн бойымен және көлденең талшықтарының механикалық қасиеттері бірнеше есе өзгеше болуы мүмкін. Жапырақты ағаш түрлері кейде қылқанды ағаш түрлеріне қарағанда жақсы параметрлерге ие. Айталық, жапырақты ағаш түрлерінің соққыға иілгіштігі қылқанды ағаш түрлерінің соққыға иілгіштігінен 2 есе жоғары. Тығыздығына қарай сүректерді үш топқа бөледі: тығыздығы төмен – 510 кг/м³-ге дейін (қарағай, шырша, терек, жөке, қандыағаш), тығыздығы орташа – 550...740 кг/м³ (балқарағай, қайың, шамшат, емен, шетен, үйеңкі) және тығыздығы жоғары – 750 кг/м³ (бозқараған, қызыл тал, қызылқайың).

Сүрек материалдар – сүректерді, ағаш бөлшектерін, талшықтарды, буаттарды жоғары қысыммен және жоғары температурада, алдын ала синтетикалық шайыр, цементпен араластырып және жабыстырып өңдеу арқылы алынған құрастырмалы, оңашалаушы ұсақ-түйек және композициялық материалдардың жалпы атауы. Мұндай материалдар кәдімгі сүректерге қарағанда жоғары эксплуатациялық қасиеттерге ие және төмен анизотропты болып саналады. Сүрек материалдарға ағаш пластиктер, ағаш-талшықты плиталар, ағаш-қатпарлы пластиктер, фанера, фибролит т.б. жатады.

Ағаш пластиктер – аршылған буаттардан, ағаштың пресс-үгіндісі немесе жаңқаларынан өңделетін, синтетикалық шайыр сіңдірілген және жоғары қысым мен температурада жабыстырылған материалдар. Ағашты қабатты пластиктер арматурланған, баспаланған және буаттар мен тіннен жабыстырылған, металл торлармен қуаттандырылған деген түрлерге бөлінеді.

Ағаш-талшықты плиталар – торда қарапайым, рафинерлі тазартылған және майдаланған), дефибраторлы (тозған) және басқа да ағаш массаларынан екі тәсілмен «күю» арқылы өңделген материал-

дар: судың қатысуымен, яғни ылғалды және құрғақ (сусыз), бірақ 4... 8% синтетикалық шайыр қосып. «Құйылғаннан кейін» өнімді кептіріп, жұмсақ және оқшауланған плиталар алынады немесе жартылай қатты, қатты және жоғары дәрежеде қатты плиталарды баспақтайды. Механикалық тығыздығын, ылғалға қарсы төзімділігін, отқа төзімділігін, жәндіктерге шыдас беру деңгейін жоғарылату үшін плиталарға сәйкес шайырларды, гидрофибозды заттар мен антисептиктер т.б. қосады.

Жұмсақ плиталар сүректердің қиюластырылған талшықтарынан тұрады. Бұл талшықтар киіз текемет түзеді. Аталған плиталардың кеуектілігі жоғары, жылу- және дыбысты өткізу қабілеті төмен болады. Оларды әдетте, қалыңдығы – 12...25 мм, ені – 1200...1700 мм, ұзындығы – 1200...3000 мм етіп дайындайды.

Жартылай қатты және қатты плиталар – қалыңдығы 6...12 мм, қалың картон типіндегі материал. Оларды негізінен жтаз дайындау құрылысында пайдаланады. Жоғары дәрежеде қатты плиталар дайындау барысында синтетикалық шайырмен немесе кептіретін майлармен сіңдіріледі. Содан кейін термиялық өңдеуден өткізіледі. Әдетте, олар қалыңдығы – 2,5...6 мм, сызықтық өлшемі (1000.2 140) x (1 200.5 500) мм етіп дайындайды. Олардың басты қолданылу аймағы – құрылыс.

Ағаш-қатпарлы пластиктерді талшықтарының бағытына қарай ретпен орналастырылған және синтетикалық желіммен жоғары қысымда қыздыру жағдайында жабыстырылған, аршылған буаттардың жұқа тілімшелерінен дайындайды. Мұндай материалдардың тығыздығы өте жоғары, авиа-, кеме- және машинажасау құрылысында пайдаланылады.

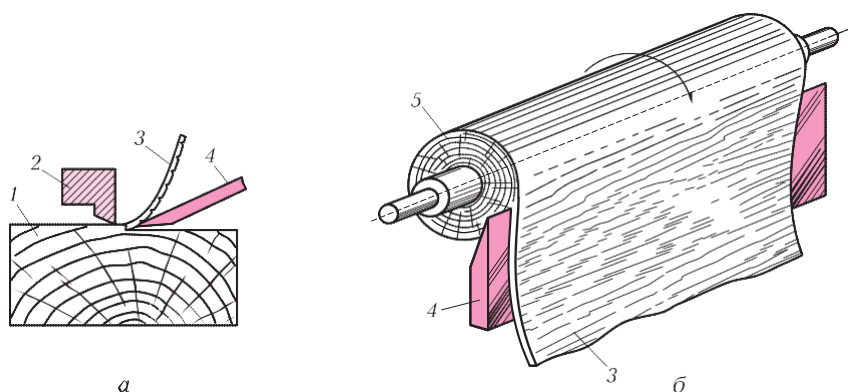
Ағаш-жаңқалы плиталарды ағаш жаңқаларын байланыстырушы заттармен – карбамид- және фенолформальдегидті шайырлармен ыстықтай баспалау арқылы алады. Баспалау тәсілдерін жалпақ баспалау және экструзиялы немесе сығылған деп бөледі. Ағаш-жаңқалы плиталар құрылыста қолдануға икемді және жиһаздарды жасау үшін пайдаланылады. Сондықтан оларды ылғалға төзімді, биотөзімді, отқатөзімді, қырналған, буаттармен, қағазбен, синтетикалық пленкалармен т.б. қапталмаған және қапталған деп бөлінеді. Жалпақ баспалау арқылы алынған плиталардың қалыңдығы – 10...25 мм, ені – 1200...2440 мм және ұзындығы – 2440...5500 мм болады.

Фанераны сүрек материалдардан дайындайды. Оны *буат* деп атайды. Буаттар сүргіленіп, араланған және аршылған деп бөлінеді.

Сүргіленіп, араланған буат – сүректердің жұқа қабаты болып саналатын, діңгекті талшықтарының бойымен сүрлеуші білдек көмегімен сүрленіп, аралау арқылы алады. Бұл материал фанераны, плиталарды қаптау үшін және жиһаз бөлшектері үшін пайдаланады. Оны ағаштың жапырақты түрлерінен – жаңғақ, үйеңкі, алмұрт, алма, қайын т.б., сондай-ақ қылқанды ағаштардан – шілік, балқарағай, қарағайдан өңдеп, алады. Ағаштың түріне қарай сүргіленіп, араланған буаттың қалыңдығы – 0,4... 1,0 мм болады.

Аршылған буат – сүректің лента түріндегі жұқа тілімшесі, ол ағаш кесінділерін арнайы білдекте аршу арқылы алынады. Кесіндінің цилиндрлік пішіні айналып тұрады да, берілген қалыңдықты алу үшін арнайы қойылған пышақ айналмаға қарама-қарсы қозғалып, сүректен ленталар тіліп алынады. Сүрекке иілгіштің қасиетін беру үшін ағаш кесінділерін 50...60°C температурадағы суда жібітеді. Мұндай буат қайын, қандыағаш, қарағай және ағаштың басқа да түрлерінен өңдеп алып, ағаш өнімдерін қаптау, фанера, фанера плиталарын, қатпарлы сүрек пен жиһаздың жабыстырылған бөлшектері үшін пайдаланылады.

4.8-суретте сүргіленіп, араланған (сурет 4.8, *а*) және аршылған (сурет 4.8, *б*) буаттарды дайындау сызбасы көрсетілген. Буаттарды алу үшін дайындамалар ретінде діңгек (1) немесе ағаш кесіндісі (5) жұмсалады. Олардан пышақтың (4) көмегімен буаттың тілімшесі (3)



Сурет 4.8 Сүргіленіп, араланған (а) және аршылған (б) буаттарды дайындау сызбасы

сүректі оған қарама-қарсы қозғалта отырып, тіліп алынады. Қысатын сызғыш (2) сүректердің өздігімен сынуына кедергі келтіреді.

Фанера – жапырақты сүрек материал, ол аршылған буаттың үш немесе одан да көп қатпарларын сүректің талшықтарына қарай айқастырып, жабыстыру арқылы алынады. Қатпарлардың саны әдетте, тақ болып келеді. Себебі буаттардың жұп қатпарларының орташа екеуі талшықтардың бағытына параллель орналасады.

Пиломатериалдармен салыстырғанда, фанераның бірқатар артықшылықтары бар. Олардың ең негізгілері – барлық бағытындағы мықтылығы біркелкі, сыну және жарылу деңгейі – төмен, бос тесіктер (жарықтар) жоқ. Сондай-ақ, фанера қажет пішінге оңай түседі, транспорттауға икемді және көлемі үлкен.

Фанераның максималды өлшемі – 2440 x 1525 мм және қалыңдығы – 18 мм. Фанераны тегістелген; тегістемеген; синтетикалық пленкамен, сұйық мөлдір материалдармен, мөлдір қағазбен жабыстырылған; желіммен және басқа да материалдармен сіңдірілген етіп шығарады.

Арнайы қолданысқа арналған фанераларға, айталық, бакелиттендірілген және авиациялық деген түрлерін жатқызады. Бакелиттендірілген фанераны айыршылған буаттың тілімшелерінен дайындайды, бірақ синтетикалық шайырмен жабыстырады. Нәтижесінде суға төзімділігі жоғары, мықты, атмосфераға төзімді материал алынады.

Авиациялық фанера қайыңды буаттан алынады, оны бакелитті пленкамен жабыстырады. Бұл оған жоғары физика-механикалық қасиет үстейді.

4.6. ТЕХНИКАЛЫҚ ЖЕЛІМДЕР

Желімдер (адгезивтер) – органикалық және органикалық емес заттардың негізіндегі, әртүрлі материалдар мен олардың қосылыстарын (сүрек, қағаз, тін, тері, шыны, керамика, металл, резеңке, пластмасса) біріктіруге (жабыстыруға) қабілетті композициялар. Жабыстыру қасиеті желімді қаттама арасындағы адгезиялы (жабыстырушы) және когезиялы (тіркестіруші) байланысына және үстіңгі беттерін біріктіруіне қарай анықталады.

Басты органикалық желімдер ретінде негізінен, синтетикалық олигомерлер (шайыр, сұйық каустик, майлағыш майлар) және поли-

мерлер (фенолмормальдегидті, полиэфирлі, эпоксидті полимерлер, каучук т.б.) жұмсалады. Олар желімді пленка түзіп, нәтижесінде суытқан кезде (термопластикалық желім), қатырған кезде (терморе-активті желім) және вулканизациялағанда (резеңке желім) қатырып тастайды.

Органикалық емес желімдерге алюмофосфатты, керамикалық (негізі – магний оксиді, алюминий, кремний, сілтілі металдар), силикатты (негізі – калий немесе натрий шынылары), металды (негізі – сынап) желімдер жатады.

Физикалық қасиетіне қарай желімдер **сұйық** (эмульсия, суспензия, ерітінді) немесе **қатты** (шыбықты, ұнтақты, түйіршікті) болып бөлінеді.

Шығу тегіне қарай желімдер **табиғи** (жануар, өсімдік және минералды), **синтетикалық** (керамикалық, силикатты, цементті), **полимерлі** (эластомерлі, пластомерлі) және **құрама** болып жіктеледі.

Сыртқы тауарлық пішіне қарай оларды **қатты** (түйіршікті, ұнтақты, пленкалы т.б.), **паста тәрізді** (герметикалық) және **сұйық** (полимерлі, эмульсиялы, мономерлі, олигомерлі т.б.) деп жіктейді.

Қатыру шарттарына қарай желімдер **суық**, **ыстық** (термиялық) қатыру, сондай-ақ **ылғалды** және **амбебап** деп жіктейді.

Желімді материалдардың өміршеңдігін секундтармен, сағаттармен, айлармен және қатыруды реттеу арқылы анықтауға болады. Желімдер бір, екі және көп (оның ішінде бөлшекті) компоненттерден тұрады.

Сонымен қатар, қолданылу қасиеттеріне қарай желім суға, майға, бензинге және басқа да химиялық заттарға, коррозияға, жарыққа, температураға т.б. төзімділігімен сипатталады. Жабыстыру кезінде физика-химиялық құбылыстар жүзеге асады, нәтижесінде мықты адгезиялы біріктіру түзіледі.

Резеңке желімдері – органикалық еріткіштердегі («галош» бензині, этилацетат немесе басқа да қоспалар) каучуктардың немесе резеңке қоспаларының ерітіндісі. Бұл желімдер резеңке және резеңке материалды өнімдерді (қайыс, аяқ киім т.б.) жабыстыру, резеңкені металға жабыстыру мақсатында қолданылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай заттарды пластмассалар деп атайды?
2. Синтетикалық полимерлерді алу тәсілдерін атаңыз?
3. Бромелитті керамиканың қасиеттері қандай?
4. Резеңке деп қандай заттарды атайды?
5. Буат дегеніміз не?
6. Буатты дайындаудың тәсілдерін атаңыз
7. Фанера дегеніміз не?
8. Желім қандай негізгі компоненттерден құралған?
9. Шыны қандай компоненттерден тұрады?

III

БӨЛІМ

МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЕРЕКШЕ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

**Тарау 5. Материалдардың магниттік,
электрлік және жылулық
қасиеттері**

**Тарау 6. Жартылай өткізгіштер мен
олардың негізінде жасалған
аспаптар**

МАТЕРИАЛДАРДЫҢ МАГНИТТІК, ЭЛЕКТРЛІК ЖӘНЕ ЖЫЛУЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

5.1. МАГНИТТІК ҚАСИЕТТЕРІ

Ферромагнетиктер электртехникасында, элетроникада, радио-техника мен аспаптар жасау құрылысында кең қолданыс тапқан. Қыздырылған кезде никель, темір мен кобальт өздерінің магнитті қасиеттерінен (сәйкесінше 350; 759 және 1110°C температурада) айрылып, парамагнитті күйге өтеді.

Материалдардың магнитті қасиеттерін, айталық, магнитті өткізуіне қарай (ауа үшін бірлік ретінде) анықтауға болады. Соған сүйеніп, мыс үшін магнитті өткізгіштік – 0,99; алюминий үшін – 1; темір үшін – 2 000...3000; никель үшін – 300; пермаллой үшін – 100000 бірлік болады. Ең жоғары магнитөткізгіштік қасиетке ферромагнитті металдар ие, олардың көрсеткіштері бірнеше жүздеген мыңдықтардан асады.

Қорытпалардың қасиеттері құрамындағы қоспа компоненттердің қасиеттерінен әлдеқайда өзгеше болып келеді. Темір жақсы магниттеледі, никель болса, оған қарағанда магнитті аз өткізеді. Бірақ никель (25%), хром (2%) және марганец (18%) қосылған темір негізді қорытпа темірдің 25% никелмен қорытпасы секілді мүлдем магниттелмейді, алайда кейде керісінше болуы да мүмкін, яғни магнитті емес металдар – мыс (66,5%), алюминий (11,1%) мен марганец (22,4%) магнитті қорытпа түзе алады.

Магнитті қатты материал (магнитті тұрақты) материалдар – күшті магнитті өрісте магниттеліп және жоғары дәрежеде магниттелетін, коэрцивті күші мен магнитті қалдық индукциясы өте жоғары ферромагнитті материалдар. Техникада құймалар мен ұнтақты магнитті материалдар қолданылады. Олардың негізінде темір мен кобальт болады (басқа да заттардың қосындысымен, мәселен, жерде сирек кездесетін). Магнитті қатты материалдардан тұрақты магниттер алынады, олар өлшеу құралдарын, электрқозғалтқыштар мен басқа

да қондырғыларды жасау үшін пайдаланылады.

Ални – темір негізді магнитті қатты қорытпалардың топтарының жалпы атауы, құрамындағы компоненттердің алғашқы әріптерінен қысқарту арқылы қалыптасқан: алюминий (11...18%) және никель (20...34%). Бұл қорытпалардың құйма элементтері – кобальт, мыс, кремний және титан.

Сондай-ақ, темір негізді **магнито** деп аталатын магнитті қатты материал қолданылады. Оның құрамында кобальт (24%), никель (14%), алюминий (8 %) және мыс (3 %) бар. Аталған қорытпаның магнитті қалдық индукциясы мен коэрцитивті қасиеті өте жоғары. Магнитконың магнитті қасиеттерінің анизотропиясын магнитті өрісте термиялық өңдеу арқылы алады.

Тұрақты магниттерді магниттелуге қабілетті және осы қасиетін сақтап қалатын материалдардан өндіреді. Электрмагниттерінің өзегі ретінде қосылған күйінде магниттеліп, өшірілген күйінде магниттелмейтін металл пайдаланылады. Күшті магниттер темір – никель – кобальт және алюминий (10... 12%) – никель (20...21%) – кобальт (5... 10%) (**альнико**) қорытпасынан құйып алынады. Бұл материал өте сынғыш болғандықтан, құймасын қырнау арқылы орындайды.

Магнитті жұмсақ материалдар – қаныққанша магниттеліп, әлсіз магнитті өрісте қайта магниттелуге қабілетті ферромагнитті материалдардан өндіріледі. Бұл материалдардың магнитті өткізгіштігі өте жоғары ($10^2...10^5$) және коэрцитивті күші аса үлкен емес (магнитті өрістің толық магнитсіздендіру кернеулігі). Оларға кең танылған қорытпалар – темірникелді (пермаллой), теміркобальтты (пермендюр), аралас ферриттер, сондай-ақ электр машиналарына арналған электртехникалық болаттар мен арнайы қолданысқа арналған термомагнитті қорытпалар және магнитті-стрикциялық материалдар жатады.

Магнитті-стрикция және оның техникадағы қолданысы туралы тереңірек қарастырып көрейік. Магнитті-стрикция – дене не зат магниттелгенде пішіні мен өлшемінің өзгеруімен байланысты құбылыс. Магнитті-стрикция ферромагнитті материалдарда өте жоғары болады да, үлгінің ұзаруы магнитті өрістің бағытына қарай *бойлай* және магнитті өрістің бағытына перпендикуляр қозғалғанда, *көлденең* жүзеге асады. Сонымен қатар, бұл әрекет кері қайтарылмайтын, яғни қайта қалпына келтірілмейтін қасиетке ие, яғни магнитсерпімді (Виллари әсері) болады. Демек, деформациялау кезінде үлгінің магниттелуі өзгеріске түседі.

Магнитті жұмсақ материалдарға, осы аталғандардан басқа, никель, алфер, ферриттер мен кейбір жерде сирек кездесетін металдар және олардың қосылыстары мен қорытпалары жатады. Аталған материалдардан магнитті-стрикциялы түрлендіргіштер өндіріледі. түрлендіргіштің ауыспалы электрлі және магнитті өрістерінің энергиясы механикалық УД-тербеліс энергиясына немесе керісінше, магнитті-стрикциялық әсердің қайтымдылығының арқасында, түрлендіргішке механикалық ықпал ете отырып, магнитті өріске айналады. Магнитті-стрикциялы түрлендіргіштері бар қондырғылар немесе құрылғылар УД-құрылғыларда электронды блоктарды тазалау, қатты және сынғыш материалдарды ажырату, әртүрлі құрылыстардың, радиотехникалық құралдардың фильтрлердегі және стабилизатордағы электрлік дірілін өлшеу үшін қолданылады.

Электртехникалық болат магнитті жұмсақ материалдарға жатады. Оны екіге жіктейді: динамикалық (изотропты) және трансформатты (анизотропты). Аталған болаттың құрамында темірден басқа 0,1% көміртек, 0,3 ...6,0% кремний және 0,1...0,3% марганец болады. Термиялық өңдеуден кейін болатты жұқа тілімше етіп тіліп, тұрақты токпен жұмыс жасайтын трансформаторлар мен генераторлардың өзегін өндіру үшін пайдаланылады.

5.2. ЭЛЕКТРЛІК ҚАСИЕТТЕРІ

Барлық материалдар электрөткізгіштігімен ерекшеленеді, оны олардың табиғатымен байланысты түсіндіруге болады. Яғни табиғатынан материалдар қозғалмалы электр зарядтарымен – токтың тасушыларымен қанықтырылған болады. Осы тасығыштарының түріне қарай электронды өткізгіштік (электролиттер) және электронды-ионды өткізгіштік (плазмалар) деп жіктейді. Үлесті электрөткізгіштігіне қарай барлық заттар шартты түрде үш топқа бөлінеді: **өткізгіштер** (үлесті электрөткізгіштігі – 10^6 См/м⁹), **жартылай өткізгіштер** (үлесті электрөткізгіштігі – 10^{-8} ... 10^6 См/м) және **диэлектриктер** (үлесті электрөткізгіштігі – 10^{-8} См/м-ден төмен изоляторлар).

Біздің зерттеу жұмысымыз ең алдымен өткізгіштерге ерекше ден қойып отыр. Оларға металдар, плазмалар және кейбір метал емес

⁹ Сименс (См) – электрлік кедергіге кері шама, яғни $См = 1$ Ом-1-ге тең.

заттар жатады. Электрлік кедергі – қозғалмалы электр зарядтары бар электр тізбегі (өткізгіш) арқылы көрінетін қарсы әрекетті сипаттайтын шама. Ол оммен (Ом) өлшенеді. Электрлік кедергі және электрөткізгіштік – бір-біріне қарама-қайшы ұғымдар: электрлік кедергі жоғары болған сайын, электрөткізгіштік төмен болады және керісінше.

Техникада өткізгіштігі мен кедергі қабілеті жоғары материалдар қолданылады. Мыс пен алюминий – барлық металдардың ішінде (күмістен басқа) электрлік кедергісі жоғары деп танылады. Сондықтан олар негізінен, электрэнергиясын жоғалту дәрежесі минималды болуы тиіс электр сымдарын жасау үшін пайдаланылады.

Мыс – электр сымдарын жасауға арналған материал ретінде жылу мен электр тогын жақсы өткізе алу, механикалық тұрғыдан мықты және коррозияға шыдамдылығына қарай таптырмайтын метал. Таза алюминийдің электрөткізгіштігі – мыстың өткізгіштігінің шамамен 60%-н құрайды. Алайда бұл алюминийдің мысқа қарағанда, мықтылығы екі есе төмендігімен-ақ орны толтырылады. Сондықтан алюминийден электр сымдары мысқа қарағанда, қалыңырақ болып жасалады. Электрөткізгіштігі, ұзындығы мен қалыңдығы бірдей алюминий сымдары мыстың салмағынан екі есе аз болады. Алюминийдің кемшілігі – майысуға және бұралуға деген төзімділігінің төмендігі.

Вольфрам, молибден, нихром, фехраль, хромаль т.б. секілді материалдардың электрлік кедергісі өте жоғары, сондықтан электр энергиясын жарыққа немесе жылуға айналдыру қажет болған жағдайларда жиі қолданылады. Таза вольфрам сым түрінде шамдардың тізбектерін өндіру үшін (жоғары жұмысшы температурада (2200...2500°C) шынықтыру арқылы) пайдаланылады. Вольфрамның үлесті электрлік кедергі көрсеткіші – 5,03 мкОм • м. Вольфрам мен молибден – қымбат әрі тапшы металдар. Сондықтан мүмкін болған жағдайда, олардың орнына басқа металдарды алмастыруға тырысады. Өндірістікте пайдаланылуға арналған, үлесті электрлік кедергісі жоғары кейбір материалдармен танысып көрелік.

Константан – мыстың никельмен (39...41%) және марганецпен (1...2%) қорытпасы, үлесті электрлік кедергісінің көрсеткіші – 0,48 мкОм-м, температураның өзгеруіне аса тәуелді емес. Бұл материал резисторлар, өлшеу құралдары мен жылу сезгіш элементтерді жасау үшін қолданылады.

Манганин – 11,5...13,5% марганец пен 2,5...3,5% никельді құю арқылы алынған мысты қорытпа, үлесті электрлік кедергісі – температура өзгерсе де, тұрақты болып қалады. Оның үлесті кедергі көрсеткіші – 0,4 мкОм • м құрайды. Манганиннен электрқызыдырғыш аспаптардың сымдары мен ленталарын жасайды.

Нихром – никельдің (65...80%) хроммен (15...30%) және кремний, алюминий мен басқа да элементтердің белгілі бір мөлшерін қосып, алынған қорытпасы. Оның үлесті электрлік кедергі көрсеткіші – 1,08 мкОм-м. қорытпа қызғатөзімділігімен ерекшеленеді және электр пештерін қыздырғыштар, тұрмыстық құралдар, резисторлар мен релестаттар жасау үшін пайдаланылады. Нихромның 20% никель бар қорытпасы темірмен алмастырылып, **ферронихрон** деп аталады.

Хромаль – темірдің хроммен (15...30%) және алюминиймен (4,5...6,0%), ыстыққа төзімді (1000..1400 °С) қорытпасы. Оның үлесті электрлік кедергі көрсеткіші – 1,3...1,5 мкОм-м. қорытпаның атауы «хром» және «алюминий» сөздерінен ықшамдалып жасалған. Х23Ю5Т және Х27Ю5 маркалы хромаль электр пештерінің кедергілерін қыздырғыштарды жасау үшін пайдаланылады. Хромальдың шетелдік аналогы – **канталь** мен **мегапир**.

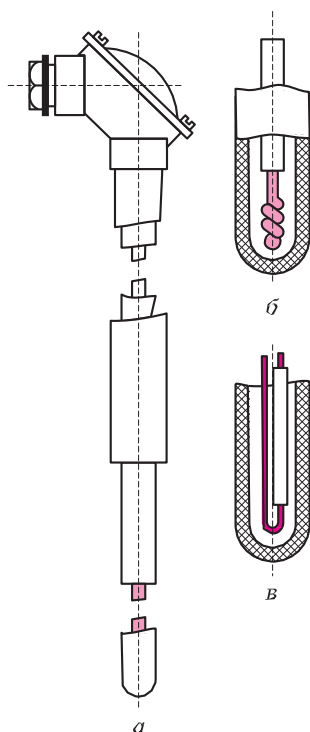
Фехраль – темірдің хроммен (8...12,5%) және алюминиймен (3,5...5,5%) ыстыққа төзімді (1100°С-қа дейін) қорытпасы. Үлесті электрлік кедергі көрсеткіші – жоғары – 1,1... 1,35 мкОм • м. Қорытпаның атауы «феррум», «хром» және «алюминий» сөздерінен қысқартылған. Фехраль техникада электр қондырғыларының элементтерін қыздырғыштарды жасау үшін пайдаланылады.

Молибден – баяу балқитын металл, үлесті электрлік кедергі көрсеткіші – 5,17 мкОм-м, өндірісте электрмен жарықтандырғыш шамдар мен электрвакуумды аспаптарды, мәселен, азот пен сутегі атмосферасында жұмыс жасайтын қақпақты пештер.

Электр пештерінің қыздырғыштары ретінде силитті серіппелер қолданылады. Оларды корборунд пен кремний ұнтақтарының қоспаларын біріктіру арқылы алады. Мұндай қыздырғыштар ұзақ уақыт бойы 2000°С-ке дейінгі жоғары температурада ауа атмосфера-сында жұмыс істеуге қабілетті.

Кейбір материалдардың ерекше электрлік қасиеттері (өткізгіштігі) техникада, мәселен, температураны термоэлектрлік түрлендіргіштер мен кедергі термометрлері ретінде өлшеу үшін пайдаланылады.

Термоэлектрлік түрлендіргіштер (жылу сезгіш элементтер

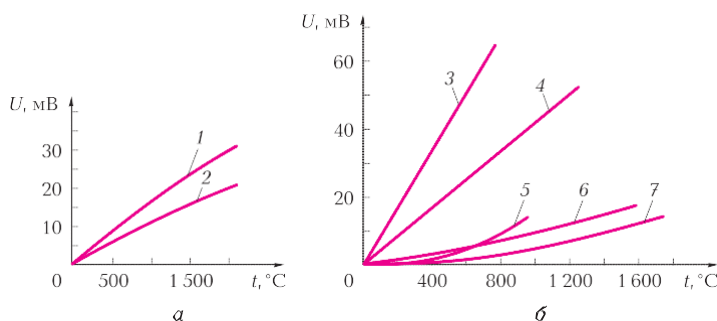


Сурет 5.1 Термопара (жылу сезгіш элемент)

a – жалпы түрі; *б, в* – жұмысшы ұштары: хромель-алюминий және платинородий-платиналы

немесе термопаралар) –200тен +2500°С-қа дейінгі аралықтағы температураны өлшеу үшін пайдаланылады. Олардың әрекетінің принциптері термоЭДК-нің температураға тәуелділігіне негізделеді. Термопаралар (сурет 5.1, *a*) екі әртекті өткізгіштерден тұрады. Олар хромель-алюминийді (сурет 5.1, *б*) немесе платинородий-платиналы (сурет 5.1, *в*) бола алады. Термопараның дәнекерленген ұштары – *ыстық* немесе *жұмысшы* деп, ал еркін ұштары – *суық ұштар* деп аталады.

Дәнекерленген ұштары қызған кезде жылу термопараның тізбектерінде термоЭДК есебінен электр тоғы пайда болады. Бұл құбылысты былайша түсіндіруге болады. Әртүрлі металдардың еркін электрондарының тығыздығы – біркелкі емес, сондықтан олардың дәнекерленген



Сурет 5.2 Градустелген қисық сызықты термопаралар

a – стандартты емес; *б* – стандартты; 1, 2 – вольфрам-ренийлі ВР5/20 және ВР10/20 маркалы; 3 – хромель-копелді ХК; 4 –хромель-алюмельді ХА; 5 – арнайы қорытпалардан жасалған НС; 6 – платинородий-платиналы ПП; 7 – платинородий-платинородийлі ПР30/6

жерінде электрондар тығыздығы жоғары металдан тығыздығы төмен металға диффузияланады және кері бағытта, аз мөлшерде диффузияланады. Біріккен жерде пайда болған электрлік өріс осы диффузияға кедергі жасайды, ал электрондардың диффузиялық ауысының жылдамдығы олардың кері қозғалысының жылдамдығымен салыстырылады. Пайда болған электрлік өрістің ықпалымен қозғалмалы тепе-теңдік күйі қалыптасады. Осы күйде әртекті металдар арасында потенциалдарының контактілі айырмалары туындайды. Еркін электрондардың тығыздығы ыстық дәнекерлеудің температурасына байланысты болғандықтан, әртекті өткізгіштердің кез келген температурада дәнекерленген жерінде термоЭДК туындайды.

Оны өлшек үшін жылу сезгіш элементтің тізбектеріне өлшеу құралын қосу керек болады.

Термопаралар өздері дайындалған материалдарына қарай оларды екі топқа жіктеуге болады: асыл және асыл емес металдар мен олардың баяу балқитын қосылыстары мен басқа материалдармен комбинациясы.

Сондай-ақ, термопаралар *стандартты емес* (сурет 5.2, *а*) және градустандырылған қисық сызықтары бар *стандартты* (сурет 5.2, *б*) деп бөлінеді.

Стандартты емес термопараларға вольфрам-ранийлі ВР5/20 және ВР10/20 маркалы (сурет 5.2, *а*, **қисық 1.2**); ал стандартты термопараларға – қалғандары: хромель-копелді ХК, хромель-алюмельді ХА, арнайы қорытпалардан жасалған НС (қараңыз: сурет 5.2, **3, 4, 5 қисықтары**) және бағалы металдардан: платинородий-платиналы ПП мен платинородий-платинородийлі ПР30/6 (қараңыз: сурет 5.2, *б*; **6, 7 қисықтары**) жасалған қорытпалар жатады.

Термопараларды стандартты градустейдің техникалық сипаттамалары 5.1-кестеде суреттелген.

ТПП түріндегі платинородий-платиналы термопара – техникада кең қолданыс тапқан, градустендіруді жоғары дәрежеде жаңғырту және тұрақтылық қабілетімен ерекшеленіп, қышқылды ортада (ауада) 1200...1300°C температурасында жұмыс жасауға арналған. Жоғары шегіне дейін көтерілгенде, оның тұрақтылығын өлшеу қиындап, төмендейді. Ал ұзақ уақыт жұмыс жасағанда, родийдің платинородийлі термоэлектродан ұшқыштық қасиетінің салдарынан термоЭДК азаяды.

Бұл термопараның кемшілігі – термоэлектродты материалдың құ-

Кесте 5.1. Стандартты градустеу термопараларының технологиялық сипаты

Термопара, тип	Градустеу	Термоэлектродтың химиялық құрамы		Қолданудың жоғары температуралық шегі, °С		Сезімталдығы, мВ/°С	Жоғары шектің термо-ЭДК, мВ	Жұмысшы ортасы
		Оң	Теріс	Ұзақтығы	Қысқа уақыттық			
Платинородий-платиналық ТПП	S(nn)	Платинородий (90 % Pt, 10 % Rh)	Платина (100 % Pt)	1 300	1 600	0,01	16,72	Қышқылды, вакуум
Платинородий-платинородийлі ТПР	B(ПР)	Платинородий (70 % Pt, 30 % Rh)	Платинородий (94 % Pt, 6 % Rh)	1 600	1 800	0,01	13,92	Қышқылды, вакуум
Хромель-алюмельді ТХА	K(XA)	Хромель (89 % Ni, 9,8 % Cr, 1 % Fe, 0,2% Mn)	Алюмель (94 % Ni, 2 % Al, 2,5 % Mn, 1 % Si, 0,5 % Fe)	1 000	1 300	0,04	52,41	»
Хромель-копельді ТХК	хк	Дәл сондай	Копель (55 % Si, 45 % Ni)	600	800	0,08	66,40	Қышқылды, қалпына келтіруші вакуум
Арнайы қорытпалардың термопарасыТНС	НС	НК арнайы қорытпа	Арнайы қорытпа СА	1 000		0,02	13,39	Қышқылды, вакуум
Вольфрам-ренийлі ТВР	BP5/20	Вольфрамның рениймен арнайы қорытпасы (95 % W, 5 % Re)	Вольфрамның рениймен арнайы қорытпа (80 % W, 20 % Re)	2 200	2 500	0,01... 0,015	31,45	Қалпына келтіруші, нейтралды (инертті), вакуум

нының жоғары болуы және сезімталдық дәрежесінің төмендігі. **ТПР типіндегі платинородий-платинородий термопара** 1200...1600°C арасындағы температураны өлшеуге арналған. Осы интервалда оның градуспендіру дәрежесі әлдеқайда тұрақты болады. ТПР-тің градуспендірілген қисығына сәйкес бұл термопараның термоЭДК 200°C-ке дейінгі температурада нөлге тең болады. Сондықтан, температураны оның еркін ұштары есебінен компенсациялау қажеттілігі жоқ.

Басқа негізгі сипаттарына қарай ТПП және ТПР термопаралары бір-біріне ұқсайды. Олардың термоэлектродтарының жоғары құнына байланысты кіші өлшемді (диаметрі – 0,5...0,6 мм) етіп дайындап, бұл термопараларды тек 1000°C –тан жоғары температураны өлшеу үшін ғана қолданады. Себебі одан төменгі температураны өлшеу үшін құны арзанырақ термопараларды пайдалануға болады.

ТХА типіндегі хромель-алюмельді, ТХК типіндегі хромель-копельді және ТНС типіндегі арнайы қорытпалардың термопаралары бағалы емес металдардан жасалады. Олардың ішінде кең таралғандары ТХА және ТХК типіндегі термопаралар өндірістің әртүрлі салаларында белсенді қолданыс тапқан. ТХА типіндегі хромель-алюмельді термопаралар, әдетте 1000...1100°C-дан төменгі температураны, және сирек жағдайда 1250...1300°C температураны өлшеу үшін пайдаланылады. Ауада жұмыс істегенде бұл термопаралар қорытпа құрамындағы компоненттердің жануы есебінен өзгеріске түседі.

Сонымен қатар, олардың тұрақтылығы жұмыстың ұзақтығына және термоэлектродтардың диаметріне байланысты болады. Сондықтан оларды мүмкіндігінше қалың етеді (3,2 мм-ге дейін).

Көрсеткіштердің нақтылығына термопараның пешке салынған бөлігінің ұзындығы дәл ықпал етеді. ТХА типіндегі термопаралардың термоЭДК температурадан желілік тәуелдікте болады.

ТХК типіндегі хромель-копельді термопаралар 600°C-қа дейінгі температураны өлшеу үшін пайдаланылады. Құрамындағы копель ыстыққа төзімді болмағанмен, сезімталдығы ТХА типіндегі термопараға қарағанда екі есе жоғары болады.

ТНС типіндегі термопаралар – басқалардан ерекше формасына – градуспендірілген қисық – қарай ерекшеленеді. Ол температуралардың 0...200°C арасындағы интервалында нөлге тең болады. Сондықтан суық (еркін) ұштарының суық температурасының өзгеруі

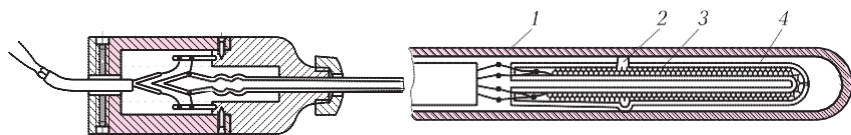
термоЭДК-не оншалық әсер ете қоймайды. Бұл – осы термопаралардың көрсеткіштерінің жетістігі болса, кемшілігі – сезімталдығының төмендігіү ТНС типіндегі термопаралар 1000 С-а дейінгі температураны өлшеуге арналған. Температураның 400...1000°С арасындағы интервалында ТермоЭДК сызықтық температураға тікелей тәуелді болады.

ТВР типіндегі вольфрам-ренийлі термопаралар – стандартты емес болып табылады, олар баяу балқитын металдардан жасалып, инертті атмосфера немесе вакуумда 2500°С-а дейінгі температураны өлшеуге арналған. қышқылды атмосферада бұл термопаралар тек қысқа уақыт қана (бірнеше ондаған секунд) жұмыс жасай алады.

Кедергі термометрлері -260-тен +750°С-қа дейінгі температура диапазонын өлшеу үшін кең қолданыс тапқан, заттардың қыздыру температурасының өзгеруіне қарай өзінің электрлік кедергісін өзгерту қабілетіне негізделіп, әрекет етеді. Кедергі термометрлерінің ішінде сезімтал элементі таза металдардан (платина, мыс, никель) дайындалған термометрлер кең қолданылса, сезімтал элементтері жартылай өткізгіш материалдардан жасалған аспаптар өте сирек қолданылады. Сезімтал элементтің материалы тотықпауы керек және жұмысшы температуралар интервалында электрлік кедергіні жандандыру қабілеті жоғары болуы керек, әрі температураларданк едергілік тәуелділігі монотонды болуы шарт.

Осы аталған металдар ішінен ең жоғары талаптарға платина толық жауап береді. Себебі ол ауа ортасында тұрақты және ұзақ уақыт бойы градустеу қабілетін 750°С-қа дейін сақтай алады. Жоғары температурада (шамамен 1 00°С) платина ауаға ыдырап, булана бастайды. Платинаның кемшіліктері – бағасының қымбаттылығы мен сызықтық емес тәуелділігі.

Платинадан жасалған кедергі термометрі шыныдан иіп жасаған трубкаға орап (3), қорғаушы гильзаға орналастырылған (1) сымды платиналық сезімтал элементтен (4) тұрады (сурет 5.3). құрастырғаннан кейін гильзадағы ауа тесік (2) шығарылады, ал орнын гелиймен толтырып, герметизациялайды. Гильза сезімтал элементті механикалық қауіптер мен қоршаған ортаның әсерлерінен қорғайды. Кедергі термометрлерінің жұмысының сенімділігі қондырғының жоғары механикалық мықтылығымен, гильзаның герметикалық дәрежесімен және сезімтал элементтің дайындалу сапасымен анықталады. Сезімтал элемент ұзын болса



Сурет 5.3 Платинадан жасалған кедергі термометрі

1 – қорғаушы гильза; 2 – тесігі; 3 – шыныдан иіліп жасалған трубка; 4 – платинадан жасалған сымды сезімтал элемент

(бірнеше сантиметр) кедергі термометрі үшін температурасы тепе-тең емес ортада белгілі бір деңгейдегі орташа температураны ғана өлшейді.

Кедергі термометрлерінің артықшылығы – температураны өлшеу дәлдігі және өлшеу құралдарын стандартты градусеу шкаласына сәйкес шығару мүмкіндігі. Кедергі термометрлері логометрлермен, автоматты теңдестірілген көпірлер мен автоматты компенсациялық аспаптармен бірге қолданады. Оның шкаласы Цельсия градусымен градуствеледі. Құрылғыны градусеу кедергі термометрін градусеуге сай келуі тиіс.

Одан ары қарай ионданған газдардың электрлік қасиеттеріне сипаттама беріп өтелік.

Плазма – жартылай немесе толығымен ионданған газ. Ол оң және теріс зарядталған бөлшектерден тұрады, жалпы заряд мөлшері – нөлге тең. Плазма газ заңдарына толық бағынады, бірақ электр тоғын келтіріп, магнитті өріс арқылы басқарылады. Газды плазма күйіне ауыстыру үшін электрондардың тым болмағанда аз бөлігін атомдардан ажыратып, оларды иондарға айналдыру керек. бұл үдеріс **ионизация** деп аталып, жылудың, сәулелендіру, электр зарядының әсерімен жүзеге асады. Техникада плазманы алу үшін электр разрядтары жиі қолданылады.

Газдың ионизациясы механизмі электрондар тасқынының түзілуінде. Бұл үдеріс ұласпалы реакция үдерісіне ұқсайды. Тасқындар туындап, дамуы үшін газға әсер ететін электр өрісі электрондарға олардың еркін қозғалу жолында энергияның көп екендігін, сондай-ақ атомдардан кем дегенде тағы бір электронның қалай ажырауы керектігін хабарлап отыруы керек. Газ құрамында ерікті электрондардың аз мөлшері, яғни өрістің екпінінен кейін олар жаңа электрондарды шығаруына жеткілікті мөлшері түзілсе болды. Электрондардың мөлшері геометриялық прогрессияда ұлғайа береді.

Плазманы температурасы төмен немесе суық және температурасы жоғары немесе ыстық деп бөледі. Плазманың энергиясын электроваольпен (эВ) есептейді. Алайда практикалық мақсаттарда плазманың ионды құрылысы бар температураны өлшеген ыңғайлы. Температурасы төмен, суық плазма – ионның құрылымының температурасы $10^3 \dots 10^4$ К-ге тең, ал температурасы жоғары, ыстық плазма – ион құрылымының температурасы $10^6 \dots 10^7$ К-ге тең плазмалар аталады. Техникада негізінен, суық плазмалар ғана қолданылады.

Адам баласы күнделікті өмірде плазмамен жиі кездесіп отырады. Мәселен, кәдімгі алау оттың электрлік өткізгіштігі – біршама жоғары болады, демек ол аз мөлшерде болса да, ионизацияланған, яғни плазма болып саналады. Солтүстік шұғыласы, жарнама шамдарындағы жарық шашып тұрған неон мен аргон – бұның бәрі плазма; қысқа электрлік тұйықталу мен найзағай – газды ионизациялап, плазма түзеді. Көзге көрінетін жарық сәулелерінен басқа суық плазма көзге көрінбейтін УФ-сәулелер шығарса, ыстық плазма, бұл – рентген және инфрақызыл ИҚ-сәулелер. Аталған сәулелердің табиғаты бірде, бір-бірінен тек толқындарының ұзындығына (жиілігіне) қарай ғана ажыратылады. УФ-сәулелердің толқындарының ұзындығы – 400.10 нм, рентген толқындарының ұзындығы – $10^{-5} \dots 10^{-2}$ нм, ал ИҚ-сәулелері толқындарының ұзындығы – $7,4 \cdot 10^{-2} \dots 2 \cdot 10^{-6}$ нм болады.

Сырттан тіркелкен электр өрісі газды ионизацияламайды, бірақ түзілген плазмада электр тоғын тудырады. Бұл үдеріс *газдың разряды* деп аталады. Жиілігі жоғары газ разряды электродсыз бола алады, себебі ауыспалы магнитті өрістерден қоздырылған индукциялы тоқтар газды ионизациялайтын еркін электрондарды жылдамдатады. Жиілігі төмен газ разрядтарында тоқ метал электродтар арқылы өтіп, электр өрісін тудырып, зарядтарды ыдыратып, плазманы поляризациялайды. Өзгеріп отырған тоқтың плазмасы арқылы өту үшін онда туындаған көлемді заряд сыртта жүзеге асып жатқан электрондардың орнын компенсациялауы қажет.

Теріс зарядталған электрондар оң зарядталған иондарға қарағанда қозғалысты болғандықтан, өрісті қосқан кезде олар оң электродтар (анодтар) болып жиналып, электродтар арасындағы плазманың бағаналары оң зарядталады. Тоқты өткізуі үшін теріс электрод (катод) электрондардың плазмасын шығаруы керек.

Электродтар арасындағы кернеу төмен болса, электрондар эмиссиясын қоздыру үшін катодқа қысқитолқынды сәулелендіру арқылы

әсер етеді немесе оны жоғары температураға дейін қыздырады. Нәтижесінде фотоэффект немесе термоэлектронды эмиссияның туындайды. Бұл жағдайда туындаған разрядты – *өз бетімен әрекет ете алмайтын* деп атайды. Электродтар арасындағы кернеу жоғары болса, электрондардың эмиссиясының қарқындылығы шектеулі болады. Сондықтан катодтан алыс жерде плазманың бағандары оң зарядын сақтап, *оң баған* деп аталады.

Тығыз газдың катодтары жоғары қысымда қызып, иондары бір-бірімен соқтығысады. Нәтижесінде *ыстық* немесе *доғалы* деп аталатын разряд түзіледі. Разрядталған газда *суық* немесе *солғын* деп аталатын разряд түзіледі. Соғын разрядтағы катодтар автоэлектронды эмиссия салдарынан электрондар шығарып, металл катодының үстіңгі бетінде туындаған электр өрісі одан барлық электрондарды сорып алады. Солғын разрядтың туындауына екіншілік электронды эмиссия да әсер етеді, яғни металл катодынан электронды оған соғылып жатқан иондар арқылы шығару.

Газдың кері ионизациялану үдерісін *рекомбинация* деп атайды. Үдеріс барысында иондар мен электрондардың нейтралды атомдар немесе молекулалар түзе отырып, бірігеді. Олардың энергиясы шектен тыс көп болып, екіншілік ионизация тудырады. Рекомбинацияның үш реттік қақтығысу кезіндегі энергияны юеру және сәулелендіру деген түрлерін жіктейді.

Тығыз плазмада үш реттік қақтығысу арқылы рекомбинация жүзеге асады: иондармен бір мезеттер екі электрон соқтығысады, оның біреуі ионға қосылады (*серпінсіз қақтығысу*), екіншісі артық энергияны жұтып алады. Разрядталған плазмада сәулелендіру арқылы рекомбинация жүзеге асады, бұл жағдайда жарықты кванттың шығару энергиясы өте аз болады. Себебі қақтығысқан бөлшектер жан-жаққа ыдырап, бір-бірімен энергия алмасады (*серпінді қақтығысу*).

Бөлшектердің серпінсіз қақтығысу кезінде кинетикалық энергия қоздыру энергиясына айналады немесе қайта зарядталады. Егер кинетикалық энергия жоғары орбитада соқтығысуға қатысатын бір атомның (немесе молекуланың) электронының өтуіне жеткілікті болса, қоздыру үдерісі белең алып, жарықтың кванты сәулеленеді. Егер бұл жағдайда атом өзінің ионымен соқтығысып қалса, қайтадан зарядталу үдерісі басталады, яғни ион атомнан электронды тартып алып, атом ионға (атомды ион), ал ион – атомға айналады. Мұндай алмасу кезінде ештеңе өзгермейтіндей көрінгенмен, ақиқатында бәрі басқаша.

Ион электр өрісінде жылдамдатыла алады немесе магнитпен ұсталады. Жылдам ион атомнан электронды тартып алғанда, ол жылдам атомға айналады. Бұған магнитті өріс әсер ете алмайды. Ешқандай магниттік қақпан мұндай атомды ұстап қала алмайды, сондықтан атом ыдыстың газдар орналасқан қабырғаларына қарай жылжып, өзімен бірге электр өрісінде бірлесіп жатқан кинетикалық энергияны да кетіп қалады. Қайта зарядталу барысында түзілген ион – баяу әрі жылдамдату қажет етпейді. Мұндай үдерістің ыстық плазманы түзу барысында маңыздылығы артады.

Тек атомдар ғана емес, молекулалар да ионданады. Молекулалардан молекулярды иондар түзіледі, олар атомды иондарға және нейтралды бөлшектерге диссоциацияланады. Плазмада қайта зарядталу басталып, иондар атомдармен соқтығысып, олардан электрондарды алып қойып, нәтижесінде иондар атомдарға, атомдар иондарға айнала бастайды. Осылайша, құрамында суы бар молекулалар өздеріне сутегі иондарын (протон) біріктіріп алуға қабілетті. Молекулярлы иондар тек зарядталған күйде болады. Айталық, метанның молекуласы CH_4 ионына, ал сутегі молекуласы – H^+ ионына айнала алуға қабілетті.

Плазманың температурасын, концентрациясы мен құрамын анықтау – эксперименталды физиканың басты нысандарының бірі. Плазманы зерттеудің көптеген тәсілдерінің ішінде кең таралғандары – спектралды-оптикалық, оның ішінде эмиссиялы-спектралды, масс-спектрометрикалық және контактілі диагностика.

Техникада суық плазма кең қолданыс тапқан. Мәселен, плазма газтрондар, тиратрондар ретінде, реактивті қозғалтқыштардың (РҚ) жұмысшы денесі ретінде, сондай-ақ жылу энергиясын электр энергиясына (магнитті-гидродинамикалық (МГД) генераторларда) айналдыру үшін жиі қолданылады. Сонымен қатар, суық плазманы плазматрондарда (плазмалық генераторлар) алып, балқыту, үстіңгі бетті тазарту және басқа да мақсаттарда металлургияда пайдаланылды.

5.3. ЖЫЛУЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Жылудың температураның әртүрлі өзгерістеріне қарай бір кеңістіктен екіншісіне, бір денеден екіншісіне немесе дененің ішінде бір бөлігінен екінші бөлігіне өтуі жылуды беру немесе жылуалмасу деп аталады. Материалдардың жылулық қасиеттері жылуды анықтаудың кең танылған үш тәсілі арқылы анықталады: жылуөткізгіштігі, конвекция және сәулелендіру (сәуле шығару, радиация). Металдардың жылу беру және электр беру механизмі бірдей – еркін электрондар арқылы беріледі. Сондықтан, олар электрді жақсы өткізгіштер деп саналады. Металдардың барлығы белгілі бір деңгейде жылуды жақсы өткізеді. Металды емес материалдар ішінде мұндай заңдылық байқалмайды, себебі олардың жылу беру механизмі басқаша.

Материалдардың жылулық қасиеттері бірнеше параметрлермен сипатталады – балқу температурасы, жылуөткізгіштігі, сызықтық (немесе көлемдік) кеңеюінің температуралық коэффициентімен т.б. Солардың кейбірімен танысып көрелік.

Балқу температурасына қарай металдар жеңіл балқитын, баяу балқитын және аралық орында тұрған деп бөлінеді. **Жеңіл балқитын металдар** өндірісті пайдаланылады, оларға сынап (балқу температурасы – 39°C), қалайы (балқу температурасы – 232°C), қорғасын (балқу температурасы – 327°C), цинк (балқу температурасы – 419°C) және алюминий (балқу температурасы – 660°C) жатады. **Баяу балқитын металдарға** вольфрам (балқу температурасы – 2400°C), молибден (балқу температурасы – 2695°C), хром (балқу температурасы – 1860°C), титан (балқу температурасы – 1800°C) және ванадий (балқу температурасы – 1720°C). Қорытпалардың әрекеттері де өзгеше. Мәселен, таза темір 1539°C температурасында, ал көміртек – 2500°C-тан жоғары температурада балқиды. Темір көміртекпен (кем дегенде 2%) балқытылғанда, шойын түзіледі, оның балқу температурасы –1130°C-қа тең болып, құрамына кіретін компоненттердің балқу температурасынан әлдеқайда төмен болады. Өте жеңіл балқитын қорытпалардың (67°C) бірінің құрамында: висмуттың 4 бөлігі (балқу температурасы – 217°C), қорғасынның 2 бөлігі (балқу температурасы – 327°C), кадмийдің бір бөлігі (балқу температурасы – 321°C) және қалайының бір бөлігі (балқу температурасы – 232°C) болады.

Эвтектикалық (жеңіл балқитын) қорытпалар – балқу

температурасы өте төмен белгілі бір компоненттері бар қорытпа. Мәселен, ПСр72 мысты-күмісті қорытпа 28% мыстан (балқу температурасы – 1083°C) және 72% күмістен (балқу температурасы – 960°C) тұрып, балқу температурасы – 779°C эвтектикаға ие болады. Құрамындағы компоненттерінің балқу температурасынан әлдеқайда жоғары қорытпалар болады. Мәселен, 68,5% никельден (балқу температурасы – 1455°C) және 31,5% алюминийден (балқу температурасы – 660°C) қорытпа 1620°C температурада балқиды. Бұл қорытпалардың қасиеттері құрамындағы компоненттердің қасиеттерінен айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетеді.

Кристалда заттардың балқу температурасы мен қату температурасы – тұрақты әрі бір-біріне сай келіп отырады. Аморфты заттар үшін балқу температурасының нақты нүктесі жоқ. Мұндай жағдайда олардың жұмсату (еру) температурасы белгіленеді.

Қатайған заттар – балқуға кері үдерістің нәтижесін. Қатыру кезінде шығарылатын жылу мөлшері осы заттарды балқытуға жұмсалған жылу мөлшеріне тең болады. Бұл жағдайда энергияны сақтау заңы сақталады.

Қатайған кезде көп заттардың мөлшері төмендейді. Судың қатқан кездегі көлемі жоғарылайды (судың аномалиясы деп атауға болады). Дәл осындай аномалиялы қасиетке шойындар мен басқа да заттар ие.

Балқытудың жасырын жылулығы – 1 кг заттың балқу температурасына сай сұйық күйге өтуіне қажетті жылудың мөлшері. Қатты денені толығымен балқытып, сұйық күйге өтуі үшін оны балқыту температурасына дейін қыздырып қоймай, дененің температурасын жоғарылтпастан, оның құрылымын бұзатын қосымша жылулық энергиясын шығындау керек болады. Бұдан шығатын қорытынды – балқу температурасына дейін қызған қатты зат осы температураны сұйық күйге өткенге дейін сақтап қалады. Жылу көзінің жоғары қуаттылығы балқу үдерісін жылдамдатып қоймайды, балқып жатқан заттың температурасы сұйық күйге өткенше, өзгеріссіз қалады.

Жылуөткізгіштік жылуөткізу коэффициенті арқылы сипатталады. Бұл коэффициент жылуды джоульмен¹⁰ (Дж) өлшеп, 1 с ішінде дененің бір нүктесінен екінші нүктесіне үлгінің бір-біріне қарама-қайшы қырларындағы әртүрлі температурада өтеді.

¹⁰ Өлшем бірлігі 1 Дж/(с м К) = 1 Вт/(м ■ К), так как 1 Дж/с = 1 Вт

Металдардың ішінде жылуөткізгіштік коэффициенті жоғары – күміс $420 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ болып табылады. Екінші орында мыс ($395 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$) тұрады.

Металды емес материалдардан жылуөткізгіштік коэффициенті ерекше – бромеллитті керамика мен табиғи алмаздар саналады. Бромеллитті керамика (**бромеллит**) техникада жоғары жылуөткізгіштігінің және электр оқшаулау қасиетінің арқасында кең қолданыс тапқан. Бромеллиттің 20°C температурадағы жылуөткізгіштігі – $(1,67... 2,52) \cdot 10^2 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ -ке тең. Бұл корунды керамиканың (**корунд**) жылуөткізгіштігінен 7 есе жоғары әрі болат, алюминий мен қорғасынның жылуөткізгіштік деңгейіне сай келеді. Температураны жоғарылатқан сайын оның жылуөткізгіштік қасиеті нашарлайды, соған қарамастан басқа керамикалық материалдар мен кейбір металдарға қарағанда жылуөткізгіштік қабілеті жоғары болып қала береді. Айталық, 100°C температурада бромеллитті керамиканың жылуөткізгіштігі мыстың жылуөткізгіштігінен 2 есе төмен, бірақ корунды керамиканың жылуөткізгіштігінен 10 есе жоғары болып, жоғары жиілікті алюминийдің жылуөткізгіштігіне жақындайды. $1000...1500^\circ\text{C}$ температурада бромеллитті керамиканың жылуөткізгіштігі – корунды керамиканың жылуөткізгіштігіне қарағанда 3-8 есе жоғары болады. Сонымен қатар, бромеллиттің жылуөткізгіштігі құрамындағы қоспаларына байланысты, әрі олардың мөлшерінің көбеюімен жоғарылап, немесе азаюымен төмендеп отырады. Керамиканың жылуөткізгіштігіне оның тығыздығы айтарлықтай әсер етеді, кеуектілігінің артуымен төмендеп, азаюымен жоғарылап отырады.

Бромеллитті керамиканың жылуөткізгіштігі – өте жоғары, оны оның жылуөткізгіштігімен түсіндіруге болады. Бромеллиттің балку температурасы – 2650°C құрайды, ал максималды жұмыс температурасы – $1500...2316^\circ\text{C}$ диапазоны аралығында. Бұл керамика термоциклдеу кезінде жақсы жұмыс жасайды. Температура жоғарылағанда, бромеллиттің СКТК артады, мәселен, $25...600^\circ\text{C}$ температура интервалында бұл коэффициент $9,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ -ге тең болады.

Қазіргі таңда кең танылған материалдардың ішінде жылуөткізгіштігі ерекше материал – табиғи алмаздар болып табылады. Олар жылуөткізгіштігі жағынан жылуды ең жоғары деңгейде өткізетін металл – мысқа қарағанда, 2-6 есе жоғары.

Алмаздардың 20°C температурадағы жылуөткізгіштігі – 9 Вт/(см

• К)-ке, II-топтағы алмаздікі – $24 \text{ Вт}/(\text{см} \cdot \text{К})$ -ке тең болса, алмаздардың үлесті жылусыйымдылығы – $6,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ құрайды. Алмаздардың жылутөзімділігі айтарлықтай жоғары емес: 800°C температураға дейінгі ауада қызғанда оның бөлшектері графиттеледі.

Сутектің қорғалған ортасында ірі алмаздар $1300...1400^\circ\text{C}$ -қа дейін қызуға төзе алады, вакуумда $2000...3000^\circ\text{C}$ температураға дейін қызғанда, алмаз графитке айналады. Бұл ауысу баяу жүзеге асады, бірақ $1000...1500^\circ\text{C}$ жылдамдай бастайды. Кейбір металдар қыздырылған алмаз ішінде жартылай немесе толығымен еріп кетуге қабілетті болады. Мәселен, темірдің қатысуымен 800°C және одан да жоғары температурада қыздырғанда, алмаз еріп кетеді.

Алмаздың жылуөткізгіштігі оның құрамындағы азоттың мөлшеріне байланысты. Азот аз болған сайын алмаздың жылуөткізгіштігі жоғарылайды.

Жылуөткізгіштік коэффициентіне қарай барлық материалдарды жылуды жақсы өткізетіндер және гашар жылуөткізетіндер (жылуоқшаулаушы материалдар) деп бөледі. Жақсы жылуөткізгіштерге ең алдымен, металдарды жатқызады.

Жылуоқшаулаушы материалдар (жылуизоляторлар) – жылуөткізгіштігі төмен, әдетте $0,02.0,20 \text{ Вт}/(\text{см} \cdot \text{К})$ құрайтын, кеуектілігі 60% материалдар. Ең алдымен, оларға құрылыс материалдары жатады: органикалық (ағашты-талшықты плиталар) мен органикалық емес (пеношынылар, минералды мақталар, асбест негізіндегі плиталар). Осылайша, кірпіш жылуизолятор ретінде бетонға қарағанда, әлдеқайда жақсырақ – бірнеше есе, ал ағаш кірпіштен 2-3 есе жақсы.

Асбестің жылуөткізгіштік коэффициенті – $0,21 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, шыны мақтаның коэффициенті – $0,05.0,12 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, киіздің коэффициенті – $0,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ құрайды. Салыстыру үшін қараңыз: кірпіштің осы параметрі – $0,7.0,9 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ -ке тең.

Жылуоқшаулағыштарды әртүрлі қолданысқа арналған пештерді құрастыру, бу қазандықтарын жылулық оқшаулау, жылу құбырлары желілерін жәге басқа да қондырғыларды жасау үшін пайдаланылады. Өйткені, бұл қондырғылар үшін жылу шығындарын барынша азайту керек.

Әртүрлі материалдардың сызықтық кеңеюінің температуралық коэффициенті – өте аз болып келеді (0°C температурада өлшенген бастапқы ұзындығының миллиондаған бөлшегі). Бірақ оларды құй-

ма өндірісінде немесе балқыту құрылғыларын жасауда ескеру керек. Себебі бұл жағдайда әртекті суыту салдарынан ішкі қысым туындап, жарықтар пайда болады. Әсіресе, СКТК өлшеу құралдарының, құрал-саймандар мен прециозды қондырғылардың дәлдігіне айтарлықтай әсер етеді. Сенімді металшынылы дәнекерлерден тазалау үшін өнімнің жұмысшы температурасының диапазонының СКТК мәніне жақын материалдарды қолдану керек.

Өлшеу техникасында құрамына 36% никель қосылған темір негізді ферромагнитті қорытпа (*инвар*) кең қолданылып келеді. Олардың СКТК көрсеткіші $-80...+100^{\circ}\text{C}$ температурасы интервалында кіші және өзгеріссіз қалады, $1,5\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ -ге тең. Құрамында темірмен бірге 32% никель мен 4% кобальт қосылған *суперинвар* деген металл да болады. Суперинвардың СКТК көрсеткіші температуралар интервалында $1\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ -ге тең. Осы аталған қорытпалардың бөлшектері басқа материалдардың СКТК көрсеткішін анықтау барысында дилатометрмен салыстыру эталоны ретінде қолданылады.

Алмаздың 20°C температурадағы сызықтық кеңеюінің температуралық коэффициенті $-8\cdot 10^{-7}\text{ K}^{-1}$ -ға тең, ал $100...900^{\circ}\text{C}$ температурада ол $(1,5...4,8)\cdot 10^{-4}\text{ K}^{-1}$ диапазоны арасында болады.

Қазіргі заманғы материалдарды өндіруде кең қолданылған диффузия құбылысымен қысқаша танысып өтелік.

Диффузия – бір заттың бөлшектерінің екінші заттың бөлшектеріне (мәселен, газ, сұйықтық және қатты дене) ену үдерісі. Диффузия үдерісін сипаттау үшін техникада диффузия коэффициенті кең қолданыс тапқан.

Диффузия үдерісін сипаттау үшін Фиктің екі заңы жұмсалады: **Фиктің бірінші заңы** – диффузионалды атомдардың жекелеген тасқыны мен олардың концентрациясының градиенті арасында сызықтық қатынасты белгілесе, Фиктің екінші заңы – концентрация градиентін уақыт ішінде өзгеруімен байланыстырады. Екі заң да дифференциалды теңдеумен сипатталады, оларды шеше отырып диффузия коэффициентін анықтауға болады. Диффузия коэффициенті уақыт бірілігіне аудан бірлігі арқылы концентрацияның бірлікті градиенті арқылы өтетін атомдар санын; осы үстіңгі беті арқылы атомдардың тасқынын; белгілі бір уақыт ішінде диффузияланған заттардың мөлшерін; құйма компоненттердің (қоспалардың) әрқилы концентрациясын көрсетеді. Соңғы көрсеткіш – концентрацияның әрқилылығы – диффузияның қозғаушы күші болып табылады: осы

айырма қаншалықты жоғары болса, қоспа атомдарының концентрациясы жоғары аймағынан концентрациясы төмен аймағына өтуі қарқынды жүзеге асады. Диффузияның жылдамдығы температураға тікелей байланысты. Температура жоғары болған сайын, дененің кристалды торының диффузонт (қоспа) атомдары соншалықты жоғары жылдамдықпен қозғалады. Оның үстіне, қоспаның ену тереңдігі – диффузияның ұзақтығына байланысты болады.

Диффузия қолданылатын ең танымал үдерістерінің ішінде болатты ыстық цинктеуді; алиттеу (алюминийдің болат және шойыннан жасалған өнімдердің үстіңгі бетіндегі диффузиясы); қатты металдың үстіңгі бетінің газбен қанығуы (азотталу, нитратталу) т.б. Осы аталған үдерістер жоғары температурада, яғни сұйық және газ тәрізді заттар қатты дененің үстіңгі қабатына енгенде жүзеге асады.

Қатты дененің бөлшектері сұйық денеде де диффузиялана алады. Мұндай құбылыс болаттар мен қорытпаларды дайындау барысында көрініс береді, яғни қатты метал сұйықтықта ериді.

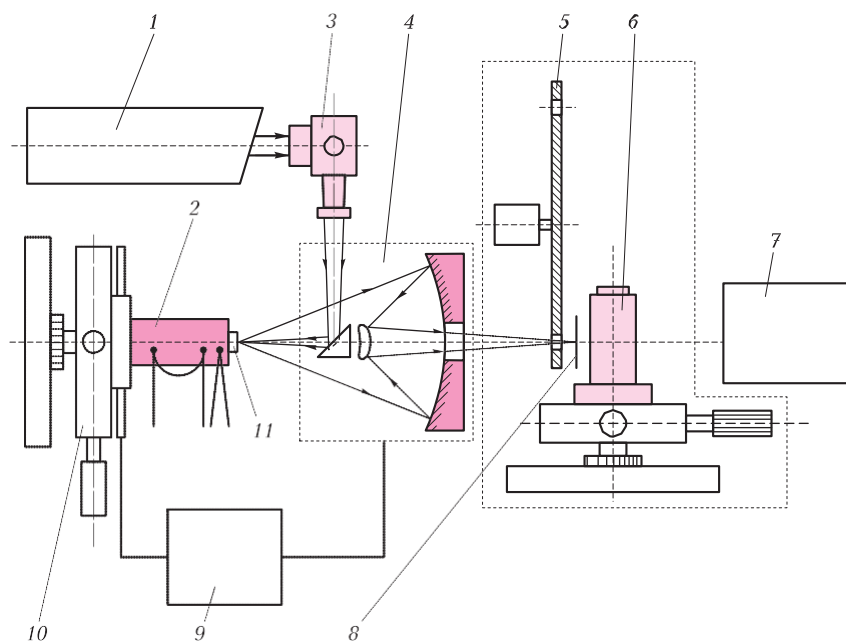
Жылулық кедергі – бір-біріне жылулық контактіге тсүкен екі дененің шекарасындағы температураның олардың арасындағы қуаттылығына қатысты өзгеруін сипаттайтын параметр. Бұл құбылыс өнімнің минималды мөлшерін жұмысқа қабілеттілігін сақтай отырып, максималды қуаттылығын көрсету маңызды болған жағдайда, өлшенгенде, жүзеге асады. Демек, өнімнің жылулық кедергісі төмен болған сайын, оның жұмыс істеу шарттары да жақсара түседі. Айталық, шығаратын қуаттылығының жоғары деңгейін аспаптардың жылуөткізгіштігінің габаритті өлшемдерін сақтай отырып, алу жылуды әкететін құрылғылардың жоғары тиімділігін қажет етеді. Жылуды ең жақсы өткізетін материалдардың ішінде қазіргі таңда кең қолданыс тапқаны – алмаз болып саналады.

Алмазды жылу өткізгіштердің ішіндегі ең құндылары – СВЧ-тербелісті генераторлары, яғни Ганни диодтары мен тасқынды-аралық диодтар (ТДА). Ганна диодында СВЧ-диапазонындағы шығу қуаттылығы жоғары жұмысшы температурасымен шектеледі. Себебі өнімнің осы диодты пайдаланатын КПД көрсеткіші жоғары температурада төмендеп, төменгі температурада жоғарылайды. Галлий арсенидінің жұқа кристалын шығаратын жылудың мөлшері – 10 кмк-ге тең, ол осы кристалл арқылы өтетін тоқ күшінің ұлғаюымен артады. Сондықтан, тоқтың үлкен деңгейінде (шығу қуаттылығы жоғары диодтар үшін) жылуды шашырату мәселесі туындайды. Ал-

мазды жылу шығарғыштары бар Ганна диодтарының (Па группасының алмаздары) шығу қуаттылығы галий арсениді үшін жұмысшы температурасын сақтау барысында 50%-ға көп болады. Олардың жылулық едергісі салыстырмалы түрде екі есе төмен және 12... 13°C/Вт-қа жетеді.

ЛПД-да жылуды шашырату мәселесі дәл сондай болып келеді. Бірақ Ганна диодтарына қарағанда әлдеқайда өзектірек. Себебі кремний кристалдары галий арсенидінің кристалдарына қарағанда, жылуды жақсы өткізеді. Жоғары дәрежедегі металлизациясы мен минималды жылулық шығынының арқасында алмазды жылу шығарғыштары бар корпустардағы, ЛПД арқылы 6ГГц жиілікте дайындалған кристалдардың жылулық тәртібі жақсырақ болады.

Алмазды жылу шығарушыларды қолдану жылулық едергіні екі есе, яғни 8 °C/Вт-қа төмендетеді.



Сурет 5.4 Жылулық кедергіні өлшеуге арналған қондырғының сызбасы

1 – қатты денелі лазер; 2 – жылу шығарушы; 3 – оптикалық жүйе; 4 – ИК-объектив; 5 – модулятор; 6 – ИК-сәулелендіруді қабылдаушы; 7 – электр сигналдарын күшейту және түрлендіру блогы; 8 – фильтр; 9 – термостат;

Алмазды жылу шығарушылар ЛПД қызметінің мерзімін ұлғайтады, себебі мыстың мысты жылу шығарушыларынан жартылайөткізгіш құрылымға диффузиялануына кедергі келтіреді.

5.4-суретте жылулық кедергіні контактілі емес тәсілмен өлшеуге арналған қондырғының сызбасы көрсетілген. Қондырғы қатты денелі лазерден (1), үлгіні бақылау үшін (11) жұмсалатын фокустаушы оптикалық жүйеден (3) және оның лазерлік сәулеленуіне қатысты дәл бейімделуінен; екі термопаралары (2) бар жылу шығарғыштардан (біреуі – дифференциалды); үлгі (11) лазерді сәулелендіру фокусында және оптикалық жүйе көрінетін үш координаталы үстелден (10); лазерді кері тарапқа қарай сферикалық және жалпақ айналар арқылы сәулелендіріп, бұрап отыратын (6) ИК-объективтен (4, – индий антимонидінің фотодиоды); тұрақты ИК-сәулелендіру сигналын жиілігі 1 кГц сигналына түрлендіретін модулятор (5); 1,06 мкм ұзын толқыны бар лазерді сәулелендіруді сақтауға арналған фильтр (8); электр сигналын күшейту және түрлендіру блогынан (7); температура-ны реттеп отыратын жылу шығарушыдан; ИК-объектив корпусынан тұрады.

Өлшеу барысында үлгінің қыздыру температураасы мен үлгімен контакт жасаған жылу шығарушының қызу температурасын анықтайды. Лазердің сәулелендіру қуатына қатысты температура-ның арасындағы айырма үлгінің жылулық кедергі жүйесі – жылу шығарушы – болып табылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай металдар магнитті металдарға жатады?
2. Қандай бөлшектер әртүрлі металдардағы электр зарядтарын тасығыштар деп саналады?
3. Жылуөткізгіштік дегеніміз не?
4. Қандай металдар мен металл емес материалдар жылуөткізгіштік қасиетке ие?
5. Жасырын жылулық балқыту дегеніміз не?

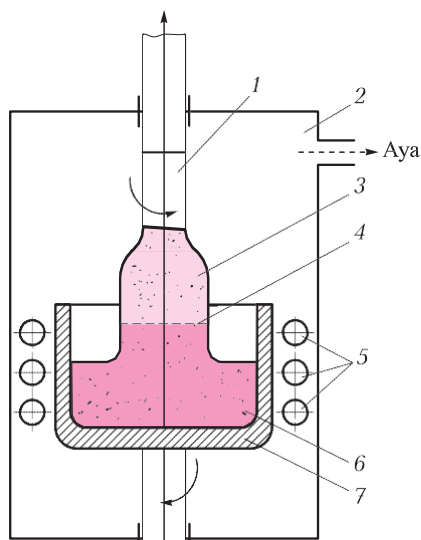
ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШТЕР МЕН ОЛАРДЫҢ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН АСПАПТАР

6.1. ЖАРТЫЛАЙӨТКІЗГІШТЕР

Жартылайөткізгіштер, аты айтып тұрғандай, өткізгіштер (металдар) мен диэлектриктер (изоляторлар) арасындағы аралық орында тұрған ұғым. Жартылай өткізгіштер металдарға қарағанда, мыңдаған, ондаған және жүздеген есе электр тоғын нашар өткізеді. Әрі олар жартылай өткізгіштердің өткізгіштігі құрамындағы қоспалар мен олардың табиғатына тікелей байланысты болуымен ерекшеленеді. Металдарда мұндай тәуелділік байқалғанмен, дәрежесі оншалықты көп емес. Қоспалардың үлесті пайызын жартылай өткізгіштерге ендіре отырып, оның электрлік кедергісін он немесе жүздеген мың есе өзгертуге болады. Қоспалардың мөлшері аз болғаны сонша, оны үлесті пайызбен өлшеу қиынға соғады. Сондықтан, жартылай өткізгіштердегі қоспалардың мөлшерін олардың атомдарының куб сантиметрдегі концентрациясымен өлшеп, анықтайды.

Егер тығыздығы жағынан, германий мен кремнийдің құрамында заттардың 1 см^3 -дағы (см^3 атомы) атомдарының 10^{22} мөлшері болатын болса, құрамындағы қоспалар заттардың 10^{12} атом/ см^3 -ынан көп болмаса ғана таза деп танылады, айталық германий. Қоспалардың заттардың 10^{18} – 10^{19} атомдары/ см^3 концентрациясын құра отырып, жартылай өткізгіштердің кедергісін таза кристалдармен салыстырғанда, жүздеген мың немесе миллион есе төмендетуге болады. Қоспалардың мөлшерін заттардың 20 атомдары/ см^3 есе жоғарылатуға болмайды, себебі бұл ерігіштік шегінен асып кетеді.

Монокристалдар, айталық, кремний қорытпадан мынадай тәсілмен өндіріледі: қыздырғыш құрылғыда дайындалған және тазартылған жартылай өткізгіш материал (5, *сурет* 6.1) жиілігі жоғары материалдан жасалған графитті отбақырда (7) балқытылады. Қорытпаға (6) қажетті қоспалар қосылған жартылайөткізгіштерді қосады.



Сурет 6.1 қорытпадан кремний монокристалдарын өсіру

1 – түтік немесе қоспа элемент; 2 – вакуумды камера; 3 – құйма; 4 – қату шекарасы; 5 – қыздырғыш; 6 – балқытпа; 7 – отбақыр; → – отбақырмен түтіктің бағыты

Материалдың массасы мен отбақырдағы қоспаларды біле отырып, қоспаның концентрациясын есептеуге болады. Бұл концентрация дайын монокристалдан алынады. Монокристалдар өсірілгенде, отбақырға элемент – кристалды торы бар жартылай өткізгіштің кішкене бөлшегін салады. Тең өлшемді қоспаларды алу үшін отбақырды айналдырып, ондағы элементті үздіксіз араластырады (1). Ал түтікше белгілі бір жылдамдықта отбақырға қарсы айналып, қорытпадан ағып, өзімен бірше шекарада (4) қатып қалатын қорытпаны шығарып, түтіктің кристалды торының бейімделуін сақтап қалады. Біртіндеп отбақырдан бұзылмаған кристалды құрылымы бар құйма (3) шығарылады. Міне, осы құйма монокристалға тән болады, ұзындығы 150 мм диаметрде 1 м-ге тең болуы мүмкін. Үдеріс вакуумды камерада (2) немесе атмосферада инертті газды өсіру арқылы жүзеге асады.

Жартылай өткізгіш аспаптарды жасау үшін жай монокристалл емес, өткізгіштік типі талапқа сай келетін – электронды (кері) n немесе тесікті (оң) p монокристалл қажет. Бұл үшін монокристалдарды өсіру барысында қорытпаға қоспа қосады, яғни оны қоспалайды.

Егер қорытпаға қосылған зат Д.И.Менделеевтің химиялық элементтердің периодты жүйесінің III-тобына қатысты болса, монокристал *өткізгіштіктің тесікті типі (p-тип)* деп танылады да, қоспаны *акценторлы* деп атайды. Егер жартылай өткізгіш Периодтық жүйенің V-тобымен қоспаланса, монокристал *өткізгіштіктің электронды типіне (n-тип)* ие болып, қоспасын *донорлы* деп атайды. Екі жағдайда да жартылай өткізгіштік өзінің өткізгіштігінен айрылып, өткізгіштіктің тесікті немесе электронды типіне сай жартылайөткізгішке айналады. Жартылайөткізгіш құрамына қосылған қоспалардың концентрациясы заттардың 10^{14} – 10^{19} атомдары/см³ арасында өзгере алады, ал өткізгіштік жүздеген мың есе ұлғаяды.

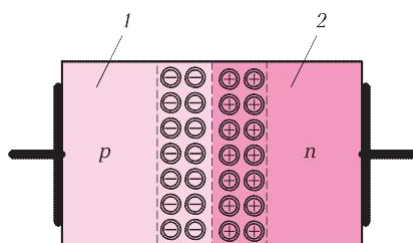
Монокристалдан жартылайөткізгіш аспап дайындар алдында ол бірнеше операциядан өтеді. Құйманың берілген кристаллографиялық бағыттар бойынша бейімделуін анықтап, содан кейін оларды пластиналарға тіліп, жалтыратып, бірнеше мәрте тазалап, басқа бір тәсілмен қоспаны қосып, өткізгіштіктің қарама-қайшылық типін құрып, оны фотолитография үдерісімен біріктіреді т.б. Соңғы операция – белсенді құрылымы бар жартылайөткізгіш пластиналарды жеке кристалдарға бөлу, корпусында монтаж жасау, электродты шығарылымдарды біріктіру, электр параметрлерін герметизациялау және бақылау жасау.

6.2. ЖАРТЫЛАЙӨТКІЗГІШ АСПАПТАР

Қорыта келе, жартылайөткізгіш аспаптармен, атап айтсақ, диодтар, транзисторлар және микросызбалармен жақынырақ танысалық.

Жартылай өткізгіш аспаптарының негізінде жартылайөткізгіш материалдардың кристалдары (жартылай өткізгіштер – германий, кремний, галий арсениді т.б.) жатады. Мұндай кристалдардың бір немесе бірнеше электронды саңылау өтпелері болады. *Электронды-саңылаулы өтпе* дегеніміз – өткізгіштік дәрежесі әртүрлі жартылайөткізгіштерден – электронды n және саңылаулы – p – тұратын, тиекті қабаттар арқылы бір-бірінен ажыратылған, тасығыштармен біріктіліп, өтпе аймақтарының шекарасына жақын диффузияның әсерінен түзілген жүйе.

Кремний монокристалының электронды-саңылаулы өтпенің сызбасы 6.2-суретте көрсетілген. Жартылай өткізгіштердің монокриста-



Сурет 6.2 кремний монокристалындағы электронды-саңылаулы өтпенің сызбасы

1, 2 – саңылаулы (p) және электронды (n) типті өткізгіштігі бар жартылайөткізгіштер

лының оң бөлігіне донорлы қоспаның өткізгіштіктің n -типін құрайтын, ал сол бөлігі – акцепторлы, өткізгіштіктің p -типін құрайтын біршама мөлшері ендірілген. Донор-атомдар мен акцептор-атомда монокристалдың құрылымында көршілес атомдармен белгілі бір байланыс орнатады. Донор-атомдар сыртқы орбитасында бес электрондары болғандықтан, олардың бірін оң иондарға айнала отырып, оп-онай жоғалтады. Еркін электрондар тоқтың тасушысы ретінде жұмсалып, жартылай өткізгіштің осы аймағы n -типіндегі өткізгіштікке ие болады. Акцептор-атомдардың сыртқы орбитасында үш электрондары болады, монокристалдың көршілес атомжарының бір-бір электрондарын қармап алып, теріс иондарға айнала алады. Электрондарынан ажыраған монокристал атомдары оң зарядты иондарға айналады. Олардың құрамында электрондардың болмауы «саңылау» түзіп, тоқтың тасушыларына айналады. Жартылай өткізгіштің осы аймағы p -типіндегі өткізгіштікке ие болады.

p - және n -типіндегі өткізгіштіктер арасындағы аймақтардың шекаралары – өтпе деп танылады. Тоқты тасушылар (электрондар мен саңыраулар) алғашында бірінші аймақтан екінші аймаққа еркін өтіп, өзара бір-бірімен байланысты немесе валентті электрондарға айнала отырып бірігеді (рекомбинацияланады), яғни тасушылардың диффузиясы жүзеге асады. Қозғалмалы бөлшектері концентрациясы жоғары аймағынан концентрациясы төмен аймағына диффузиялануға тырысады. Диффузия үдерісі диффузияланған заттардың концентрациясы тегістелмейінше, жалғаса береді. Электронды-саңылаулы өтпеде бұл әрине, жүзеге аспайды, себебі әрбір қоспалы ион (заряд) қозғалмайды. Тоқтың тасушылары (қозғалысты зарядтар) қозғала отырып, зарядтың қарама-қарсы таңбасының қозғалмайтын иондарын қалдырады. Олар біртіндеп жинақталып, өзінің жанында қозғалмалы зарядтарды ұстап қала алады. Сөйтіп, p - n -өтпесінің жанында әртүрлі таңбалардың тоқ тасушыларының тепе-тең концентрациясы түзіледі.

Донорлар ретінде элементтердің Периодты жүйесінің V-тобы (фосфор, күшән, сүрме т.б.), ал акцепторлар ретінде – III-топтың элементтері (бор, алюминий, галлий т.б.) жұмсалады.

Электронды-саңылаулы өтпенің басты қасиеттері – тоқты бір бағытта (тік) өткізу алу және оны басқа бағытта мүлдем өткізе алмау қабілеті. Басқаша айтқанда, электронды-саңылаулы өтпенің әрекетін жұмысындағы қалдыру немесе бекіту тәртібі деп атайды. Электронды-саңылаулы өтпенің тікелей тоқты (тік бағытта) және кері тоқты (кері бағытта) қалдыру барысындағы жұмысын қарастырып көрелік.

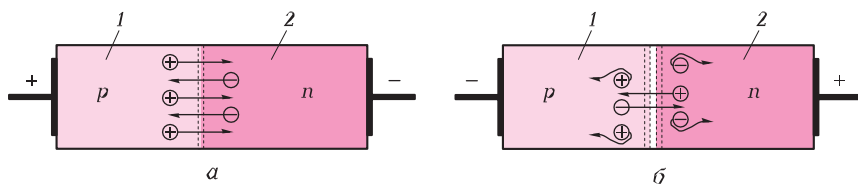
Егер біздің қорек көзіміздің оң электродын кристалдың саңылаулы аймағына (сурет 6.3, *а*), ал теріс электродты – электронды аймағына тіркесек, оң саңылаулар мен оң электрондар олармен аттас зарядталған электрондардан тебіліп, бір-біріне қарсы бекіту қабаты арқылы орнын алмастырады. Электронды-саңылаулы өтпе бойынша тоқ кішкентай қысымда да белгілі бір мөлшерде жүреді.

Егер полярлығын кері бағытқа ауыстырса (сурет 6.3, *б*), қорек көзінің арыдалған электродтары электрондарды бекіту қабатының саңылауларынан итереді. Ол зарядтармен одан сайын бірігіп, кері қысымды тіркегенге дейін кеңейе түседі.

Электронды-саңылаулы өтпенің, яғни диодтың әрекетінің осы сипатталған мысалына қарап, ауыспалы тоқтың түзеткіші жұмыс істейтінін, синусоидтердің оң бөлігін өткізіп, кері бөлігін өткізбейтінін көруге болады.

Сөйтіп, бірінші тіркемеде электронды-саңылаулы өтпенің әрекет ету принципіне түсіндірме беруге болады.

Диодтар – ауыспалы тоқты түзетуге, бір жиіліктің электр тербелісін басқа жиілікке ауыстыруға, сонымен қатар электр тоғы мен қысымын тұрақты етуге арналған жартылайөткізгіш аспаптар. Диод-



Сурет 6.3 Жұмыстың ашық (*а*) немесе жабық (*б*) тәртібіндегі электронды-саңылаулы өтпе сызбасы

1, 2 – саңылаулы (*p*) және электронды (*n*) типті өткізгіштігі бар жартылай-өткізгіштер

тың p -л-өтпелері бір, әрі әртекті екі аймағы болады: базалық бастапқы жартылайөткізгіш материалдар (мәселен, өткізгіштіктің n -типін) және құю барысында құрылған өткізгіштіктің басқа эмиттерлі типі (p -типін).

Транзисторлар – электр тербелістерін генерализациялау және күшейтуге, қуаттылығын арттыруға, қысымды түрлендіруге, сонымен қатар электронды қондырғылардың әртүрлі сызбаларында ауыстырып отыруға арналған жартылайөткізгіш аспаптар. Транзисторлардың екі p -л-өтпелері мен үш аймағы немесе n - p - n болады. Жартылайөткізгіш аспаптарда p -л-өтпелері және біртекті емес аймақтары өте көп болуы мүмкін.

Тасығыштарының түріне қарай транзисторлар биполярлы (тасығыштары – электрондар, және саңылаулар) және униполярлы (тасығыштары – саңылаулар немесе электрондар) болып бөлінеді.

Биполярлы транзисторлар – p -л-өтпелерді жасауға арналған кәдімгі жартылайөткізгіш аспаптар, оларға жоғары сапалы монокристалды жартылайөткізгіш материал қажет.

Униполярлы немесе **далалық транзисторлар** (аспаптың тоғын өзгертіп олар электр өрісін басқарады) диффузды далалық және металл-оксид-жартылайөткізгішті (МОЖ-транзисторлар) деп бөлінеді. Далалық транзисторларда тоқ екі электродтар арасындағы жартылайөткізгіш арна арқылы өтеді – қайнар және суағар. Диффузды арналары бар МОЖ-транзисторлар (бекіту кезінде тоғының болмағанда да, тоқты өткізе береді, яғни қалыпты ендірілген) және индукцияланған (бекіту қысымы жоқ болғанда, тоқты өткізбейді, яғни қалыпты өшірілген) болады. Арнаның еніне қарай басқарылып отыратын электродтарты **бекітпе** деп атайды.

Диффузды арнасы бар транзисторлар біріктіру немесе қанықтыру тәртібімен (негізгі тасығыштардың келуі не төмендеп, не ұлғайып отырады) жұмыс жасайды, ал индукциялы арналары бар транзисторлар – тек қанықтыру тәртібінде жұмыс жасайды.

Индуктивті арналары бар МОЖ-транзисторлары электрэнергиясын аса көп қажет етпейді, олардың кірме кедергілері жоғары болады ($10^{15}...10^{16}$ Ом); сондай-ақ бекітпедегі нөлдік қысымда тоқ нөлге тең болады. Бұл транзисторлардың n - немесе p -типіндегі арналары болады. Тоқтың басты тасығыштары – электрондар немесе саңылаулар. Орындау дәрежесіне қарай, МОЖ-транзисторлар бір түптөсемді, бөлінбейтін болып бөлінеді. Себебі олардың бекітпелері

түптөсемнен оқшауланған. Оқшауланған бекітпелері бар пленкалы далалық транзисторлар құрастырылған. Олар жартылайөткізгіштер материалдардың поликристалды пленкалары негізінде жұмыс жасайды.

Микросызбалар немесе интегралды сызбалар – бір немесе бірнеше функционалды қондырғыларды (күшейткіш, мультивибратор т.б.) көрсететін жартылайөткізгіш аспаптар. Олар белсенді (диодтар мен транзисторлар) және белсенді емес (резисторлар, ыдыстар, индуктивтер, тоқты өткізуші жолдар) компоненттерден тұрады. Бұл компоненттер бір блок (корпус) ішінде гетермизацияланады немесе пластмассамен құйылады (баспаланады).

Микросызбалар екі типті бола алады: жартылайөткізгішті және жұқапленкалы.

Жартылайөткізгіш микросызба – жартылайөткізгіш кристалдар түріндегі (белсенді және пассив компоненттері бір көлемде әрі барлығы да үстіңгі бетіне жағылған) монокристалл, физикалық бөлінбейтін құрылым.

Жұқапленкалы микросызба – пассив және белсенді компоненттері диэлектрикті түптөсемнің үстіне пленка түрінде жағылған монокристалл құрылым.

Сонымен қатар, жұқапленкалы микросызбалардың гибриді технологиясы (шартты түрде, жұқа деп қалыңдығы мыңдаған микрометрден бірнеше микрометрге жететін пленкалар есептележі) бүгінде кең дамып келеді. Гибриді микросызбаларда пассив компоненттер пленка түрінде диэлектрикті түптөсемдерге, ал белсенді компоненттер – аспа дискретті түптөсемдер ретінде жағылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Жартылайөткізгіш дегеніміз не?
2. Жартылайөткізгіштердің электрөткізгіштігі неге байланысты?
3. Жылулық кедергі дегеніміз не?
4. Электронды-саңылаулы өтпе дегеніміз не?

IV

БӨЛІМ

ҚҰРАЛ-САЙМАНДАР ЖАСАУҒА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

Тарау 7. Кесетін құрал-саймандарды
жасауға арналған материалдар
Тарау 8. Қалыптар, пресс-қалыптар және
өлшеу құралдарын жасауға
арналған материалдар

КЕСЕТІН ҚҰРАЛ-САЙМАНДАРДЫ ЖАСАУҒА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

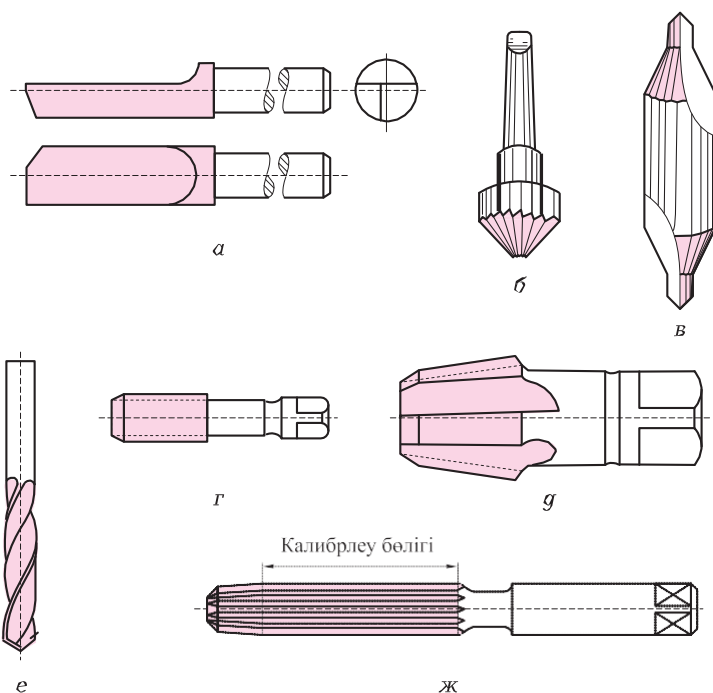
7.1. ҚҰРАЛДАР ЖАСАУҒА АРНАЛҒАН БОЛАТТАР

Құрал-саймандарды жасауға арналған материалдар көміртекті, құйма және жылдам кескіш болаттар, қатты қорытпалы (металкерамикалық, пісірілген), минералкерамикалық, алмазды, алмазға ұқсас және жоғары дәрежеде қатты материалдар деп бөлінеді.

Құрал-саймандарды жасауға арналған болаттар – қаттылығы, тозуға төзімділігі, мықтылығы жоғары, құрал-саймандар немесе олардың жұмысшы бөліктерін жасауға арналған болаттар.

Құрал-саймандық көміртекті болаттар құрамында көміртек мөлшері 0,6... 1,3% арасында болады, олар құрал-саймандардың жұмысшы жиектерін 220°C-қа дейін қыздыра отырып, кесудің аса жоғары емес жылдамдығында (10 м/мин дейін) жұмыс істеуге арналған. Бұл болатты сапалы – K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13 және жоғары сапалы – K7A, K8A, K9A, K10A, K11A, K12A, K13A (МЕМСТ 1435-74) деп бөледі. Маркасындағы «K» әрпі – көміртекті болатты білдірсе, кейінгі цифрлар – көміртектің пайыздың он үлесін білдіретін орташа көрсеткіш; ал марканың соңындағы «A» әрпі – жоғары сапалы болат немесе құрамында таза күкірт, фосфор (жиынтығы 0,05%-тен аспайды) мен қалдық қоспалар, металды емес қоспалар мен марганец пен кремнийдің шектеулі мөлшері.

Кейбір металл кесетін құрал-саймандар 7.1-суретте сипатталды. Мәселен, мылтықтың бұрандасы (сурет 7.1, *а*) – күрделі құрылым, тесікті теп-тегіс етіп және оны өсіне қарай дәл орналастыруға арналған. Үңгінің көптеген түрлері болады, олардың біреулері (сурет 7.1, *б*) дайын тесіктерде конустық шұңқырлар жасау үшін жұмсалады. Дәлдікті қажет ететін тесіктерді теспес бұрын әдетте, центрлендіруді жүргізеді. Ол үшін центрлендіруші бұрғы пайдаланады (сурет



Сурет 7.1 Металл кесетін құрал-саймандар

а – мылтық бұрандасы; *б* – конустық шұңқырларға арналған үңгі; *в, е* – центрлендіруші және спиральды бұрғы; *г, д* – ішкі сәйкес оймалар кесуге арналған цилиндрлік және конустық таңбалаушылар; *ж* – цилиндрлі ұңғы

7.1, *б*). Осы бұрғымен дайындаманы өңдеу кезінде центрді ұстап тұратын тіреуіш (мәселен, жонғыш білдек).

Машина таңбалаушылары (әдетте, білдектермен жұмыс жасауда пайдаланылады) ішкі және цилиндрлік (сурет 7.1, *г*) және конустық (сурет 7.1, *д*) кескіштер жасау үшін жұмсалады. Бұрандалы бұрғы әртүрлі материалдарды кесу арқылы өңдеуде қолданылады. Тесіктерді ақырғы рет әрлеп, қажетті өлшем мен кедір-бұдырлықты алу үшін цилиндр ұңғылар пайдаланылады (сурет 7.1, *ж*). Ұңғылар негізінен, тесікті басқа жолмен тесу мүмкін болмағанда немесе мақсаты болмағанда, қолданылады.

Жаппай өндірілген құрал-саймандар (бұрғы, үңгі, ойымдаушы, ұңғы, таңбалаушы, бұранда кескіш, егеу т.б.) құрал-саймандар жасауға арналған К12А маркалы көміртекті болаттардан, сирек К11А және К10А маркалы болаттардан жасалады. Өңдеудің жоғары жылдам-

дығы қажет етілсе, бұл құрал-саймандарды құйма арқылы алынған хром, вольфрам, ванадий, марганец пен болаттардың 9ХС, ХВГ, ХГ маркалы басқа да элементтерінен жасайды. Олардың жұмысқа қабілеттілігі 400°С температураға дейін қыздырумен шектеледі.

Металл кесуші құрал-сайман күрделі жұмыстар жасайды, нақты жағдайларға байланысты сәйкес болаттан жасалған құрал-саймандарды таңдар алады. Жылдам кескіш болаттар металл кескіш құрал-саймандардың бүкіл ассортиментін жасауға жарамды. Себебі құрамында бағалы вольфрам, кейде молибден болады. Жылдам кескіш болат басқа металдармен ауыстыру мүмкін немесе мақсатты болмағанда, пайдаланған дұрыс. Бұл болаттан бұрғы, үңгі, фреза, таңбалаушылар, бұранда кескіштер, қашауыштар, тісқырғыштар, созғыштар, кескілер т.б. жасалады.

Жылдам кескіш болаттардың ішінде Р6М5, Р6М3, Р18, Р9, Р9Ф5 маркалы болаттар өндірушілігі қалыпты құрал-саймандар, ал Р18Ф2, Р14Ф4, Р6М5К5, Р10К5Ф5 (МЕМСТ 19265-73) маркалы болаттардан жоғары өндірушілікті қамтамыз етуге қабілетті құрал-саймандар жасалады. Жылдам кескіш құрал-саймандар 600°С-тан жоғары температурада жұмыс жасауға қабілетті. Олар өзінің кескіштік қабілетін сақтайды, яғни қызутөзімдігі жоғары болады.

Құрал-саймандарды жасауға арналған материалдардан дайындалған аспаптардың барлығы термиялық өңдеуден (шынықтыру, жұмсарту) өткізіледі. Нәтижесінде көміртекті болаттан жасалған құрал-саймандардың қалыңдығы – 60...64 HRC, құйма тәсілімен жасалған құрал-саймандардың қалыңдығы – 62...67 HRC, ал жылдам кескіш құрал-саймандардың қалыңдығы – 63...65 HRC (өндірімділігі қалыпты деңгейдегі құрал-саймандар үшін) және 70...78 HRC (өндірімділігі жоғары деңгейдегі құрал-саймандар).

7.1-кестеде кең қолданыс тапқан құрал-саймандарды жасауға арналған болаттардың химиялық құрамы мен термиялық өңдеу тәртібі келтірілген.

Кесте 7.1. Құрал-саймандарды жасауға арналған болаттардың химиялық құрамы, шынықтыру және жұмсарту температурасы

Болат- тың марка- сы	Химиялық құрамы, %						Термиялық өңдеу тәртібі			
	Көміртек	Марганец	Кремний	Хром	Вольфрам	Ванадий	Шынықтыру темп-сы, °C	Суыту ортасы	Жұмсарту темп-сы, °C	Жұмсартылғаннан кейінгі температурасы, HRC
У8	0,75...0,84	0,20...0,40	0,15...0,35	0,20-ге дейін			790...820	Су немесе май	160... 170	60...62
У10	0,95... 1,04	0,15...0,35	0,15...0,35	0,20-ге дейін	—	—	770...790	су	160... 170	61...63
У12	1,15... 1,24	0,15...0,35	0,15...0,35	0,20-ге дейін	—	—	760...780	»	160... 170	62...64
ШХ15	0,95...1,10	0,20...0,40	0,15...0,35	1,30...1,65	—	—	835... 855	Май	160... 170	62...65
ХГ	1,30...1,50	0,45... 0,70	0,15...0,35	1,30...1,60	—	—	840... 860	»	160... 170	63...66
ХВГ	0,90... 1,05	0,80...1,10	0,35-ге дейін	0,90... 1,20	1,2... 1,6	—	820...840	»	160... 170	62...64
ХВ5	1,25... 1,50	0,30-ге дейін	0,35-ге дейін	0,40...0,70	4,5...5,5	0,15...0,30	820...860	»	130... 150	64...67
9ХС	0,85... 0,95	0,30...0,60	1,20... 1,60	0,95... 1,25	—	—	840...870	»	160... 170	61... 65
P18*	0,70...0,80	0,40-ге дейін	0,40-ге дейін	3,80...4,40	17,5... 19,0	1,00...1,40	1 280... 1 300	»	550... 570	63...65
P9*	0,85...0,95	0,40-ге дейін	0,40-ге дейін	3,80...4,40	8,5... 10,0	2,00...2,60	1 230... 1 260	»	550... 570	63...65

Молибденді вольфрам есебінен ендіргенде, болаттың маркасы P18M және PЭМ болады

Қатты қорытпа – вольфрам карбидінің ұнтағынан, титан, тантал, молибден, ванадий немесе ниобийден және байланыстырушы – металды кобальты біріктіру арқылы алынып, құралған, біріктірілген композициялық материал.

Біріктіруге карбидтердің өте ұсақталған (өлшемі – 1...4 мкм) ұнтақтары мен байланыстырушыны белгілі бір қатынаста араластыру, ұнтақтардың қоспаларын қысыммен (0,10...0,15 МПа (1...1,5 кбар) баспалау және 1390...1600°C температурада 1...2 сағат бойы (өнімнің көлеміне қарай) термиялық өңдеу сеп болады.

Өндірісте қатты қорытпаларды қолдануда вольфрам карбиді, титан, тантал мен оларды цементтеуші байланыстырушы – кобальт кең қолданыс тапқан. Сондықтан, олармен тереңірек танысып өтелік. Біріктірілген кезде кобальт жартылай балқып, вольфрам карбиді, титан мен танталды ерітіп, монолитті қосылыс түзіп, қаттылық дәрежесі (85...90 HRC) жоғары, тозуға төзімді және қызуға төзімді материал шығады. Ол 1000...1100°C температурада жұмыс жасауға қабілетті болып келеді. Қатты қорытпалардың кемшілігі – сынғыштығы, әсіресе аз ғана вибрацияға шыдас бермеуі мен құрамындағы негізгі компоненттерінің қымбат болуы.

Қатты қорытпалар құрамына қарай үш негізгі топқа бөлінеді: ВК, ТК и ТТК (МЕМСТ 17163-82, МЕМСТ 25395-82, МЕМСТ 25396-82 және т.б.).

ВК тобындағы қатты қорытпалар – біркарбидті, вольфрам-кобальтты (вольфрам карбиді, цементтендірілген кобальт түйіршіктерінен тұратын) қорытпалар. Бұл қорытпалардан жасалған құрал-саймандар шойынды, түрлі түсті металды, қорытпалар мен металл емес материалдарды өндеуге арналған. Осы топтағы қатты қорытпалардың маркасында «ВК» әрпі кобальттың қорытпа құрамында, ы пайыздық мөлшерін көрсетеді. Мәселен, ВК8 қорытпасында 8% кобальт, 92% вольфрам карбиді болады. Марканың соңындағы «В» әрпі (мәселен, ВК6В) қорытпаның ірі түйіршікті екенін (түйіршіктерінің көлемі – 3...5 мкм), ал «М» әрпі (мәселен, ВК3М) – ұсақ түйіршікті (0,5...1,5 мкм) екенін көрсетеді.

ТК тобындағы қатты қорытпалар – екікарбидті, титанвольфрамкобальтты қорытпалар (олар вольфрам карбидінің титан карбидінің қатты еретіндісіндегі түйіршіктерден және вольфрам карбиді, цементтелген кобальттың шектен тыс түйіршіктерінен немесе тек қана вольфрам карбидінің титан карбидіндегі қатты ерітіндісінің, сондай-ақ бір-бірімен кобальт арқылы біріктірілген түйіршіктерінен тұрады). Бұл топтағы қорытпалар болаттарды өңдеудің барлық түрлеріне арналған. Осы топтағы қорытпалардың маркаларын белгілегенде, ондағы «Т» әрпінен кейін цифрлар титан карбидтің пайыздық көрсеткішін берсе, «К» әрпінен кейінгі цифрлар – кобальттың пайыздық мөлшерін білдіреді. Мысалы, Т10К15 қорытпасының құрамында 10% титан карбиді, 15% кобальт пен 75% вольфрам карбиді болады.

ТТК тобындағы қатты қорытпалар – үшкарбидті, титантанталвольфрамкобальтты қорытпалар (титан карбиді, тантал, вольфрамның қатты ерітіндісінің түйіршіктерінен, вольфрам карбидінің шектен тыс көп мөлшердегі түйіршіктерінен, бір-бірімен тығыз біріктірілген кобальттан құралады). Осы қорытпалардан жасалған құрал-саймандар болаттарды ауыр тәсілдермен өңдеу үшін пайдаланылады. Аталған қорытпаның маркасындағы «ТТ» әріптерінен кейін титан карбиді мен танталдың пайыздық мөлшері көрсетілсе, «К» әрпінен кейін – кобальттың пайыздық көрсеткіші белгіленеді. Мәселен, ТТ7К12 7% титан карбиді, 12% кобальт пен 81% вольфрам карбиді болады.

Қатты қорытпаның әрбір маркасының өз қолданысы болады. Сондықтан, жоғары өндірушілікке қол жеткізу үшін қажетті құрал-сайманды сауатты түрде тандап алу керек. Айталық, В8 маркалы қорытпасы – жабысқақ және қатты болып келіп, шойынды, түрлі түсті металдар мен қорытпаларды кесу, соққы және вибрацияның өзгеріп отыратын жағдайларында қара түті және жартылай мөлдір өңдеуге арналған. Т5К10 маркалы қатты қорытпасы ВК8 маркалы қатты қорытпасына өзінің қасиеттері мен кесу шарттарына қарай өте ұқсас келіп, көміртекті және құйма болаттарды қара түсті өңдеуге арналған. Т30К4 маркалы қорытпасының пластиналарынан жасалған құрал-саймандардың қаттылығы жоғары, тозуға төзімді, бірақ өте сынғыш келеді. Сондықтан, болаттарды жоғары жылдамдықта кесу арқылы жұқа жаңқаларды үздіксіз ала отырып, өңдеуге арналған. Қатты қорытпалы пластиналардан жасалған құрал-саймандардың

қолданылу аясы 7.2-кестеде көрсетілген.

Өндірісте қатты қорытпалардың екі түрі қолданылады: біріктірілген және құйылған (пластификацияланған).

Біріктірілген қатты қорытынды пішіні мен қолданылу әртүрлі пластиналар түрінде кесуге және өлшеуге арналған құрал-саймандарды, сондай-ақ қосымша өндеуді қажет ететін (электржалынды немесе алмазды өндеу арқылы оларды белгіленген қалыпқа келтірілетін) дайындамаларды (бұлар – матрицалардың пуансондары мен басқа да құрал-саймандар) жасау үшін қолданылады.

Құймалы (пластификациялы) қатты қорытпаны қажетті бөлшекті біріктірілген дайындамалардан алу мүмкін болмаған жағдайда, пайдаланылады. Осы жағдайдағы қорытпалар жұмсақ, иілгіш келіп, қағаз бетінде қарындаштың грифелі секілді із қалдырады. Одан металл кесуші қондырғы немесе құрылғылар арқылы қажетті бөлшектерді орналастыру және әдібін ескере отырып, өңдейтін құрал-саймандар жасалады. Ақырында олар алмазды құрал-саймандар арқылы қажетті кондицияға жеткізіледі.

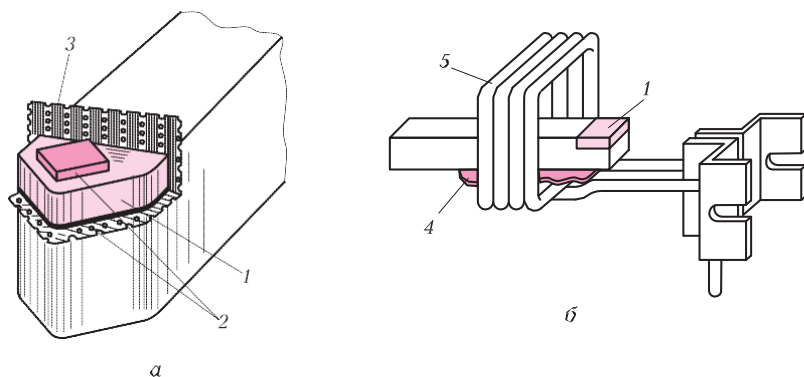
Көптеген құрал-саймандар металл өндіру кәсіпорындарында өз күштерімен жасалып, шығарылады. Оның бастылары – кесетін пластиналарды ұстағыштарда бекітудің технологиялық үдерісі (қатты қорытпалы, жылдам кесетін). Қатты қорытпалардан кескіштердің ұстағыштары арқылы жасалған пластиналардан дәнекерлер жалату жолымен құрал-саймандар жасаудың өндірісімен танысып көрелік (сурет 7.2).

Кескіштерді ұстағыштарда қатты қорытпалардан жасалған пластиналардан (**1**) пішіні мен көлемі бойынша оймақтар фрезермен өңделіп, алынады (сурет 7.2, **а, б**), қылауларын алып тастап, төрт хлорлы көміртек, бензин немесе каустикалық соданың ыстық ерітіндісінің көмегімен майсыздандырады.

Қатты қорытпалардан жасалған пластиналарды өзгерген, жарықтары, сарқыншақтары мен басқа да ауытқулары бар өнімдерді іріктеп, тазалай отырып, сырты пішініне қарай сұрыптайды. Дәнекерленетін пластиналардың үстіңгі бетін кремнийдің жасыл карбидінен жасалған абразивті доңғалақпен тегістейді немесе мысты купоростың ерітіндісінде химиялық өндеуден өткізеді. Ал дәнекерлеу алдында оны тетрахлометанда майсыздандырады. Әдетте, пластиналарды майсыздандыруды флюсті жалата отырып, біріктіреді. Бұл үшін ВК пластиналарды 5...10 минутқа қайнат тұрған бураның

Кесте 7.2. Қатты қорытпалардың кейбір маркаларының қолданылу аясы

Өңдеу түрі	Өңделетін материалдарға арналған қатты қорытпалардың маркалары					
	Құйылған болат және құймаға арналған болат	Шойын (HB <200)	Қақталған шойын және ағартылған шойын (HB > 200)	Түрлі түсті металдар	Пластмасса	Шыны, фарфор
Қайрау: Соққы жүктемемен, сыдырып Айнымалы, сыдырып Кесіктерді терең жасай отырып, сыдырып Жартылай сыдырып Тазалап Жұқалай	T5K10 T5K10, T15K6 T5K10, T15K6 T15K6 T15K6, T30K4 T30K4	BK8, B K6 BK6, BK8 BK6 BK6 BK3, B K6 BK3	BK8, BK6 B K6 B K6 B K6 B K6 B K6	BK6, BK8 BK6 BK6 BK6 BK6 BK6	B K6 B K6 B K6 B K6 BK6, BK3 BK3	— BK6, BK3 BK6, BK3 BK6, BK3 BK6, BK3 BK3
Фрезерлеу: Сыдырып Тазалап	T15K6, T15K10 T15K6	BK6 BK6	B K6 B K6	BK6 BK6	B K6 BK3	BK6, BK3 —
Жылдам кесіп, фрезерлеу	T15K6, T30K4	—	—	—	—	—
Сүргілеу Сыдырып тазалап	T5K10 T5K10	BK8 BK6	BK8 B K6	BK8 BK8	—	—
Бұрғылау	T5K10, BK8	BK6, BK8	BK6	BK6	B K6	BK6, BK3
Үңгіштеу	T15K6, T5K10	BK6	B K6	BK6	—	—
Жаю	T15K6, T5K10	BK6	B K6	BK6	—	—



Сурет 7.2 Қатты қорытпадан жасалған пластинадан кескіштің ұстағышын дәнекерлеу

а – дәнекерлеу арқылы жасалған кескіш; *б* – кескіштің дәнекерлеу барысындағы қалпы; 1 – пластина; 2 – дәнекер; 3 – компенсатор; 4 – асбесті төсеме; 5 – ВЧ-индуктор

сулы ерітіндісіне салады, ал ТК пластиналарын – дәл осындай калий фторидтің ерітіндісіне салады. Пластиналарды ерітіндіден алғаннан кейін оларда флюстің жеткілікті қабаты қалып қояды.

Төсемдерді (компенсатор, 3) қысымнан туындаған дәнекерлеуден әрі дәнекерлеу барысында, әрі кесудің өзгермелі жағдайында кескіштермен жұмыс жасау барысында босатады. Төсем ретіндегі материалдар – азкөміртекті болат, төменқұймалы болат, темір мен никельдің (пермалла) лента, фольга немесе тор түріндегі қорытпасы (қалыңдығы – 0,2...0,3 мм). Біршама артықша етіп кесіп алынған компенсациялық төсемдерді майсыздандырады, ал дәнекерлеу алдында флюс жағады. Дәл қатты қорытпалардан жасалған пластиналар секілді. Қатты қорытпалардан жасалған пластиналар дәнекерлермен (2) дәнекерлейді – мысты-никелді (жұмысшы температурасы – 900°C-қа дейін) және мысты (жұмысшы температурасы – 300...400°C), жез (жұмысшы температурасы – 150...200°C-қа дейін) т.б. Лентадан (фольга) алынған, қалыңдығы – 0,15...0,5 мм болған дәнекерлерді қатты қорытпадан жасалған пластиналардың пішініне қарай тіліп алып, қылаулардан босатып, дәнекер алдында майсыздандырады. Басқа бөлшектерді дәнекерлеу үшін флюс жағады.

Қатты қорытпадан жасалған пластиналарды әртүрлі типтегі пештерде дәнекерлеугі оттықтар арқылы, электрконтактілі машиналарда, балқытылған дәнекерлер немесе тұздары бар ванналарда, газ ат-

мосферасы бар термиялық қондырғыларда, ТВЧ қондырғыларында дәнекерлейді. Олар ең арзан, қарапайым және жоғары сапалы дәнекерлеуді қажет ететін өндірісте кең пайдаланылады. ТВЧ-да дәнекерлеу үшін ВЧ-генератор, суда салқындататын трубалы индуктор, иіктіректі (немесе басқа) пресс және термошкафтар болуы шарт.

Дәнекерлеу үшін дайындалған және үстіне флюс (бура) қосымша себілген кескішті (қараңыз: сурет 7.2, *а*) ВЧ-индукторға (5) салады (қараңыз: сурет 7.2, *б*). Мұнда кескіш белгілі бір тәртіппен асбест төсемдерінде (4) дәнекері балқығанша, қыздырылады. Содан кейін кескішті индуктордан шығарып, қатты қорытпалы пластинаның дұрыс пішінін қолға прессті ұстап тұрып, белгілеп алады. Сосын кескішті жылуоқшаулаушы ортаға (шкаф) салып, баяу суытады. Құрал-сайманның белгілі бір түріне қатысты өзінің технологиялық үдерісі болады. Бұл үдерісте өнімнің ерекшелігі ескеріледі.

Минералокерамикалық материалдар, немесе минералокерамика, керметтер – ыстыққа төзімді жасанды материалдар, керамикалық (алюминий оксиді) және металды ұнтақтарды баспалау және біріктіру арқылы алынған агрессивті ортада жақсы жұмыс жасайды. Қатты қорытпалармен салыстырғанда, минералокерамиканың мықтылығы, қатты, жылуға төзімділігі жоғары, кесу қасиеттерін 1200°C температурада сақтайды. Бұл металды кесудің ең жоғары жылдамдығында да өңдеуге септігін тигізеді. Минералокерамикадан жасалған, мәселен ЦМ-322 маркалы пластиналардың кемшіліктері – тығыздығының 3-4 еселік шегі, төменгі жылуөткізгіштігі. Бұл қатты қыздырғанда және суытқанда жарықтардың пайда болуына, сондай-ақ оларды дәнекерлеу арқылы болат ұстағыштарға біріктірудің қиындығын тудырады. Себебі дәнекерлеу минералокерамиканы ылғалдандырмайды. Әдетте, мұндай пластиналарды механикалық тәсілмен бекітеді. Минералокерамиканы қатты қорытпаларды, шойынды, түрлі түсті металдарды және металл емес материалдарды жоғары кесу жылдамдығында (150... 500 м/мин) өңдеу үшін пайдаланылады.

Минералокерамикадан жасалған құрал-саймандарды ірі бөлшектерді өңдеу үшін пайдаланған дұрыс. Себебі олар сынып, құрал-сайманның өніммен контактінде кескіш жиектерінің кедергі және зиян келтіруіне сеп болады.

Алмаздар мен алмазға ұқсас және жоғары дәрежеде қатты материалдар машина жасау құрылысында, авиация, электр- жән радиотехникалық өндірісте, сонымен қатар өндірістің басқа да салаларында мүмкіндігі әртүрлі құрал-саймандарды жасау үшін қолданады. оны қазіргі заманғы машиналар мен құрал-саймандардың мықтылығы жоғары, тозуға төзімді және термотұрақты материалдардан жасалған бөлшектерін өндірудің сапасы мен дәлдігіне қойылған талаптардың өсуімен байланысты түсіндіруге болады.

Материалдардың осы тобымен танысуды алмаздардың табиғи қасиеттерін қарастырудан бастайық.

Табиғи алмаз – бағалы, асыл тастар класына жататын, таза көміртек түріндегі минерал. Алмаздар негізінен диалектриктер болып табылады. Олар жартылайөткізгіштер болуы да мүмкін. Сонымен қатар, алмаздардың қаттылық дәрежесі өте жоғары, қышқылдар мен сілтілердің әсеріне шыдамды. Олардың тығыздығы – $3,47.3,55 \text{ г/см}^3$ -ге тең, әрі оған қосылған қоспалардың мөлшері мен сапасына тікелей байланысты болып келеді.

Алмаздардың механикалық қасиеттері өте бағалы. Жоғары қаттылығынан басқа алмаздардың иілгіштік қасиеті де жоғары және бүкіл танымал табиғи материалдарды сығу коэффициенті өте төмен болады. Алмаздың есепті тығыздық дәредесі – $7,9 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ -ға тең. Алмаздардың үйкелі коэффициенті төмен (0,1) және тозуға төзімділігі – өте жоғары.

Алмаз плавикалық, тұзды, күкірт және азот қышқылында тіпті үлкен концентрациясы мен жоғары температурада қыздырылғанда да, ерімейді. Азот пен тұзды қышқылдың қоспасы секілді қоспалар да алмазға әсер ете қоймайды. Алмаз тек балқытылған натрий немесе калий селитрасы мен содасында ериді, ал күкірт қышқылының калий дахроматының қоспасында жартылай ғана тотығады. Балқытылған сілтілердің карбонаттары $1000...1200^\circ\text{C}$ температурада алмазды көміртек оксидіне айналдырады. күкірт алмазбен 600°C температурада әлсіз ғана әрекеттеседі. Алмаз сумен ылғалданбайды, бірақ кейбір май құрылымдарына жабысып қалатын қабілеті болады.

Алмаздың кристалл торларындағы ауытқуларының мөлшері мен орналасуына қарай алмаздар рим цифрларымен таңбаланған (I,

II және III) топтарға бөлінеді. Әрбір топ шағын топтарға бөлінеді, оларды «а», «б» әріптерімен белгілейді. I топтағы алмаздардың жылуөткізгіштігі 20°C -та $9 \text{ Вт}/(\text{см}\cdot\text{К})$ -ға, басқа топтар – $24 \text{ Вт}/(\text{см}\cdot\text{К})$ -ке тең. Ал алмаздардың үлесті жылуsыйымдылығы – орташа есеппен $6,2\cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ -ке тең.

Алмаздардың жылуtөзімділігі салыстырмалы түрде аса жоғары емес: ауада 800°C температурада қыздырылғанда, олардың бөлшектері графитттеледі. Қорғалған ортада (сутегі) ірі алмаздар $1300\ldots 1400^{\circ}\text{C}$ температураға дейінгі ыстыққа шыдамды болады. Вакуумда $2000\ldots 3000^{\circ}\text{C}$ температураға дейін қыза отырып, алмаз графитке айналады. Бұл өту немесе өзгеру баяу жүзеге асады, бірақ оның басталуы $1000\ldots 1500^{\circ}\text{C}$ температураға жеткенде, байқала бастайды. Кейбір металдардың алмазды қызған кезде толығымен немесе жартылай еріту қабілеті бар. Мәселен, темір қызған кезде алмаз оның құрамында 800°C және одан да жоғары температурада ери бастайды.

Алмаздың сызықтық кеңеюінің температуралық коэффициенті 20°C температурада $8\cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$ -ге тең болады, ал $100\ldots 900^{\circ}\text{C}$ температурада $(1,5, 4,8) \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ -ке жетеді.

Алмаздың диэлектрлік қасиеттері салмақты электрлік кедергісінің жоғары болуына қарай сипатталады. Бөлме температурасында ол $10^{12}\ldots 10^{14} \text{ Ом}\cdot\text{см}$ құрайды. Үлесті электрлік кедергісінің көрсеткіші әлдеқайда төмен алмаздар (көгілдір түсті) кездеседі. Жартылайөткізгіш-алмаздардың (Пб тобындағы) үлесті электрлік кедергісі 20°C температурада $10\ldots 1000 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ интервалында өзгереді. 27°C температурада және 3 кГц -ке дейінгі жиіліктегі алмаздардың диэлектрикті өткізгіштігі – $5,6$ -ға тең.

Алмаздардың жылуөткізгіштігі мен ИК- және УФ-сәулелерді өткізу қабілетінің арасында белгілі бір тәуелділік болады. Оны классификациялауға негіз ретінде алуға болады. Алмаздардың жылуөткізгіштігі оның құрамындағы азот мөлшеріне байланысты: ол төмен болған сайын, алмаздардың жылуөткізгіштігі соншалықты жоғары болады. Осылайша, алмаз құрамындағы азоттың мөлшері мен алмаздардың жоғарыда аталған сәулелерді өткізу (сіңіру) қабілетіне қарай алмаздарды іріктеп алуға болады. Яғни жылу шығарушылар ретінде қолдану үшін сұрыптап алуға болады. III топтағы алмаздардың ИК-сәулелерді сіңдіру қасиеті – төмен, оның құрамында шамамен $0,02\%$ азот болады. Сондықтан жылуөткізгіштігі жоғары болып, жартылайөткізгіш аспаптардың жылу шығарушылары ретінде пай-

даланылады.

Алмаздың осы аталған артықшылықтарымен бірге кейбір кемшіліктері де баршылық. Техникалық алмаздардың көлемі кішкентай болады (0,8...1 мм), ішінде және сыртында жарықтары көп (себебі олар сынғыш келеді), СКТК көрсеткіші – төмен. Басқа кристалл денелер секілді алмаздың анизотропты қасиеттері бар. Сонымен қатар, алмаздар бағалы әрі қолжетімді емес, яғни тапшы келеді.

Табиғи техникалық алмаздар көлеміне қарай сұрыпталады. Ұсақ алмаздар жүзі бар құрал-саймандарды, дәл өлшейтін құралдардың тіреуіштерін, абразивті доғалақтарды түзететін құрал-саймандарды, инденторлар (ұштықтар) жасау үшін жұмсалады. Одан да ұсақ кристалдар абразивті алмазды құрал-саймандар үшін ұнтақтарды дайындауға пайдаланылады.

Алмаздан жасалған кескіштер құрастырмалы материалдар, түрлі түсті металдар, пластмассалар, антифрикциялы қорытпаларды тазалап қайрау үшін қолданылады. Оларды дайындау үшін октаэдр, ромбододекаэдр т.б. формалды табиғи техникалық алмаздар пайдаланылады. Алмаз кристалдардың құрылымы тығыз, жарықтары мен қоспалары жоқ болуы керек, ал массасы – 0,3...1,35 кар¹¹ құрауы тиіс.

Алмаздар алдын ала қасиеттерінің анизотропиясы қатаң ескеріле отырып, қырнанып, содан кейін арнайы ұстағыштарға дәнекерлеу немесе механикалық тәсілмен бекітіледі.

Қола, жез, мыс пен алюминийді алмаздан жасалған құрал-саймандармен кесу жылдамдығы 400...500 м/мин 0,01...0,03 мм бөлшегін алып қана, өңдейді. Титанды 300м/мин кесу жылдамдығында егесе, пластмассаны 150 м/мин кесу жылдамдығында егейді. Алмаздан жасалған кескіштер 25...200 сағат интервалында ұштары әбден қажалғанша жұмыс жасап, 6-10 қайрауға шыдас бере алады.

Табиғи алмаздармен бірге құрал-саймандарды өндіру барысында жасанды алмаздар да пайдаланылады. Оларды негізінен, абразивті құрал-саймандарды (тегістеуші доғалақтар, қырлайтын пасталар), қатты металдарды (керамика, жартылай өткізгіштер, шыны (ортасында және ішінде дөңгелек тесу) кесуге арналған құрал-саймандарды жасауға пайдаланады.

¹¹ Карат – бағалы асыл заттар мен маржанның салмағының жүйеден тыс өлшем бірлігі, 1 кар = 0,2 г = 200 мг.

Жасанды алмазды өндірістік синтездеуді 5,65... 16,5 ГПа (56,5... 165 кбар) қысым мен 3000°C-ға дейінгі температурада бірнеше минут бойы жүзеге асырады. Шикізат ретінде құрамында көміртек, күйе, графит, ағаш көмірі т.б. бар кез келген материалды пайдалануға болады. Үдерісті катализатордың көмегімен жүзеге асырады. Катализатор ретінде кез келген металл пайдаланылады – хром, никель, темір, тантал, кобальт т.б. Себебі алмаздарды катализаторсыз синтездеу үшін қысым 21,5 ГПа-ға (215 кбар), ал температура 3770°C-ден жоғары болуы керек.

Синтетикалық (жасанды) алмаздар үш маркалы болып өндіріледі: АСО, АСП, АСВ. Бұл маркалар қалыпты, жоғары және жоғары тығыздықта болады. Олар (СВ, карбонадо мен балластан басқасы), әдетте, өте ұсақ болып келеді, сондықтан кескіштер мен фрездерді жасауға жарамайды. Мұндай алмаз-дао тегістеуші құрал-саймандарды өндіруге пайдаланады. Синтетикалық алмаздардың кристалдарының массасы, әдетте, 1 кар-ға тең, сынғыш, үстіңгі бетінде табиғи алмаздарға қарағанда, кедір-бұдыры болады. Сондықтан мұндай кристалдар құрал-саймандардың құрамында байланыстырғыш элемент ретінде мықты бекиді. Бұдан алмаздың жоғары төзімділігін көреміз. Синтетикалық алмаздар байланыстырып немесе еркін күйіндегі ұнтақтан құрал-саймандарды дайындау барысында жиі қолданылады.

Алмазды өңдеудің кейбір нешізгі түрлерімен танысып көрелік.

Кескіш құрал-саймандарды қайрау. Кескіш құрал-саймандар қатты қорытпалы және минералокерамикалық пластиналардан жасалады. Оларды әртүрлі типтер мен формадағы абразивті доңғалақтармен қаптайды. Бұл формалар мен типтер кеселер, тәрелкелер, бас т.б. түрінде тікелей профилді, пропрофилді болып бөліне алады.

Қиын өңделетін материалдарда (шыны, керамика, гранит, ситалл т.б.) **тесік тесу** – әртүрлі құрылғылармен (ине тәрізді (2 мм-ге дейін бұрғылау), труба тәрізді (3...600 мм-ге дейін бұрғылау) және сегментті (трубалық құрылғылардың әркілі түрлері) бұрғылау арқылы жүзеге асады.

Жанып-ұштау – алдында цилиндр, гильза, төлкелердің блоктарын және тесігі бар басқа да бөлшектерді соңғы рет өңдеу жолы. Өңдеу аппараттың басына бекітілген ұштайтын қайрақтар арқылы жүзеге асырылады. Өңдеу барысында қайрақтар күрделі қоғзғалыстар жасайды (айналмалы), нәтижесінде дұрыс геометриялық фор-

малы, кедір-бұдырлығы минималды әрі өңдеу дәлдігі жоғары цилиндр алынады.

Супертегістеу – әдетте, сыртқы цилиндрлік және конустық үстіңгі бетін, сфереларды, жалпақ тілімшелерді алмазды қабаттан жасалған қайрақтың көмегімен өңдейді. Қайрақтар өңделіп жатқан үстіңгі қабат бойынша күрделі қозғалыстар жасайды.

Кесу – қатты және сынғыш табиғи және жасанды материалдарды, минералдарды, шыныларды, керамиканы, жартылайөткізгіш материалдарды бөлу операциясы. Әдетте, кескен кезде екі түрлі құрал-сайман пайдаланылады – ішкі және сыртқы кескіш алмазды жиектері бар доңғалақтар. Операцияны ірі айналмалар және қатты суықта жүргізу керек.

Тегістеу – қатты қоспалы бөлшектерді, керамика, кварц, шыны, жартылай өткізгіш материалдар мен өңделуі қиын материалдарды алмаздан жасалған абразивті құрал-саймандар көмегімен өңдеудің ең жиі қолданылатын үдерісі. Бұл үшін тегістеугі доңғалақтарды, алмаз пасталарын, қайрақтарды, алмаз ленталары т.б. қолданылады. Тегістеу әдетте, жазық-, дөңгелек-, ішкі-, профилдітегістеуші білдектерде, сондай-ақ арнайы құрал-жабдықтарда жүзеге асырылады. Айталық, алмаз пасталары арқылы жартылайөткізгіш пластиналар тегістеліп, жалтыратылады. Олардың кедір-бұдырлығын минималдандырады. Алмазды ленталар металдардың қисық сызықты үстіңгі бетін (турбиналардың қалақшалары) өңдеуге өте қолайлы.

Сонымен қатар, алмаздан жасалған құрал-саймандар **фрезерлеу, жетілдіру, сылау, түзету** т.б. үдерістер кезінде қолданылады.

Қолдан жасалған құрал-саймандардың ең көп ассортименті синтетикалық алмаздарды пайдалана отырып, жасалады. Оларға әртүрлі профилдер мен көлемдегі қайрақтар, қылауықтар мен ұштықтар жатады. Бұлармен металл бөлшектерін тесіп немесе бұрғылай отырып, өңделеді. Мұндай құрал-сайман түйіршіктік дәрежесі – АС8–АС4 және АСМ40–АСМ10 болатын синтетикалық алмаздардың ұнтағынан жасалған органикалық, металды және гальваникалық байланыстырғыш ретінде жұисала алады.

7.4. ЖОҒАРЫ ДӘРЕЖЕДЕ ҚАТТЫ МАТЕРИАЛДАР

Синтетикалық алмаздар негізінде жоғары дәрежеде қатты материалдар (ЖҚМ) құрастырылады. Солардың ішіндегі ең танымалдары – баллас, карбонадо, славутич, СВ мен эпитаксиалды ЖҚМ.

Баллас – жоғары дәрежеде қатты поликристалды материал, ол синтетикалық амаздың ұнтағынан алынып, әртүрлі мақсатта қолданылаты құрал-саймандарды жасауға арналған. балластың поликристалдарының түсі қоңыр, массасы – аз (0,15...2,5 кар) болып, кескіштер мен созғыштар (фильер) жасау үшін кескіш пластиналарды дайындауға ыңғайлы келеді. Балластан жасалған кескіштердің мықтылығы қатты қорытпалардан жасалған құрал-саймандардың мықтылығынан 50-60 есе жоғары. Сондықтан алюминийді кесу үшін барынша жоғары жылдамдыққа қол жеткізуге (1500м/мин) мүмкіндік берді. Бұл алмаздан жасалған кескіштің кесу жылдамдығынан 3 есе жоғары. Сонымен қатар, осы поликристалдардан ең маңызды бөлшектерді үстіңгі бетін тегістеуге арналған құрал-саймандарды жасап, олардың кедір-бұдырлық дәрежесін 2-4 есе төмендетіп, қатылығын айтарлықтай жоғарылатады.

Өңделіп отырған жоғары дәрежеде қатты материалдардың үстіңгі бетін тегістеу үшін олардың микрокедір-бұдырлығын пластикалық деформациялап, суық күйінде тығыздап өңдейді. Яғни былайша айтқанда, тойтарылады.

Балластың созғыштарды (фильер) жасау үшін пайдаланылуына ерекше тоқталып өтелік. Фильерлер диаметрі 12 мкм-нен 3 мм-ге дейінгі сымдарды созып тарту үшін қажет. Баллас өндірілгенге дейін созғыштарды жоғары сапалы зергерлік алмаздардан жасайды, ал ЖҚМ-дағы тесіктерді өңдеу үдерісіне лазер ендірілгеннен бері жіңішке жіптерді (желілерді) дайындау үдерісі айтарлықтай жеңілдеп, арзандады. Созғыштардың жұмысшы тесігінің құрылымы – өте күрделі, ол кіріс бөлігінен (кіріс түтпелер), майлайтын және жұмысшы конустары, калибрлік аймақтар, өңдеуші конус мен шығыс бөлігінен (шығыс түтпелер) құралады.

Созғыштардың қолданылу аймағы әртүрлі болып келеді: өте жұмсақ металдарды (алюминий, цинк, олардың негізіндегі қорытпалар), жұмсақ (мыс, күміс, алтын, платина), жартылай қатты (жез, қола, никель, константан, манганин) және қатты (болат, нихром,

вольфрам, молибден) материалдарды суықтай созу үшін. Созылатын материалдың диаметрі мен қасиеттеріне қарай созғыштарды жасай үшін массасы 0,8...2,2 кар ЖҚМ сұрыпталып алынады. Балластан жасалған созғыштардың мықтылығы, қатты қорытпалардан жасалған созғыштардың мықтылығына қарағанда, 250 есе жоғары. Сондықтан ұзындығы 17 мың км болатын сымды созып, тартуға мүмкіндік береді.

Жұқа сым электр шамдарын, жартылайөткізгіш аспаптардың электродты түйіндері мен микросызбаларды, миниатюралы трансформаторларды, көптеген аспаптар мен ғарыштық техника аппараттарының құрамына кіретін электромагнитті релені және т.б. аспаптар, құрал-саймандарды жасау үшін қажет. Сонымен қатар, диаметрі 20 мкм микросымдар сеткографияда торлы трафареттер, сондай-ақ елутерді жаасау үшін кең қолданыс тапқан. Алайда созғыштар арқылы тек металдар мен қорытпаларды ғана созып, тартпайды. Жібек маталарды жасау үшін қажетті, парашюттерді тігуге арналған жібек жіптерді алмазды созғыштар арқылы өткізіп, калибрін диаметрінің бойымен оның теңдей болуына ерекше назар қойып, тегіс, тығыз әрі сырғыма жіптер алады. Осы мақсатта созғыштарды жасанды талшықтарды тоқуға арналған машиналардың ішіне орналастырады.

Карбонадо – құрылымы – радиалды-сәулелі, бір-бірінің ішіне кіріктірілген кристалдары бар, қара немесе қоңыр-сұр түсті поликристалды синтетикалық алмаз. Мұндай алмаз қатты әрі мықты болып, кескіштерді жасауға жарамдыт келеді. Олар белгілі био қатты материалдарды өңдеуге арналған. аталған алмаздарға ситалла, лағыл, фарфор, германий, керамика т.б. жатады. Керамиканы 200...300 м/мин, ал қатты қорытпаларды – 15... 30 м/мин кесу жылдамдығында карбонадоның көмегімен өңдейді.

Славутич – жоғары қысымда қатты қорытпаның (ВК6) ұнтағы мен синтетикалық алмаздың ірі түйіршіктерін (400...500 мкм) қосып, біріктіру арқылы алынған жоғары дәрежеде қатты синтетикалық материал. Славутич 800°C температурада және 20 МПа (200 бар) қысымда жұмыс жасауға қабілетті бұрғылауға арналған құрал-саймандарды армиттеу үшін қолданылады. Алайда бұл материал өлшеу құрал-саймандарын жасау үшін де пайдаланылады. Сөйтіп, славутичтен жасалған өлшеу қапсырмалары 800 мыңнан астам өлшеуді, ал шынықтырылған болаттан жасалған қолшеу құралдары 105 мыңнан астам өлшеуге шыдас береді.

СВ материалы – табиғи және синтетикалық алмаздардың ұнтақтарының қоспаларын жоғары дәрежегі қысыммен синтезді біріктіру арқылы алынған поликристалды жоғары дәрежеде қатты алмазды минерал. Ол кесетін пластиналар, созғыштар, бұрғылау құралдарын жасауға арналған. Аталған материал өте қатты, табиғи алмаздарға қарағанда, мықты, себебі оның құрылымы бір-біріне терең кіріктірілген кристалдардың өзара қиюластырылған жүйесін көрсетеді (карбонадоның құрылымына ұқсайды).

Эпитаксиалды ЖҚМ – эпитаксия тәсілімен (төсемнің үстінде ретті өсіру арқылы) газды фазадан (метан) өндірілген пленкалы поликристалды материал. Үдерісті арнайы қондырғыда жүзеге асырады, мұнда төсеме ретінде алмаз пайдаланылады. Оның құрылымы импульсты тәртіппен метаннан жоғары дәрежеде қатты пленканың құрылымына ұқсайды. Әбден қанықтырылған метанды айдаған кезде жарық сәулелері жарқылдап шығады. Айнаның көмегімен олар қоспаның үстінде бекітіліп, нәтижесінде алмаздың төсемде пленкасы пайда болады. Алмазды пленканы бұлайша өсіру жоғары дәрежеде үлкен қысымды, жоғары температураны және катализаторларды қажет етпейді. Жылдам кескіш бұрғы алмазды пленкамен қапталып, әдеттегіден 3 есе ұзақ уақыт жұмыс жасай алады.

Екі модификациялы – гексагоналды (ГНБ) және кубтық (КНБ) (бір-бірінен жоғары химиялық тұрақтылығы мен жылутөзімділігімен, сондай-ақ жоғары дәрежеде қаттылығымен және ыстыққа төзімділігімен ажыратылатын) бора нитриді негізінде бірқатар ЖҚМ-дар алынған. Бораның гексагоналды нитриді – ақ түсті ұнтақ, одан графиттен алынғандай, жоғары дәрежеде ыстыққа төзімді отбақырлар, құрғақ майлағыштар т.б. жасалады. КНБ негізіндегі жаңа жоғары дәрежеде қатты алмазға ұқсайтын синтетикалық материал алмаздан кем емес, кей жағдайларда тіпті одан асып түсетін қасиетке ие. Оны **барозон** деп атайды. Барозон – бора (45,6%) мен азоттың (54,4%) қосындысынан тұрады. Ол темірге қарағанда пассивті, ешқандай қышқыл, немесе оның қоспалары және басқа да сілтілер оған әсер ете қоймайды. Аталған синтетикалық алмазға ұқсас материал алмаздан жылутөзімділігі (2000°C, салыстыру үшін қараңыз: алмаздың жылутөзімділік қабілеті – 800°C) жағынан асып түсіп, тек микротығыздығына (боразонның тығыздығы – 89...94 ГПа, ал алмаздың тығыздығы – 100,6 ГПа) қарай ғана төмендей алады. Боразонды КНБ мен азоттан жоғары қысымда және жоғары температурада

катализатордың көмегімен алады. Боразон алмазға кристалды торларына қарай ұқсас келеді, бұл оның қасиеттерінің арасында ұқсастық бар екенін көрсетеді. Боразонның кристалдары алмаздың көптеген кристалдарына қарағанда, өткізгіштігі жоғары болып келеді, ал түйіршіктері – пішіні мен түсі жағынан әрқилы болып келеді. Алмаз сияқты боразонның абразивті қасиеттері ерекше, баршаға таныс тегістелген материалдардың қасиеттерінен әлдеқайда асып түседі. Әртүрлі зауыттарда өндірілетін боразонның сауда маркалары әдетте, «кубонит» және «эльбор» деген атаулармен танылған.

Эльбор – КНБ (85...90%), магний оксиді мен кальциден (5...2%) және баяу балқитын қосылыстардан (10...1%) тұратын жоғары дәрежеде қатты синтетикалық материал. Бұл материал түйіршіктері 250 мкм құрайтын ұнтақ түрінде тегістелген құрал-саймандарды жасау үшін пайдаланылады. ЖҚМ өндіру бойынша жұмыстардың дамуымен эльбор-Р –тығыз цементтердірілген, бір-біріне кіріге өскен кристалдарының размері бірнеше микрометрге жететін кесетін эльборға деген сұраныс арта түсті. Эльбор-Р диаметрі 3,5...7,0 мм және биіктігі 4...6 мм цилиндр түрінде дайындалады. Мұндай материалдың ерекшелігі – жоғары дәрежеде қатты (80...90 ГПа), термиялық және химиялық төзімді, темірге толығымен инертті, сондай-ақ металданған кескіш пластиналарын кескіштер мен фрездердің ұстағыштарына дәнекерлеудің сенімділігі.

Эльбор-Р-мен жылдам кесетін шынықтырылған болаттан жасалған өнімдерді 100м/мин жылдамдықпен қайрағанда, қатты қорытпалардың құрал-саймандар мен металокерамиканың қаттылығы он есе жоғары, ал төзімділігі 1,5 есе төмен болады. Мұндай кемкіштермен қалыптардың бөлшектерін жасау барысында қатты қорытпаларды өңдеуге болады. Эльбор-Р-дан жасалған кемкіштерді сандық бағдарламалық басқаруы бар білдектер мен автомат-білдектерде қолдануға тиімді екендігі анықталды. Шамамен 1000°C температурада қыздырғанда, эльбор-Р-ден жасалған кескіштің кесетін жиектері тотығады. Алайда өнімнің үстіңгі бетінің кедір-бұдырлығы төмендей қоймайды. Зерттеу нәтижесінде, кескіш тегістеуші ретінде жұмыс жасайтыны, микрокедірлікті пластикалық деформациялайтыны анықталды. Эльбор-Р-дан жасалған бұрғылардың төзімділігі дәстүрлі материалдардың төзімділігінен он есе жоғары болады.

Гексанит-Р – модифицияланған (соққы жарылыс толқынында қысқа мерзімді өңделген) ГНБ-дан алынған, 20 ГПа (200

кбар) қысымда және 1500°C температурада синтезделген жоғары дәрежеде қатты синтетикалық материал. Осы тәсілмен алынған поликристалдар – диаметрі 8,0; биіктігі – 2,5...3,0 мм және массасы – 0,3...1,5 кар цилиндр түрінде болады, олардың құрылымы – жұқа түйіршікті, жабысқақтығы жоғары, қаттылығы – жоғары, темірге инерттілігі – толық келеді. Шынықтырылған болаттар мен шойындарды қайрау барысында жұмыс жасайтын, өнімнің үстіңгі бетін өңдеу барысында соққы жүктемесіне шыдас беретін металл кесуші құрал-саймандардың қосымша бөлшектерін жасауға арналған.

Зерттеу нәтижесінде кесу жылдамдығы 140 м/мин гексанит-Р-ден шынықтырылған шойыннан жасалған кескіш 3 сағат бойы үздіксіз жұмыс жасағанын көрсетті. Бұл қатты қорытпалы кескіштің мықтылығынан 10 есе асып кетті.

Белбор (белорустық бора нитриді) – катализаторларды қолданбай синтезделген (нәтижесінде ұнтақтар мен ірі поликристалдар алынған) ЖҚМ. Оның қаттылығы мен жылутөзімділігі – өте жоғары, шынықтырылған болаттар мен қатты қорытпаларды өңдеуде жиі қолданылады.

Исмит – КНБ-ны басқа заттармен араластыра отырып алынған, жоғары дәрежеде қатты синтетикалық поликристалды материал. Кескіштер мен фрездердің кескіш қосымша бөлшектерін жасау үшін пайдаланылады. Қоспалы, шынықтырылған болатты 140м/мин жылдамдықта қайраған кезде оның 4 сағат бойы үздіксіз жұмыс жасағаны анықталды.

Дисмит – жоғары қысымда металды катализатор көмегімен өңделген, карбонадо немесе баллас типіндегі (шихта мен синтездеу шарттарына байланысты) кристалды торлары бар және алмаз бен КНБ-ның қасиеттеріне жақын синтетикалық алмаздың ұсақ ұнтақтары (20...25%) мен КНБ-ны (75...80%) біріктіру арқылы алынған жоғары дәрежеде қатты поликристалды материал. Қиын өңделетін материалдарды – фосфорлы қола қайраған кезде кескіш үзіліссіз 12 сағат бойы жұмыс жасап, жалпы ұзындығы – 288 км жаңқалар шығарған.

Кибор – боразонның (кубанит, эльбор) бір түрі ретінде 1400°C температурада өзінің жұмысшы қасиеттерін сақтап, синтетикалық алмаздан 20% мықтылығымен ерекшеленетін материал.

Әртүрлі материалдардан жасалған кескіштердің жұмысшы қасиеттері 7.3-кестеде сипатталған.

Кесте 7.3. Әртүрлі материалдардан жасалған кескіштердің жұмысшы қасиеттері

Кескіштің материалы	Микроқаттылығы, ГПа	Температуралық төзімділігі, °С	Кесу жылдамдығының шегі, м/мин
Болат:			
Көміртекті	—	200... 220	3.5
Құймалы	—	250... 350	10.15
Шынықтырылған жылдам кескіш	14	610.670	30...40
Қатты қорытпалар	15...30	570...1000	150...300
Минералокерамика	93	300.1200	250...500
Алмаз	100	800...850	500...3000
Карбонадо	90...100	1200...1300	500...3000
Эльбор-Р	80...90	1300...1500	500...3000

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай материалдар құрал-саймандар жасауға қатысады?
2. Жылдамкескіш болат дегеніміз не?
3. Қатты қорытпалар деп қандай материалдарды атайды?
4. Қатты қорытпалардың қаттылық дәрежесі қандай?
5. Алмаздар қандай қасиеттерімен ерекшеленеді?
6. Қандай материалдарды жоғары дәрежеде қатты материалдар деп атайды?

ҚАЛЫПТАР, ПРЕСС-ҚАЛЫПТАР ЖӘНЕ ӨЛШЕУ ҚҰРАЛДАРЫН ЖАСАУҒА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

8.1. ҚАЛЫПТАР МЕН ПРЕСС-ҚАЛЫПТАРДЫ ЖАСАУҒА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

Құрал-саймандардың суық өңдеуге арналған қалыптарының ортасының жеткілікті дәрежеде жұмсақ болғанына қарамастан, тығыздығы жоғары, тозуға төзімді, майыстыру, сығуға шыдас бере алатын, жылуөткізгіштік дәрежесі – жоғары, соққыға төзімді т.б. қасиеттерге ие болуы керек.

Суық өңдеуге арналған қалыптар негізінен, бір-біріне ұқсас келеді. Арасындағы айырма – жұмысшы құрал-саймандарында және өңделетін бөлшектерінде. Әдетте, кез келген қалыптың қалыпты блок, пуансон және матрицалары, алынғыш, итергіштері мен басқа да бөлшектері болады.

Қалыптың блогы – екі параллель плитадан (үстіңгі және астыңғы) тұрады. Плиталар бағыттаушы бағаналары және қалыптың сырғымаларының көмегімен құйыршықтарының төлкелері бойымен қозғалуға қабілетті болады. Қалыптың плиталары әдетте, көміртек мөлшері төмен болаттар немесе шойыннан жасалады. Олар құйма тәсілімен немесе кесу арқылы жасалады.

Әбден тозғанша жұмыс жасайтын, белгілі бір дәрежеде қысымға сезімтал, сонымен қатар майысқақ **бағаналар** мен **төлкелер** жасау үшін 20 болатты пайдаланады. Оны алдымен цементтеп, термиялық өңдеуден өткізіп, содан кейін тегістеп, қосымша өңделеді. Бұл жағдайда бағаналар мен төлкелердің бір-бірімен қиюласатын үстіңгі беттері қатты болады. Олар майланғаннан кейін тозғанша жұмыс істеу жағдайында да жақсы жұмыс істей алады. Ал осы бөлшектердің өзегі (ортасы) шынықтырылмаған, жабысқақ, майысып, сығылып жұмыс жасауға қабілетті күйде қалады.

Төсемелер, сұққыштар, арнайы бұрандалар мен басқа да қосым-

ша бөлшектерді жасау үшін 45 және 40Х болаттарын пайдаланады. Итергіштер, алынғыштар, қағып алғыштар, төсемелерді құрал-саймандар жасауға арналған көміртекті У10А болатынан жасауға болады. Әдетте, осы аталған бөлшектер термиялық өңдеуден өткізіледі.

Пуансондар мен қалыптардың матрицалары шағын көлемді болады, олар қарапайым қалыптардың ұсақ бөлшектерін қалыптауға арналады. Оларды шауып алу, тесу, созу, майыстыру, кесу және орнықтыру арқылы әдетте, көміртекті У10А болатынан дайындайды. Ескеретін жайт – көміртекті болаттар шынықтырылып, жұмсартылғаннан кейін өздерінің пішіні мен көлемін сынуы және құрылымының қайта құрылуы есебінен өзгертеді.

Қалыптардың үлкен өлшемді бөлшектерін жасауға арналған қалыптардың жұмысшы құрал-саймандарының мұқалуына шыдайтын және тозып, ескіргенше жұмыс жасауы үшін әдетте, Х12М, Х12Ф1 маркалы құйма болаттарды пайдаланады (МЕМСТ 5950-73).

Осы аталған болаттардың құрамындағы аустенит термиялық өңдеуден өткен соң, болаттарды жабысқақ және күрделі эксплуатациялық жағдайларда жұмыс жасауға қабілетті етеді. Пуансондар мен матрицаларды жасау үшін 9ХС, ХВГ, ШХ15 маркалы болаттар қолданылады. Олар сатылай шынықтырылғаннан кейін жабысқақтық дәрежесі жоғарылайды. Себебі бұл жағдайда олардың құрылымында аустениттің белгілі бір дәрежеде қалдығы сақталып қалады.

Белгілі бір материалды пуансондар мен матрицаларды жасауға пайдалану өңделіп отырған материалдың қасиеттеріне, өндірілетін өнімдердің санына, олардың сапасына қойылатын талаптарға, өнімнің мөлшерлерінің арақатынасына (қалыңдығы мен минималды мөлшерінің) қарай анықталады. Сорғыш және шабатын қалыптардың пуансондары мен матрицаларын біріктіріліп, пластикалық тегістелген материалдардың қатты қорытпаларынан жасап, алмазды кескіш құрал-сайманмен өндеген дұрыс. Бұл жағдайда қалыптарды дайындау құны – 3-5 есеге жоғарылайды, ал төзімділігі – он есе артады.

8.1-кестесінде құрал-саймандарды жасауға арналған болаттардың химиялық құрамы мен термиялық өңдеу тәртібі келтірілген.

Ыстық өңдеуге арналған қалыптардың құрал-жабдықтары суық өңдеуге қарағанда, әлдеқайда күрделі жағдайларда жұмыс жасап, 450...550°С-а дейін қызады. Термиялық өңдеу кезінде қалыптардың материалдарының механикалық қасиеттері жоғары, қажалу мен сы-

Кесте 8.1. Металдарды суық күйінде қалыптау мен кесуге арналған құрал-саймандарды жасауға арналған болаттардың химиялық құрамы және термиялық өңдеу тәртібі

Болаттың маркасы	Химиялық құрамы, %						Термиялық өңдеу тәртібі			
	Көміртек	Марганец	Кремний	Хром	Молибден	Вольфрам	Шынықтыру температурасы, °С	Суыту ортасы	Жұмсарту температурасы, °С	Жұмсартылғаннан кейінгі қаттылығы, HRC
УЮ	0,95... 1,04	0,15...0,35	0,15...0,35	0,20-ке дейін	—	—	780...800	Су немесе май	180...200	56... 59
ШХ15	0,95...1,10	0,20...0,40	0,15...0,35	1,30... 1,65	—	—	835... 855	Май	280... 320	54... 56
ХГ	1,30... 1,50	0,45... 0,70	0,15...0,35	1,30... 1,65	—	—	840... 860	»	280... 320	54... 56
9ХС	0,85...0,95	0,30...0,60	1,20... 1,60	0,95... 1,25	—	—	830... 870	»	250... 270	59...60
Х12	2,00...2,30	0,35-ке дейін	0,40-ке дейін	11,50...13,00	—	—	950... 1 000	»	210 немесе 415	58...62
Х12М	1,45... 1,70	0,35-ке дейін	0,40-ке дейін	11,00...12,50	0,40...0,60	0,65...0,80	975... 1 050	»	170 немесе 450	56...60
Х12Ф	1,30... 1,50	0,35-ке дейін	0,40-ке дейін	11,00...12,50	—	0,70...0,90	975... 1 050	»	170 немесе 450	56...60
6ХС	0,60...0,70	0,30...0,60	0,10...0,60	0,95...1,15	—	—	840... 860	»	150... 180	58...62
5ХВС	0,45...0,54	0,20...0,40	1,00...1,30	—	—	—	850... 900	»	200... 225	56...58
5ХВГ	0,55...0,70	0,90... 1,20	0,50...0,80	0,50...0,80	—	—	820...870	»	180...220	56... 59

нықтардың (жарықтардың) пайда болуына шыдас беруі, жылуөткізгіштіші мен кесу арқылы өңделу дәрежесі жоғары болуы керек.

Суық қалыптауға қарағанда, ыстық қалыптауды (балғалау) жинақтық тәсілдермен орындайды. 40X немесе 45 маркалы болаттардан жасалған қалыптардың (блоктардың) негізінде арнайы ұяшықтар жасайды. Оларға ыстық орнықтыру немесе үшкілдеу жоылмен жұмысшы құрал-саймандарды – пуансон және матрица, ақпа қосымшаларды бекітеді. Қосымшалар 5XНМ немесе 5XГМ, Х12М, 40Х, 45, У7А, 7Х3 және т.б. (МЕМСТ 5950-73, МЕМСТ 1435-74) маркалы болаттардан жасалады.

Бірбүтін балғалаушы қалыптар әбден тозып, тізімнен шығарылғанша 2-3 рет жөндеуден өтеді. Оларды 15-20 рет қайта қалпына келтіруге болады.

Пресс-қалыптарға арналған материалдарға ауыспалы термомеханикалық, физика-химиялық және механикалық әсерлерге жоғары дәрежеде шыдамды болу, термоөңдеу барысында барынша минималды деформация мен дайындау кезінде кедір-бұдырлықты барынша азайту секілді жоғары талаптар қойылады.

Пресс-қалыптардың жұмыс жасау ерекшеліктері: балқытылған металдың жоғары температурасы, оны пресс-қалыпқа шашудың жоғары дәрежедег жылдамдығы (15...60 м/с) және металға қатты қысым беруі (1...10 МПа, мысты қорытпаларға – 30...100 МПа). Сонымен қатар, қалыптардың материалдарының тамшы тескен орындары сұйық металмен қарқынды желініп отырады. Пресс-қалыптар әртекті қыздыруға шыдайды.

Пресс-қалыптардың жұмысқа қабілеті жұмысты құрал-саймандарды жасау материалдарын дұрыс таңдау, минималды кедір-бұдырлығы, термиялық өңдеуі, жұмысшы көлемін тазалау мен майлауына: плиталар, серіппелер, ішпектер, алюминий және мыс қорытпаларынан жасалған пресс-қалыптардың құймалар – байланысты анықталып отырады. Бұл үшін 3Х2В8, 5ХН21, 7Х3, 4ХВС маркалы болаттар, ал бағыттаушы бағаналар, итергіштер, төлкелер үшін 15, 20 және 40Х маркалы болаттар пайдаланылады.

Құйылған өнімдерді алуды үдерісін жеңілдету үшін құйма қалыптардың үстіңгі бетін хромдап, мұқият тегістеп, бірқалыпты ауыстыра отырып, өңдейді. Жұмысшы үстін хромдау мүмкін болмаған жағдайда, құрамында хром мөлшері көп материалдарды пайдаланған дұрыс.

Өлшеуіш құралдарды жасауға арналған материалдарға кескіш құрал-саймандарға арналған материалдармен салыстырғанда, қосымша талаптар қойылады. Олардың ең бастылары – СКТК көрсеткішінің аздығы, минималды деформация және жақсы шынықтырылуы, өнімнің үстінгі бетінің кедір-бұдырлығын азайту, көлемдерін тұрақты сақтай отырып, термиялық өңдеуден өткізу, сонымен қатар коррозияға төзімділік.

Металдарды кесу, сығу арқылы өңдеуге арналған әмбебап өлшеуіш құралдарын қолданылу аясы мен өлшеу дәлдігіне қарай сызғыш, штангенқұралдары, микрометриялық құралдар, калибрлер, плиткалар т.б. деп бөлуге болады.

Сызғыш құралдар – кәдімгі металды сызғыштар мен ұзындығы әртүрлі рулеткалар. Олардың үстінде бөліктер – арасы 1 мм болатын штрихтер өрнектелген.

Штангенқұралдар (штангенциркульдар) – екі еріншесі бар өлшеуіш құрал: біреуі – масштабты (бөліктері бар) сызғышпен (штанга) қозғалыспай біріктірілсе, екіншісі – нониусы бар сызғыштың бойымен қозғалады. Бөліктердің бағалаулары – 0,1; 0,05 және 0,02 мм арасында. Штангенинциркульдың бағалау бөліктері – 0,1 мм болып, тереңдікті өлшеуге арналған.

Микрометриялық құралдар (микрометрлер) белдіктерді, тесіктердің қалыңдығы мен тереңдігін 0,1 мм дәлдікпен өлшеуге арналған.

Калибрлер белдіктер мен тесіктердің бөлшектерінің өлшемдері бойынша брақтау үшін жұмсалады. Сыртқы өлшемдерін бақылау үшін – **қапсырма**, ішкі өлшемдеріне – **тығын**, ал кесу үшін – **сақиналар** қолданылады. Калибрлердің екі өлшемі болады. Олардың арасында өнімнің ақиқат өлшемі көрсетіледі. Калибрлердің бірі – *өтетін*, ал екіншісі – *өтпейтін* болып табылады. Өтпелі өлшемді тығындарды, әдетте, өтпейтін тығындарға қарағанда, ұзынырақ етіп жасайды. Алдымен өңделетін өнімді калибрдің өтетін бөлігінен өткізіп, содан кейін оларды өтпейтін бөліктерімен үйкестіреді. Өтпейтін бөлігінде өнім түгелімен өтпей, арасында біразы тұрып қалады.

Плиткалар – өлшеуіш құралдарды тексеруге, берілген өлшемді, әсіресе білдектерді жөндеу т.б. барысында белгілеуге арналған

ұзындық өлшемдері. Олар өзара-параллель өлшеуіш жазықтықтары болады. Жазықтықтар жоғары дәлдікпен, минималды кедір-бұдырлықпен және номиналды өлшемдері әртүрлі етіп жасалады. Плиткалардың маңызды қасиеті – біреуінің екіншісіне асқан мықтылықпен ысқылануы. Бұл плиткалардан қажетті өлшемді блоктар жасауға септігін тигізеді.

Сапасына қойылатын жоғары талаптарына қарай өлшеуіш құралдары ХГ, Х, ХГС, ХВГ, 9ХВГ (МЕМСТ 5950-2000) құйма болаттарынан, 38ХЮ, 38МЮА және 38ХВФЮ (МЕМСТ 1435-74), жоғары көміртекті У8А, У10А, У11А, У12А (МЕМСТ 1050-88) және төмен көміртекті 15, 20 (МЕМСТ 1050-88) маркалы болаттардан жасалады.

ХГ және Х маркалы болаттардан термиялық өңдеуде аз деформацияланатын өлшеуіш құралдары жасалады. Мұндай құралдарға тегіс, кескіш тығындар мен сақиналар, нұсқаушы калибрлер, штихмассалардың өлшеуіш серіппелері, үшбұрышты сызғыштар, сызбаүлгілік сызғыштар, жазықпараллельді плиткалар жатады.

ХГС және ХВГ маркалы болаттар кескіш калибрлерді, жазықпараллельді плиткаларды, яғни тербеліс күші жоғары дәрежедегі құралдарды дайындау үшін пайдаланады.

ХВН маркалы болаттарын күрделі формалы сызбаүлгілер, сызбаүлгілік сызғыштар жасалады.

Реттеуші кескіш сақиналар, нұсқаушы калибрлер, сызғыштар 38ХЮ, 38ХМЮА және 38ХВФЮ (МЕМСТ 1435-74) маркалы болаттардан жасалады. Микрометрлердің микробұрандалары, штангенциркульдардың штангалары, радиусты шаблондар, қозғалмалы штихмассалардың қосымшалары мен штангенциркульдердің қозғалмалы аяқтарын т.б. құралдарды дайындау үшін У8А, У10А, У11А, У12А маркалы болаттар пайдаланылады.

Бір-екі жақты далпақ тілімшелі қапсырмалар, өтпейтін және өтетін тығындар, қалыптар, шаблондар, үшбұрышты сызғыштардың ұзын жақтары секілді құралдар үшін 15, 20, 15Х, 20Х маркалы болаттар пайдаланылады. Олар құрал-саймандар жасалғаннан кейін цементацияланып, одан кейін термиялық өңделеді.

Өлшеуіш құралдарын жасауға арналған болаттарға сәйкес стандарттарда көрсетілген талаптар қойылады. Мұндай болаттарды балқытпалары металды емес қоспаларды (оксидтер, сульфидтер, сондай-ақ карбидтер – карбидті тазалау) тазарту деңгейіне қарай анықталады. Сонымен қатар, СКТК қажетті көрсеткішімен шектелу керек.

Асқан дәлді құрал-саймандарды жасау үшін жоғары сапалы металдар (қоспасыз және тазартылған) пайдаланылады. Оны алудың кең таралған тәсілдерінің бірі – *электрқожбен қайта балқыту* (ЭҚБ). Бұл үдеріс 1700...2000°C температурада қыздырылған атмосфералық қысыммен мысты катализаторда жүзеге асырылады. ЭҚБ тәсілі арқылы массасы 150...200 т құймалар алынады. Ал отқа төзімділігі болмағандықтан, осы марка үшін оңтайлы химиялық құрамды дұрыс таңдауға септігін тигізеді. ЭҚБ арқылы қайта балқытылған құйманың үстіңгі беті таза, шлақтың жұқа қабатымен қапталған болып шығады. Шлактан оңай тазартуға болады.

Осы сипатталған тәсілдерден басқа қайта балқытаудың басқа да әдіс-тәсілдері баршылық. Мәселен, вакуумды индукциялы балқыту (ВИБ), вакуумды доғалық қайта балқыту (ВДБ), электронды-сәулелі қайта балқыту (ЭСБ), плазмалық-доғалық балқыту (ПДБ) т.б.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қалыптар мен пресс-қалыптардың жұмысшы бөлшектерін жасауға арналған материалдар қандай қасиеттерге ие болуы керек?
2. Өлшеуіш құралдарын дайындауға арналған материалдарға қандай талаптар қойылады?
3. Электрқожды балқыту қалай орындалады?
4. Құйма қалыптардың үстіңгі жұмысшы бетін не үшін жалтыратады?

ҰНТАҚТЫ ЖӘНЕ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР



БӨЛІМ

Тарау 9. Жаңа материалдар

**Тарау 8. Керметтер және
композициялық материалдар**

9.1. ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

Жаңа буынды материалдарға ұнтақты қорытпалар, керметтер және композициялық материалдар жатады. Оларды қолдану – машина жасау, құрал-саймандар жасау құрылысы, авиағарыштық техника мен техниканың басқа да салаларында біршама жеңілдіктер әкелді. Ұнтақтар – металдар мен қорытпалардың жеке бөлшектері. Олардың поликристалды құрылысы күрделі, 1...200 мкм диапазонында әртүрлі өлшемдері болады. Ұнтақтарды пайдалану арқылы ұнтақты материалдар – біріктірілген қорытпалар, біріктірілген материалдар мен керметтер т.б. алына бастады.

Біріктірілген қорытпалар – металл ұнтақтарынан металлургияда ұнтақтау тәсілі арқылы алынған материалдар. Өндірісте вольфрам, молибден, темір, никель, мыс, алюминий (мәселен, біріктірілген алюминий пудрасы (БАП) мен ыстыққа төзімді және ыстыққа тұрақты өнімдерді жасауға арналған біріктірілген алюминий қорытпасы (БАҚ) секілді түрлері кең қолданыс тапқан.

Біріктірілген материалдар – металл ұнтақтары мен металға ұқсас қосылыстардың, және олардың металды емес ұнтақтармен қоспаларынан ұнтақты металлургия тәсілімен алынған жартылай фабрикаттары.

Керметтер (атауы «керамика» және «металл» сөздерінің алғашқы буындарынан ықшамдалу арқылы жасалған) – керамикалық және металды ұнтақтарды ары қарай біріктіре отырып, қоспаларын баспалау арқылы алынған материал. Керамикалық қоспалар ретінде баяу балқитын карбидтер, боридтер, силицидтер мен нитридтер, ал металл қоспалар ретінде – никель, хром, темір, вольфрам, молибден, тантал т.б. металдар және баяу балқитын металдар қолданылады. Керметтерден металл кесетін құрал-саймандар, авиациялық турби-

налардың бөлшектері мен жоғары жүктемелер мен температурада, сондай-ақ агрессивті ортада жұмыс істеуге қабілетті басқа да өнімдер жасалады.

9.2. **ҰНТАҚТЫ БІРІКТІРІЛГЕН ҚОРЫТПАЛАР**

Металды ұнтақтардан псевдоқорытпалар (грек тіліндегі: *pse udos* – *өтірік, жалған* сөзінен аударылған) деп аталатын материалдар алынады.

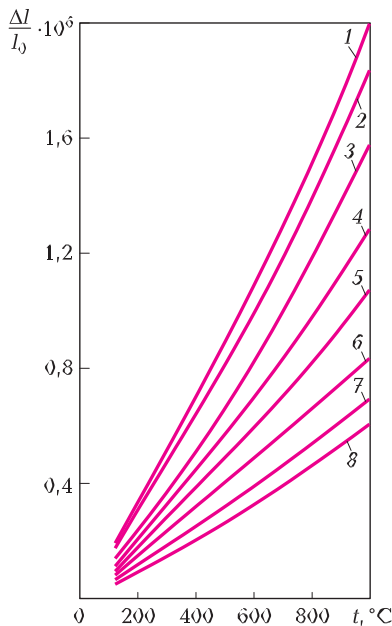
Псевдоқорытпалар – қатты (молибден, вольфрам) және жұмсақ пластикалық (мыс, күміс) металдардың байланыстырушы ұнтақты қоспалары. Псевдоқорытпаларға тән қасиеттерді олардың құрамындағы компоненттердің арақатынасын өзгерте алып анықтауға болады. Мыстың мөлшерін ұлғайтып, соған сәйкес молибденнің мөлшерін азайта отырып, **молибденмысты** (МД) псевдоқорытпа алуға болады. Оның СКТК көрсеткіші кең диапазонында өзгереді.

Псевдоқорытпаның СКТК көрсеткіші мыстың концентрациясына тікелей байланысты болатыны эксперименталды дәлелденген. Оны псевдоқорытпа құрамында молибде мөлшері ұлғайғанда, молибденді каркастың түзілуімен түсіндіруге болады.

Молибденді псевдоқорытпаның компоненттерінің мөлшеріне қарай температуралық кеңеюінің өзгерісі *9.1-суретте* көрсетілген. Ең үлкен кеңею – мыста (**1**), ал ең аз кеңею – молибденде (**8**) байқалады. Молибденді псевдоқорытпалардың қатысты температуралық кеңеюінің жалпы үрдісі мынадай – температура жоғарылаған сайын оның мөлшері ұлғаяды, ал қорытпадағы мыстың мөлшерінің азаяуымен температуралық кеңею 83,3-ден 14%-ға көбейеді (қараңыз: *сурет 9.1, 2-7 қисықтары*).

Мыстың өзіне ғана тән қасиеттері псевдоқорытпалардың басқа да қасиеттерінен көрінеді. Мәселен, МД30 маркалы псевдоқорытпасының үлесті электрлік кедергісінің өзгеруі – мыстың параметрлерінің өзгеруіне ұқсайды. Десек те, бұл қорытпадағы молибден мөлшері бүкіл көлемінің 2/3 бөлігін құрайды. Бұл псевдоқорытпаның толық мағынада қорытпа еместігін және өзіндік ерекшеліктері бар екенін көрсетеді.

Псевдоқорытпалардың қасиеттері оларды дайындаудың технологиялық үдерісіне тікелей байланысты. Бұл үдеріс ұнтақтардың қоспаларын баспалаудан, оларды ары қарай сұйық мыста қосымша



Сурет 9.1 Молибденмысты псевдоқорытпалардың компоненттерінің мөлшері мен температураға байланысты қатысымды температуралық кеңеюі

1,8 – мыс пен молибден; 2, 3 – 83,3% молибден және 70,2% мыстың псевдоқорытпалар; 4,5 – 50,2% молибден мен 42,2% мыстың псевдоқорытпалары; 6, 7 – 28% молибден мен 14% мыстың псевдоқорытпалары

қанықтырып, біріктіруден көрінеді. Псевдоқорытпалардың жолақтарын (жалпақ тілімшелерін) алудың перспективті тәсілі – ұнтақтарды алдын ала қанықтыру. Бұл біріктірумен және одан ары қайтадан қанықтырумен байланысты өрбиді. Ұнтақтарды баспалау арқылы белгілі бір өлшемді дөңгелек қалыпшалар алынса, оларды тілімшелерге немесе ленталарға айналдыру әлдеқайда күрделі әрекет. Ұнтақтарды қанықтыру арқылы қалыңдығы 0,9...13 мм жолақтарды немесе тілімшелерді алуға болады.

Псевдоқорытпалардан жасалған тілімшелердің жұқарту бағыты бойымен анизотропты қасиеті болады. Қасиеттері бірдей тілімшелерді алу үшін әрбір дайындаманы сығып алғаннан кейін оларды жұқарту бағытын өзгерту керек. Бұл кәсіпорындардың өндірісте оңай үдеріс емес, сондықтан жарамсыз тәсіл болып саналады. Псевдоқорытпалардың қасиеттерін тұрақтандыру үшін барлық тілімше-

лердің қалыңдығы 90...95%-ға сығу деңгейіне қарай деформацияланады. Бұл МД50 маркалы молибденмысты псевдоқорытпаның тілімшелерінің жылулық кеңеюін $\pm 5 \cdot 10^{-4}$ 20...400°C температура арасында өзгертуге, ал жұқарту қалыңдығының СКТК көрсеткішін 10%-ға өзгертуге септігін тигізеді. Тілімшелердің деформациясы псевдоқорытпаның тығыздығы, жылуөткізгіштігі мен механикалық қасиеттерін де өзгертеді. Мәселен, 50...60% деформация барысында МД40 маркалы псевдоқорытпаның тығыздығы – 95...96%-ға жетіп, сығу деңгейін ұлғайтқан сайын СКТК төмендейді.

Сығу барысында электр- және жылуөткізгіштігі мен механикалық тығыздығы өте жақсы материалдың бірі – ұнтақты металлургия тәсілімен алынған әрі 70...80% вольфрам мен 30...20% мыстан құралған ВМ20 маркалы вольфраммысты псевдоқорытпа (электронайт). Вольфраммысты псевдоқорытпаның электрөткізгіштігі вольфрам мөлшері ұлғайған сайын төмендейді, ал мыстың мөлшері жоғарылағанда, сызықтық заңдылыққа сай көбейіп отырады. аталған псевдоқорытпаның Бринелл бойынша қаттылығы – күрделі және вольфрам мөлшерінің ұлғаюымен 28-ден 85%-ға ұлғайып, 1,0.3,4 кН/мм² арасында болады.

Псевдоқорытпалар қысым (соқу, жұмсарту), кесу (қайрау, фрезерлеу, тесу, тегістеу) арқылы жақсы өңделіп, ұнтақты металлургия тәсілімен алынған молибденге қарағанда, жақсы созылып, кесіледі. Псевдоқорытпалардың созылуға деген қабілеті Эриксен аспабымен анықталып, компоненттерінің мөлшеріне және дайындау технологиясына байланысты болады.

Псевдоқорытпалардан жасалған бөлшектерді химиялық және термиялық өңдеу барысында осы материалдың барлығы екіфазалық жүйе екенін, фазалары арасында айтарлықтай айырмашылықтары болатынын ескеру керек. Сондықтан псевдоқорытпаларді өндемеген дұрыс. Себебі псевдоқорытпалар таңдамалы тәсілмен өңделеді.

Псевдоқорытпалардан жасалған бөлшектерді тазалау дегеніміз – ыстық трихлорэтиленде майсыздандыру, ыстық деионизацияланған суда ультрадыбысты әсер ету арқылы шаю және 950...970°C температурадағы сутегіде сығу. Қалыңдығы 20...30 мкм болатын гальваникалық никельдің қабатымен қапталған бөлшектерді ауада 400...450°C температурада термиялық өндеуден өткізуге болады. Әрине, бұл біршама ұзақ уақытты қажет етеді. Сонымен қатар, псевдоқорытпалар жақсы хромдалады, ал химиялық тұнған никельдің қабаты болса, алтындалады.

Молибденмысты псевдоқорытпалардан жасалған бөлшектерді 1000° С-а дейінгі балқу температурасында кез келген дәнекерлермен дәнекерлеуге болады. псевдоҚорытпалардан жасалған бөлшектер сутегі құрамында ПСр75 маркалы дәнекермен дәнекерлеу үшін дәнекерлерді балқыту нүктесін 30°С-тан жоғарылатып, қыздыру керек. дәнеердің псевдоқорытпалардан ағуын төмендету үшін оларды алдын ала қалыңдығы 10...15 мкм никельді қабатпен қаптайды. Егер мыстың балқу температурасынан да жоғары температурада қыздырса, жақсы өңделген және бір-біріне кіріктірілген бөлшектерді дәнекерсіз-ақ біріктіруге болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай материалдар жаңа буынды деп танылады?
2. Псевдоқорытпаларға анықтама беріңіз
3. Ұнтақты біріктірілген қорытпалардың компоненттеріне сипаттама беріңіз
4. Ұнтақты қорытпалар қалай алынады?
5. Псевдоқорытпаларды дәнекерлеу алдында химиялық өңдеу дегеніміз не?
6. Псевдоқорытпаларды дәнекерлеу тәртібі қалай таңдалады?
7. Ұнтақты материалдар дегеніміз не?
8. Кермет дегеніміз не?
9. Псевдоқорытпалардың қандай қасиеттері болады?
10. Псевдоқорытпалардың қасиеттерін қалай өзгертуге болады?

КЕРМЕТТЕР МЕН КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР

10.1. КЕРМЕТТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ ЖАБЫНДАР

Керамикалық композициялық материалдар құрылымдық белгілеріне қарай дисперстік, талшықтармен немесе жіп тәрізді кристалдармен армиттелген және қатпарлы деп жіктеледі.

Дисперсті материалдар дегеніміз – металлокерамикалық жасанды композициялар – керметтер. Олардың құрамында керамиканың – ыстыққа төзімділік, отқаққа беріктік, металдың – жоғары механикалық мықтылық, жабысқақтық, жылуөткізгіштік, электрөткізгіштік және термотөзімділік секілді ең құнды қасиеттері біріктірілген. Керметтердің карбидтер, боридтер, нитридтер, силицидтер негізді түрлері белгілі. Олардың байланыстырушы элементі ретінде жақсы ылғалдандырушы металл жұмсалады. Біріктірілгеннен кейін мұндай керметтер өздерінің қасиеттері жағынан көптеген материалдарға дес бермейді. Басқа керметтердің негіздері – оксидтер болып саналады, оларды байланыстырушы элемент – аралық қабатты түзе отырып байланыстыратын, металдың балқу температурасынан төмен емес температурада қалыптасқан металдар.

Алюминий оксиді (корунд) пен оның металды хром немесе оның кейбір қорытпаларынан алынған байланыстырушылары секілді керметтің түрлері кең қолданыс тауып келеді. Оны металл мен керамиканың құрылымының ұқсастығымен түсіндіруге болады. Олардың арасындағы байланыс мықты екендігін білдіреді. Хромның балқу температурасы жоғары – 1890°C , жоғары температурада тотығуға қарсы тұру қабілеті жақсы. Корундтың арнайы тотыққан хроммен композициясының түйіршіктерін күйдірген кезде олардың қатты ерітіндісі – осы металды цементтендіретін байланыстырушы элемент түзіледі. Мұндай кермет 1280°C температурада қыздырғанда да тотықпай, 1050°C температураға дейін қыздырып, күрт суытқан-

да да 1000-нан астам циклға бұзылмастан шыдай алады. Сонымен қатар, 1300°C температурада корунд-хром керметті майыстырғанда да өзінің тығыздық шегін – 250... 300 МПа, ал созғанда – 50...130 МПа көрсеткішті бере алады.

Керметті – корунд-хромды дайындаудың технологиялық үдерісі мынадай операциялардан тұрады: ұнтақтарды дайындау, араластыру, баспалау және сығу. Хромның ірілігі 40...60 мкм құрайтын металл ұнтақтарын электролитті тәсілмен алынады. Олар жұқа дисперсті, бірақ одан да ұсағырақ етіп майдалау қажет болса, шарлы диірмен, футерленген резеңке пайдаланылады. Оксидті ұнтақтарды корундты шарлы диірменде ылғалды ұнтақтап, майдалау арқылы алады. Одан кейін олар баспаланады, бірақ алдын ала ұнтақа пластикацияланған органикалық қоспалар қосылады. Баспаланғаннан кейін 200...300 МПа қысымда оларды вакуум ішінде немесе қорғаушы газда 1650°C температурада күйдіреді. Күйдірілгеннен кейінгі көлемі 15...20%-ға басылып, төмендейді. Композицияның құрамын компоненттерінің құрамын 30...70% арасында өзгерте отырып, өзгертуге болады.

Керметтерден басқа техникада керамикалық жабындар жиі қолданылады. Олар негізгі материалдардың қасиеттерін өзгертіп, жақсартады.

Керамикалық жабындар жағу – қара, түрлі түсті және баяу балқитын металдарды керамика қабатымен оларды белсенді ортада химиялық коррозиядан және жылудың әсерінен қорғау. Мұндай жабындар жұқа қабатты (бірнеше микрометр) және қалың қабатты (1 мм және одан да жоғары), бірфазалы, композициялы, қатты немесе кеуекті болып бөлінеді.

Жабындар жағудың бірнеше тәсілдері бар. Олардың бастылары – газды-жалынды, детонациялы және плазмалық. Керамикалық жабындар жалпы тәсілдермен жасалады. Яғни материалды балқыту, шашырату және металдің үстіңгі бетіне жағу, сонымен қатар қыздыру және т.б. жағу тәсілдері.

Газды-жалынды жабындар материалға ұнтақ түрінде немесе оттықтың ацетил жалынында серіппені балқытып жағылады. 50...100 МПа қысыммен балқытылған бөлшектер 100...150 м/с жылдамдықта металдың үстіңгі бетіне соғыла отырып, жағылады.

Детонациялық жабындар материалға жоғарыдыбысты жылдамдықты (750...1600 м/с) арнайы аппараттан толқынды жарылыс

секілді шашырап, жағылады. Аппараттардан ацетилен мен оттегінің белгілі бір пропорциядағы қоспасы шашылады. Нәтижесінде қысым күрт артып, үстіңгі беті пластикалық деформацияланып, металмен тығыз бірігеді.

Плазмалық жабындарды жаққанда, ұнтақты қыздырып, плазмалық ағын секілді металл үстіне шашыратылады. Қыздыру температурасы Цельсий шкаласы бойынша мыңдаған градусқа жетуі мүмкін. Балқытылған материал электрөткізгіш плазмалық ағыстың әсерімен үлкен жылдамдықта түптөсемге соғылып, онда деформацияланып, бірігіп, жабысып қалады.

Жағылған жабындардың сапасы адгезиямен анықталады. Адгезия балқытылған материалдың металдың үстіңгі бетімен, атомаралық және химиялық өзара әрекеттесіп, механикалық жабысу күшіне байланысты. Жақсырақ жабысуы үшін түптөсемнің үстіңгі бетін алдын ала дайындап алады, оны жақсылап ылғалдандырады (әсіресе ұштарын сулайды), газ ортасымен өзара әрекеттесуін болдырмайды немесе төмендетіп, соққы болған кезде металл бөлшектерінің кинетикалық энергиясы оңтайлы болуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, СКТК шамасы бойынша бір-біріне жақын материалдар қолданылуы керек.

10.2. КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР

Композициялық материалдар әдетте, пластикалық негізден (матрица) тұрады. Матрица байланыстырушы материал ретінде жұмсалады. Оның құрамында ұнтақтар, талшықтар, жіп тәрізді кристалдар, жұқа жаңқалар т.б. түрінде әртүрлі компоненттердің қоспалары болады. Компоненттерінің мөлшеріне қарай композициялық материалдарды қажетті қасиеттеріне сай дайындауға болады.

Композициялық материалдар мынадай типтерге бөлінеді: **талшықты** – бор, көміртек, шыны талшықтары, ширатпа немесе маталармен армиттелген пластик; болат, бериллий жіптерімен армиттелген алюминий; **қатпарлы** – алюминий + мыс немесе мыс – алюминийдің екі- немесе үшқатпарлы тілімшелері; **дисперсті-орнықтырылған** – торий диоксидінің дисперсті бөлшектерімен орнықтырылған никель.

Композициялық материалдар ең бастысы, ұнтақты металлургия тәсілімен, сонымен қатар балқытылған металдарды баяу балқитын

материалдардың (молибден, вольфрам) кеуекті қаркастармен сіңіру және т.б. тәсілдермен алынады. Осындай материалдарды өндірудің тағы бір тәсілі – псевдокорытпалар болып саналады.

Өндірістің әртүрлі салаларында өндірілген композициялық материалдар өте көп. Жаңа композициялар жасалынып жатыр, себебі оларды қолдану жаңа машиналарды жасау, өнімнің жаңа түрлері мен нысандарды өндіру барысын әлдеқайта жылдамдатып, жақсартып, арзандатуға мүмкіндік береді. Олар материалдардың, оның ішінде керамика, металл, пластмасса, резеңке мен металл, аңаш пен металдың әртүрлі қасиеттерін бойына жинақтаған.

Талшықтармен немесе жіптәрізді кристалдармен армиттелген композициялық материалдар «талшықты композициялар» деген ортақ атаумен аталады. Мұндай материалдарды игеру талшықтар мен жіптәрізді кристалдарды органикалық емес заттардан (баяу балкитын қосылыстардың оксиді) алу үдерісін ойлап табуға түрткі болды. Талшықты композициялар бейімделген және бейімделмеген поликристалды талшықтармен және жіптәрізді кристалдармен армиттеле алады. Бейімделген армиттелген талшықты материалдарға қасиеттердің анизотропиясы тән болып келеді. *10.1-кестесінде* талшықтар мен жіптәрізді кристалдардың қасиеттері сипатталған.

Әдетте, матрица дегеніміз – металл, ал армиттелген компонент дегеніміз – талшық. Алайда матрица керамика болып саналатын сәттер болады. Керамиканың негізгі қуатты жүктемсін талшықты армиттелген компонент атқарады, яғни матрица тек қысым үстейді. Матрица талшықты қорғайды, сондықтан матрица мен талшық арасында тығыз байланыс болғаны дұрыс. Бұл байланыс аралық қабат пайда болғанда туындайды. Мұндай қабат матрица мен талшықтардың фазалары арасындағы химиялық және механикалық өзара байланыс арқылы түзіледі. Аралық қабат қысым тудырып, осы қысымды талшықтар үзілгенде немесе жарықтар пайда болғанда, теңдей бөліп беріп отырады. Талшықтардың мөлшері 75% құрайды, кейде өндірілген материалдың қасиеттеріне байланысты болып келеді.

Талшықты композицияны бұзудың сатылы сипаты болады. Бұл матрицаның белгілі бір қысым шегіне жеткенде, жарылуымен байланысты басталады. Кейін біртіндеп отырып, талшықтар үзіледі.

Талшықты композициялар талшықтарды матрицалық материалдармен сіңдіру арқылы дайындалады. Сіңдіру қалыпты қысымда балқыту, вакуумда шашырату, қысым және комбинациялы тәсілдер-

мен жүзеге асырыла алады. Егер матрица ретінде керамика жұмсалса, керамикалық нұтақ пен талшықты 10%-ға дейін араластырады. Содан кейін оларды тегістеп, түбіне түскен шөгіндіні кептіріп, баспалауға және одан ары созуға дайындайды. Композицияларды керамиканы күйдірген пештерде күйдіреді. Газ ортасын композициялық материалдың құрамына сәйкес таңдап алады.

Кесте 10.1. Талшықтар мен жіптәрізді кристалдардың қасиеттері

Материал	Балку температурасы, °С	Тығыздығы, кг/м ³	СКТК, 10 ⁻⁶ К ⁻¹	Тығыздық шегі, МПа	Иілгіштік модулы, МПа
Талшықтар:					
боралы	2 040	2 630	6,3	250... 350	3800.4200
көміртекті	3 000	1 700	1,0...1,8	200... 300	2000.3000
карборундты	2 827	3210	4,7	200	4 600
корундты	2 050	3 960	8,0	210.260	5 000
Жіптәрізді кристалдар:					
корундты	2 050	3 990	—	2 800	5 000
Нитридалюминийлі	2 400	3 300	—	1500	3 800
карборундты	2 650	3210	5,9	3 700	5 800

Қатпарлы композициялық материалдар да техникада жиі қолданылады. Композициялық материалдар металл мен керамиканың жұқа пластиналарының (пленкалары) жиынтығы болып саналады. Сенімді қатпарды материалды алудың маңызды шарты – компоненттерінің СКТК шамасын сәйкестендіру. Өздерінің қасиеттеріне қарай қатпарлы материалдар – анизотропты болып келеді, олардың майыстыруға беріктігі айтарлықтай жоғары болып, 500 МПа-ға жетеді. Қатпарды материалдардан басқа түйіршік қатпарды композициялық материалдар да болады. Олардың соққыға жабысқақтық дәрежесі – өте жоғары, майыстырғанда шыдас беріп, термотөзімділігі – қалыпты, ал тотығу дәрежесі – төмен болып келеді. Композициялық материалдардың көпқатпарлығы олардың бұзылуға деген төзімділігін айтарлықтай дәрежеде жоғарылатады. Себебі, қатпарлы материалдағы жарықтар қатпарлары бойынша жайылып кетеді.

Осы қарастырылғандардан басқа, материалдардың басқа да тір-

кесімдері болады: металлопластиктер, металлополимерлер мен көпқатпарлы металды материалдар.

Металлопластиктер – болаттың тілімшелері, титан, алюминий мен олардың қалыңдығы 0,3...1,2 мм болатын бір немесе екі жақты жабыны бар, қалыңдығы 0,05...1,0 мм болатын поливинилхлорид, фторопласт, полиамид немесе басқа да полимерлердің қорытпаларынан тұратын материалдар. Мұндай композицияларды полимер пленкаларды жабыстыру, тілімшені полимердің балқытпасына салу, паста жағу немесе ұнтақ тәрізді полимерді шашу арқылы алуға болады. Металлопластиктер автомобиль кузовтарын, теледидарлардың корпустарын, кір жуу машиналарын жасау үшін пайдаланылады. Себебі бұл материалдар қалыптау арқылы қайта өндеуден өтеді, декоративті әрлеуді қажет етпейді, электроқшаулаушы қасиеттері болады.

Металлополимерлер – термопластиктер, синтетикалық шайырлар немесе каучуктер негізгі, темір, мыс, алюминий, күміс және басқа да металдар немесе болат, бериллий, молибден, вольфрам мен титан талшықтарының орын толтырушыларынан тұратын материалдар. Мұндай материалдардың жылуөткізгіштігі жоғары, СКТК көрсеткіші төмен, магнитті ленталарды, тоқөткізуші элементтерді диоэлектриктер мен басқа да қондырғыларда дайындауда мойынтіректер ретінде қолданылады.

Композиттер қазіргі заманғы өндірісте материалдар ретінде кең қолданыс тауып келеді. Мәселен, шыныпластиктердің коррозияға төзімдігі мен мықтылығы жоғары болады, ауыспалы жүктемелі жағдайларда жұмыс істеуге қабілетті болып келеді. Оларды қуатты конструкцияларда, ұшатын аппараттардың қанаттары мен фюзеляждарының бөлшектерін, жоғары қысымды баллондарды т.б. жасау үшін пайдаланылады. **Органопластиктер** – монолитті, кеуектілігі жоқ құрылымы бар ең жеңіл композиттер, соққылар мен циклды жүктемелерге жақсы шыдас береді, тербеліске төзімді келеді. Оларды қаптау материалдары мен қаптамаларды дайындау үшін қолданады. **Көміртекті пластиктер** – тығыздығы мен қаттылық дәрежесі өте жоғары, термо- және коррозияға төзімді, 300°C-қа дейінгі температурада жұмыс жасауға қабілетті, электрөткізгіш. Мұндай материалдар авиациялық, ғарыштық, автомобиль техникасында, сонымен қатар спорттық мүкәммалдарды өндіру барысында кең қолданылып келеді.

Көміртек матрицасы бар және көміртекті талшықтармен армиттелген композит жылу сақтаушы жабындар ретінде жиі пайдаланылады. 2000°C температурада қыздырылғанда, тығыздық дәрежесі қысып, сыққанда белгілі бір шекке дейін жоғарылайды. Мұндай материалдар авиациялық тежегіштерді және химиялық тұрақты аппаратураларды қорғау үшін пайдаланылады.

Металды матрицасы бар композиттердің иілгіштік модулінің мөлшері – жоғары, полимерлі композиттерге қарағанда, жоғары температурада да өзінің қасиеттерін сақтап қалады. Алюминий матрицалары бар композиттер немесе алюминий негізді қорытпалар боралы және көміртекті талшықтармен армиттелген технологиялық қасиеті жоғары композиттер ретінде кең қолданыс тапқан. Боралы талшықтармен армиттелген композит тығыздық шегіне қарай конструкциялық алюминийден (1 000...1 200 МПа) 2 есе жоғары, ал көміртекті талшықтармен армиттелгенде – алюминийге жақын келеді, ал болатты сымдармен армиттелгенде – тіпті алюминийден де асып түреді. Мұндай материалдар авиациялық өндірісте кең қолданыс тауып келеді.

Көпқатпарлы металл материалдар техникада барынша кең қолданылып жүр. Көпқатпарлы металдарды дайындаудың бірнеше тәсілдері белгілі. Олардың ең бастылары – гальваникалық немесе термодиффузды жабынды жағу, балқытпаға салу, металлизация және плазмалық шашырату, бу фазаларынан конденсациялау, суық немесе қыздырған күйде жұмсарту және сырғыту. Жоғары сапалы көпқатпарлы металды вакуум ішінде немесе инертті ортада ыстық күйінді жұмсартып, сырғыту арқылы алады. Бұл тәсіл жалату деп аталады. Жалату металдарды тығыз біріктіріп, көпқатпарлы металл тілімшелерді, жолақтарды, трубкалар мен сымдарды дайындауға, оларды дәнекерлеу, қайнату, сығу, қалыптау және басқа да термомеханикалық өңдеуден өткізуге мүмкіндік береді.

Көпқатпарлы материалдардың маңызды артықшылығы – олардың құрамында әртүрлі металдардың қасиеттерін жинақтау, ал оларды қолдану қымбат тұратын және тапшы металдарды үнемдеуге септігін тигізеді. Мәселен, ковардың СКТК көрсеткіші жартылайөткізгіш материалдардың СКТК көрсеткішіне жақын, соған қарамастан, ол жылуды нашар шығарып, коррозияға соншалықты шыдас бере алмайды. Егер мыстың үстіне ковар жалатса, СКТК көрсеткіші мысқа қарағанда аз, бірақ жылуөткізгіштігі жағынан ұқсас келетін материалды алуға болады.

Триметалды лентаны – ковар – мыс – коварды ернемектер жасау үшін коварлы лентаның орнына пайдалану олардың қуаттылығын транзисторлар беретін қуаттан 2-3 есе жоғары жоғарылатты. Коварды молибденмен және титанмен жалату, сонымен қатар оның антикоррозиялы қасиеттерін арттырды. Болатты мыспен екі жақты жалату барысында жылуөткізгіштігі жоғары материал алуға мүмкіндік береді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Керметтерді дайындаудың технологиялық үдерісін сипаттаңыз
2. Керамикалық жабындар жағудың негізгі тәсілдері қандай?
3. Композициялық материалдардың құрамы қандай?
4. Сенімді қатпарды композициялық материал алудың маңызды шарттары қандай?
5. Кқпқатпарлы металл материалдарды алудың қандай тәсілдері бар?
6. Керметтердің қасиеттерін атаңыз
7. Қандай материалдар композициялық деп аталады?
8. Композициялық материалдардың олардың компоненттерімен салыстырғанда артықшылықтары неде?
9. Кқпқатпарлы металдардың олардың компоненттерімен салыстырғанда, қандай артықшылықтары болады?

МАТЕРИАЛДАРДЫ ӨҢДЕУДІҢ НЕГІЗГІ ҚАСИЕТТЕРІ

VI

БӨЛІМ

Тарау 11. Құйма өндірісі

**Тарау 12. Материалдарды механикалық
және электрлік өңдеу**

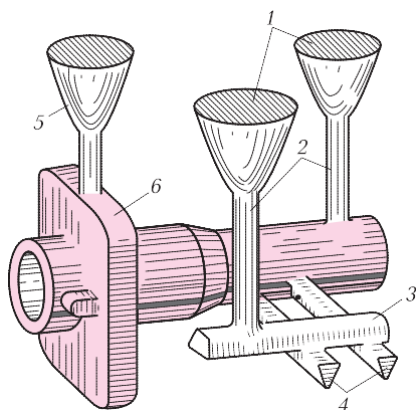
Тарау 13. Дайындау операциялары

11.1. МЕТАЛДАРДЫ ҚҰЮ

Құю – машина жасау құрылысында қолданылатын өнімдерді жасаудың маңызды тәсілдерінің бірі. Құю арқылы өндірістік металдардың 80%-дан астам көлемі қайта өңдеуден өтеді. Бұл тәсіл айтарлықтай арзан, күрделі конфигурациялы қуыс бөлшектерді дайындауға мүмкіндік береді. Яғни соғу, қалыптау немесе басқа өңдеу тәсілдерімен материалдарды өңдеу мүмкін болмағанда құю тәсілі жиі қолданылады.

Құю – балқытылған, қалыптың конфигурациясын қабылдап қоймай, содан кейін қалыпты сақтап, қатып қала алатын әртүрлі материалдардан – металл, керамика, пластмасса т.б. құймалар (өнімдер) алу үдерісі. Құймалар (өнімдер, бөлшектер) бірнеше тәсілмен алынады. Олардың ең негізгілері – құмды қалыптарға, темірқорамдарға, қалқып шығатын моделдерге, қабықшалы қорамаларға салып құю, қысым және центрден теуіп құю арқылы сіндіру.

Құмды қалыпқа салып құю – әртүрлі қалыптарға салып құймаларды алу. Олар құмды-балшықты қалыпты материалдардан жасалып, бір ғана өнім үшін бір-ақ рет пайдалануға арналған қалыптарға салынады. Құюдың көнеден келе жатқан тәсілі – жерге құю, белгілі бір массалы (әдетте, бірнеше тонна) бір-екі құйма алу керек болғанда ғана, мақсаттырақ болады. Қалып жасайтын материалдарға қызутөзімділік, газөткізгіштік, мықтылық және иілгіштігі бойынша нақты талаптар қойылады. Олар құймалардың барынша жоғары сапалы болуын қамтамасыз етуі керек. Құмды қалыптарға құю барысында үлгі, серіппелер, моделді плита, опока, сонымен қатар құйма жүйелерін құруға арналған бөлшектер болуы керек. Құйма жүйесінің бөлшектері – құйма тостағандарынан (сурет 11.1, 1), тікқұбырлардан (2), шлактарды ұстап қалушылардан (3), қоректендіруші (4), шықпалар (5) және кірістері – түгел жинақталғанда, жүйе



Сурет 11.1 Жерге құю кезінде құйма жүйесінің бөлшектері
1 – құйма тостағандары; 2 – тікқұбырлар; 3 – шлактарды ұстап қалушы; 4 – қоректендіруші; 5 – шықпалар; 6 – өнім

өнім (6) жерге құюға дайын деп танылады.

Құйған кезде сұйық металл қалыпқа бір қалыпты ағыспен құйылғанына ерекше ден қою керек.

Құйма тостағандар құю кезінде металдармен толуы тиіс. Тығыздығы металдардың тығыздығынан аз шлак пен құмдар оның үстіне ақырындап қалқып шығып, шлакты ұстап қалушы құрылғыда қалып қояды. Шықпалар арқылы қалыптардан газ бен ауа шығып, содан кейін құйманың алғашқы сәтінде құммен ластанған металл жартылай төгіліп, шығады. Болат пен түрлі түсті қорытпалар металл қатқан кезде астына шөгіліп, тұнады. Бұл тұнба қабыршықтардың түзілуіне сеп болады. Бұны болдырмау үшін кейде былайша айтқанда, кірістер қалдырылады. Кірістер – құймамен байланысты металды элементтер. Бұл элементтер арқылы қатқан өнімдер сұйық металды бойына сіңіреді. Егер суу барысында бөлшектерге құйма тостағандардың ішінде сұйық металл құйылса немесе құйманың конструкциясын және оны дайындаудың технологиялық үдерісін кірістерді қажет етпейтіндей етіп құрастырса, кірістерді жасаудың да аса қажеті жоқ.

Құйманың үлгісі – құйма қалыпта болашақ құйма үшін жұмысшы қуыс алуға арналған құрылғы. Үлгілер әртүрлі материалдардан өнімінң мөлшеріне және өндіру ретіне қарай дайындалады. Барлық үлгілерде қатқан металды орналастыруға арналған әдіптер қатаң ескерілуі керек. Сонымен қатар, үлгіден қалыптаушы қоспаны оңай алу әрі қалыпты сұйық металмен толық толтыруды жеңілдету үшін

құйманы еңкейту және соған сай радиусты міндетті түрде ескеру керек. Оның үстіне, бөлшектерде ішкі қуыстар болса үлгіге арнайы дөңестер пайда болады. Бұл дөңестер қалыптың құйма серіппелері үшін тірек ретінде жұмсалады. Серіппелердің материалдарына қалып жасайтын материалдарға қойылатын талаптар ескеріледі. Оларды құмды-балшықты қоспалардан ауқымды құймалар алу үшін, сонымен қатар құмды-шайырлы және сұйық өздігімен қататын қоспаларды нақты өнімдерді алу үшін арнап жасайды.

Үлгілі плита (әдетте, металды) опокасы бар қалыптарды дайындау үшін құймалы жартылай қалыптарын түзетін үлгілерді бір-бірімен бекіту үшін жұмсалады. Үлгілі плита – ашық жәшік типіндегі қатты рама (болат, шойын немесе алюминийден жасалған). Ол бір реттік құмды қалыптарды дайындау барысында, транспорттау және металды құю кезінде қалыпты қоспаларды сақтап тұруға арналған.

Темірқорамға құю – металл қалыптарда (темірқорамдар) үлгілімді құймалар дайындау тәсілі. Олардың жылуөткізгіштігі жоғары, шойыннан, болаттан, алюминий мен магнийден және басқа да қорытпалардан өлшемдері нақты мықты өнімдер жасауға мүмкіндік береді. Құюдың басқа тәсілдеріне қарағанда, темірқорамға құю тәсілі – металл қалыптардың үлкендігімен ерекшеленеді (мәселен, танктің құйылған мұнарасының массасы бірнеше тоннаға жетеді).

Қалқыма үлгілері бойынша құю – үлгілімді құймаларды асқан дәлдікпен алу тәсілі, одан ары қарай қосымша өңдеуді қажет етпейді. Бұл тәсіл кезінде қабықшалы адырамайтын газтүзуші қалып пайдаланылады. Қалып ыстыққа төзімді болып, үлгі қалқып шыққаннан кейін (мәселен парафиннен немесе стеариннен) жұмысшы қуыстары пайда болады. Сұйық металды қыздырылған, содан кейін кептірілген ыстық қалыпқа құйылады. Металл қатқаннан кейін құйманы алып, сыртқы қабықшасын алып тастайды. Құймалар ешқандай тігіссіз тегіс болып шығады, себебі мұндай қалыптың жалғағыш бөлшектері жоқ, сондықтан дәлдік көрсеткіші 25 мм ұзындықта $\pm 0,05$ мм-ге, ал кедір-бұдырлығы **Ra** 3,2...1,6 мкм-ге жетеді. Дәл осы тәсілмен болаттан, шойыннан және түрлі түрлі металдардан массасы бірнеше граммнан 50...100 кг-ға дейінші құймалар алынады.

Қабыршақты (қыртысты) қалыптарға құю – «қыртысынан» (металды үлгілерде тұрып қатқан құйма үлгілер) дәл құймалар алу тәсілі. Құйма қалыптарын бұлайша дайындау бетпердені алу үдерісіне қатты ұқсайды. 150...200°C температураға дейін қызды-

рылған металды үлгілері бекітілген металды плиталар мен құйма жүйесіне құмды-бакелитті (10%) қоспа жағылады. Бакелит балқып, үлгілі жүйенің металды үстіңгі бетін ылғалдандырады, содан кейін қалыңдығы 7...10 мм қоспаның қыртысымен бірге ыстық пешке (300...350°C) салынады. Мұнда 1...3 минут бойы үлгінің қыртысы қата бастайды. Одан ары үлгіден алынған қатты қыртыс (жартылай қалып) өзіне сай келетін басқа жартылай қалыппен бірге балқиды. Алынған қалып металды құюға дайын деуге болады.

Сіңіру (вакуумдау) арқылы құю – қабырғалары жұқа, суды суытатын металл қалыптарда құйма алу тәсілі. Бұл қалыптар – катализаторлар балқытылған металмен оларды әртүрлі қысыммен (атмосфералық және сұйылту) вакуумдау арқылы алынады. Құйманың басқа түрлерінен сұйылту қабырғалары жұқа құймалардың қалыптарын толтыру байсалды жүзеге асады. Яғни бұл тәсілмен құю барысында құймалардан металл ағып, тасымайды.

Қысыммен құю – түрлі түсті металдардан және болаттардың кейбір маркаларынан өлшемі мен геометриялық қалыптардың асқан дәлдігімен құю тәсілі. Себебі балқытпаның қатуы арнайы құйма машиналарында жоғары қысыммен жүзеге асады.

Центрінен теуіп құю – қуыс денелі құймаларды (шойынды немесе болаттан жасалған құбырлар, сақиналар мен төлкелер) центрлік тепкіш күштердің әсерімен құйма алу тәсілі. Балқытпа металл толыққанды қатқанша, металды қалыптарда қысып ұстайды. Нәтижесінде алынған өнімдердің сыртқы қабаттарының қаттылық дәрежесі жоғары болады. Құйма қалыптардың айналу өсінің бағытына қарай құйма машиналар көлденең немесе тік болып бөлінеді.

Құйма қалыптар құйылған өнімдердің мөлшеріне қарай бір реттік, жартылай тұрақты және тұрақты болып бөлінеді.

Бір реттік қалыптар – әрбір құйма алынғаннан кейін жойылады (қажетсіз етіледі). Мәселен, құмды қалыптарға немесе қалқып шығатын үлгілерге құю тәсілдері.

Жартылайтұрақты қалыптар – ыстыққа төзімді массаларды 500...600°C температурада дайындайды. Бұл қалыптар бірнеше ондықтан бастап бірнеше жүздікке дейінгі құймаларға шыдайды (мәселен, қабыршақты қалыптарға құю тәсілі).

Тұрақты қалыптар – әдетте, темірқорамдарға құйылған металл қалыптар. Жеңіл балқытын металдардан (цинк, алюминий, қалайы, магний) құймаларды дайындағанда, металл қалыптар мыңдаған

құймаға жетеді; шойыннан өнімдерді құйып алғанда, 1000-1500 құймаға; болаттан жасалған ұсақ бөлшектерді құйғанда – 600-700 құймаға жетеді (құймалардың саны өнімнің мөлшерінің ұлғаюымен азая береді).

11.2. КЕРАМИКАНЫ ҚҰЮ ЖӘНЕ ӨңДЕУ

Керамикалық өнімдердің қалыптарын құру үдерістерінің ішіндегі кең танылғандары (құрғақ баспалау, мүштіктерді басып сындыру, пластикалық қалыптау) ішінде өндірісте шыланқұрамдарда құю, немесе қысыммен ыстықтай құю секілді тәсілдері кең қолданыс тапқан. Бұл тәсілмен көп орынды қалыптарда күрделі конфигурациялары бар, қасиеттері мен тығыздық дәрежесі бірдей, бірақ өлшемдері әртүрлі өнімдердің бірнеше түрлерін бір мезетте құйып шығаруға болады.

Керамикалық өнімдерді қысым арқылы ыстықтай құюдың технологиялық үдерісі құйма шыланқұрамдарды дайындау мен бөлшектерді құюдан тұрады.

Құйма шыланқұрамдары К94-1 (массасы) минералды ұнтақты шектеулі байланыстырумен (пластификатор) араластырып, одан ары ауаны шығару үшін вакуумдау арқылы дайындайды. Органикалық байланыстырушы элемент – әртүрлі заттардан (олеин қышқылы, балауыз) бірқатар қоспалары бар парафин (балку температурасы – 52...56°C). Қоспалары, жеңіл ұшатын фракцияларының мөлшері аз және қатқан кезде тұнбалары аз болатын парафинді пайдаланған дұрыс. Олеин қышқылы мен балауызды қосу минералды ұнтақты парафинмен байланысын тудырып, шыланқұрамдардың ыдырап кетуге беріктігін қамтамасыз етеді.

Әдетте, құйма шыланқұрамдар 89,4% минералды ұнтақтан (ВК94-1, үлесті үстіңгі бетінің салмағы – 5000 см²/г), 10% парафиннен, 0,3% балауыз бен 0,3% олеин қышқылынан тұрады. Байланыстырушы элементтің мөлшері ұнтақтың қасиетіне, дисперсті құрамына, үстіңгі бетінің салмағы мен басқа да шарттарына қарай өзгеріп отырады.

Жоғары дәрежеде саз балшықты керамикалық материалдардан жасалған өнімдерді құюдың сапасы мен тұрақтылығы шыланқұрамның сапасына, құйма жабдықтарына, құрал-жабдықтар мен тәртібіне

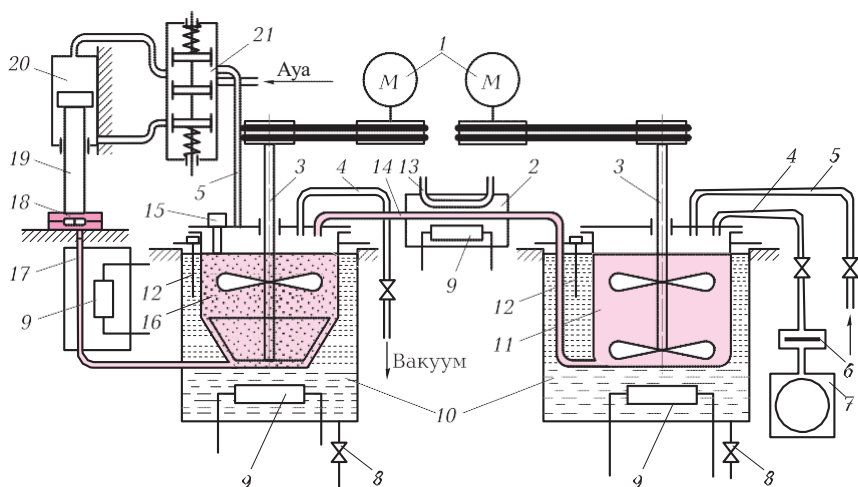
(шойынкұрамның температурасы, қысымы, қоректендіру температурасы, қалыпты қысыммен ұстап тұру ұзақтығы) тікелей байланысты. Жоғары дәрежеде тұрақты нәтижелерге қол жеткізу үшін құрамы тұрақты шойынкұрамды пайдаланып, оның негізгі параметрлерін сақтау керек: органикалық байланыстырушы элементтерінің мөлшері, балқу температурасы мен құйма қабілеті).

Керамикадан жасалған бөлшектерді құю кезінде жаңа ғана дайындалған ыстық шойынкұрамды пайдаланып, оны құйма машинасының жұмысжы бағына құйып, бір ауысым бойы (келесі күнге қалдырмай) қайтадан өндегенде, жоғары нәтижеге қол жеткізуге болатыны эксперименталды түрде анықталды. Шойынкұрамды бір ауысым ішінде бір-ақ рет вакуумдаса жеткілікті (түскі үзілістен кейін). Жиі вакуумдау мақсатты емес, себебі жиі вакуумданғанда, байланыстырушы элементтің жеңіл фракциялары жойылып кетеді.

Керамикалық бөлшектерді құрылымы, әрекет ету ұстанымы әртүрлі құйма машиналарда құйып, дайындайды. Әрине, оларды құю тәсілі бірдей болады.

Құйма жартылайавтоматтары (сурет 11.2) басқа машиналарға қарағанда, әлдеқайда жетілдірілген: олардың екі шойынкұрамды бағы болады: қосымша (11) және жұмысшы (16). Бұл бактарда шойынкұрам электр қыздырғышпен қыздырылған (9) глицеринмен қыздырылады (10), содан кейін жлектрқозғалтқыштардың (1) көмегімен жұмыс істейтін араластырғыш құрылғымен араластырылады (3). Бактар бір-бірімен арнайы вакуум-сыммен (4) және дрюсселденген құрылғымен (2) біріктірілген. Олар суытылған кезде немесе қыздырылғанда, шойынкұрамды тығын сияқты әрекет етеді немесе оны мүлдем жойып тастайды. Сөтіп бактарды шойынкұрамды біреуінен (қосымша) екіншісіне (жұмысшы) қотару үшін біріктіріп немесе ажыратып отырады. Бактар сығымдалған ауаның қысымында болады немесе оларда механикалық вакуумды сорғыштың (7) көмегімен ыдырату (вакуум) үдерісі басталады. Вакуумды соғыш қақпанмен (6) жабдықталған.

Глицериннің температурасы автоматты түрде датчиктер (12) арқылы термореттеліп отырады. Жұмысшы бактың шойынкұрам деңгейлі датчигі (15) болады. Құйма қалып (18) жартылай автоматтың үстеліне құйма тесігі арқылы төменге қарай орналастырылады. Басқарудың сәйкес органдарына әсер еткенде, шток арқылы (19) үстелге бекітіледі. Белгілі бір уақыт өткен соң айырғыш құрылғы



Сурет 11.2 Құйма жартылай автоматтың сызбасы

1 – электрқозғалтқыш; 2 – дрюсселдеуші құрылғы; 3 – араластырғыш; 4 – вакуум-өткізгіш; 5 – сығымдалған ауаның құбыр желілері; 6 – қақпан; 7 – механикалық вакуумды сорғыш; 8 – қотаратын шұралар; 9 – қыздырғыштар; 10 – глицерин; 11...16 – қосымша және жұмысшы шойынқұрамды бактер; 12...15 – температура мен деңгейлердің датчиктері; 13 – сұлы мұздатқыш; 14 – шойынқұрамды соруға арналған құбыр желісі; 17 – қоректендіруші; 18 – құйма қалып; 19 – шток; 20 – цилиндр; 21 – үйлестіруші құрылғы

(21) арқылы сығымдалған ауа жұмысшы бакқа (16) жіберіледі. Ал шойынқұрам ауаның қысымымен жылыту қоректендіргіші (17) арқылы құйма қалыпқа түседі. Уақыт релесі автоматты түрде шойынқұрамның беру уақытын есепке алады. Осы уақыт аяқталған соң ауа атмосфераға «өңделеді», қысым «төмеедейді», ал шток құйма қалыпты қысудан босатады. Ауаны қалыпты қысу үшін беруден басталып, аяқталған сәтіне дейінгі цикл автоматты түрде жүзеге асады. Цикл аяқталған соң құйма қалыптан құйма-науа мен құйылған бөлшектер алынады. Ал қалыптарды жинап алады да құю үдерісі қайталанады.

Құйма қалыптың төрт изолятордан тұратын құрылымын қарастырып өтелік. Құйма қалыпқа құйылған соң шойынқұрамды арнайы пышақпен (сурет 11.3, *а*) баса отырып, құйма плитасынан (1) құйма-жолды кесіп, шығарып алады. Содан кейін штифтпен топса арқылы біріктірілген (11) иінтірекке (12) әсер ете отырып, құйылған бөлшектерді (сурет 11.3, *б*) таңбаны ұстаушымен бекітілген (5) таңбалардан (4, 6) бағыттаушы және белгілеуші бағаналар (8) бойынша сырғыған

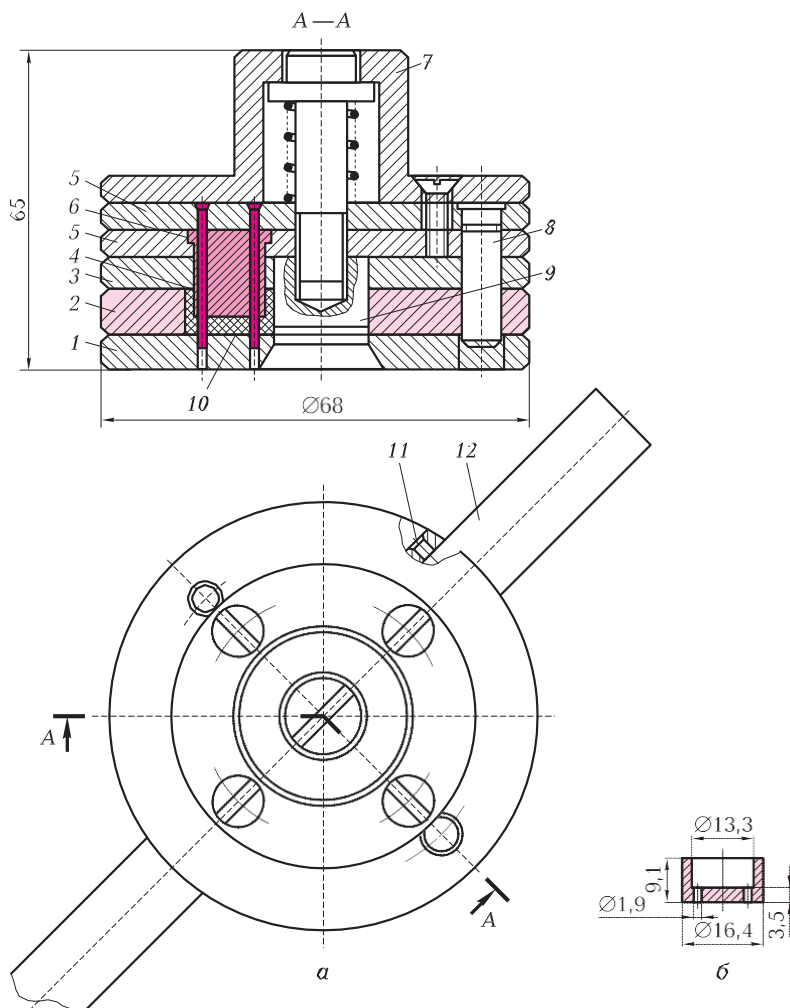
құйма плиталар мен матрица (2) арқылы шығарып алады (сурет 11.3, а). Матрицада (2) қалып қойған құйылған бөлшектер (изоляторлар (10) басқа алғыш құралмен суырылады (суретте көрсетілмеген). Содан кейін қалыптарды жинап (қақпағына (7) матрица мен құйма плитаны кигізеді), жұмысты ары қарай қайта жалғастырады.

Керамикалық өнімдерді құю барысында анықталған брақтың басты түрлері – құйма қалыптардың толық толмауы және арасында бос қуыстардың қалып қоюы, сонымен қатар құйманың жұлынған жерлерінің іздерінің қалуы.

Қалыптарды толық толтырмау себептері – қалыптан ауа шығатын арналардың болмауы (қалыптың құрылысы мен дайындауындағы ауытқулар), жеткілікті дәрежеде жоғары температураның болмауы немесе шойынқұрамның төмен қысымы, құймаларды рационалды емес толтыру, олардың мөлшерінің аздығы немесе шектен тыс көбеюі, сондай-ақ қалыптың жетілдірмей жасалуы және құйма қалыптардың жұмысшы үстіңгі бөлігін өңдеудің сапасы.

Құйылған өнімдердегі *бос орындардың* мөлшері шыланқұрамдарды құяр алдында дайындау сапасына, сонымен қатар қалыптардың құралымы дайындау сапасына (ауа шығарылмайды, шойынқұрамның қарсы және құйын ағындары түзіліп, шойынқұрам қалыпты толтырғанда суып кетеді) тікелей байланысты. Құйманы құйылған керамикалық бөлшектерден ажыратудан қалған іздер мәңгіге қалып қояды. Бракталғанын айқындайтын белгілерге ұйғарынды мөлшерден асып түскен, яғни оларды ары қарай жоюға болмайтын іздерді жатқызуға болады. Брақтың осы түрлерінің себептері – құйма қалыптардың құрастырылымдық ауытқулары, оларды дайындаудың төмен қасиеттері, сонымен қатар құймашы-жұмысшының біліктілігінің жетіспеуі.

Корундалы керамиканы күйдіру, әдетте, алдын ала және ақырғы деп бөлінеді. Алдын ала күйдіру кезінде керамикадан байланыстырушы элементті (мәселен, парафин) алып тастап, шикі керамикалық бөлшектерді балқыту мен деформациядан қорғап тұратын және байланыстырушы элементте адсорбция ретінде жұмсалатын толтырмаларды (мәселен, күйдірілген глиномез, каолин, күлдегі) бөлшектерді қыздырады. Толтырма ретінде пайдаланылған глиномез бен каолиннің болар-болмас кемшілігі – оларды күйдірілген керамикалық бөлшектердің үстіңгі бетінен, әсіресе қол жеткізу қиын болған жерлерді тазалаудың қиындығы. Толтырманы әдетте, механикалық



Сурет 11.3 Төрт изоляторды құюға арналған құйма қалып
a – жалпы түрі; *б* – изолятор (өнім); 1 – құйма плита; 2 – матрица; 3 – алынғыш; 4...6 – таңбалар; 5 – таңбаларды ұстаушы; 7 – қақпақ; 8 – бағана; 9 – пышақ; 10 – изолятор (өнім); 11 – штрифт; 12 – тетік

жолмен тазартады. Толтырманы тазалаудың химиялық тәсілі де бар. Ол – керамикалық бөлшектерді қышқылдандырылған ерітіндінің ішінде қайнату.

Арналы (газды) күйе толтырма ретінде пайдаланылады. Оның кемшілігі жоқ, күйдірген кезде ол толығымен күйіп түсіп, өнімдер

тазарып шығады. Күйені қолдануға оның кейбір кемшіліктері кері әсер етпей қоймайды, мәселен жарылу- және өртқауіпсіздігі, өндірістік гигиенаны және өндірістік санитарлық нормаларды (угар газы түзіледі) сақтау қиындығы (лас үдеріс).

Керамикалық бөлшектерді алдын ала күйдіру үшін капселдерге (алундты жәшіктер) орналастырылып, үстіне толтырмаларды құяды. Капселдерді соғыштары немесе скафандрлары бар арнайы шрафтарға салып, содан кейін кез келген құрылымды пешке орналастырады. Алайда пештің балқыту температурасы $\pm 5^{\circ}\text{C}$ дәлдікті көрсетіп, $1100...1200^{\circ}\text{C}$ максималды температураға дейін біркелкі қыздырылуы керек. Керамиканы алдын ала күйдіру үдерісі ауада жүргізіледі, температураны белгілі бір тәртіппен көтеріп отырады. температураны 20-дан 250°C -қа дейін, яғни балқу (54°C), буландыру, адсорбция мен парафиннің жануы жүзеге асатын интервал ішінде көтеру жылдамдығы – қауіпті. Алдын ала күйдіру әдетте, 20 сағатқа созылады. Яғни осы уақыт ішінде кезекші міндетті түрде пештерге мұқият бақылау жүргізіп отыруы керек.

Үшсатылы алдын ала күйдіру технологиялық үдерісі белгілі. Керамиканы бір ауысым кезінде толтыру дегенді білдіреді. Оның мәні мынада – бірінші ауысым кезінде өнімді 20-дан 120°C -қа дейін қыздырып, сосын пешті өшіріп қояды. Екінші ауысымда бөлшектерді 120°C -қа дейін жылдам қыздырып, содан кейін берілген тәртіп бойынша 120-дан 240°C -қа жоғарылатады. Осыдан кейін пешті өшіріп қояды. Үшінші ауысым кезінде керамиканы 240°C -қа дейін жылдам қыздырып, сосын берілген тәртіппен 1100°C -қа қыздырады. Керамиканы бұлайша үзіліссіз күйдіру жұмысты бір ауысым ішінде өткізуге мүмкіндік беретіндігімен ыңғайлы.

Алдын ала күйдіруден кейін (1100°C -қа дейін қыздыру) керамикада 0,1...0,4% байланыстырушы элемент қалып қояды. Кейбір жағдайларда алдын ала күйдіруде байланыстырушы элементті толтырмадан жартылай тазалау әдісі қолданылады (кішкентай бөлшектерде байламның мөлшері – 1...3%, ал ірі бөлшектерде – 5...6% аралығында болады). Ол үшін бөлшектерді 260°C температурада қыздырады (температураны көтеру жылдамдығы – $8^{\circ}\text{C}/\text{сағ}$ құрайды) да, 3 сағат ұстап тұрады.

Керамиканы толтырмасыз-ақ алдын ала күйдіруге болады. Оны шағынгабаритті бөлшектер үшін пайдаланады. Шағын габаритті бөлшектерді (күйдірілетін өнімдер жасалған дәл сол керами-

калық материалдан) жартылай күйдіріп жасалған (толтырма ішінде алдын ала күйдірілген) түптөсемдерге салып қояды. Керамикалық түптөсемдер байламды адсорбциялайды, олардың жартысы буланып, сорғыш жүйе арқылы сыртқа шығып кетеді. Керамикалық түптөсемдерді пайдаланумен байланысты күйдіру тәсілі – айтарлықтай қымбат. Сондықтан, олардың орнына жез немесе никельден жасалған, шағын ғана ұяшықтары бар торлар қолданылады.

Өнімді ақырғы рет күйдіру үшін оларды толтырмадан тазалап, керамикалық қайықшаларға орналастырылады. Жоғары сазбалшықты керамиканы ақырғы рет күйдіру үшін температурасының жұмысшы арнасы 1700°C құрайтын газды (сутекті) пештер пайдаланылады. Пештің құрылысына қарай ақырғы рет күйдіру бірнеше сағаттан 12 сағатқа дейін, кейде одан да көп уақытқа созылады. Соған сәйкес өнімді итергіш пештерше итеріп апару уақыты да өзгереді. Оны әдетте, тәжірибелі жолмен анықтап, 15, 30 немесе 60 минутқа созылады. Эксперимент жүзінде ақырғы рет күйдіру барысында температураны көтеру жылдамдығы әртүрлі болатыны, оны термиялық құрал-жабдықтардың мүмкіндігіне және керамикалық өнімнің сынғыштығына қарай анықталатыны дәлелденді.

Керамиканың сапасына жабық күйдегі ақырғы рет күйдіру (жабық күйдіру) тәсілі айтарлықтай әсер етеді: керамикалық бөлшектер пешке жіберер алдында керамикалық түптөсемдерге орналастырылады (түптөсемдер әдетте күйдірілетін өнімнің материалынан жасалады) да, дәл сол материалдан жасалған қақпақтармен жабылады. Жабық күйдіру арқылы қоңыр түсті, ашық күйде күйдіру арқылы алынған, үстіңгі беті тегіс әрі жарқыл керамикалық бөлшектер алынады. Жабық күйдіру барысында керамикалық өнімнің шыныфазалары ашық күйдіруге қарағанда, 40...45% жоғарылайды.

Керамиканың үстіңгі бетін шынымен (шыныфазамен) қаңықтандыру мәселен, металдың қорытпаларының механикалық мықтылығын жоғарылатуға септігін тигізеді. Жабық күйдіру барысында шынының шектен тыс мөлшері оның булануы жүзеге аспауына байланысты (шыныфазаның балқу температурасы – 800°C, ал күйдіру температурасы – 1550...1650°C).

Бөлшектермен толтырылған өлшемі кішкентай, жабық ыдыстағы парциалдық қысым жоғарылайды, содан кейін тұрақталады. Сондықтан шынының буланудан жойылу көлемі соншалықты көп болмайды.

Керамиканы күйдіруге арналған жабық ыдыстар ретінде қолданылу мерзімі ұзақ, үстіңгі беті таза әрі тығыз, буланушы материалды адсорбцияламайтын молибденді қайықшалар пайдаланылады. Молибденді қайықшаларда керамиканы баса отырып, күйдіреді. Әдетте, керамиканы ақырғы рет күйдіру сурегімен салыстырғанда 2,5 есе жоғары азотты қалыпқа келтіруші пеште жүргізіледі (шықтарына дейін ылғалдандырылған 30 ± 5)°C). Пештегі сутегінің көп мөлшері сүйдіру температурасын тұрақтандыру септігін тигізбейді. Оған күйдірудің азотпен салыстырғандағы, жоғары жылусыйымдылығы мен сутегінің жылуөткізгіштігі әсер етеді (сутегінің жылусыйымдылығы – 13,6; ал жылуөткізгіштігі азоттан 7,15 есе жоғары).

Жоғары температурада күйдіру барысында жоғары сазбалшықты керамиканың құрылымы соңғы рет өзгеріске түседі, яғни ол белгілі бір физика-химиялық қасиеттерге ие болады. Керамика қыздырылғанда, минерализатор – оның бірігуін реттеуші компонент балкиды (BK94-1 керамика үшін – бұл $\text{MnO} - \text{SiO}_2 - \text{Cr}_2\text{O}_3$ оксидінің қоспасы), алюминий оксидінің түйіршіктері еріп, бірігеді. Ал жоғары температурада ұсталса, құрамы гомогенизацияланады. Біршама уақыт ұсталғаннан кейін керамикалық өнім – алюминий оксидінің біріктірілген, балқытылған шынымен толықтырылған каркасы секілді болады. Шынының СКТК көрсеткішінің әртүрлілігіне және алюминийдің кристалды оксидінің нәтижесінде соңғысы суыған кезде шыныға қарағанда сығымдалып, оны керамиканың үстіңгі бетіне қарай шығарады. 800°C-тан жоғары температурада сұйық күйінде тұрып, шыны температураның төмендеуіне қарай қатып, оның қозғалысы тоқтап, қатты денедегі қысымының өсуі байқалады. Сөйтіп, шыны сығылады, ал кристалды каркас – созылады.

Керамиканы механикалық өңдеудің басты үдерістері – тегістеу және кесу. Қажетті өлшемді және геометриялық пішінді керамикалық өнімдер алу үшін оларды тегістеп, шынымен қаныққан үстіңгі қабатынан тазалайды. Бұл керамиканың метаомен жоғары сапалы бірігуіне мүмкіндік береді. Бұл жағдайда қосымша қысым түзіліп, микрожарықтар пайда болады. Сондықтан, егер технологиялық үдеріс қажетті өлшем мен геометриялық пішінді керамикалық өнімдерді алу үдерісін қамтамасыз ете алса, тегістеу қажет болмас еді. Өкінішке орай, қазіргі таңда керамикалық өнімді дайындаудың технологиялық үдерісінен тегістеуді алыс тастау мүмкін емес.

Керамиканы металды өндіру ісінде қолданылатын жазықтегі-

стеуші білдекте тегістейді. Көптеген эксперименттер нәтижесінде АЖП 250 x 15 x 5 x 75-ЖСА12-М1-100% алмазды шеңберін пайдаланғанда, үлесті өндірушілік қабілеті байқалады. Бұл шеңбер алмазды қатпарлардың бір ғана мөлшерін тоздырғанға шыдайтын керамиканың 40 өлшемін алуға мүмкіндік береді. Шеңбердің маркаокасы былайша ұғындырылады: АЖП – алмазды жазық тік профиль; 250 – сыртқы диаметрі, мм; 15 – ені, мм; 5 – алмазды қатпардың қалыңдығы, мм; 75 – орналастырушы тесіктің диаметрі, мм; ЖСА – жоғары дәрежеде синтетикалық мықты алмаз; 12 – түйіршіктігін білдіреді (түйіршіктерінің негізгі фракциясының өлшемі – 160...125 мкм); М1 – металды байлам; 100% – алмаздың 0,878 мг алмазды ұнтақтың 1 мм³ алмазды қатпарындағы мөлшеріне сәйкес келетін концентрациясы.

М1 байламындағы ЖСА-ның синтетикалық алмаздарының шеңберін керамиканы 300 м/с жылдамдықта тегістегенде қолданған дұрыс. Себебі олардың үлесті өндірушілік деңгейі – табиғи алмаздардың шеңберіне қарағанда, 1,6 есе жоғары.

ВК94-1 керамиканы тегістеу барысында мынадай тәртіпті ұсынады: тегістеу жылдамдығы – 28.30 м/с; үстелдің бойлық жылдамдығы – 10...15 м/мин; үстелдің бір ғана көлденең берілуі – 0,5...0,6 мм; тегістеу тереңдігі – 0,005...0,100 мм.

Керамиканы синтетикалық алмаздар шеңберінен өндеудің ең тиімді тәртібі өнімнің үстіңгі бетінің кедір-бұдырлығын **Ra** 0,80 мкм өлшемде қамтамасыз етеді.

Тегістеудің сапасына үстелдің көлденең берілуі мен өндеу тереңдігі, сондай-ақ керамиканың түйіршік кристалды фазасының өлшемі (үстіңгі бетінің кедір-бұдырлығы түйіршіктің өсуіне пропорционал көбейеді), керамика мен шеңбердің сууы әсер етеді. Бұлар үдерістің соңына қарай минималды болуы керек. Әдетте суытушы сұйықтық ретінде техникалық соданың 2...3%-дық сулы ерітіндісі жұмсалады. Ол 20 л/мин шығынмен беріледі. Кесу аймағында суыған кезде де жоғары температура (шамамен 200 °С) пайда болады. Сондықтан суыту жеткілікті болмаса керамикада микрожарықтардың пайда болу қаупі болады.

Алмазды шеңберді дұрыстау жазықтегістеуші білдекте түйіршіктерінің мөлшері 25-16 (негізгі фракция түйіршіктері – 315...160 мкм) мкм, жасыл түсті кремний карбидін контактілі қайрау тәсілімен орындайды. Ол үшін қайрақтарды білдектің үстелінің

үстіне орнықтырады. Алмазды шеңбер 25...30 м/с жылдамдықта айналып, міндетті түрде суытылуы керек.

Керамикадан үлкен әдіптерді алу үшін түйіршіктері азайған бірнеше алмазды шеңберді пайдаланған жөн. Мәселен, қара түсті тегістеуді АСВ25–АСВ16, ал тазалық тегістеуді – АСВ16–АСВ8 және түйіршіктері одан да ұсақ алмазды шеңберлерімен жасау керек.

Цилиндрлі керамикалық өнімдерді тегістеу әдетте, центрсіз тегістеуші білдекте қалыңдығы 75...100 мм болатын жазық тік профильдің алмазды шеңберлерімен орындайды. Бұл профиль арнайы тапсырыспен жасалады. Өндірісте әдетте, қалыңдығы әртүрлі бірнеше шеңбердің жиынтығын пайдаланады. Жиынтықты арнайы жақтауда жинап, диаметрі бойынша дөңгелектегістешуі білдекте абразивті шеңбермен тегістеп, содан кейін центрсіз тегістеуші білдекке орнықтырады. Алмазды шеңберлерді центрсіз тегістеу білдектерінде түйіршіктері 25-16 болатын, қаттылығы СМ1-СМ2 құрайтын, жасыл түсті кремний карбидінің шеңберлері арқылы орындайды. Алмазды және абразивті шеңберлерді білдектің ортасындағы жақтауға орналастырады, соған сай 40...60 жылдамдықта 25...30 м/мин барынша суытады.

Берілген өлшемді бөлшектерді алу үшін керамиканы арнайы білдектерде кесуші құралмен кеседі. Кесуші құрал – сыртқы кескіш жиектері бар алмазды кесінді шеңбер.

Паспорттарыда алмазды шеңберлердің сыртқы кесуші жиектерінде олардың өлшемдері, байлам маркалары, алмаздың клнцентрациясы, оның қараттық өлшемі, сонымен қатар түйіршіктігі көрсетіледі. Айталық: АОК100 x 0,3 x 5 x 20 шеңберінің маркасы былайша ұғындырылады: сыртқы диаметрі 100 мм, қалыңдығы – 0,3 мм, алмазды қабатының ені – 5 мм және орнаықтыру диаметрі – 20 мм құрайтын алмазды кесінді шеңбер. Әдетте, бұл шеңберлер 25...50 м/с кему жылдамдығында содалық ерітіндіде жақсы салқындатылып, жұмыс істейді.

Тегістелетін керамикалық бөлшектер алдын ала металл жақтауларға жабыстырады. Ал кескен кезде жақтау мен керамика арасында шыныдан жасалған пластмасса орналастырылады.

11.3. ПЛАСТМАССАНЫ ҚАЙТА ӨНДЕУ

Пластмассалардан өнімдер дайындаудың кейбір тәсілдерін қарастырып көрелік. Жылдан жылға пластмассалар өндіріс орындарында өздерінің құнды қасиеттері, әсіресе металдардың орнын баса алу қасиеттеріне қарай кең қолданыс тауып келеді.

Термореактивті пластмассалар (реакпластар) негізінен, баспалау (қысып ыстық баспалау, пресс-күю) арқылы, ал пресс-материалдар ретінде пресс-ұнтақтар, түйіршіктер, пресс-үгінділер, талшықтар, пресс-массалар мен қатпарлы толтырушылары бар пресс-материалдар қолданылады. Реактпластар тек бір-ақ рет қайта өңделеді. Реакпластардың қалдықтары мен брактарын өндірісте пластмасса жасау барысында, тек қана жұқа майдаланған күйінде ғана толтырушылар ретінде пайдалануға болады.

Реакпластардан өнімдерді дайындаудың технологиялық үдерісі таблеткалаудан, пресс-материалды алдын ала қыздырудан және баспалаудан тұрады.

Пресс-ұнтақтарды таблеткалау – эксцентрікті, айналмалы және гидравликалық пресстерде (машиналарда) жүргізіледі. Таблеткаларды баспалау үшін құрал-жабдықтарды таңдау таблеткалардың мөлшеріне, олардың сапасы мен өлшеміне қойылатын нақты талаптарға, сондай-ақ қажетті өндірушілігіне қарай анықталуы керек. Осы аталған талаптарға жоғары дәрежеде айналмалы машиналар сай келеді. Эксцентрікті пресстердің өндірушілік дәрежесі төмен болғанмен, массасы нақты және мөлшері әртүрлі таблеткаларды алуға мүмкіндік береді. Гидравликалық пресстерде ірі таблеткалар өндіріледі (диматетрі – 230 мм және биіктігі 100 мм-ге дейін). Пресс-ұнтақтарды таблеткалаудың артықшылығы – еңбек шартын жақсарту (шашырауы аз), өндірушілікті жоғарылату (қыздыру үдерісі жылдамдайды, баспалау циклы қысқарады, пресс-материалды мөлшерлеу барысы жеңілдейді т.б.), сапасының жоғарылауы және брак деңгейінің төмендеуі (материалдан ауа шығарылады, сондықтар қуыстар пайда болмайды).

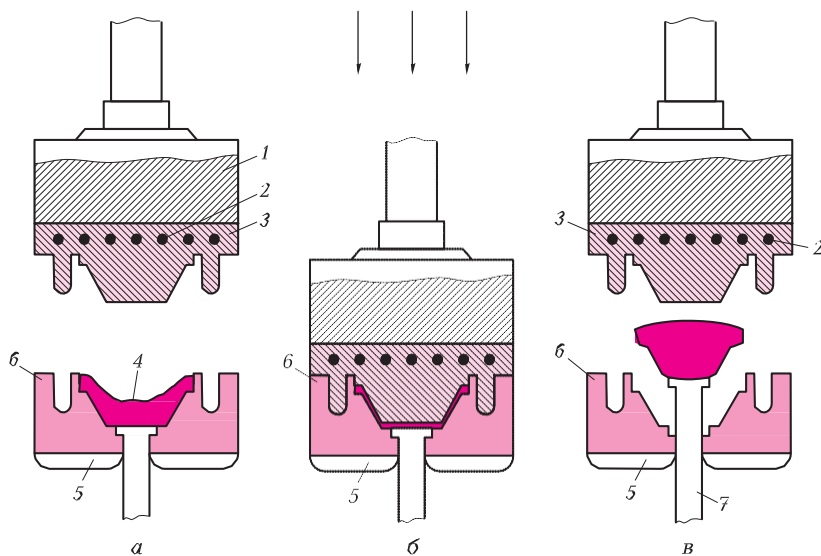
Пресс-материалды алдын ала қыздыру баспалау циклын 1,5-2 есеге қысқартуға септігін тигізеді. Бұл тәсіл өнімді престен түсіруді жылдамдатып, пресс-материалдың пресс-қалыптан ағып кетуін жақсартады (баспалаудың салмақты қысымы төмендейді), өнімнің сыртқы пішіні, физика-механикалық және диэлектриктік қасиетін

жақсарып, пресс-калыптың тозылу дәрежесі төмендейді.

Пресс-материалдар табиғатына қарай, алдын ала қыздыру *төмен* ($80\ldots 120^{\circ}\text{C}$) және *терең* ($160\ldots 200^{\circ}\text{C}$) болып бөлінеді. Пресс-материал барынша қысқа уақыт ішінде тепе-тең қыздырылуы тиіс. Себебі әртекті қыздыру әрі ұзақ уақыттық қыздыру баспалау жағдайын нашарлатады. Ең алдымен, баспаланатын материалдың сұйықаққыштығын нашарлатады.

Қыздыру үшін ТВЧ генераторлары, термфошкафтар, инфрақызыл сәулелерінің қайнар көздері мен ыстық ауа пайдаланылады. Пресс-материалды қыздырудың талаптарына ТВЧ генераторлары толық жауап береді. Пресс-материалды (диэлектрик) ауыспалы электр өрісіне орналастырғанда, онда молекулалар поляризацияланып, олар генератордың бір жиілігінен екінші жиілігіне қарай тербеле бастайды. Пресс-материалдың молекулаларының тербелісі оның бір бөлшектерінің келесілеріне қатысты үйкелісін тудырады.

Материалды қыздыру үдерісі ТВЧ генераторының қуатына және олар тудыратын электр тербелістерінің жиілігіне тікелей байланысты.



Сурет 11.4 Қысып баспалау

а – материалды салу; б – баспалау; в – дайын өнімді итеріп шығару; 1 – престің жылжымалысы; 2, 5 – пуансон мен матрицаның қыздырушысы; 3 – пуансон; 4 – пресс-материал; 6 – матрица; 7 – итергіш; → – баспалау күші

Қысып баспалау пресс-құймадан ерекшеленеді. Пресс-материал пресс-қалыпта қыздырылып, қысымның әсерінен пластикалық күйге еніп, пресс-қалыптың жұмысшы бөлігін толтырып, сонда қатады.

Баспалауға жіберілген пресс-материалды (4) қыздырушы (2) көмегімен қыздырылған матрицаға (6) ендіреді (сурет 11.4, а). Жылжыманы (1) преске түсіргенде және пресс-қалыптың жоғарғы бөлігін қыздырушы (5) көмегімен қыздырылған пуансонмен (3) қабыстырғанда, төменгі бөлігінде баспалау үдерісі басталады (сурет 11.4, б).

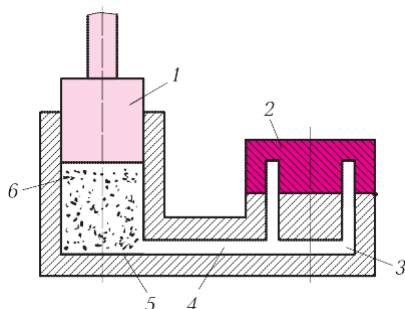
Белгілі бір уақыт белгілі бір температура мен қысымда ұсталғаннан кейін баспалау үдерісі аяқталады. Престің жылжымасы арқылы пресс-қалыптың үстіңгі бөлігі пуансонмен бірге (3) көтеріліп (сурет 11.4, в), дайын өнімді итергіш арқылы (7) пресс-қалыптан шығарылады. Осымен өнімді дайындау үдерісі аяқталады.

Баспалаудың технологиялық үдерісі бірнеше операциялардан тұрады. Солардың ең бастыларын қарастырып өтелік.

Пресс-материалды мөлшерлеу салмақты (талшықтық, текстолитті үгінділер үшін), көлемді (пресс-ұнтақтар үшін) және даналай (таблеткалар үшін) болып бөлінеді. Одан ары термошкафта немесе ТВЧ-да алдын ала қыздырып, пресс-материалды пресс-қалыпқа салады. Егер өнімді армиттесе, орнықтырылған бөлшектерді алдын ала орнықтыру керек. Содан кейін пресс-қалыпты престің көмегімен баспалап, қысымды белгіленген тәртіппен және бірнеше мәрте циклды баспалайды – пресс-қалыпты баспалау барысында туындаған газды пресс-қалыптан шығара отырып, ажыратып, қосады. Баспақтау материалды қыздыруға септігін тигізіп, сақтау уақытын қысқартып, өнімнің сапасын жақсартады (жарықтар, көбіктер туындамайды, монологиялық жақсарады).

Баспалау (ұстау) ұзақтығы дегеніміз – пресс-қалыпты қосудан бастап, престен босатуға дейінгі уақыт. Біраз уақыт ұсталғаннан кейін престің қысымы төмендетіледі, пресс-қалыпты ажыратып, итергіш арқылы автоматты түрде дайын өнімді жұмысшы, рәсімдеуші үстіңгі бетінен итеріп шығарады.

Пресс-құйма (күю немесе трансферлі баспалау) қысып баспалаудан пресс-қалыптарды толтыру сызбасы мен оның құрылымына қарай ажыратылады. Толтыру камерасы (6) пресс-құйма тәсілінде пресс-қалыптың жұмысшы үстіңгі бөлігінен (3) бөлініп алынады. Бірақ онымен құйма арналары (4) арқылы бірігеді (сурет 11.5).



Сурет 11.5 Пресс-құйма

1 – пуансон; 2 – пресс-калыптың үстіңгі бөлігі; 3 – пресс-калыптың рәсімдеуші бөлігі; 4 – құйма арнасы; 5 – пресс-материал; 6 – толтыру камерасы

Баспалау мынадай жолмен жүзеге асырылады: басында қысым пуансонға (1) алдын ала қыздырылып, жабысыпаққыш күйге дейін жетілдірілген пресс-материал (5) тұрған толтыру камерасынан жіберіледі. Пресс-материал қысымның әсерімен құйма арналары бойымен пресс-калыптың рәсімдеуші бөлігіне (3) түсіп, ол толғаннан кейін пресс-материал бір мезетте полимеризацияланады. Белгілі бір уақыт ұсталғаннан кейін пресс-калыпты ажыратып, алмалы-салмалы үстіңгі бөлігін (2) бөліп алып, дайын өнімді шығарады. Осы тәсілмен ұнтақты немесе талшықты толтырушылары бар пресс-материалдар да қайта өңделеді. Сонымен қатар, ол арматурадан және орнықтырылған бөлшектері (кесу таңбалары, түйреуіштер, кебінділер т.б.) бар пластмасса өнімдерін құюға жарайды.

Көпқабатты престерде табақшалы пластмасса өнімдері дайындалады. Оларға текстолит, ынытекстолит, гетинакс, асботекстолит, декоративті қатпарлы пластик, ағашты-қатпарды пластик пен винипласт жатады. Ол үшін мата, қағаз немесе ағаштан жасалған кілттекті шайырмен сіңіріп, электрпештерінде кептіреді. Содан кейін шайырмен жеке-жеке сіңірілген қағаз парақтарын пакеттерге жинап, көпқабатты преске салып, олардың арасына тегістелген түптөсемдермен қыздырылған плиталарды пакеттің үстіне және төменгі жағына кезектеп салып отырады. Одан кейін пакеттерді бірінің үстіне біріп қойып, белгілі бір күшпен қысып, бірнеше уақыт бойы және белгілі бір температурада ұстайды. Жекелеген парақтарды бір-бірімен монолит етіп жабыстырады. Сол сәтте шайыр да полимеризацияланады. Нәтижесінде гетинакс парақтары жасалады. Дәл осы тәсіл-

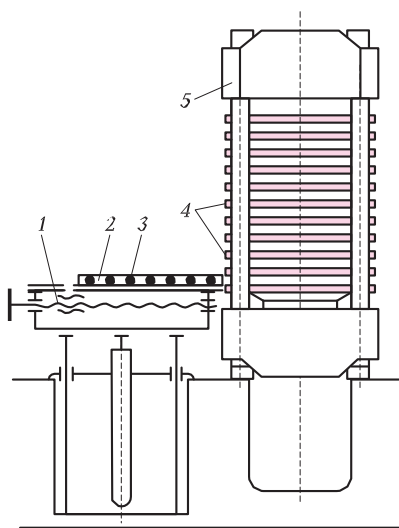
мен басқа да пластиктер дайындалады. Мұндай пластиктердің негізі ретінде мата, ағаштар жасалған керттік және басқа да материалдар жұмсалады.

Винипласты дәл осылай дайындайды, бірақ пакетті жеке-жеке пленкалы парақтардан жасайды. 11.6-суретте пакеттерге (3) баспаланған материалды көпқабатты преске (5) салады. Үдерісті пресінің қыздыру (4) плиталары (2) бар жайпақ табағында, пакеттерді беру құралында (1) жүргізеді.

Термопластикалық пластмассалар (термопластар) әртүрлі тәсілдермен өңделеді – қысыммен құю, экструзия, вакуумды қалыптау т.б. Термопластикалық материалдар ұнтақ, түйіршік, бисер және үгінді түріндегі синтетикалық және табиғи жоғары молекулярды қосылыстар негізінде дайындалады. Олардың барлығы бірнеше мәрте балқу қабілетін ие.

Термопластарды қайта өңдеудің технологиялық үдерісі дайындау операцияларынан тұрады – толтыру, бояу, түйіршіктендіру, кептіру және ең бастысы – әртүрлі тәсілдермен құю.

Центрден теуіп құю тәсілі айналдыру денелі пішінге ие кейбір өнімдерді – труба, тегершік, төлке, цилиндр т.б. дайындау үшін



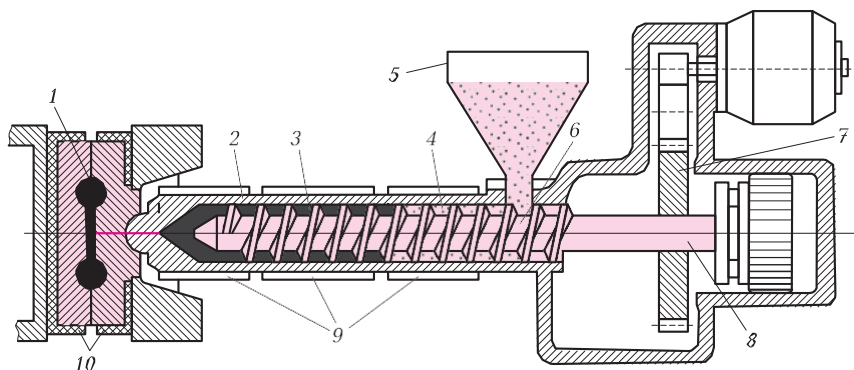
Сурет 11.6 Көпқабатты пресс

1 – пакетті беру құралы; 2 – жайпақ табақша; 3 – баспаланған материалдың пакеті; 4 – пресі қыздыру пакеттері; 5 – көпқабатты пресс

пайдаланылады. Мұндай тәсіл қабырғалары қалың әрі ірігабаритті өнімдерді көп мөлшерде дайындау үшін тиімді. Яғни құйма машиналарын орнықтыру мөлшерінің көптігіне, пресс-материалды сығу және көпіршіктерінің түзілуіне байланысты қолдану қиын болған жағдайда аталған тәсілдің тиімдігі артады.

Экструзия – жабысқаққыштық күйдегі материалды берілген профильдің тесігінен экструдер деп аталатын құйма машиналарына (бұрамдықты, иіркекті, иіркек-машина) үздіксіз қысып шығару (шприцтеу) үдерісі. Мұндай тәсілмен көптеген термопластар қайта өңделеді. Бұл жағдайда термопластардан профильді өнімдер, пленкалар, табақшалар, кабелді өнімдердің электроқшаулаушы жабындары т.б. жасалады. Өнімнің түріне байланысты экструдерлер алма-лы-салмалы құрал-жабдықтармен – экструзиялық ұштар, үрлеуші, суытушы, созушы, қаптаушы т.б. құрал-жабдықтар. Ендеше, осы құрылғымен және экструдердің жұмысшы бұрамдықтарымен танысып өтелік.

Қайта өңделетін материалды бункерге (сурет 11.7) салады. Онда оны бұрамдық (6) ұстап алып, қыздырушы қыздырғыш бойымен (9) цилиндрге (2) қарай жылжиды. Қыздырылған полимердің (4) қозғалуына қарай ол балқып (балқытылған полимер (3) жабысқаққыш күйге өтіп, гомогенизацияланады. Одан кейін экструзиялық ұштары (мүштік) арқылы құйма қалыптарға (10) өтіп, ол толғаннан кейін өнімге (1) айналады. Бұрамдықтың келіп түсуші және айналмалы



Сурет 11.7 Бұрамдық экструдер

1 – өнім; 2 – қыздырушы цилиндр; 3, 4 – балқытылған және қыздырылатын полимер; 5 – бункер; 6 – бұрамдық (иіркек); 8 – бұрамдықтың айналдырмалы және келіп түсу қозғалыстары; 9 – қыздырғыштар; 10 – құйма қалып

қозғалыстары **7** және **8** құрылғылар арқылы жүзеге асады.

Полимер бұрамдықты арна арқылы өткенде, оның тығыздығы мен көлемі өзгереді. Яғни сусымалы қатты күйден балқыған күйге өтеді. Оны құйма машиналарын құрастыру барысында ескеру керек.

Термопластар экструдерлер көмегімен қайта өңделеді. Мұндай машиналарда қысым арқылы құю үдерісі мына үдеріске сай келеді. Пресс-материал түйіршіктер түрінде бункерге салынады, одан бұрамдық дозатор-пластификатор арқылы бірдей және үздіксіз ұсталып қалып, қыза бастайды да, пластификацияланып, қыздырушы цилиндрдің алдыңғы аймағына жіберіледі. Мұнда қыздырушылардың жылуына байланысты ақырғы рет балқып, жабысқаққыш күйге енеді. Одан кейін балқытылған материал жүйелі түрде мүштік пен канал арқылы машинаға алдын ала майыстырылып, бекітілген пресс-қалыпқа итеріліп, түсіріледі. Пресс-қалып шашу арқылы жабысқаққыш материал қысым арқылы толтырылып, біраз уақыт осы күйде тұрады осы уақыт ішінде қалып ағынс умен суытылады, ал өнім суып, қата бастайды.

Содан кейін бұрамдық өзінің бастапқы қалпына қайтарылып, қалып ашылып, өнім қалыптан итеріліп шығарылады да, құйма үдерісі қайтадан басталады.

Ұзынөлшемді профилді өнімдер мен табақшалар экструдерден, ұштарынан, суытушы, созушы, кесуші және қаптаушы құрылғылардан тұратын арнайы агрегаттарда дайындалады. Геометриялық дұрыс профилді алу үшін полимердің орналастырылуын, үстіңгі үйкелуінің әртүрлілігін, қималардың тік бұрыштарына қарай үйкелуін ескеру керек. Ішкі қысымдар өнімнің үстіңгі жағы мен ортасының біртекті суымауына байланысты туындайды.

Өнімнің дұрыс профилін алу үшін мүштік алдындағы және мүштіктегі кедергі жиынтығын ескеру керек. Ол әрбір массаның элементарлы ағыны үшін бірдей болуы тиіс. Бұл шартты мүштіктердегі тесіктерді орта бөлігіндегі көлденең ағынды қысу және оның шеттерін кеңейту арқылы құрастыру барысында қатаң ескереді.

Сымдардың қаптамалары, құбырлар мен шлангаларды кез келген термопластардан экструзия арқылы дайындайды. Құбырлардың өндірісінде агрессивті ортаға шыдамды ВД және НД полиэтилендері, винипласт, фаолит кең қолданыс тапты. Олар коррозияға шыдамды, жеңіл балқып, жабысады, иілгіш келеді. Полиэтилен құбырлары судың қату температурасы мен гидравликалық соққыларға шыдас бере

алады. Құбырларды арнайы агрегаттарда өндіреді. Мұнда экструдер құбыр дайындамаларын, одан ары калибрлік құрылғылар, суытатын құрылғылар, өлшеуіш құралдар, маркалық құрылғылар, созылғыш ұстағыш, автоматты ара мен орнықтырушыларды шығарады. Нәтижесінде берілген өлшемді, қималары мен геометриялық пішіндері алдын ала жоспарланған дайын құбырлар жасалады.

Осылардың ішіндегі маңыздысы – **калибрлік құрылғы** – ауалы, вакуумды деп бөлінеді. Олар сырттай және іштей қатты өзек темірмен калибрлейді.

Шлангаларды қалыптау басқаларға қарағанда, әлдеқайда жеңілрек жүзеге асады. Поливинилхлоридті және басқа да аморфты материалдардан жасалған шлангалар ыстық күйінде өздерінің пішіндерін сақтап, құрал-жабдықтарды (мүштік) калибрлейді. Оған суытушы құрылғының қажеті жоқ.

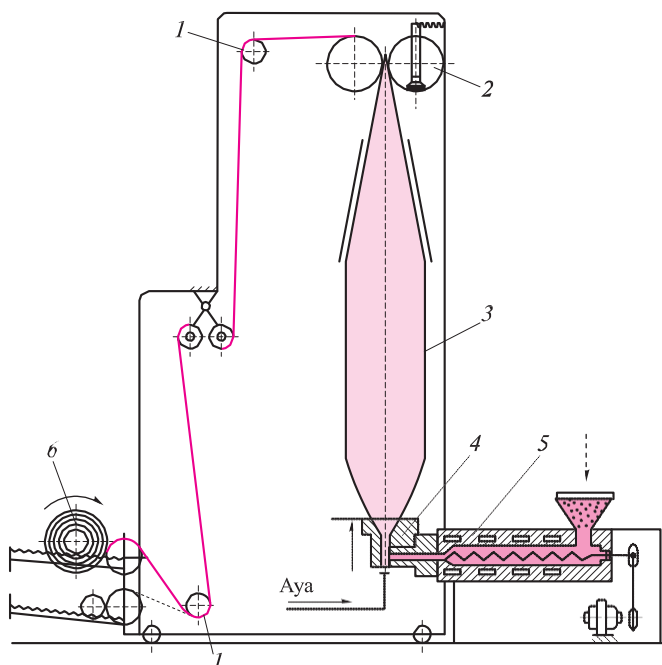
Электрсымдарын қаптау шлангаларды экструзиялық ұштарды құрастыру арқылы өндіру жолынан қапталмаған сымдарды ұшына қарай жіберу құралының болуына байланысты ажыратылады.

Өнімнің сапасы технологиялық үдерісті қатаң сақтаумен айқындалады. Мәселен, тығыздығы бірдей құбырларды жасау үшін құбыр дайындамалары көлденең және ұзына бойымен созылады. Оларды созу бағыты 10...15%-дан аспауы керек. Суыту біртіндеп жүзеге асырылады. Себебі бұл жағдайда полимердегі кристалды фаза түзіліп, ішкі қысым төмендеп, құбырлардың мықтылығы артады.

Экструдердің ұшындағы жоғары температураның салдарынан құбырлардың үстіңгі беті жарқыл әрі теп-тегіс болады.

Біліктеу және **бумен өңдеп үтіктеу** термопластардан табакшалар мен пленкалар дайындау үшін қолданылады. Біліктерде масса материалдың бөлшектерінің ішкі үйкелісі нәтижесінде қарқынды қызады. Біліктеуге жіберілген материалды біліктердің бір жағынан береді, сол кезде ол үйкелу күшімен саңылауға қарай сырғиды.

Біліктер арасынан өте отырып, материал қозғалады және біліктердің толтырылған шеткі Біліктер арасынан өте отырып, материал қозғалады және біліктердің толтырылған шеткі бөлігіне қарама-қарсы жаққа винтті қозғалыстар жасайды. Мұнда олар дұрыс емес пішінді, рулонға оралған парақшалар түрінде үздіксіз түсіп отырады. одан ары рулон бумен өңдеп үтіктеледі – көпбілікті каландрда жазылады (біліктерінің диаметрі 500 мм-ден жоғары, ал ұзындығы – 1000 мм-ге дейін). Бумен өңдеп үтіктелу нәтижесінде белгілі бір



Сурет 11.8 Пленканы дайындау сызбасы

1 – бағыттаушы десте; 2 – қабылдаушы құрылғы; 3 – пленка; 4 – ұшы; 5 – экструдер; 6 – барабан; → – барабанның айналуы; → – материалды салу

қалыңдықта және енді, үстіңгі беті жалтыр, тығыздығы жоғары (материалдың молекулаларынан ауаны шығару және каландр бағытына қарай бейімдеу салдарынан) пленка немесе парақшалар алынады. Бумен өңдеп үтіктеу дұрыс емес болуы мүмкін. Ол үшін өңдеуге арналған материал рулонмен емес, бұрамдық машинаның тесікті ұштарынан жіберіледі.

Біліктеу мен бумен өңдеп үтіктегеннен кейін пленкалар экструзия арқылы өндіріле алады. Мәселен, дайындамаларды сақиналы ұштарынан ары қарай пневматикалық созу (ісіру) арқылы итеріп шығару. Пленка (3) мынадай технологиялық сызба бойынша түзіледі (сурет 11.8): экструдерден (5) полимер жеңдік дайындама түрінде ұшының сақиналы тесігі арқылы сыртқа шығарылады. Ұшының еркін тұрған шеті белдікті жүйелерден тұратын қабылдау құрылғысына (2) бекітіледі. Жеңдік дайындаманың пайда болуымен құрылғының ұшының тесігінен белгілі бір шамада шектен тыс қысымы бар ауа айдалады.

Дайындаманың диаметрі ұлғаяды, қалыңдығы – төмендейді де, суып, қысқыш белдіктермен жабыстырылады. Жеңдерін барынша теңдей етіп суыту үшін оны үлкен қысымда сығымдалған ауамен сырттағы сақиналы қондырма арқылы қосымша суытылады. Қалыңдығы 0,06 мм полиэтиленді пленка үшін суыту ұзақтығы – пленканың шығу жылдамдығына қарай 30 с-тан бастап 10 м/мин-қа созылады. Пленканың қалыңдығы құрылғының ұшының сақиналы тесігінің қимасына және үрлегенде көлденең және қзына бойлай сору күшіне байланысты. Нәтижесінде екі қабатты пленка алынады. Оны бағыттаушы белдіктер (1) бойымен рулон түрінде барабанға (6) орайды.

Канистрлар, бөшкелер, бөтелкелерлі құбырлық дайындамаларды пресс-материалдан қалыптарға арнайы агрегаттарда **пневматикалық үрлеу** арқылы жасайды. Бұл өнімдерді дайындау үдерісі жабысқақ-аққыш массаның алынуы, құбырлық дайындаманы бұрамдық машиналарға итеріп жіберу, үрлеу арқылы өнімді қалыптау және қалыптан шығару секілді операциялардан тұрады.

Кейбір пластмассалар (органикалық шыны, капролак т.б.) қалыптарда полимеризацияланады. Органикалық шыныдан табақшалар, пلياتалар мен блоктар алу үшін өндірістік қондырғылар пайдаланылады. Ол үшін арнайы қоспа дайындалады – метилкратилдің полимеризацияның қозғаушы элементімен (бензин пероксиді) полимеризациясына, қалдықтар мен әртүрлі қосымшаларды айдаудан кейінгі өнімнен тұратын композиция. Аталған композицияны силикатты шыны немесе металдан жасалған қалыптарға құяды. Қалыптар арбаларда тұрады. Арбаларды 50...100°C температурадағы термокамералардан жүйелі түрде өткізіледі. Арбалар термокамералардан шыққаннан кейін суытады да, дайын өнімдерді қалыптардан шығарады.

Блоктар мен капролактаманнан жасалған дайындамаларды басқа технологиялық сызба бойынша алады. Алғашында капролактамы 100...120°C температурада балқытады, содан кейін инертті газдың қысымымен сұйық каролактамы сүзгі арқылы 0,02%-ға дейін ылғалды жоятын аппаратқа салады. Реакцияның қозғаушысы – калий (натрий) сілтісі немесе металды натрийі бар капролакт жұмсалады. Капролактамның сірнелік ангидридпен өзара әрекетінен ацелит-капролактамы – реакцияны белсендендіруші алынады.

Қозғаушы мен реакцияны белсендендірушіні мөлшерлеп отырып, оларды балқытылған капролактаманмен біріктіріп, қалыптарға құяды. Қалыптар коорозияға шыдамды болаттардан жасалып, арбаларға ор-

наластырылады. Капролактамы термиялық пештерде 160...180°C температурада 1 сағат бойы полимеризациялайды.

Органикалық шыныдан алынған әрлеу дайындамалары мен капролактама одан ары механикалық тәсілмен (кесу) өңделіп, белгіленген пішін мен өлшемге келтіріледі.

Вакуумды қалыптау әдетте, табақшалы термопластикалық материалдардан (полиэтилен, винипласт, винипроза т.б.) бір реттік қаптамалар өндіру үшін пайдаланылатын тәсіл.

Вакуумды қалыптау технологиялық тәсілі мынадай үш маңызды операциялардан тұрады:

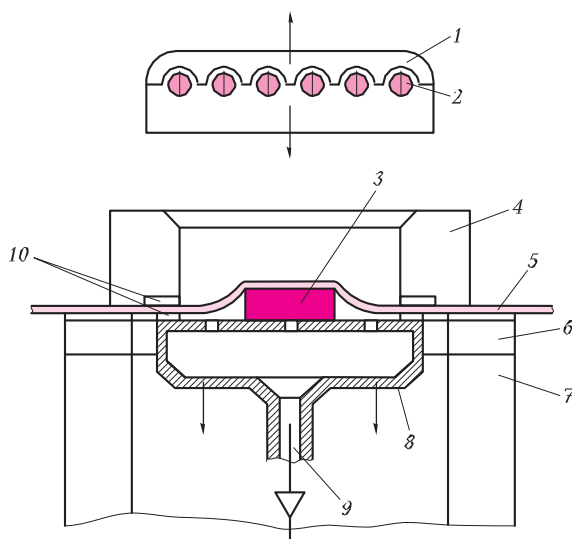
- материалды дайындау – роликті қайшылармен рулонды полиэтиленді белгілі бір көлемдегі дайындамаларға кесу;
- вакуумды қалыптау – табақшалы термопластикалық материалдарды белгілі бір температурада қыздырылған вакуумды қалыптарға атмосфералық қысым арқылы орналастыру;
- пішінге келтірілген өнімнен төртбұрышты пішінді кесінділерді ролик қайшылармен, ал фигуралық контурлы өнімдерден – қарапайым қалыптармен (ойықтармен) кесіп алу.

Вакуумды-қалыпты машина *11.9-суретте* көрсетілген. Машинаның табанында (7) төртбұрышты терезесі мен нығыздаушы түптөсемі бар (10) плита (6) периметр бойымен орналасады. Осы плитада қозғалмалы рамка (4) орналасады. Рамка – қозғалмайтын өсіне қатысты айналып, жоғары көтеріліп, төмен түсіп отыратын, машинаның артында орналасқан құрылғы. Төменгі орында қозғалмалы рамка плитаның нығыздаушы түптөсеміне мықты етіп орналастырылады. Дәл осы қалыпта ол арнайы ілмекпен бекітіле алады.

Төменгі жағында қозғалмалы рамканың периметр бойынша орналастырылған нығыздаушы түптөсемі (10) болады. Ол плитканың түптөсеміне және қозғалмалы үстелдің (8) нығыздаушы түптөсеміне бекітіледі. Үстел арнайы құрылғы арқылы бағыттаушы арналар бойымен көтеріліп, төменге түсіріледі. Қозғалмалы үстелдің үстіңгі жалпақ беті тесіліп, вакуум-қалыпты (3) орналастыру және ауаны айдау үшін қызмет етеді. Қалыптастыру барысында полиэтилен пленканы (5) қозғалмалы рамканың (4), плитаның (6) және қозғалмалы үстелдің (8) арасында нығыздап орналастырады. Қалыптасқан жабық мөлшерді вакуумды кранның және шланганың көмегімен вакуумды сорғышпен біріктіріп, оның жұмысын вакуумды жүйе арқылы басқарып отырады.

Арнайы қыздырғыш элементтері (2) бар қозғалмалы қыздырғыш (1) қызған кезінде қозғалмалы үстелдің және полиэтилен пленканың (5) үстіне түсіріліп, қыздыру аяқталғанда, бастапқы күйіне оралады. Қыздыру үдерісі уақыт релесі арқылы бақыланып отырады.

Жұмыс жасау барысында вакуум-қалыпты машина қозғалмалы үстелдің тесігі бар үстіңгі бетіне вакуум-қалыпты (3) орналастырып, плиталары (6) мен қозғалмалы рамка (4) арасында мықтап қысып, содан кейін қыздырғышты (1) төмен түсіріп, пластмассаны қалыптау температурасына дейін қыздырады. Қыздырғаннан кейін қыздырғышты тік қаратып қойып, қозғалмалы үстелді – пластмассаның табақшаларымен түгелімен әрекеттесуіне дейін ұстап, оны вакуумды құбыржелісімен (9) сорғышпен біріктіріп тұрған вакуумды кранды ашады. Пластмассамен қыздырылған вакуум-қалыпты қонымды етіп тығыз орналастырғаннан кейін атмосфералық қысымның әсерімен вакуумды кранды жауып, қозғалмалы үстелді вакуум-қалыппен бірге төмен түсіріп, рамканы ілмектен босатып, пішінге ендірілген өнімді шығарып, қажетті көлемге дейін кесіп, тегістеледі.



Сурет 11.9 Вакуум-қалыптаушы машина

1 – қозғалмалы қыздырғыш; 2 – қыздыратын элемент; 3 – вакуум-қалып; 4 – қозғалмалы рамка; 5 – полиэтилен пленка; 6 – плита; 7 – табан; 8 – қозғалмалы үстел; 9 – вакуумды құбыр желі; 10 – түптөсем; → – үстел мен қозғалмалы қыздырғыштың қозғалысы

Термопластикалық пенопласт дегеніміз – суспензиялы полистиролдан (оның құрамында газтәрізді изопентан болады) тұратын және ақ түсті, көлемі 0,3...2,5 мм құрайтын түйіршіктер (бисер) түріндегі ПС-Б пенополистирол (баспаланбаған пенополистирол). Бұл материалдар қаптама ыдыстарды, термооқшаулаушы панелдер мен басқа да өнімдер жасалынады.

Пенопластан өнімдерді дайындаудың технологиялық үдерісі әлдеқайда жеңіл әрі қарапайым. Ол көбіктене бастаудан (жартылай көбіктену) басталады. Бұл үдерісті бисердің көлемін ұлғайту үшін қайнап тұрған су құйылған ваннада жүргізеді. Қайнап тұрған су массаның көлемін төмендетіп тұрады. Ваннаның түбіне тор салады. Тор үстіне бисерлерді (судың 1 м² үстіңгі бетіне шаққанда 200 г құрайтын) салынады. Содан кейін 3...7 минут бойы көбіктендіре бастайды. Көбіктене бастау уақытын әрбір бисердің партиясы үшін тиімді тәжірибелі жолмен белгілеу керек. Кептірілген бисердің массасы үйінді түрінде болып, өнімнің көлемді массасына тең болуы керек. көбіктене бастау аяқталған соң, бисерлер салынған торды ваннадан шығарып, 30...40°C температурадағы кептіру шкафында 30...90 минут бойы кептіреді. Өнімді дайындаудың ең қарапайым тәсілдерінің бірі – оны сумен қыздырылған жиылмалы қалыпта ақырғы рет көбіктендіру. Дюралминийден жасалған қалыпты бисермен толтырар алдында оның ішкі қабырғалары глицеринмен майданады. Яғни дайын өнім қалыпқа жабысып қалмауы керек. Содан кейін қалыпты көбіктене бастаған және кептірілген бисермен қағып-сілки отырып, нығыздап, толтырады. Одан кейін қалыптарды жауып, ыстық суға салып қояды. Уақыты тәжірибелі тәсілмен белгіленеді.

Бисерді ақырғы рет көбіктендіру жиылмалы қалыптарда жүргізіледі. Жиылмалы қалыптар 102...110°C температурада 0,12...0,15 МПа қысымда ыстық су буында қыздырылады. Алдын ала қалыптарды автоклавтарға салып қояды. Пенополистирол көбіктенгеннен кейін қалыпты алдымен 50...60°C температурада, содан кейін бөлме температурасында суық суда суытады да, оны ашып, ішінен дайын өнімді алып, ауада кептіріп, үстіңгі бетіндегі ылғалдан тазалайды. Пенопластан жасалған өнімдер – өте жеңіл және сыртқы пішімі жақсы болып келеді.

Шыныпластиктер – термореактивті композициялар негізіндегі материалдар. Олардың құрамына сұйық шайырлар мен қатты шайырлардың ерітінділері – эпоксидті, полиэфирлі т.б. ерітінділер мен

қатыратын, бояйтын, шыныталшықты толтырушылар (тегістеуші, шыныматалар мен шынытөсемдер).

Шыныпластиктер ірігабаритті өнімдерді (қайықтар, катерлердің корпустары, автомобильдердің шанақтары т.б.). бұл үшін шаблон (үлгі) дайындалады. Үлгі бойымен жүйелі түрде қатпар-қатпармен, бірін екіншісі итере отырып, шыныматаларға желім жаға отырып, өнімді салады. Шыныматаның әрбір қабатын сыққанда, желімнің үстіңгі бетіне шығып отыруын қадағалайды. Дайын өнімді шығаруды жеңілдету үшін шаблоннан алдығ ала нейтралды қатпарлар жасалады. Бұл қабатта бірінші рет желім жағылғанда, шыныматалар жабыспайды.

Пластмассаларды қайта өңдеуден басқа оларды дәнекерлеп, жабыстыруға және әртүрлі материалдарға жағуға болады. Осы үдерістердің кейбір тәсілдерімен тереңірек танысып өтелік.

Дәнекерлеу біртекті пластмассалардың бөлшектерін, ең алдымен термопластарды (құбырлар, табақшалар, пленкалар мен кейбір өнімдер) біріктіреді. Біріктіру үстіңгі беттерінің бөлшектерін өзара диффузиялау салдарынан жүзеге асады. Дәнекерлеу тәртібінің басты параметрлері – қыздыру температурасы мен қысым. Бұлар бір-бірімен өте тығыз байланысқан, әрі тәжірибелі жолмен оңтайлы етіп іріктелуі керек. Өндірісте дәнекерлеудің ыстық газбен, контактілі қыздырумен, термоимпульсты, жоғары жиілікте және ультрадыбысты дәнекерлеу секілді түрлері кездеседі.

Ыстық газбен дәнекерлеу дегеніміз – дәнекерленетін бөлшектерді және орнықтырылған шыбықшаны бірітірілетін элементтер жабысып қалатындай етіп қыздыру. Мұндай тәсілмен мәселен, гальваникалық ванналарды қаптау барысында винипластардың тілімшелері дәнекерленеді. Ыстық газдың қайнар көзі – электрлік дәнекерлеу оттығы. Оттық электр дәнекерлегіш аспап секілді болады, мұнда газ қызып, алмалы-салмалы ұшынан сыртқа шығады. Газдың шығуын арнайы шүмектер арқылы реттеп отырады. Дәнекерлеудің мықтылығы дәнекерлеуші маманның біліктілігіне байланысты болып, 30...80% арасында болады.

Контактілі дәнекерлеу барысында біріктірілетін материалдар ыстық роликтермен немесе электрлік кедергісі жоғары материалдардан жасалған ленталармен қыздырылады. Осы ленталар арқылы электр тоғы жүреді. Дәнекерлеу қаусырма жолымен жүргізіледі, себебі қыспақ бір- немесе екі жақты бола алады.

Термоимпульсты дәнекерлеу – әдетте, құбырларды біріктіреді. Ол үшін диаметрі кішкентай құбырларға нихромды сымдарды орайды. Ал шиыршықтар мен құбырларға диаметрі үлкен құбырларды кіріктіреді. Шиыршыққа электрлі импульс берілгенде, құбырлардың дәнекерленетін шеттері қызып, бір-бірімен мықты бірігеді. Нихромды сымдар біріккен жердің ішінде қалады.

Жиілігі жоғары дәнекерлеу полярлы термопластар (поливинилхлорид, полиамид, полиметилметакрилат) үшін ғана қолданылады. Осы материалдарды термопластың (элементарлы магнетиктер) тербелмелі полярды бөлшектерінің ЖЖ-өрістің әсерімен ішкі үйкелуі есебінен қыздыруға негізделеді. Дәнекерленетін материалдың ішіндегі жылудың мөлшері оның табиғатына, нақты айтсақ, диэлектрлік шығынның бұрышының тангенс мөлшеріне және диэлектрлік өткізгіштігіне, электрлік өрістің жиілігі мен оның қысымына тікелей байланысты. Электродтар, әдетте тігітерінің пішініне қарай жасалады. Оларға ЖЖ-генератордан 30...70 МГц жиілікте қорек беріп, 0,2...2,0 МПа қысым қалыптастырады.

Ультрадыбысты дәнекерлеу барысында термопластардың дәнекерленетін үстіңгі беті УД-генераторлар тудыратын механикалық тербелістер әсерімен қызады. Нәтижесінде біріктірілетін үстіңгі беті пластикалық күйге дейін қызып, белгілі бір қысым әсерімен дәнекерленеді.

Дәнекерлеу арқылы термопластар мен реактопластарды (біртекті және әртекті) бір-бірімен және басқа да материалдармен (металл, ағаш, мата т.б.) біріктіреді. Адгезивтер ретінде, әдетте, синтетикалық желім пайдаланылады. Синтетикалық желім дегеніміз – құрамында бірнеше жабыстырғыш полимерлері, еріткіштер, қатырушылары (термореактивті желімдер үшін), толтырушылары (қалың тігістер үшін), пластификаторлар (иілгіш тігістер үшін) және басқа да қоспалар бар композициялар.

Жабыстырудың технологиялық үдерісі жабыстырылатын үстіңгі беттерінен, желімді дайындау, оны біріктірілетін үстіңгі беттеріне жағу, бекіту арқылы біріктіру және белгілі бір қысым беру, желімді қосылыстарды термоөңдеу, сапасын бақылау (үлгіге сай) секілді операциялардан тұрады.

Пластмассалар металдар, ағаштар, шынылар, маталар, қағаздар мен басқа материалдардың антикоррозиялы, декоративті, ылғалдан қорғаушы, тозуға төзімді және соққыға төзімді жабындары ретінде қолданылады. Металл үстіндегі полиэтилен, полипропилен, поли-

капролактамы, поливинилбутриал жабындары ұнтақтар мен түйіршіктер түрінде жағылады. Полимерлердің металдың үстіңгі бетінің балкуы барысында ағу қабілеті жақсы, адгезиясы жоғары және термотөзімділігі қанағаттанарлық деңгейде болуы тиіс. Металға адгезияны түзе отырып, жабындар жағу температурасы әртүрлі болып келеді. Олардың екі түрімен (құйын тәрізді және электростатикалық) танысып өтелік.

Құйын тәрізді жағу тәсілі бойынша металл полимердің балку температурасынан да жоғары температурада қыздырылып, пластмасса ұнтақтары салынған өлшенген (пседосұйылтылған) күйдегі ваннаға салынады. Металдың үстіңгі ыстық бетінде ұнтақ балқып, қосымша қыздырылған кезде ағып, қалыңдығы 0,...0,8 мм (салу ұзақтығына қарай (5...10 с) біртекті қабат түзіледі.

Электростатикалық тәсіл құйын тәрізді жағу тәсілінен айырмасы – жабын жағылғанда, полимердің ұнтағы тұрақты тоқтың теріс полюсіне, ал өнім – қысымы 100...150 кВ құрайтын оң полюсіне қосылады. Ұнтаққа ауа ағыны арқылы аэродинамикалық қозғалыс үстейді. Нәтижесінде ұнтақ суыған өнімнің үстіне біркелкі қабат болып жабысып, онда мықтап бекіп қалады. Одан кейін полимерді қыздырып, балқытып, адгезиясы жақсы пленка түзіледі. Аталған тәсілдің артықшылығы – күрделі конфигурациялы өнімнің үстіне (сыртына әрі ішкі жақтауларына) жабынды жағу.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

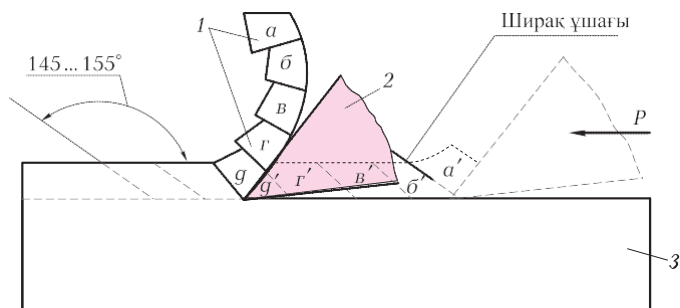
1. Металдарды құюдың қандай негізгі тәсілдері бар?
2. Құйма тәсілінің металдарды кесіп өңдеу тәсілімен салыстырғанда, артықшылығы неде?
3. Темірқорамға құюдың жерге құюмен салыстырғандағы артықшылығы неде?
4. Керамиканы қайта өңдеуден өткізудің қандай тәсілдері бар?
5. Керамиканың құрамды бөліктері қалай аталады?
6. Керамиканы не үшін күйдіреді?
7. Пластмассаларды қайтадан өңдеудің қандай негізгі тәсілдері бар?
8. Пластмасса қандай негізгі компоненттерден тұрады?
9. Құйма баспалау дегеніміз не?
10. Пластмассалардың металдармен салыстырғанда, артықшылығы неде?

МАТЕРИАЛДАРДЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛІК ӨНДЕУ

12.1. МАТЕРИАЛДАРДЫ КЕСУ

Кесу арнайы құрал-саймандар арқылы жүзеге асырылады. Кескіш құралдар кесу жұмыстарын орындау үшін P күші арқылы материалға кіретін үшкіл зат болып табылады (сурет 12.1). Бұған материалдың үшкіл құрылғысының (2) қаттылығы өңделіп отырған материалдың қаттылығынан әлдеқайда асып түскенде ғана мүмкін болады. Үшкіл құрылғының материалға кіруі барысында кіргізілетін күш пайда болады. Бұл күштің әсерінен кіру үдерісі қарама-қайшы жақтарға қарай қозғалып, жұмсалған күштен бес немесе одан да көп есе жоғары болуы керек.

Үшкіл құрал қаншалықты өткір болса, оның кіру күші P күшіндей болады. Үшкілдің бұрышын белгілі бір шамаға дейін төмендетуге болады, себебі бұл жағдайда оның мықтылығы да азайып кетуі мүмкін. Алғашында кесу кезінде материалдың кесілген қабаты қысу күші материалдың микробөлшектерінің күшінен асып түспей-



Сурет 12.1 Кесу сызбасы

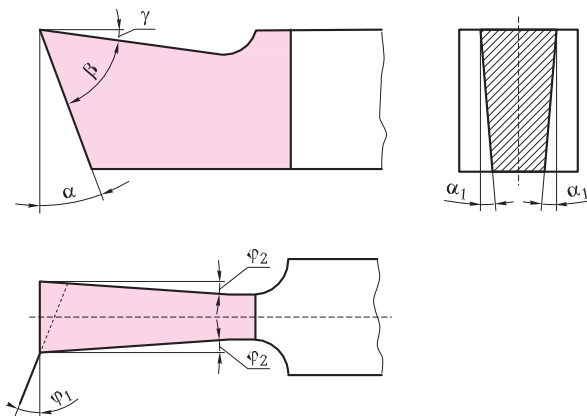
1 – жаңқа; 2 – үшкіл; 3 – дайындама; a -д – жаңқаларының тілімдері; a' -д' – осы аймақтар кесілгенге дейін; P – үшкілдің кіру күші

інше, жоғары қысымды сезеді. Осы кезде өңделіп жатқан материалдан (дайындама 3) а-д жекелеген тіліктерге кесіле бастайды. Осы кесіктерден (1) жаңқа жинақталады. Болатты кесу жазықтығының бұрыштары $145...155^\circ$ құрайды.

Алдында айтып өткеніміздей, кесу – өңдеудің ең көп таралған тәсілдерінің бірі. Кесуге арналған ең негізгі құрал-аспаптардың бірі – кескіш, былайша айтқанда, әбден жетілдірілген үшкіл құрал. Кескіштердің құрылымы өте көп, оларды материалдарына қарай, қолданылуына қарай, білдектік құрал-жабдықтарына қарай және басқа да белгілеріне қарай бірнеше топтарға бөледі. Кескіштердің негізгі типтері – өткізетін, жонатын, қысқартатын, қиятын, бұрандалы т.б. Кескіштердің құрылымы біркелкі болғандықтан, олардың біреуін ғана алып, мәселен қиятын кескішті (сурет 12.2), алып қараса, жеткілікті.

Қиятын кескіштер жонғыш, сүргігіш, айналып тұратын білдектер мен жонғыш автоматтарда орналасады. Кескіштердің кесетін бөлігін жылдам кесетін болат немесе қатты қорытпадан дайындайды. Жонғыш автоматтарда дөңгелек кескіштер пайдаланылады. Егер жонғыш білдектердің екі суппорты болса, қарсы кескішті бір мезетте екі кескіш арқылы орындалады. Кескіш құралдардың өндірушілігі мен мықтылық ұзақтығына қол жеткізу үшін кескіштердің кесетін бөліктерінің мөлшері кесетін материалдардың қасиеттеріне қарай ыңғайланған болуы керек. Олар алдыңғы g және артқы a бұрыштармен анықталады. Айталық, болаттар үшін алдыңғы бұрыш 25° -қа тең, ал басты артқы бұрышы – 8° -ге тең болады. Сынғыш әрі қатты қолалар үшін – сәйкесінше $0...5$ және $6...8^\circ$. Сонымен қатар, қиятын кескіштердің жан-жақтарының үстіңгі беттерінің бұрышы – $j_2 = 1...2^\circ$ және артқы бұрыштары – a_1 болып, жан-жақтарының үстіңгі беттері $a_1 = 2...3$ -ға тең болады. Кесілетін материалдың үстіңгі таза беттерін алу үшін кескіштің өткір жүзі – еңіс болуы керек ($j_1 = 8...15^\circ$ – болат үшін және $20...25^\circ$ – жұмсақ материалдар үшін). Кескіш құралдың ені – дайындаманың диаметріне байланысты. Сонда, диаметрі 25 мм-ге дейінгі дайындама үшін кескіш құралдың ені 3...4 мм болуы керек. ал диаметрі 60...100 мм дайындаманың ені 5...6 мм-ге тең болуы керек. Р бұрышы *өткірлену бұрышы* немесе *қайрау бұрышы* деп аталады.

Металдарды қиятын кескіштермен бөлген кезде кесетін орынды (материал және құрал-аспапты) суытып, кескішті кесілетін мате-



Сурет 12.2 Қиятын кескіш

γ , α – ең басты алдыңғы және артқы бұрыштары; β – өткірлену бұрышы; ϕ_1 , ϕ_2 – жүзінің еңістігінің бұрыштары; α_1 – жан-жағының үстіңгі беттерінің артқы бұрышы

риалдың (қатты қорытпалы кескіштер үшін ортасынан 0,5...1,0 мм төмен) дәл ортасында ұстау керек. Әрі тереңірек кескен кезде кескішті төңкеріп ұстау керек.

Материалдарды кесу арқылы механикалық өңдеудің ықтимал түрлері – қайрау, фрезерлеу, бұрғылау және сүргілеу.

Қайраған кезде (сурет 12.3, *а*) дайындама өткізетін кескіште айналдырылады. Белгілі бір кесу тереңдігі мен күші бар өткізетін кескіш оңға қозғалып, жаңқаны түсіреді. Кескіш, әдетте, өңделетін дайындаманың ортасына орналастырылады.

Фрезерлеу (сурет 12.3, *б*) цилиндрлік фрезамен орындалады. Фреза дайындаманың ортасына орналастырылады.

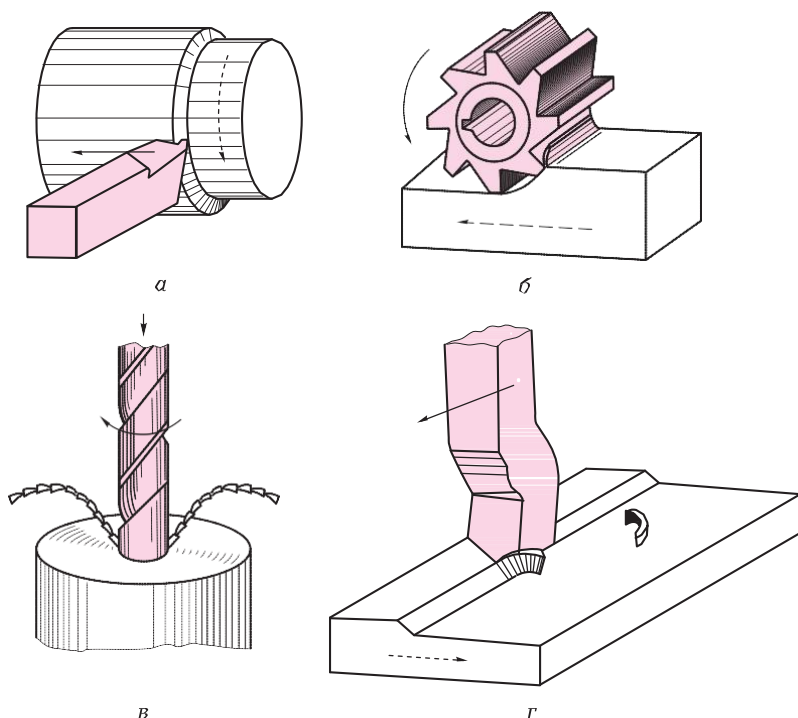
Бұрғылау (сурет 12.3, *в*) шиыршық бұрғы арқылы орындалады. Бұрғы айналып тұрып, дайындамаға бір мезетте түседі. Шыққан жаңқаның сипатына қарай бұрғының дұрыс қайралғанын анықтауға болады. Бұрғының екі кескіш жиектері бірдей жұмыс жасайды (көпшілік металдардың жаңқалары иірімді болып келеді).

Сүргілеу (сурет 12.3, *г*) сүргілейтін кескіш құрал арқылы орындалады. Сүргіш құрал алға қарай қозғалғанда, жұмысшы қадам жасайды. Ал артқа қарай қозғалғанда, бос қадам жасайды. Осы сәтте ол артқа шалқайып, дайындама белгілі бір өлшемге қарай оңға бұрылады.

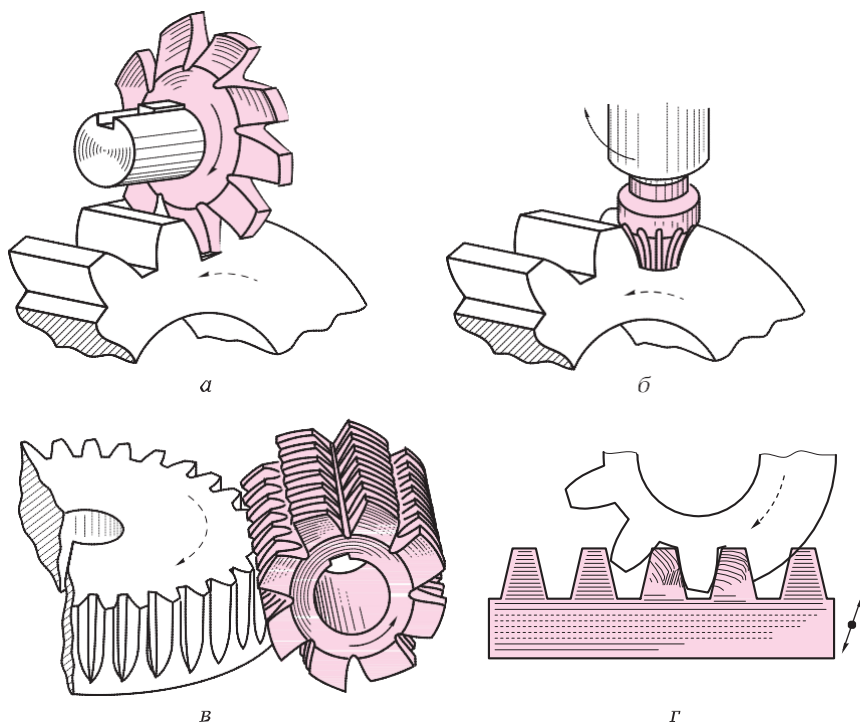
Металдарды кесу арқылы өндеудің әртүрлі тәсілдерінің ішінде кейбірімен ғана – тістерімен кесу, созу, тегістеу т.б. танысып көрелік.

Тегершіктің тістері мен тісті доңғалақтары арқылы кесу әртүрлі тәсілдермен орындалады. Айталық, цилиндрленген доңғалақтардың тістермен кесу тәсілі – дискілі модульді фрезалар (сурет 12.4, *а*) арқылы көлденең-фрезерлік білдектерде және саусақты модульді фрезалар (сурет 12.4, *б*) арқылы тік-фрезерлік білдектерде бөлшектейтін ұштарын пайдалана отырып, жүзеге асырылады. Осы тәсіл барысында тістердің орындары құрал-саймандардың пішіні мен өлшемдеріне (үлгі) сай келеді.

Тәсілдердің ішінде ең өнімдісі – *тістерді төселтін кесу тәсілі* (сурет 12.4, *в*). Тәсіл барысында бұрамдық берлігі бір үлгідегі фреза айналып жатқан дайындаманы төселтіп жүргізеді. Дайындама тістері толық кесілгенге дейін құрал-аспапқа қарай бағыттала кө-



Сурет 12.3 Кесу арқылы механикалық өндеудің түрлері
а – қайрау; *б* – фрезерлеу; *в* – бұрғылау; *г* – қашау; → – құрал-аспаптың қозғалуы, ↻ – өңделіп отырған дайындаманың қозғалысы



Сурет 12.4 Тістермен кесудің негізгі тәсілдері

а, б – модульді дискілік және саусақты фрезалар көмегімен көшіру; в – бұрамдық фрезамен төселту; г – тарақпен қашау; – құралдардың қозғалысы, → – дайындаманың қозғалысы

теріледі. Тістермен кесу үшін көлденең-фрезалық білдектер немесе арнайы тісті кескіштер пайдаланылады. Бұрамдық фрезалар тістерден басқа оймақтарды, оймакілтектерді т.б. кеседі.

Тарақты тісті тегершікті қашау (сурет 12.4, г) тәсілімен дайындалады. Мұнда тегершіктің дайындамасы баяу айналады, ал тарақ дайындаманың жазық үстіне перпендикуляр жұмысшы жолдарын бос жолдармен кезектесе жоғары-төмен қозғалады.

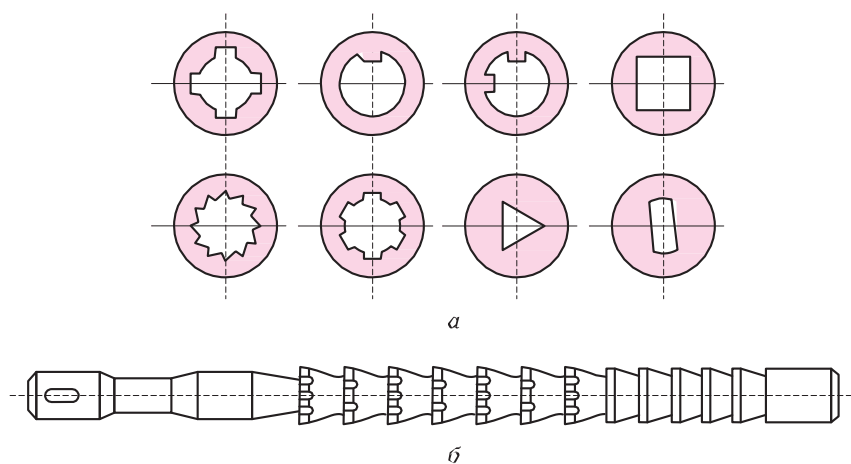
Созу – материалдарды дайындамаларының ішкі және үстіңгі бетін пластикалық деформациялау арқылы созатын білдектерді орындалатын өңдеу тәсілі. Өңдеудің бұл тәсілі өзінің өндірушілігі мен жоғары дәлдікте өңдеу қасиетінің арқасында ірісериялы және ауқымды өндірісте кең қолданыс тапқан. Аталған тәсіл сүргілеу, қашау немесе фрезерлеу секілді тәсілдерге қарағанда, әлдеқайда жоғары.

Созу арқылы конфигурациясы әртүрлі, ішкі мөлшері 300 мм құрайтын тура тесіктер жасалады (сурет 12.5, *а*). Созуға арналған дайындамаларды алдын ала бұрғылар немесе кескіштер арқылы тесіктер жасайды, олардың ұзындығы, әдетте, олардың диаметрінің үш есе мөлшерінен аспайды.

Созуға арналған құралдар ретінде созба (сурет 12.5, *б*) – көпжүзді кескіш құрал жұмсалады. Олар әртүрлі профильді металдардың ішкі және сыртқы үстіңгі беттерін өңдеуге арналған. Өңделетін үстіңгі бетінің пішініне қарай созбалар жазық, жөңгелек және үлгілімді болып бөлінеді. Созба – тістері бар, мөлшері біртіндеп ұлғайып отыратын, ал пішіні бастапқы пішінінен белгіленген пішініне дейін (мәселен, дөңгелектен алтыбұрышты) өзгертетін білік.

Сыртқы созбалар тегершіктер мен секторлардың, тік және винтті жырашақтардың, оймакілтектердің т.б. тік және шиыршық тістері арқылы созу жолымен жүзеге асырылады. Созба білдектер тік (сырттай созуға арналған) және бірсарынды жүруді қамтамасыз ететін, гидравликалық жылжымалары бар көлденең (ішкі созуға арналған) болып бөлінеді.

Өрістету – цилиндр және конустық тесіктерді 100 мм кесілгенге дейін металл кесетін құралдармен – ұңғылар көмегімен тазалай өңдеу тәсілі. Ұңғы өңдеудің дәлдігін 7-9 қвалитетке дейін және кедір-бұдырлығын **Ra** 0,100 мкм-ға дейін қамтамасыз етеді. Бұл



Сурет 12.5 Созу арқылы (*а*), тарту арқылы (*б*) конфигурациясы әртүрлі тесіктер

жағдайда өңделіп отырған материалдың белгілі бір деңгейде кемуі (бірнеше микрометрлерге дейін) және үстіңгі қабатының жұқаруы байқалады. Өрістету дегеніміз – бөлшектердің тесіктері бұрғылар немесе үңгілер арқылы өңделіп, ақырғы рет өңдеу үшін сәйкес әдіпке орын қалдырады.

Қашама (қараңыз, *сурет 7.1, ж*) – көпжүзді кескіш құрал. Ол құрал-аспаптарды жасауға арналатын материалдардан дайындалып, нақты әрі ақырғы рет өңдеуге арналады. Қашаманың әдетте, жұп тістері болады (6-12). Бұл тістер тесіктердің жоғары дәрежеде тұрақты болуын, басқа бұрғылармен салыстырғанда қатты және тесіктерді асқан дәлдікпен жасауға септігін тигізеді. Қашама бағыттаушы конустан, кесуші, калибрлеуші бөліктерінен, сонымен қатар мойны мен төртбұрышты құйрығынан тұрады. Қашама қолданылу тәсіліне қарай машиналық, бекітілу сипатына қарай – құйрықты және қондырмалы, құрылымына қарай – бірбүтін, жинамалы, алмалы-салмалы пышақтары арқылы реттеліп отыратын т.б. болып бөлінеді.

Қатты және сынғыш материалдарды (шыны, керамика, жартылайөткізгіш материалдар) алмаздан жасалған құрал-аспаптармен – алмазды кесінді дискілер (доңғалақтар) және скрайберлеу құралдарымен кесуге болады.

Алмаздан жасалған дискілердің екі типі бар – сыртқы және ішкі кесетін жиектері бар. Сыртқы жиектері бар алмаз дискілер дәл келтіру арқылы жасалып, дәлдігіне аса жоғары талап қойылмай, ал материалдың бағасы аса жоғары емес болатындай кесу қажет болған жағдайда пайдаланады. Мұндай дискілер диаметрінің мөлшеріне қарай дайындамаларды құрал-аспаптың қалыңдығына сай (0,5...0,6 мм) 30 мм-ге дейін кесуге мүмкіндік береді. Алмазды дискілер дайындамаларды 2000...3000 мин⁻¹ айналу жиілігінде және сумен немесе басқа да арнайы суыту сұйықтықтарымен салқындатып кеседі.

Ішкі кесетін жиектері (2) бар, алмазбен дәл келтіре отырып жасалған дискілер (1) арнайы білдектерді пайдаланып, қатты сынғыш материалдарды диаметрі 1500 мм-ге дейін тілімшелерге кеседі (*сурет 12.6*). Кесілген тілімшелердің қалыңдығы – 200...300 мкм (кескіштің қалыңдығына сай).

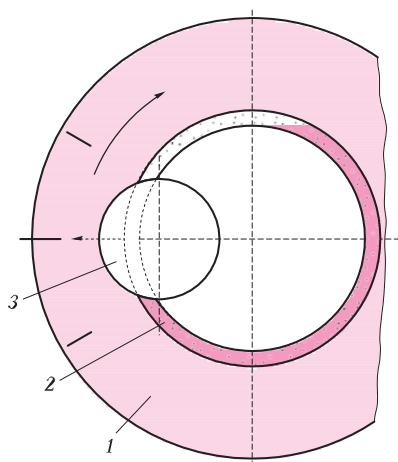
Скрайберлеу – жұқа және сынғыш пластиналарды (айталық, керамика, ситалла, жартылайөткізгіштер) жеке бөліктерге бөлу тәсілі. Тәсіл екі кезеңнен тұрады – пластинада алмаздан жасалған кескіштермен (скрайбер) тереңдігі 10...15 мкм тілімдер жасау және

оның бойында жұмсақ тіреулер арқылы созып немесе жұмсарта отырып, ары қарай сындыру.

Тегістеу – өнімдерді дайындау барысындағы металды өңдеудің (кесу) ең соңғы операциясы. Әдетте, термиялық өңдеуден өткен бөлшектер тегістеледі. Бөлшектер белгіленген мөлшер мен кедір-бұдырлыққа келтіріле отырып, тегістеледі. Өңдеу тегістеуші доңғалақтар арқылы орындалады. Бұндағы кескіш заттар – алмаздың түйіршіктері, корунд, карборунд, бекітілген байламдар. Жұмыс барысында доңғалақтар өз бетімен қайралады: жұмыс жасай бастаған кесетін бөлшектер жегіліп, олардың орнына жаңалары жұмысқа дайын болып, кезекке тұрады.

Тегістеу екі тәсілмен орындалады. **Сыртқы доңғалақ тегістеу** тәсілінің мәні мынада – бөлшек (1), әдетте, ортасында айналады және бойлай қозғалады. Ал абразивті тегістелген шеңбер (2) бөлшектерге қарама-қарсы айналып, берілген тереңдікте бастапқы кесу үдерісін орындайды (сурет 12.7, а).

Сырттай жазық тегістеу барысында бөлшектің (1) жазық үстіңгі беті (сурет 12.7, б) тегістейтін шеңберлердің (2) перифериялық бөлігімен немесе қаптамалармен – айшанақтармен (3) өңделеді. Бөлшектерді тегістей отырып, тегістеуші білдектің үстелі магнитпен ұста-



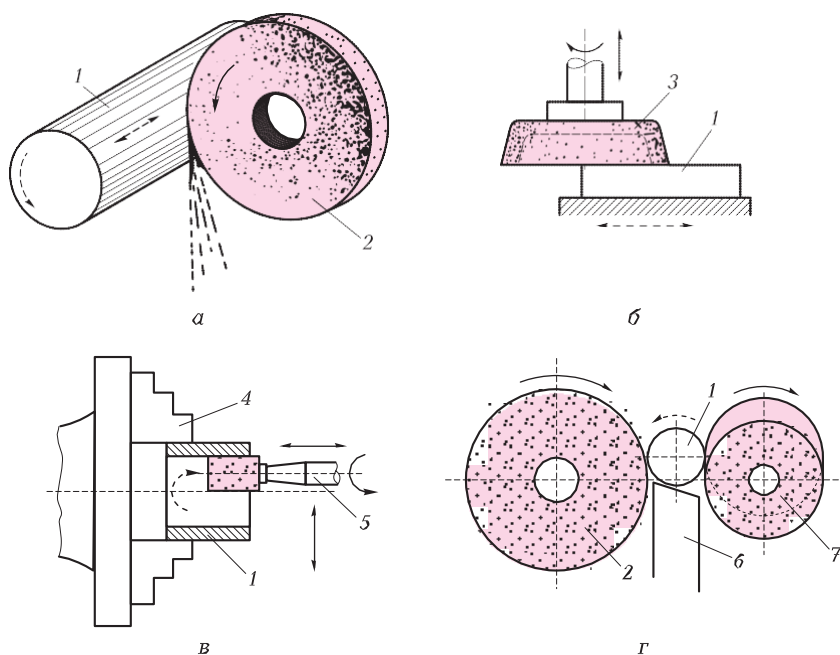
Сурет 12.6 Ішкі кесуші жиектері бар дискінің материалдарын кесу

1 – дискі; 2 – ішкі кескіш жиек; 3 – қатты сынғыш материал; дискінің қозғалысы, – кесілетін материалдың қозғалысы

лып тұрады, ал айналып тұратын тегістеуші шеңбер көтеріліп-түсіп тұрады. Ал дайындамалар білдектің үстелінің екі бағытта қозғалуына қарай беріліп отырады.

Ішкі тегістеу тәсілі арқылы тура, қатаң, сатылы цилиндрлік және конустық тесіктер өңделеді. Тегістелетін бөлшекті (1) патронға (4) бекітеді. Патронмен бірге олар тілшіктің бағытына қарай қозғалады (сурет 12.7, в). Тегістеуші доңғалақтардың сымдары болады. Осы сымдар арқылы ол өзінің өсімен айналады, алға-артқа қозғалып, өзінің айналу өсіне перпендикуляр орналасып, өңделетін бөлшекті кесе бастайды. Әдетте ішкі тегістеуге арналған құралдар абразивті доңғалақтан және жақтаулардан тұрады. Оларды тегістеуші ұшы (5) деп аталады.

Орталықтандырылмаған тегістеу цилиндрлік, әдетте теп-тегіс бөлшектерді автоматты бойлай беру арқылы сериялық және ауқым-



Сурет 12.7 Тегістеудің әртүрлі тәсілдері

а – сырттай шеңберлі; б – сырттай жазық; в – ішкі; г – орталықтандырылмаған; 1 – бөлшек; 2 – тегістеуші шеңбер; 3 – айшанақ; 4 – патрон; 5 – тегістеуші ұшы; 6 – пышак; 7 – бастаушы шеңбер; → – тегістеуші шеңбердің қозғалысы; дайындаманың қозғалысы

ды өндірісте кең қолданыс тауып келе жатқан әдіс. Орталықтандырылмаған тегістеу – өндірушілігі жоғары және тегістелетін бөлшектерінің мөлшері тұрақты болып табылатын тәсіл. Тегістеу барысында орталықтандырылмаған-тегістеуші білдекте бөлшек (1) абразивті шеңберлер – тегістеуші (2) және бастаушы (7) арасында өтіп (сурет 12.7, з), пышаққа сүйенеді (6). Ал тегістелетін бөлшектің ортасы шеңбердің ортасынан әлдеқайда жоғары орналасады. Бастаушы шеңбер (7) өңделіп отырған бөлшектің үстіңгі бетінде 10...15 м/мин сырғу жылдамдығында айналады, ал тегістеу шеңбер (2) арқылы жүзеге асады, бұл шеңбер 30...35 м/с тегістеу жылдамдығында айналады.

Тегістеу барысында бастаушы шеңбер өсі тегістеуші шеңбердің өсіне еңкіш орналасуы тиіс. Бастаушы шеңбердің айналуы есебінен тегістелетін бөлшектер дөңгелеумен бірге бойлай қозғалады. Бойлау орналасудың шамасы бастаушы шеңбердің еңкею бұрышынан әлдеқайда көп болуы керек. қысқа бөлшектерді тегістеу барысында осы бұрыш 1...2,5°, ал шыбықшаларды тегістегенде – 3...4,5°-ке тең болады.

Тегістеуді бірнеше тәсілмен орындауға болады. Қара түсті тегістеу бір кезеңде 0,05...0,03 мм-ге төмендейді.

Тегістеудің барлық түрлерінде өңделетін бөлшектер мен тегістеу шеңберлері арнайы сұйықтықтар арқылы суытылады. Сұйықтықтар кесу барысында шыққан қалдықтар мен абразивті шаңнан тазартады.

12.2. МАТЕРИАЛДАРДЫ ҚЫСЫММЕН ӨңДЕУ

Материалды қысыммен өңдеу – дайындамалардың пішінін тегістігін бұзбастан сыртқы күштердің әсерімен пластикалық деформациялау нәтижесінде өзгертудің технологиялық үдерісі. Оның мысалы – жұқарту, ыстық және суық қалыптау, соғу, экструзия, сүйрету т.б.

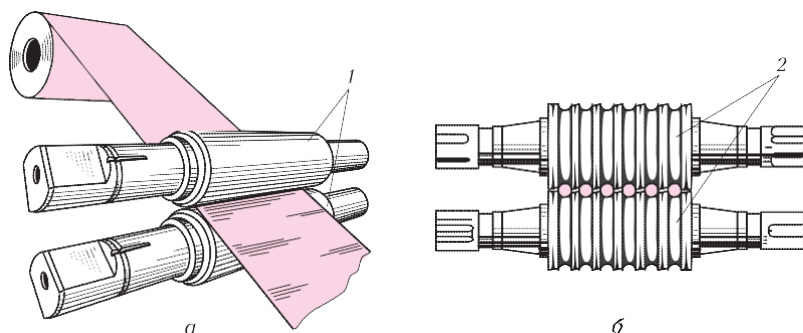
Қысыммен өңдеу ыстық немесе суық күйінде орындалады. Екі жағдайда да металл пластикалық деформацияға ұшырайды. Суық өңдеу барысында металдың деформация деңгейі көтеріліп, қаттылығы мен мықтылығы артады. Алайда бұл жағдайда металл нашар деформацияланады. Оның пішінін, өлшемін өзгерту үшін бел-

гілі бір дәрежеде күш қажет болады, сонымен қатар өңделіп отырған материалдың қасиеттері де біршама өзгереді. Металды пластикалық деформациялау барысында мықты ету тәсілі – *тойтару* (тойтарып шегелеу) деп аталады. Жұқарту, соғу мен сырғыту барысында металдың түйіршіктері деформацияланады – жалпаяды, мыжылады, созылады да, ретсіз орналасқан түйіршіктері деформацияның бағытына қарай бейімделіп, талшықты құрылымға айналады. Металға ары қарай өңделуі үшін қажетті иілгіштігін қайтару мақсатында оны өртейді. Өртеу арқылы тойтару төменделіп, иілгіштігі артып, қаттылығы азайып, құрылымы жартылай қалпына келеді.

Жұқарту – металды қысыммен өңдеудің үдерісі. Бұл жағдайда қыздырылған құйма (дайындама) жұқарту білдегінің біліктері арасынан өткізіледі. Жұқартылғаннан кейін металдың құрылымы, механикалық қасиеттері мен пішіні өзгереді. Болаттың химиялық құрамы оны ыстық және суық күйінде өңдеуге айтарлықтай әсер етеді. Болаттың құрамындағы ең басты қоспалар – күкірт, фосфор, сутегі, оттегі, азот, хром, никель, ванадий, молибден, вольфрам, марганец пен кремний.

Болаттың құрамына міндетті түрде болуы тиіс элементтің бірі – көміртек басқа элементтерге қарағанда металдың иілгіштігі мен басқа да механикалық қасиеттеріне әсер етеді. Сонымен қатар, болаттың құрамындағы кремний мен марганец темірдің монооксидінің зиянды әсерін болдырмау үшін болатты тотықтандыру кезінде міндетті түрде қосылады. Күкірт пен фосфордың зиянды қоспалары болатты морттап, қаттылығын жоғарылатып, оған қызусынғыштық (күкірт) және суықсынғыштық (фосфор) қасиеттерін үстейді. Оттегі болаттың құрамында оксидтер түрінде болады, түйіршіктерінің өсуіне және жарықтардың пайда болуына септігін тигізіп, болатты қыздырады. Бұл оның құрылымының ыстық механикалық өңдеу барысында біршама бұзылуына әкеп соқтырады. Сутегі мен азот та металды морттайды, қаттылығын көтеріп, жарықтардың пайда болуына септігін тигізіп, соғу үдерісін қиындатады.

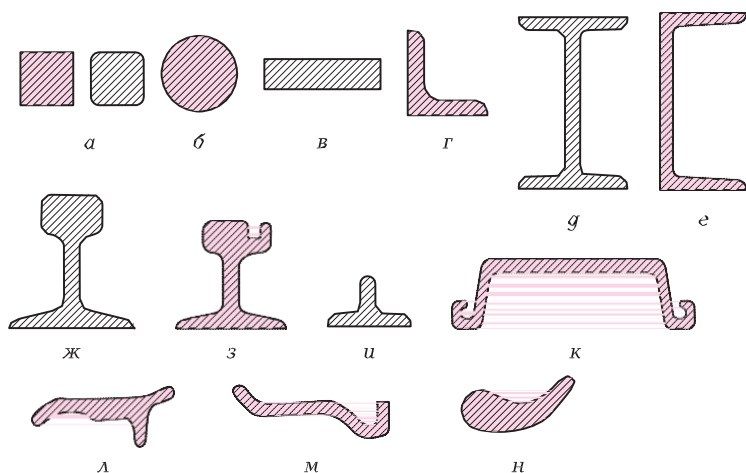
Болаттарға әртүрлі қасиеттерді үстеу үшін арнайы ендірілген қоспа элементтер оны ыстық күйінде қысыммен өңдеуге айтарлықтай әсер етеді. Мәселен, хром болаттың қаттылығын, ал никель – жабысқақтығын арттырады. Болаттың құрамындағы хром (кем дегенде 12%) мен никельдің кем дегенде 8%) аз ғана мөлшері оны коррозияға шыдамды, отқаққа және тотығуға төзімді етеді. Ванадий,



Сурет 12.8 Біліктерде жұқарту

а – теп-тегіс (тілімшелер алу); *б* – профильді (бұлақты – сұрыпты металды алу); 1 – тегіс біліктер; 2 – бұлақтар

молибден мен вольфрам болаттың жабысқақтығын жоғарылатып, қаттылық пен жоғары температураға төзімді етеді. Марганец пен кремний болаттың иілгіштігін төмендетіп, өңделетін қоспа (марганец) және көміртекті (кремний) болаттың деформациялануға шыдас беру қасиетін жоғарылатады.



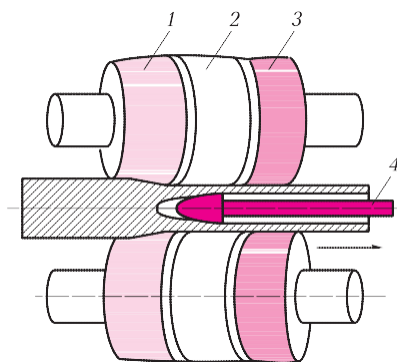
Сурет 12.9 Жұқарту профильдері

а, б, в – төртбұрышты дөңгелек, кескінделген; *г, д, е* – бұрышты, қос таврлы және швеллерлі; *ж, з, и, к* – теміржол және трамай рельстері, таврлық және тығынды; *л, м, н* – трактордың шындыр табанының тоспаларына, жүк автомобильдерінің доңғалақтарының тоғындарына және турбинді қалақшаларға арналған жолақтар.

Осы аталғандарды металдарды қысыммен жұқарту тәртібін өңдеу барысында ескерілуі керек. Яғни құйма (дайындама) біліктер арасынан өткізіледі. Ал біліктер қозғалып тұрған дайындаманың бағытына қарсы бағытта айналып тұрады. Жұқарту кешінде дайындаманың қалыңдығы жұқарады, ал ұзындығы артады. Теп-тегіс біліктерде (1) тілімшелер жұқартылады (сурет 12.8, а).

Жұқартудың үлгілімді профилі оларды кішірейтетін ойықтары – бұлақтары (2) бар арнайы біліктерде жұқарту арқылы алынады (сурет 12.8, б). Дайын өнімді алу үшін бұлақтардың мөлшері минималды болуы керек. Ал металл мұндай жұқартуды жүргізу үшін – ыстық әрі иілгіш болуы тиіс. Әртүрлі профильді жұқартылған өнімдер алудың өзіндік ерекшеліктері болады әрі белгілі бір технология бойынша орындалады. Жұқарту тәсілі арқылы жалпақ тілімшелер, жолақтар, үлгілімді профильдер (бұрыштар, швеллер, мätке, рельстер, тығын т.б.) жасалады. 12.9-суретте жұқартудың кейбір профильдері көрсетілген. Айталық, төртбұрышты, дөңгелек және кескінделген (сурет 12.9, а-в); бұрышты, қос таврлы және швеллерлі (сурет 12.9, г-е); теміржол және трамай рельстері, таврлық және тығынды (сурет 12.9, ж-к); трактордың шындыр табанының тоспаларына, жүк автомобильдерінің доңғалақтарының тоғындарына және турбинді қалақшаларға (сурет 12.9, л-н) арналған жолақтар.

Жұқарту арқылы басқа да өнімдер алынады. Әрине, олардың әрқайсысы сәйкес технологиялық тәсілмен орындалады.



Сурет 12.10 Тұтас құбырларды жұқарту

1, 2 – дайындау және көлденең жұқарту аймақтары; 3 – өңдеп жұқарту аймағы; 4 – өзек темір; → – құбыр дайындамаларының қозғалу бағыты

Мәселен, тұтас құбырларды жұқарту үшін екі операция орындалады – құбырлардың дайындамаларын алу және оны дайын өнімге айналғанша, жұқарту. Құбыр дайындамалары қисық жұқарту білдектерінде алынады. Олардың біліктері бір-біріне белгілі бір бұрышта қисық орналасады. Әрбір білік қиюластырылған, бір-бірінің үстіне негіздер арқылы орналастырылған екі конус және шығып тұрған өңдеу шеттеріндегі цилиндр түрінде болады. Біліктер бір-біріне қарама-қарсы емес, бір бағытта айналады. Аталған жұқартудың ерекшелігі – цилиндрлік құбыр дайындамалар біліктер ішінде айнала отырып, бір сызық бойымен қозғалып, үш аймақтан өтеді: дайындық (1), көлденең (2) және өңдеу (3) жұқарту (сурет 12.10).

Біліктер металды сығады. Яғни дайындаманы дөңгелек қимадан доғал қимаға айналдырғанша, әрбір айналмада 90° -ға айнала отырып, деформациялайды. Өзгермелі созу мен металдың сыртқы қабаттарын сығу барысында онда қысым пайда болады. Осы қысымның әсерінен метал дайындаманың өстік аймақтарына қарай қарама-қарсы бағытта созыла бастайды. Нәтижесінде дайындамаларда өстік тесігінің пайда болып, метал үзіледі. Яғни құбырлы дайындамалар пайда болады.

Құбырлардың ішкі жақтағы үстіңгі беттерін түзету үшін пайда болған тесікке жақтаманы кіріктіреді. Бұл жақтама – өзек темір (4) арқылы жұқарту барысы жалғастырылады (жұқарта түсу операциясы). Сөйтіп құбыр дайындамаларының қабырғаларының қалыңдығы тегістеліп, темір өзектер арасындағы саңылаулар мен біліктердің шығып тұрған өңдеуші калибрлері арқылы өтеді. Калибрдің жұмысшы бөлігі аяқталғанда, толық емес калибрдің кіру тесігі ашылады. Арнайы механизм темір өзекті дайындамамен бірге алға итереді. Жұқартпаның кедір-бұдырлықтарын тегістеу үшін оларды 90° -қа бұрады. Одан ары қарай үдеріс қайталана береді. Құбырдың цилиндрлік дайындамалары конусты біліктері арасында жоғары жағынан қосымша орнықтырылған үстіңгі білікпен ұсталып тұрады. Бұл білік жұқартылып жатқан металмен үйкеледі. Ал астыңғы жағында – тіреуішпен ұсталып тұрады.

Құбыр дайындамаларын дайындау барысында да жұқарту қисық білікті білдекте орындалады. Бұл білдектің те үш аймағы болады: тескіш, көлденең жұқарту және өзек темірде өңдеу.

Ыстық қалыптау – қалыпты қыздырылған металмен темір соғатын машина көмегімен толтыру үдерісі. Дайындалатын бөлшектің

күрделігіне және технологиясына байланысты ыстық қалыптау бір немесе көпбұлақты болып, соған сәйкес дайындау және өңдеу қалыптарын пайдалана алады. Бір бұлақты қалыптау барысында бір ғана қалып қолданылады. Осы жағдайда дайындама ретінде еркін соғу арқылы алынған жартылай фабрикат немесе құймадан механикалық тәсілмен кесіп алынған кесік пайдаланылады. Көпбұлақты қалыптау барысында жартылай фабрикаттар дайындау қалыптарында жеке-жеке дайындалады. Содан кейін оларды белгілі бір өлшемі мен пішіндегі бірнеше бұлақтары бар қалыпқа салады. Қалыптаудың бұл түрі өндірістің барлық түрлерінде (сериялы, ірісериялары және ауқымды) кең қолданыс тапқан.

Дайындаманы қыздыру металдың иілгіштік қасиетін арттыру, қалыптау барысында күшті азырақ жұмсау және кейбір металдардың қысыммен өңдеу барысында қатпарланып кетуін алдын алу мақсатында жүргізіледі. Айталық, көміртекті болатты ыстық қалыптау темір – көміртек жүйесінің күйінің диаграммасында көрсетілген **GSK** сызығынан жоғары температурада (*қараңыз*: сурет 2.1 және 2.4) орындалады.

Металды қысыммен ыстық өңдеу және оны рекристаллизация температурасынан жоғары температурада қыздыру барысында тойтару орын алмайды. Қыздыру температурасы оңтайлы, әрбір қорытпа үшін арнайы таңдалған болуы керек; шектен тыс қыздыру қаншалықты зиян болса (түйіршіктер жылдам өседі, мықтылығы мен жабысқақтығы төмендейді), жеткіліксіз қыздыру да соншалықты зиян (қасиеттері мүлдем өзгермей қалады).

Қыздыруға арналған құрал-жабдықтар дайындаманың массасы мен өлшемдеріне, металдың түрлері, қажетті температураға қарай таңдалады. Оның жанармайы ретінде әдетте, көмір, мазут, газ және электрэнергиясы пайдаланылады.

Соғу – металды ыстық күйінде қысыммен өңдеу тәсілі. Бұл жағдайда құрал-аспап дайындаманы бірнеше рет қатты соғады, соның нәтижесінде ол біртіндеп деформацияланып, қажетті пішін мен өлшемге енеді. Қалыптарда соғу аумақты өндірісте қолданылса, еркін соғу – бір реттік немесе кішісериялық өндірісте пайдаланылады. Соғу арқылы өнімдер соңғы қалпына түседі, яғни одан кейін қайтадан өңдеу немесе тіпті аз ғана өңдеу де, тағы дайындама жасау қажет етілмейді. Соғудың басты операциялары – тұндыру, шығару, тесу, төселту, майыстыру, жайпақтау, созу.

Еркін соғу – ысытылған дайындаманы темір соғатын машиналардың жайпақ тоқпақтарымен (механизмнің көмегімен немесе қолмен) жүйелі түрде деформациялау үдерісі. Еркін соғу нәтижесінде жартылай фабрикат алынады, ол – соғылма темірдің ақырғы рет өңдеу (әдетте, кесу) үшін әдіптері болады. Бұл тәсіл аса тиімді емес, сондықтан жеке немесе кішісериялы өндірісте ғана пайдаланылады. Себебі өндірушілігі нашар, тағы да шыңдауды қажет етеді, металл механикалық өңдеуде біршама шығындалып, қалдық шығады (металдың 2...3% мөлшері бірінші рет қыздырылғанда, 10...15% мөлшері екінші рет қыздырылғанда, шығындалады).

Еркін соғудың артықшылықтары – әртүрлі операцияларды орындаудың жүйелілігі – тұндыру, шығару, төселту, майыстыру, жайпақтау, шабу.

Баспалау (экструдациялау) – металды қысыммен өңдеудің тәсілі, оның мәні мынада – металды контейнердің жабық қуыстарын матрица (пішіні мен өлшемдері алынатын өнімнің кималарына (профиль) байланысты анықталады) арналары арқылы итеріп шығару. Профильді көлденең қиюдың конфигурациясы жаппай және қуыс денелі (бос) болуы мүмкін. Өндірісте алюминий профильдерін алу үшін кең қолданады. Алюминий профилбдерінің сұрыптарының мыңдаған түрлері бар. Профильдерді болаттардан, магний, титан, мыс, никель және басқа да қорытпалардан баспалайды. Профильдерді қатты құрал-аспап (пуансон) немесе жоғары қысымды гидроэкструзия барысында сұйықтық арқылы итеріп шығарады (баспалайды). Сұйық жұмысшы күші ретінде су, май, балқытылған шыны, тұздар, 0,5...3,0 ГПа қысымда жеңіл балқитын металдар жұмсала алады.

Гидроэкструзияны екі типтегі қондырғыларда орындайды: сұйықтықтық бастапқы қысымын шығаратын және тікелей әрекет ететін. Бұл қондырғылардағы жұмысшы дененің қысымы контейнерлерде нығыздалған пресс-штемпель көмегімен туындатылады. Экструдирлеу арқылы сымдар, шыбықшалар, қиын деформацияланатын және баяу балқитын металдардан әртүрлі профильдер немесе металды кесетін құрал-аспаптардың (бұрғы, таңбалаушы, ұңғы т.б.) дайындамалары жасалады.

Қалыптау құрал-жабдықтарының басты түрлері – екі әрекетті буауалы балғалар (массасы – 0,6...16 т құрайды) мен массасы 0,5...2 т құрайтын фрикциялы балғалар. Сонымен қатар, қос иінді соғып-қа-

лыптайтын, қос иінді және басқа да қалыптау престері.

Сырғыту – металдарды қысыммен өңдеу тәсілі, әдетте, сұйық күйінде орындалады. Бұл жағдайда ұзын өлшемді дөңгелек немесе үлгілімді профильді өнімдерді (сым, шыбықша, құбырлар) калибрленген тесіктер – сымдауыштар (фильер) арқылы созады. Тесіктің шығарушы қималарының ауданы дайындаманың қиюластырылған ауданынан төмен болады.

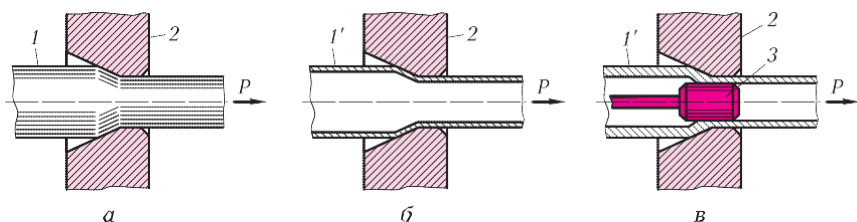
Сырғыту барысында дайындамалардың қалыңдығы өлшемдері қысқарып, өнімнің ұзындығы ұлғаяды. Металдарды өңдеудің бұл тәсілі үшін сүйретпелі білдектер пайдаланылады. Бұл білдектерде, мәселен сым бір мезетте әрі бірнеше рет фильер арқылы берілген өлшемге жеткенше, созылады. Сырғыту бір реттік болуы да мүмкін.

Сырғыту арқылы өлшемдері мен профильдері әртүрлі материалдардан шыбықшаларды (сымнан басқа), асқан дәлдікпен құбырларды, сонымен қатар, өңдеудің басқа тәсілдерімен алуға болмайтын құрылымы күрделі профильдерді дайындайды.

Мәселен, шыбықшаларды (**1**) және құбырларды (**1'**) сырғыту (сурет 12.11, **а-в**) әртүрлі білдектерде орындалады. Шыбықшаларды жасау барысында білдектің бір ұшында орнықтырылған сымдауышқа (**2**) шыбықшаның өткір ұшын кіріктіреді. Оны сымдардың шынжыры арқылы ілмектермен біріктірілген күймешенің еріншелері арқылы қысады. Шынжырлар қозғалғанда, күймеше Р күші арқылы орнын ауыстырып, шыбықшаны тесіктер арқылы сымдауышқа қарай тартады.

Созу аяқталған соң күймешені босатып, дәл осы профильдегі келесі шыбықшаны алу үшін сымдауышқа қайтарады. Шыбықшалардың барлық партиясын сырғыта отырып матрицаны кіші өлшемге дейін өзгертіп, үдерісті қайталайды. Сырғыту кезінде дайындама мен матрицаның үстіңгі беті жақсылап майланады. Айта кететін жайт – металды сымдауыштар арқылы бірнеше рет сырғыту тойтару құбылысының есебінен дайындаманың үстіңгі бетінің мықты болуына сеп болады. Сырғытылатын металдың иілгіштігін жоғарылату үшін оны операцияаралық босандатады. Сырғытылып жатқан шыбықшалардың ұзындығы әдетте 6 м-ге дейін болады (8...100 мкм диаметріне (немесе қалыңдығына) қарай).

Құбырларды (**1'**) диаметрін немесе қабырғаларының қалыңдығы мен диаметрін қысқарту үшін сырғытады (қараңыз: сурет 12.11, **б, в**). Бірінші жағдайда (қараңыз: сурет 12.11, **б**) құбырларды шыбықша



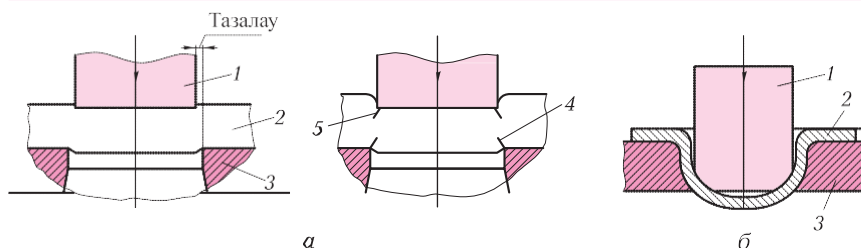
Сурет 12.11 Тізбекті білдектерді сырғыту

а – шыбықшалар; *б* – қабырғалары жіңішкеленбеген құбырлар; *в* – қабырғалары жіңішкеленген құбырлар; 1, 1' – шыбықша мен құбыр; 2 – сымдауыш; 3 – жақтау; *P* – сырғыту күші

секілді сырғытады. Екінші жағдайда (қараңыз: сурет 12.11, *в*) ішке қарай созғанда, құбырларға болаттан жасалған серіппені кіріктіреді. Серіппенің ұшында тегістелген шынықтырылған хромды болаттан жасалған калибрлеуші жақтаулар (3) болады. Жақтаулар құбырларды сырғытқанда олардың ішкі диаметрін, демек, қабырғаларының қалыңдығын анықтайды. Серіппенің келесі ұшын арнайы құрылғымен қысады, яғни ол қысымды күйде болып, жақтауларды матрицаның сырғытпалы тесігінің ортасында ұстап тұрады.

Суық қалыптау – қысыммен өндеудің кең таралған тәсілдерінің бірі. Бұл жағдайда металдың ағымы құрал-аспаптың (қалып) жұмысшы үстіңгі беті арқылы күштеп шектеледі. Бұл тәсіл жоғары өндірушілікті қамтамасыз етіп, өнімдерді дайындау нақты етіп, сериалы немесе ауқымды өндірісте пайдаланылады.

Суық қалыптау арқылы әртүрлі өнімдерді дайындаудың басты операциялары – кесу, шабу, тесіктер жасау, тесу, көлемді қалыптау т.б.



Сурет 12.12 Бөлшектерді кесу (*а*) мен созу (*б*)

1 – пуансон; 2 – материал; 3 – матрица; 4, 5 – материалдағы матрица мен пуансонның кесуші жиектерінің аймағындағы жарықтар; → – қалыптау ба-рысында күш әрекетінің бағыты

Кесу – материалды тұйық контур бойынша жалпы массасына қарай толық бөліп алу үдерісі. Шабу мен тесу – кесуге ұқсайтын операциялар, кескен кезде пуансон (1) материалға (2) белгілі бір тереңдікке дейін кіріктіреді (бірінші кезең (сурет 12.12, а). Материалды қарама-қарсы жағынан (матрица жағынан (3) деформациялау оның дөңес пішімінің қалыптасуына әкеп соғады. Пуансон одан да тереңірек кіріктірілген сайын жарықтар пайда болады. Жарықтар матрицаның кесуші жиектерінен (жарықтар 4) пайда болады. Содан кейін пуансонның кесуші жиектерінен жарықтар (5) пайда болады (екінші кезең). Пуансондар ары қарай матрицада қозғала бастағанда, матрица мен пуансоннан пайда болған тесіктер бірігіп, кесіп алынған бөлшектер материалдың жалпы массасынан бөлінеді (үшінші кезең).

Материалдың механикалық сипаттарына қарай пуансон 50...70%-қа кіріктірілгенде жарылу басталады. Қашалатын үстіңгі бетінің тазалығы пуансон мен матрицаның арасындағы саңылауға байланысты. Саңылау кішкентай болса, қашалған үстіңгі беті таза болады. Бірақ бұл жағдайда күш жоғарылап, кесу жұмысы да күшейеді. Саңылау үлкен болса, кесіндінің үстіңгі беті таза болып шықпайды. Кейде кесіндінің үстіңгі бетін аз ғана кедір-бұдырлы болып шығуы да мүмкін. Осы талаптарға сай пуансон мен матрица арасындағы саңылауды тегіс кесу және барынша минималды қылаулы болатындай етіп таңдау керек.

Суық қалыптау барысында құрал-саймандардың (пуансон, матрица) мықтылығын ескеру керек. Құралдардың жұмысқа жарамдылығын ұзартуға қалыптандырылатын материалға жағылған майлағышқа да тікелей байланысты. Құралдардың мықтылығының дәрежесінің төмен болуының себептері – материалды механикалық және термиялық өндеудің ауытқулары, таңдауда қателесу, қалыптың бөлшектерінің қималарының тым үлкен болуы т.б. шектен тыс жүктелу, орталықтандырылмаған жүктеме құрал-саймандардың істен шығуына сеп болады.

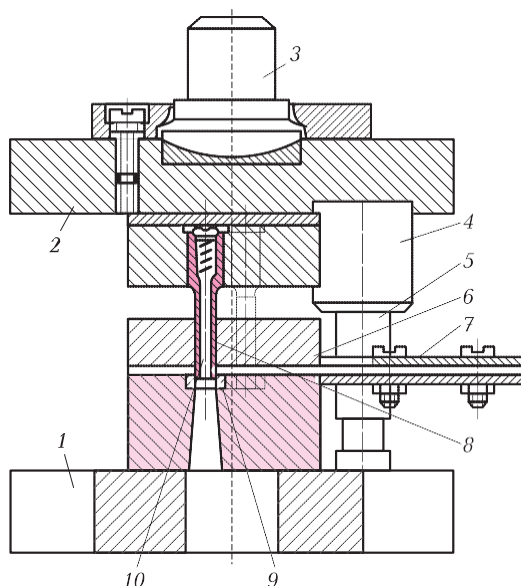
Қалыптың құрылғыларымен және олардың диск секілді қарапайым бөлшектердің дайындамалдарын кесу кезіндегі жұмысына сипаттама беріп өтелік.

Бөлшектер әртүрлі типтегі арнайы механикалық престерде қалыптардың көмегімен дайындалады. Диск түріндегі үшқатарлы қалыпты пайдаланғанда, жұмысшы қалып-құрал ретінде пуансон (8) немесе матрица (9) пайдаланылады (сурет 12.13). кесілген бөлшек

тесік арқылы матрицаға итеріліп, ыдысқа түседі. Кесудің бұл тәсілі бөлшекті дөңес-ойысты пішінде алуға септігін тигізеді. Сондықтан жазықтығына қойылатын талаптар төмен бөлшектерді кесу үшін пайдаланылады.

Кесу барысында қалыптандырылатын материалдың ленталары пуансон арқылы тесіледі. Лентаның қалдықтарын пуансоннан таза-лау үшін қатты алынғыш құрылғы (6) пайдаланылады. Кесілген бөлшегі пуансонда қалып қалмауы үшін (ал мұндай жағдайлар бөлшектер қатты майланып кесілгенде, мәселен престің автоматты жұмысы орнатылады. Жолақтар түріндегі материалдар дайындамаларды кесу үшін науалардың (7) бағытына қарай жіберіледі.

Қалыптардың элементтері – төменгі (1) және үстіңгі (2) плиталардан, бағыттаушы бағаналары (5), төлке (4) және құйрықтарынан (3) тұратын блок. Үстіңгі плита қалыпты жұмысы барысында тік бағытта орын ауыстырып, бағыттаушы төлкелер мен бағаналар арқылы сырғиды. Төлкелер үстіңгі плитаға, ал бағаналар – төменгі



Сурет 12.13 Диск түріндегі «шұңқыр» дайындаманы кесуге арналған үшқатарлы қалып

1, 2 – төменгі және үстіңгі плиталар; 3 – құйрықтары; 4 – төлке; 5 – бағыттаушы бағаналар; 6 – қатты алынғыш; 7 – бағыттаушы науа; 8 – пуансон; 9 – матрица; 10 – ажыратқыш

плитаға баспаланып орнатылған. Үстіңгі плитаның төменгі платаға қарай қозғалуы престің жылжымаларынан бастап құйрықтың (3) көмегімен орындалады.

Үшқатарлы қалыптарда қалқып жүретін құйрықтары болады. Олар қалыпты преске бекіту және қалыптың жұмысшы құрал-саймандарына престің күшін беру мақсатында жұмсалады. Қалқып жүретін құйрықтың қозғалысы еркін болады. Сондықтан қалыптар мен престерді дайындау барысында кейбір кемістіктердің орнын өтеуге (үстіңгі плитаның төменгісіне қарай ауытқуын қосқанда) мүмкіндік береді. Себебі төменгі плата престің үстеліне мықтап орнықтырылады. Басқа қалыптарда қатты құйрықтар пайдаланылады. Олар қалыпты престің жылжымаларына қатты бекіту үшін қызмет етеді. Бұл жағдайда престегі күш қалыптың үстіңгі плитасына тікелей беріледі.

Қалыптың жұмысшы құрал-сайманы үстіңгі және төменгі плиталарға бұрандалар, штрифтар мен басқа да бекіту бөлшектерінің көмегімен бекітіледі. Бұл бөлшектер пуансондарды матрицаларға қарай алдын ала орталығына дәлдейді. Қалыптардың блоктары әдетте екі немесе төрт бағыттаушы бағаналары бар болып жасалады. Бағаналар (екеу болғанда) плиталардың диагоналына қарай орналаса, жақсы болады. Төрт бағаналары бар блоктар кейінгі қалыптаулар үшін де пайдаланылады.

Қалыптаушы блоктарды дайындаудың барынша жетілдірілген, қалыптардың қызмет ету мерзімінің ұзақтығымен ерекшеленген технологиялық үдерісінің мәні мынада – бағаналар мен төлкелер дайындау үдерісінің соңғы кезеңінде бірін екіншісіне алмазды паста көмегімен жаға отырып, жұптасып өңделуі. Майлағыш затты жақсарту үшін бағаналарда шеткі бунақтары бар тесіктер жасалады. Содан кейін бағаналар мен төлкелер қалыптаушы плиткаларға бекітіліп, үстіне эпоксидті компаунд құйылады. Нәтижесінде қатаң паралель плиталары бар қалыптаушы блоктар алынады. Олардың үстіңгі жағы төменгі перпендикуляр орналасқан төлкелер мен бағаналарға қарай люфтсіз қозғалады. Мұндай блоктардың сапасы былайша тексеріледі: қалыптаушы блоктың жоғары көтерілген (қолмен) үстіңгі плитасы төменгі платаға бірсарынмен түсіріледі. Жоғары сапалы қалыптаушы блоктардағы жұмысшы құрал-сайманның жұмыс қабілеті қалыптаушы плиталары тетіктердің көмегімен күш сала отырып, ажыратылатын блоктардың жұмыс қабілетіне қарағанда, жоғары болады.

Құрал-саймандарды тұрақты етіп бекітуге арналған осы сипатталған қалыптаушы блоктардан басқа, жұмысшы құрал-саймандарды жылдам ауыстыруға арналған әмбебап қалыптаушы блоктар да болады. Оларды пакет-қалыптар деп атайды. Әмбебап қалыптаушы блоктар механикалық немесе электронды бекітілген болуы мүмкін. Сонымен қатар, дайындамаларды беруі грейферлік сипатта, полиэлементті қалыптарға арналған секілді түрлері болуы мүмкін.

Сору – бір жағы ғана ашық, тұйық контур бөлшектерінің жалпақ дайындамаларын жасау операциясы. Өндірісте сору құрылғылары төменкөміртекті болаттардан, никель, мыс және ковардан бөлшектер жасау үшін пайдаланылады. Сору құрылғылары дайындаманың қалыңдығына қарай жіңішкелеп немесе жіңішкілемей орындала алады. Өлшемі мен пішініне қарай бөлшектер бір немесе бірнеше реттік сору операциялары арқылы дайындала алады. Әдетте, бірінші операция кезінде жалпақ дайындаманы белгілі өлшемді қуыс денеге қарай созады. Осы кезде аталған дененің көлденең өлшемдері азайып, биіктігі арта бастайды.

Сорған кезде материалдан (2) жасалған жалпақ дайындама пуансон (1) арқылы матрицаға қарай созылады (сурет 12.12, б). Нәтижесінде дайындаманың фланеці радиалды созылып, радиалды бағытқа перпендикуляр қысылады. Қысу күші фланецте қатпарлардың пайда болуына сеп болуы мүмкін. Сондықтан, дайындаманы матрицаның үстіңгі бетіне бүрмеұстағыш арқылы қысады. Дайындаманың қалыңдығы сорылған кезде тек орта түбінде ғана сақталады. Түбінен қабырғаларына қарай өткен жерінде материал нығыздалады, ашық ұшынан бөлшек біршама қалыңдайды. Демек, сорылатын бөлшектердің жарылуы әлсіреп қалған қималарында орын алуы әбден мүмкін.

Әрбір материалдың сору кезінде деформациялану дәрежесі сору коэффициентіне m қарай сипатталады. Цилиндр бөлшектің **сору коэффициенті** – дайындалатын бөлшектің осы операция шін дайындама болып саналатын бөлшектің диаметріне қатысы. Бірінші операция барысында сору коэффициенті m_1 бөлшектің диаметріне d_1 қатысты тең болады. Бірінші рет сору операциясынан кейін жалпақ дайындаманың диаметріне $D_{\text{дайындама}}$ тең болады. Яғни осы n -операция үшін былайша анықталады:

$$m_n = d_n / D_{n-1}.$$

Әртүрлі материалдардың сору коэффициенттері мен операциялары 12.1-кестеде көрсетілген. Сору коэффициенті төмен болған сайын, материал соншалықты көп деформацияға қшырайды. Демек, ол соншалықты жақсы созылады деген сөз. Сору коэффициенті көп болған сайын бөлшек өзінің өлшеміне (диаметрі) қарай дайындамадан өзгеше болады. Сору операцияларының санын қысқарту үшін барынша пайдалу сору коэффициенттерін таңдау алу керек.

Кесте 12.1 Кейбір металдарды сору коэффициенті

Материал	Операцияларға арналған сору коэффициенті, m	
	Бірінші	Екінші және кейінгі
Никель	0,48.	.,0,53
Мыс	0,57..	.0,60
Болат 10	0,58.	.0,60
Ковар	0,65.	.,0,67

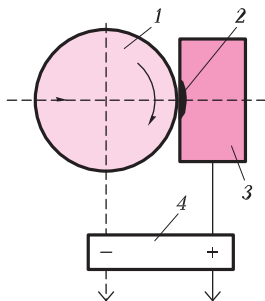
Бөлшектерді соруды дайындамалардан операциялы жолмен немесе ленталарда ретті жолмен орындауға болады. Операциялық жолмен сору кезінде әрбір қалыпта бір ғана тесік жасалады. Ретті сору үшін әрбір қалыпта жүйелі түрде бірнеше сору тесіктері болуы керек. Ленталарда ретті сорудың өндірушілік дәрежесі жоғары болады. Ретті сору үшін қымбат қалыптарды дайындау темір ұстасының жоғары біліктілігін талап етеді. Мұндай қалыптарды жөндеу операциялық сору қалыптарын жөндеуге қарағанда әлдеқайда күрделірек.

Қалыптаудың металл бөлшектерін дайындаудың технологиялық үдерісіне өнімнің сапасына, құрал-саймандар мен жабдықтардың дұрыс жабдықталуы секілді жоғары талаптар қойылады.

12.3. МАТЕРИАЛДАРДЫ ӨНДЕУДІҢ ЭЛЕКТРЛІК ТӘСІЛДЕРІ

Электрлік деп материалдарды (негізінен металдарды) өндеудің электрмеханикалық, электрермиялық, электрхимиялық, электрогидравликалық және басқа да тәсілдерді атайды.

Электрмеханикалық тәсіл – өңделетін материалға электрлік және механикалық бізмезеттік әсер ету (электрконтактілі өндеу) немесе



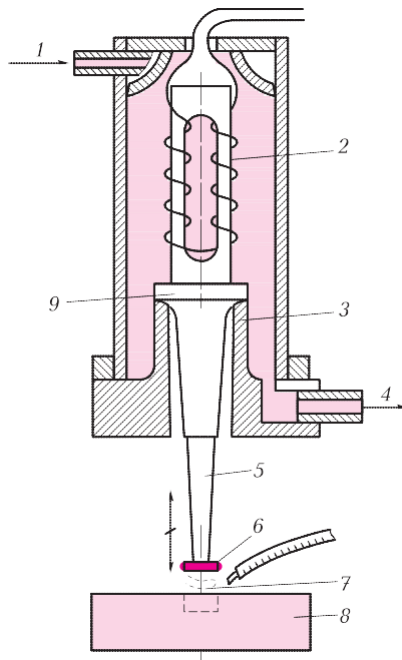
Сурет 12.14 Өңдеудің электрмеханикалық тәсілі

1 – диск; 2 – қызу аймағы; 3 – дайындама; 4 – қоректендіру көзі; → – дискінің қозғалу бағыты

электрэнергиясы кейбір физикалық тәсілдер нәтижесінде өзгеруінен (ультрадыбысты) туындайтын механикалық әсер ету тәсілі. Өңдеудің осы түріне сонымен қатар анодты-механикалық тәсілді жатқызуға болады.

Электрмеханикалық тәсіл металл дайындамаларын электр тоғымен олардың жылдам кесетін құрал-саймандармен үйкелу жерінде туындайтын жылудың есебінен балқытуға негізделген. Құрал-сайман ретінде металл дискіні (1) алуға болады (сурет 12.14). Ол әрі катод ретінде жұмсалады. Қоректену қайнарынан (4) үлкен ауыспалы кедергімен әрекеті арқылы шыққан электр тоғының әсерінен диск-дайындамада қызу аймағы (2) пайда болады. Құрал-сайман айналғанда, дайындаманың балқытылған металл бөлшектерін тазалайды. Дискінің өзі айналып тұрып, балқып кетпесі үшін ол үлкен жылдамдықта айналуы немесе арнайы суытылуы керек. Осылай өңдеуде жылу көзі ретінде – импульсты доғалық разрядтар мен тұрақты әрі ауыспалы токтың контактілі қызуын алуға болады.

Аталған тәсілді металды кесу, отқақтан тазарту, құрал-саймандарды қайрау, тегістеу, фрезерлеу, қажау, бұрғылау т.б. мақсаттарды қолданылады. Металл тілімшелерін ауада кесу барысында электродтардың қозғалу жылдамдығы 40...50 м/с, қысымы – 30...50 кПа құраса, металдың кему қарқыны 1...2 см³/мин-қа жетеді, ал құралдың (электрон) тозуы жалпы массасының 10...15%-н құрайтын болады. Қайрау кезінде жұмысшы қысым – 1...2 В, токтың күші – 2000 А-ға дейін, электродтардың қозғалу жылдамдығы – 1...5 м/с, ал металдың кему қарқыны – 10...40 см³/мин-қа жетеді. Т15К6 қатты қорытпа-



Сурет 12.5 Тесіктерді ультрадыбысты тесуге арналған құрылғы

1, 4 – суды жеткізі және бұру құралдары; 2 – вибратор; 3 – бекіту жүйесі; 5 – алмалы-салмалы жалғастырғыш тетік; 6 – ауыстырылатын құрал-сайман; 7 – суспензия; 8 – дайындама; 9 – магнитті-стриктор; → – кері қайтару-алға жүру қозғалысы

лы кескіштен жасалған құрал-сайманның мықтылығы –70...80 мин құрайды.

Ультрадыбысты өңдеу – ультрадыбыспен өңделетін өнімге әсер ету жолы. Ультрадыбыс дегеніміз – тербеліс жиілігі – 20 кГц-тен 1 ГГц-ке жететін, белгілі бір аз механикалық энергия арқылы бағытты түрле түйіндеп біріктіруге болатын нәзік толқындар. Ультрадыбысты өндірісте қолдану әртүрлі металдарды өндеудің біршама үдерістерін қарқынды етуге септігін тигізді. Мәселен, УД-әсердің көмегімен бір-бірінің құрамында өзара ери қоймайтын компоненттерден композициялық қорытпа алуға болады. Олар, қарапайым тілде *құйылған псевдоқорытпалар* деп аталады. Ультрадыбыс қорытпалардан ұнтақтар жасауға, сымдарды, құбырларды сырғытуға, баспалауға, соғуға, қалыптауға, жұмсартуға, тоздыруға және метал-

дарды сығуға септігін тигізеді. Ультрадыбысты ванналарда электронды және оптикалық техниканың әртүрлі өнімдерін тазалап, майсыздандырады. Сонымен қатар, УД-әсерлер металл өңдеудің барлық үдерістерін қарқынды етуге қабілетті. Ультрадыбыстың көмегімен әртүрлі металдарды дәнекерлеп, қалайылап, балқытуға болады. Магнитті-стрикция мен УД-тербелістерді алу туралы 5.1-тараушада сөз еткен болатынбыз.

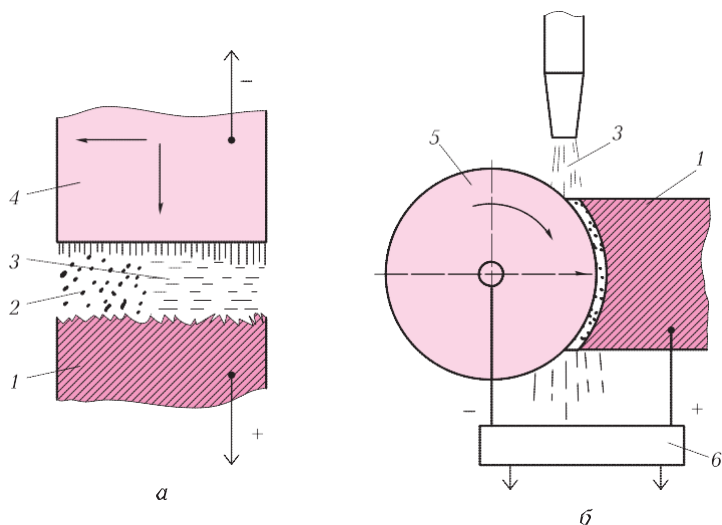
Материалды өңдеудің осы түрімен танысу үшін тесіктерді ультрадыбысты тесуге арналған құрылғымен танысып көрелік (сурет 12.15). Ультрадыбысты сынғыш материалдарды өңдеу барысында қолданған тиімді. УД-жиіліктің электрлік тербелісі арқылы генератордан магнитті-стрикциялы вибраторға¹² (2) беріледі. Одан олар механикалық тербеліске айналып, магнитті-стриктор (9), алмалы-салмалы жалғастырғыш тетік (5) арқылы ауыспалы құрал-сайманға (6) беріледі. Өңделетін дайындамамен (8) үйкеліп, құрал-сайман өзінің тербелісін суспензияның (7) абразивті бөлшектеріне береді. Абразивті бөлшектер сансыз кішкентай ғана кескіштер ретінде берілген жиілікте қозғалып, жиектері арқылы дайындаманы (жартылай, құрал-сайманды да) бұзады да, біртіндеп құрал-сайманмен бірге оның ішіне кіре бастайды. Солай тесік пайда болады. Магнитті-стриктор арнайы бекіту жүйесінде (3) ілініп тұрады. Магнитті-стрикциялы вибраторда суыту үшін жеткізу (1) және бұру (4) жүйелері арқылы ағын су жіберіледі.

Анодты-механикалық өңдеу өнімнің металдарын анодтық еріту және электролиттегі ыдыраған өнімдерді механикалық тазалау мақсатында қолданылады. Өңдеудің осы екі тәсілі үшін кескіштер, сыдырғыштар, профильді қайрағыштар, тегістегіштер, қашағыштар қолданылады.

Анодты-механикалық өңдеу принципі мынада: электролиттер (3) арқылы тұрақты ток ондағы дайындамаларға (анод, 1) және электролитте қозғалып отыратын катодтар (4) өткенде (сурет 12.16, а), анод пленка (2) түзіп, ериді. Пленкалар механикалық тәсілмен аршылып, тазартылады.

Дайындама (анод) дискіге орнықтырылған және айналып тұратын, катод ретінде жұмыс жасайтын арнайы құралмен (5) кесіледі. Кесу үдерісі тұрақты токтың (6) қайнар көзінен электролиттерді (3) үздіксіз бере отырып жүзеге асады.

¹² Магнитті-стрикция – дене магниттелгенде пішіні мен өлшемінің өзгеруі.



Сурет 12.16 Металл дайындамаларын анодты-механикалық өңдеу

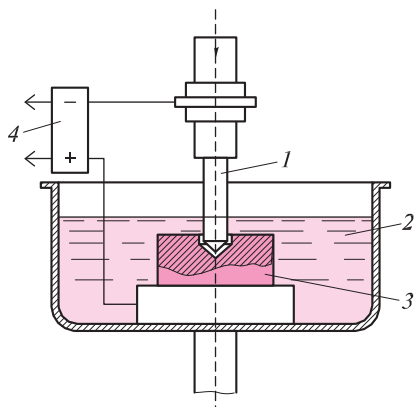
a – өңдеу принципі; *б* – құрылғының жүйесі; 1 – дайындама (анод); 2 – пленка; 3 – электролит; 4 – катод; 5 – құрал-сайман (диск-катод); 6 – тұрақты тоқтың қайнар көзі; құрылғының элементтерінің қозғалу бағыты

Айталық, диаметрі 10...50 мм болатын болаттан жасалған дайындамаларды анодты-механикалық кесу әдетте, тұрақты ток арқылы электродта 20...22 В қысымда және тоқтың 200...500 А/см² тығыздығында, электродтардың 20.40 м/с жылдамдығында орындалады. Осы кесу операцияларын орындау ортасы – сұйық шынының сулы ерітіндісі.

Өңдеудің электртермиялық тәсілі өнімдерді толық, жартылай немесе үстірт қыздыру жолымен индукциялы, контактілі және басқа да тәсілдермен орындалады. Осы тәсілге электроэрозиялы өңдеу мен металдарды электролитте қыздыру тәсілдері жатады.

Металды **электроэрозиялы өңдеу** оған электродтар арасындағы импульсты электр тоғы арқылы жылулық әсер етуге негізделген. Электродтардың бастысы құрал – анод болса, екіншісі – өңделетін бөлшек – катод болып табылады. Эрозия нәтижесінде металл бұзыла бастайды. Электроэрозиялы өңдеуді электржалынды және электримпульсты болып бөлінеді.

Электржалынды өңдеу барысында айталық, керосинге (2) батырылған бөлшектердің (3) үстіңгі бетіне қоректену қайнар көзінен



Сурет 12.17 Металды бөлшектерді электржалынды өңдеу
1 – құрал; 2 – керосин; 3 – бөлшек; 4 – қоректену көзі

қысқа жалынды разрядтар (4) беріледі (сурет 12.17). Оның әрекеті барысында жылудың үлкен мөлшерінің бөлінуі есебінен балку, жартылай булану және металдың жекелеген бөлшектерінің жарылыс секілді бөліну үдерістері басталады. Бұл жағдайда металдың бөлшектерінің бұзылуы пішініне қарай жүзеге асады. Пішін құралдың (1) пішінін қайталайды. Егер құрал, мәселен, алты қырлы болса, оның бөлшектеріндегі тесіктері де алтықырлы пішіндес болады. Егер құрал ретінде шарғыдан шарғыға оралған сымды пайдаланса, оның көмегімен бөлшектерді кесуге немесе білдектің жоспарлы бағдарламасына сай бөлшек қатты қорытпадан жасалса да, қажетті профильге дейін кесуге болады.

Электржалынды өңдеу тесіктерді және қалыптардың, пресс-қалыптардың жұмысшы ойықтарын өңдеу, қаттықорытпалы фильерлер мен металл кесетін құралдарды жасау үшін пайдаланылады. Электржалынды өңдеуді кесудің бұрыннан танымал тәсілдері арқылы белгілі бір металды кесу мүмкін немесе қиын болғанда, қолданған тиімді.

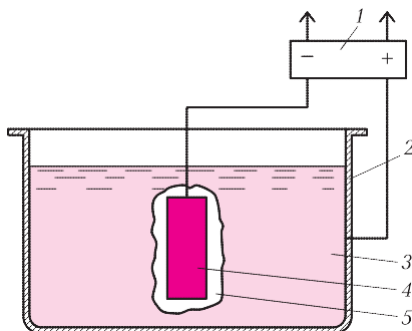
Қалыптың матрицаларындағы қуыстар мен тесіктерді 5ХНТ болаттарынан жасалған құрал-саймандармен электржалынды тесудің бейімді тәртібі мынадай: үдерісті электродтардың 110...150 В қысымды тұрақты токпен, 11...28 А жұмысшы токпен және 600...1500 Гц импульсты жиіліктегі минералды майда жез құрал-саймандар арқылы орындалады. Мұндай өңдеу нәтижесінде тесіктің **Ra** 3,2,1,6

мкм кедір-бұдырлығы 8-9 квалитті дәлдікпен шығады. Металдың кему қарқыны $80...300 \text{ мм}^3/\text{мин}$, ал құралдың қатысты тозуы $50...70\%$ құрайды.

Электримпульсты өңдеу электр доғаларындағы униполярлы (бір бағыттағы) импульстарға негізделген. Қалыптандырушы құрал – анод, ал өңделетін қайнатпа ретінде – катод (кері полярлық) болып табылады. Электржалынды тәсілден бұл тәсілдің ерекшелігі – өңдеу тоқтың қзын импульстары арқылы жүзеге асады. Тоқтың ұзын импульстары машиналық импульсты генераторынан алынады. Мұндай жаңғыру нәтижесінде құралдардың тозуы төмендеп, өндірушілігі жоғарылайды.

Электролиттегі қыздыру тәсілі барысында металды өңдеу үшін электролитте жүріп тұрған разряды барысында катод пен электролит және изотермиялық реакция арасында шығатын жылуды пайдалануға болады. Қоректендіру қайнар көзінен (1) бөлініп шығатын тұрақты электрлік тоқтың, электролит арқылы (3) электродтардың ванналары (анод, 2) мен бөлшектері (катод, 4) есебінен сәйкес қысым мен тығыздығына қарай бөлшектер белгілі бір жоғары температураға дейін қызады (сурет 12.18). Катодтың газ қабықшасында (5) экзотермиялық реакция туындайды. Бұл реакция қыздыруды күшейтеді. Электролиттегі қызу бөлшектерді ыстық орнықтыру, дәнекерлеу арқылы сығу және шынықтыру үшін пайдаланылады.

Электрохимиялық өңдеу – өңделетін бөлшекке электр тоғы мен химиялық реакция арқылы әсер ету тәсілі. Бұл жағдайда металл бөлшектері анодтың – электродтың үстінгі бетінен анодты еріп, қорек-



Сурет 12.18 Электролитте материалдың қызуы

1 – қоректендіру көзі; 2 – ванна; 3 – электролит; 4 – бөлшек; 5 – газды қабықша

тену өзінің оң полюсімен бірігіп, ерітіндіге (электролит) айналады. Мұндай өңдеуді электртегістеу, тегістеу, қылауларды жою, тазалау, кескіш құралдарды қайрау, тесіктерді, қуыстарды жасау, жұқалтыр алу және тағы басқа мақсаттарда пайдаланылады. Айталық, жоғарыкөміртекті және төменкөміртекті болатты электртегістеу электролитте (70...80°C) ыстық күйінде орындалады. Электролит 12...14 В электродты қысымда, бөлшектің үстіңгі бетіндегі тоғының тығыздығында (40...60 А/дм) фосфорланған қышқыл, хромды ангидрид пен судан құралады.

Металдың кему жылдамдығы – 7...10 мкм/мин, өңдеудің нақтылығы – жоғарылайды, ал кедір-бұдырлығы бастапқы қалпына түсіп, *Ra* 0,8.0,1 мкм интервалында болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Кесу принципінің мәні неде?
2. Қандай металл кескіш құралдарды білесіз?
3. Орталықтандырылған бұрғы не үшін керек?
4. Кескіш құралды қандай материалдан жасайды?
5. Созу не үшін орындалады?
6. Ұңғы не үшін пайдаланылады?
7. Өңдеудің қандай түрлерін электрлік деп атайды?
8. Электроэрозиялы өңдеу дегеніміз не?
9. Ультрадыбысты өңдеу принципін түсіндіріңіз

13.1. МАТЕРИАЛДАРДЫ КІРІСПЕ БАҚЫЛАУ

Өндіріс орындарына келіп түскен маңызды қолданысты өнімдерді жасауға арналған материалдар мен қосымша материалдар техникалық талаптарға (ТТ) немесе мемлекеттік стандарттарға (МЕМСТ) сәйкестігін анықтау мақсатында кіріспе бақылаудан өткізіледі.

Алдымен ілеспе құжаттарының (сертификаттар) маркировка және биркаларға, тіркелген материалдарға, сонымен ұатар материалдардың техникалық талаптар мен стандарттарға: әдістемесі бойынша, қабылдау ережелеріне сәйкестігі тексеріліп, материалдардың геометриялық өлшемдері, олардың үстіңгі бетінің сапасы, химиялық құрамы, механикалық қасиеттері т.б. бақыланады. Кіріспе бақылау қызметі «сәйкес» деген қорытынды жасаса, сертификат жазылады. Сертификатта материалдың нақты (өлшемді) сипаттары жазылады. Осы мәліметтер техникалық талаптарға немесе стандарттарға сай болмаса, материал белгіленген тәртіппен «бракталған» деп танылады.

Негізгі материалдардың маңызды сипаттамаларын қарастырып көрелік. Бұл сипаттамаларды әдетте, кіріспе бақылау қызметі тексереді.

Материалдардың геометриялық өлшемдері – қалыңдығы, диаметрі, ені, ұзындығы – әмбебап құрал-саймандар – штангенциркуль, микрометр, индикатор т.б. аспаптар арқылы бақыланады.

Үстіңгі бетінің сапасы бақыланып отырған материалдың үлгілерін эталон үлгімен салыстыру жолымен анықталады. Үстіңгі бетінің сапасы кедір-бұдырлығының шеткі жай-күйінің аясында, үстіңгі бетінің ауытқуларының түрлері (жапырылу, жарықтар, құбылту түрлері т.б.) бойынша бақылау картасына сай тексеріледі. Материалдың үстіңгі бетінің жай-күйі әдетте, сырттай бақылау арқылы бақыланады. Кейбір жағдайларда микрокедер-бұдырлықтың биікті-

гін анықтау үшін арнайы аспаптар қолданылады. Мұндай аспаптар *профилометр* немесе *профилограмма* деп аталады.

Машина жасау құрылысында пайдаланылатын құрастыруға арналған материалдар үшін, әсіресе, үстіңгі бетінің сапасы өте маңызды. Үстіңгі бетінде сызықтар, металды емес қоспалар, шөгінді ұяшықтар, бос орындар, кеуектілік, отқақ, тереңдігіне ұарай көмір-тексіздендіру секілді кейбір ауытқулар болмауы керек.

Материалдағы компоненттер мен қоспалардың мөлшері, және олардың бөлінуі химиялық, спектралды және металлографиялық талдамалар арқылы анықталады.

Материалдардың басқа қасиеттері – белгілі бір өндіріс орындарында басты сипаттамалар ретінде технологиялық қызметтері де кіріспе бақылау барысында тексеріледі. Немесе сәйкес технологиялық сынақтар (сынамалар) өткізіледі.

13.2. МАТЕРИАЛДАРДЫ ДАЙЫНДАМАЛАРҒА БӨЛУ

Дайындама – ары қарай өңделуге арналған жартылай фабрикат. Одан дайын өнімдер жасалады. Дайындаманың минималды әдіптері, белгілі бір геометриялық пішіні мен кедір-бұдырлық дәрежесі болады. Ең бастысы – барынша минималды шығындар шығара отырып, жоғары сапалы өнімдер алу. Ол үшін оны өндірудің барынша оңтайлы технологиялық үдерісі құрылады.

Қайта өңделуге қажетті шикізаттар екі нұсқаға сай алынады – дайындама түрінде (өнімдерді қайта өңдеуге жарамды) немесе белгілі бір өлшемді материалдар түрінде (олардың дайындамалары тапсырыс берушілердің өндіріс орындарында алдын ала дайындалған).

Бірінші нұсқаны металды қысыммен (суық немесе ыстық қалыптау) қайта өңдеу барысында қолданған тиімді. Бұл жағдайда белгілі бір өлшемді және ұзындықты сәйкес маркалы, термиялық өңделген немесе өңделмеген күйінде ленталар немесе жолақтарға тапсырыс беріледі.

Екінші нұсқа бойынша тапсырыс берілген материал алдын ала қоймаға келіп түседі. Мұнда оны сұрыптарына (лента, жолақ, шыбықша, төртбұрыш, сым, жайпақ тілімшелер т.б.) қарай сәйкес құрылымды стеллаждарға (тік, төртбұрышты, шыршалы т.б.) ор-

наластырылады. Материалдар орналастырылғанда, металдарды дайындау тәсілі мен жай-күйі (суық- және ыстық илемделген, күй-дірілген, күйік шалдырылған т.б.) ерекше назарға алынады. Әрбір стеллажда (егер ол біртекті материалдармен толтырылса) немесе жекелеген штангаларда (металды серіппелер, шыбықшалар т.б.) орнатылғаннан кейін материалдардың әрқайсысының шетіне оның маркасын, балқу нөмірін, жеткізуші-зауыттың ТББ (Техникалық бақылау бөлімі) бақылаушысының нөмірін көрсететін таңба қойылады. Сонымен қатар, жеткізуші-зауыттар өздері белгілі бір түсті мандайшаларды пайдаланып жатады.

Материалға тапсырыс бергенде, қоймада алдын ала сақтау үшін қажетті қорды құру және жұмысты үзіліссіз жалғастырып, жасау мақсатында экономикалық мақсаттылық басшылыққа алынады. Бұл материалдар – өлшемі үлкен (қойманың ауданына сай келетін), қысқа, өлшемді ұзындықта, қалдықтары да өлшемді ұзындықта болуы керек.

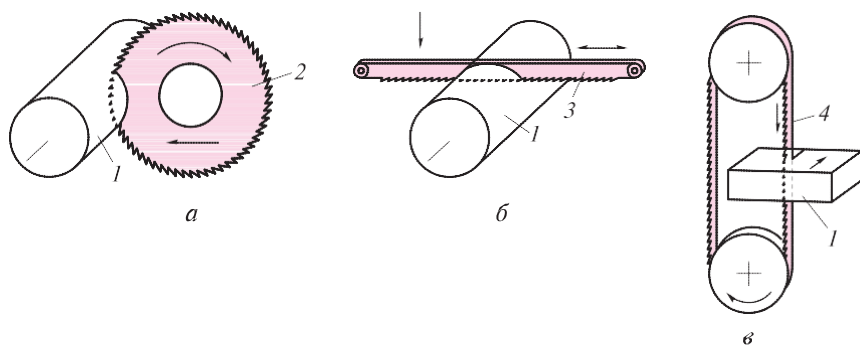
Металды пішу барысында шыққан қалдықтар минималды немесе мүлдем болмағаны дұрыс.

Ауқымды және ірісериялы өндіріс орындары үшін металдарды жеткізуші-зауыттарға стандартты емес профилді дайындамаларды – жартылай фабрикаттарды жеткізуге тапсырыс берілгені дұрыс.

Материалдарды дайындамаларға кесу (шабу) тәсілдері көп. Солардың ішінде ең өнімділерін қарастырып көрелік: доңгелек және сегментті аралармен, кескіш дискілермен, әртүрлі типті қайшылармен, ленталық және пышақ тәрізді аралармен т.б. тәсілдермен, мәселен, автогенді, электрдоғалы, электроэрозиялы, анодты-механикалық кесу т.б. тәсілдерін жатқызуға болады.

Доңгелек аралар – басқаша айтқанда, **фрезалар** (жонғыштар) – қиып-кескіш (оймакілтекті) және кескіш фрезалар деп бөлінеді. **Қиып-кескіш фрезалар** диаметрі 40...75 мм, қалыңдығы – 0,2...5,0 мм етіп, тістері қаттылығы – 61...64 HRC жылдам кескіш болаттардан ірі немесе ұсақ етіп жасалады. Бұл фрезалар металдарды және металл емес материалдарды кесу үшін, сонымен қатар бұрандалардың басындағы терең емес оймақтарды жасау үшін, терең және тар ойықтарды жасау үшін пайдаланылады.

Кескіш фрезалар (2) материалды (1) әртүрлі профилде және қималарда аралау үшін, сонымен қатар фрезерлік білдектерде орналасқан терең және тар ойықтарды жасау үшін пайдаланылады (сурет 13.1, а).



Сурет 13.1 Арамен кесу тәсілдері

а – кескіш фрезамен (жонғышпен); *б* – пышақты арамен; *в* – ленталы тік арамен; 1 – материал; 2 – фреза; 3 – пышақты төсемдер; 4 – ленталы ара; → – кесетін құралдың қозғалу бағыты

Кескіш фрезалардың диаметрі – 60...200 мм, қалыңдығы – 1...5 мм, ортасы жұқа етіп жасалады. Ені (қалыңдығы) 2 мм-ден жоғары фрезалардың тістері бір жағына қарай бұрышты жүзді етіп, шахматты тәртіппен орналастырылады. Мұндай қайрау кесілетін жаңқаларды кескіш ойықтардың қабырғаларына үйкелін төмендетіп, араны оның бойымен дұрыс жүруін жеңілдетеді. Кескіш фрезаларды қиып-кескіштер дайындалатын болаттардан жасалады.

Білдекті аралар пышақ типі (сурет 13.1, *б*) және ленталық, оның ішінде тік (сурет 13.1, *в*) және көлденең болып бөлінеді.

Сегментті дөңгелек аралар материалдарды қасиеттеріне қарай, сондай-ақ өлшемі мен профильдеріне қарай кесуге арналған құрал-сайман. Аталған аралардың диаметрі 300...2000 мм, қалыңдығы – 5...15 мм болады. Аралардың артықшылықтары – тозғаннан кейін тісті сегменттерді (аралау тақтайларында тойтарма арқылы бекітілген) ауыстырғанға дейін пайдалану мүмкіндігі. Әрбір сегменттегі тістер өлшемдеріне (ірі, орташа және кіші) қарай анықталады, ал сегменттер мөлшері араның диаметріне байланысты болып келеді. Тістердің профильдері кесілетін материалдардың қасиеттері мен кесу тәртібіне байланысты анықталады.

Дискті (роликті) қайшылар екі түрлі болады: параллель тік немесе көлденең орналастырылған және өстеріне еңкейтілген. Параллель өсі бар қайшылар жалпақ тілімді материалды (3) жолақтарға және дөңгелек пішінді дайындамаларды кесуге арналады (сурет 13.2, *а*). Материалдың қалыңдығы 30 мм-ге дейін жетеді. Дискілі

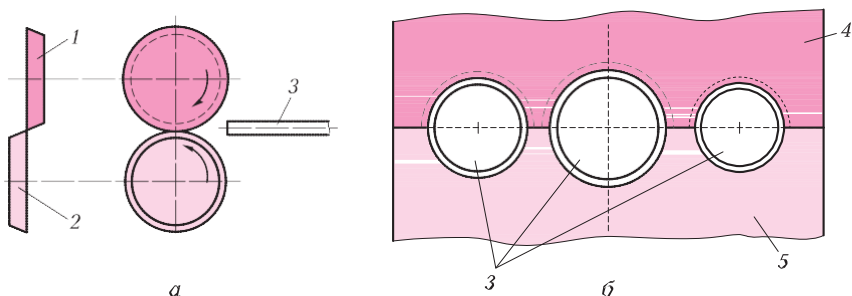
қайшылардың барлық параметрлері негізінен кесілетін металдың қалыңдығына байланысты. Қалыңдығы 5 мм тілімшелерге дискінің қайшыларының (1, 2) қалыңдығы 125...130 мм, ал қалыңдығы 25...30 мм, арасындағы саңылау 0,5...0,6 мм болуы керек. Сонымен қатар, дискті қайшының жиынтығын пайдалана отырып, кесуге болады. Бұл жағдайда роликтердің жұптарының санына сай келетін біркелкі өлшемді бірнеше жолақтар алуға болады.

Еңкейген өсі бар дискілі қайшылар арқылы қалыңдығы 20 мм-ге дейінгі тілімшелерден дөңгелек (дискілі), сақиналы және қисықсызқты дайындамалар кеміліп алынады.

Мұндай қайшылардың параметрлері параллель өсі бар қайшылардың параметрлерінен біршама өзгеше болып келеді. Мәселен, қалыңдығы 5 мм материалдар үшін қайшылардың диаметрі 100 мм, қалыңдығы 20 мм, арасындағы саңылау – 1,0...1,5 мм болып келеді.

Дөңгелек дайындамаларды үстіңгі және төменгі пышақтардың көмегімен **пышақты қалыптармен** (сурет 13.2, б) кесіп алуға болады.

Кесілген және тегістелген металасбесті дөңгелектер әртүрлі материалдарды кесу және тазалау үшін пайдаланылады. Орталықтандырылып дайындалған, сәйкес түстер мен таңбалармен белгіленген дөңгелектер әртүрлі болаттарды, оның ішінде шынықтырылған, әртүрлі қаттылықтағы (қалыңдығы 2 мм-ге дейін), сонымен қатар түрлі түсті металдар мен олардың қорытпаларын, жоғары сапалы болаттар, құймалар мен тастарды өңдеу үшін пайдаланады. Мұндай дөңгелектер металды стационарлы жағдайда арнайы білдектер



Сурет 13.2 Дискілі пышақтармен (а) және пышақты қалыптарда (б) кесу

1, 2 – дискілер; 3 – материал; 4, 5 – жоғарғы және төменгі пышақтары; → – дискілердің қозғалу бағыты

көмегімен, тіпті суытпастан-ақ кесуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, өндірісте электрлі қол құралдары – тегістелген бұрышты машиналар пайдаланылады. Мұндағы металабесті доңғалақтардың орнығу өлшемі (диаметрі) 22 мм, сыртқы диаметрі – 144 мм және қалыңдығы – 2...6 мм болады. Бұл құралдар – жоғары айналымды, айналу жиілігі – 10000 мин⁻¹-ке тең.

Абразивті дөңгелектердің әртүрлі маркалы болаттарды шынықтырылған әрі шынықтырылмаған күйде, суық түрлі кесу үшін қолданылады. Оларды әдетте, диаметрі 80...400 мм, қалыңдығы – 0,5...5,0 мм вулканды немесе бакелитті байламды абразивті дөңгелектерді пайдаланады.

Кесуші құрал ретінде, әдетте, электркорундтан жасалған (шартты таңбалануы – 25А), түйіршіктері 36...46 с, қаттылығы СТ2–СТ1 және кесу жылдамдығы 45 м/с дөңгелектер пайдаланылады.

Кесу кезінде абразивті дөңгелек үш қозғалыс жасайды: айналмалы, берілетін (бөлшекке үстінен астына) және тербелісті (дайындамаға көлденең алға-артқа).

Үйкелу аралары (тіссіз аралар) металды әртүрлі профильді (бұрыш, шыбықша, коставр, төртбұрышты т.б.) және өлшемді етіп, әрі тілімшелер мен құбырлар етіп кеседі. Үйкеу араларының жұмыс принципі сұйық металды кесу аймағынан балқыту және таза лауға негізделеді. Металл кесу аймағынан сұйық күйге қыздырылады. Металл сұйық күйге жылдам айналатын араның кесілетін дайындамаға үйкелуі барысында бөлініп шығатын жылу есебінен қызады. Үйкелу арасы дегеніміз – диаметрі 1 м және белгілі бір қалыңдықтағы диск (кесетін материалдың өлшеміне қарай). Дискілер төменкөміртекті болаттардан (құрамында 0,8...1,2% марганец бар) жасалады. Аралардың кесетін үстіңгі беті тегіс немесе тістері домаланған немесе керткітері бар болып дайындалады. Кесу үдерісі дискіні 70...100 м/с кесу жылдамдығында суытылып және суытылмастан, 40...50 м/с кесу жылдамдығында орындалады. Жылдамдық аса жоғары болғандықтан, дискілерді алдын ала теңгеріп алу керек. Шыбықшалар мен құбырларды кескенде, оларды айналдыру керек. Механикаландырылған қондырғылардан басқа өндірушілігі жоғары, диаметрі шағын қолды тартпасы бар қондырғы да жасалып, шығарылады.

Ленталы аралар (4) металдар мен әртүрлі сұрыпты және профильді металл емес материалдарды тік және аз (15; 30; 45°), әдетте

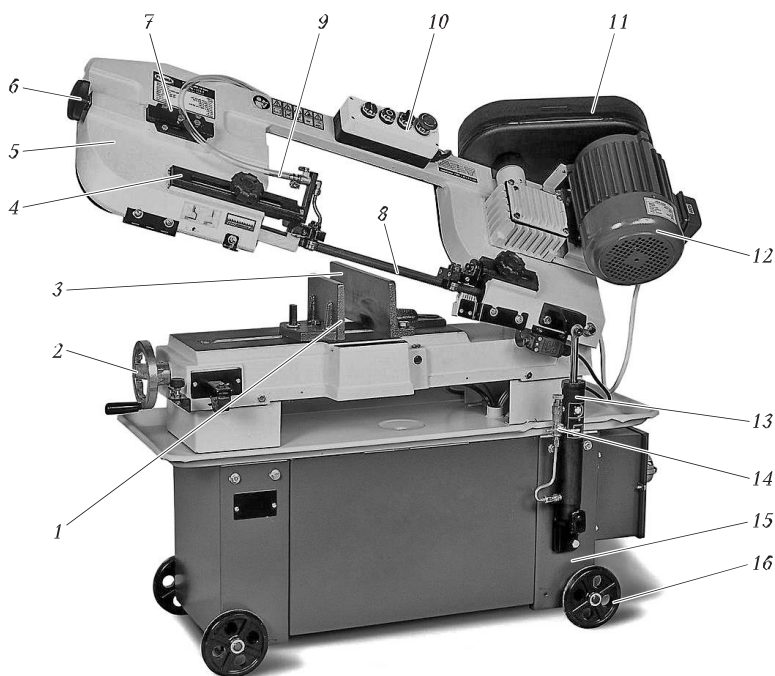
кесілетін материалдың (1) өсіне қарай бұрыштай отырып, кесуге арналған (сурет 13.1, в).

Ленталық аралары бар (4) білдектердің тік немесе көлденең орналасқан аралары болады. Аралардың ені – 6...25 мм, ені – 0,6...1,4 мм болады. Тар аралармен дайындаманы қисықсызықты траекториялары бойынша кесуге болады. Радиусы аз болған сайын араның төсемдері соншалықты нашар болады. Мұндай жұмыстарды тік орналасқан аралары бар білдектерде орындауға болады. Аралардың материалдары, тістерінің профильдері, қалыңдығы, қозғалу жылдамдығы, берілуі мен суыту тәртібін нақты жағдайларға сәйкес таңдалады – кесілетін материалдың қасиеті, оның сұрыптары, профилі т.б. Осы аталған аралармен диаметрі 500 мм-ге дейінгі материалдарды кесуге болады.

Ленталық аралардың негізі ретінде биметалды ленталық серіппелі болат жұмсалады. Оның тістері жылдам кесетін болаттан (құрамында көміртек, вольфрам, молибден, ванадий, кобальт және қаттылығы – 68...69 HRC) жасалады. Мұндай аралар жақсы кеседі, тозуға төзімді және ұзақ жұмыс жасайты болып келеді. Мұндай араларды әртүрлі профильді және бірбүтін материалдарды кесу үшін пайдаланылады. Түрлі түсті металдарды, титан және титан қорытпаларын, құрал-саймандық, құрастыруға арналған, қышқылға төзімді, коррозияға шыдамды және ыстыққа шыдамды болаттар мен басқа да материалдарды кесуге арналған аралар болады. Мұндай аралардың ерекшелігі – тістерінің белгілі бір қадамдары мен профилі бар. Олар кесу шарттарын жақсарту үшін кейбір аралардың қадамдары өзгермелі және жүйелі түрде қайталанып отыруы керек. ленталардың ені мен қалыңдығы, профилі мен тістерінің қадамдары, кесілетін материалдар мен олардың өлшемдері арасында тәуелді байланыс болады.

Қазіргі таңда ленталық-аралық білдектердің құрылысына ұқсайтын сериялары болады. Олар ленталық аралар арқылы материалдарды кесуге арналған. Мысал ретінде кесу жылдамдығы төрт (23; 33; 45 және 65 м/мин), аралары – ұштары жоқ, төсемдері 2300 x 20 x 0,6 мм болатын; максималды өлшемі – 180 x 300 мм болатын білдекпен танысалық (сурет 13.3).

Білдектің қорап пішінді шойын табандары (15) бар, май- лағыш-суытушы сұйықтыққа арналған резервуар ретінде жұмсалады. Білдектің қозғалуы үшін дөңгелектер (16) пайдаланылады.



Сурет 13.3 Ленталы-аралы білдек

1, 3 – қысқыштарының қозғалмалы және қозғалмайтын еріншелері; 2 – сермер; 4 – ленталы араны ұстағыш; 5 – араның рамасы; 6 – созатын құрылғының басы; 7 – созатын құрылғы; 8 – ленталық ара; 9 – шланг; 10 – қосу тетігі; 11 – сыналы-қайысты беріліс; 12 – электрқозғалтқыш; 13 – гидроцилиндр; 14 – гидроцилиндрді басқару тұтқасы; 15 – табаны; 16 – дөңгелегі

Табанның үстінде көлденең бағытта (3) қозғалмайтын қысқаштары мен қозғалатын (1) еріншелері болады. Қысқаштары мен еріншелерді қысқан кезде дайындамалар бұrandаның көмегімен сермерді (2) айналдыра отырып, қозғалады. Араның рамасы (5) қолмен жоғары көтеріледі. Ол білдектің оң ұшының өсіне қатысты доға түрінде болып, гидроцилиндрмен (13) сәйкес бағытта гидроцилиндрді басқарудың арнайы тұтқыштары (14) арқылы ұсталып тұрады.

Ленталық аралары бар рама қысқыштардың еріншелеріне қатысты 45° бұрыштықта орналасқан. Ленталық араның аймағы (8) екі жағынан арнайы құрылғымен – ұстағышпен (4) бекітіледі. Ұстағыштармен ленталы араларды дайындаманың өсіне перпендикуляр айналдырады. Ол үшін араның төсемелерінің нәзік деформациясын пайдаланады.

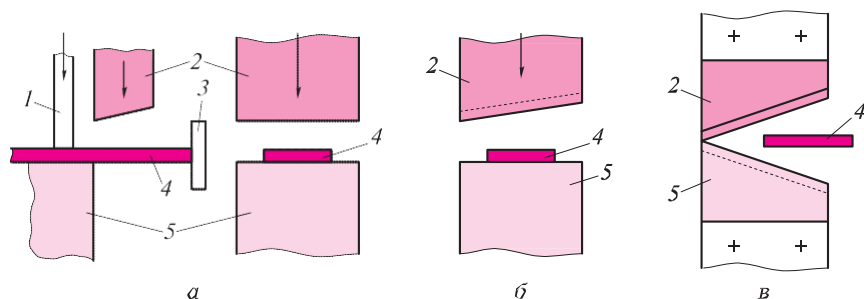
Араның ашық тұрған аймағының үстінде шланг (9) орналастырылған. Шлангтың ұштықтарына майлағыш-суытушы сұйықтық беріледі. Сұйықтық білдектің резервуарында тұратын сорғы арқылы сорылады. Бұрышпен кесу үшін қысқыштың еріншелерінің сақиналы ойықтары болады. Ойықтар қажет етіліп отырған бұрышты еріншелерін айналдыру арқылы белгілеуге мүмкіндік береді. Ленталы арамен (8) кесу аяқталғаннан кейін араның рамасы қысқыштардың жазықтықтарынан төмен түсіріледі, білдек автоматты түрде өшіріледі. Себебі оны реттеп отыратын тірек тек ақырғы сөндіру кезінде ғана басылады. Араның рамасын түсіру жылдамдығы (5) кесу кезінде арнайы құралдармен реттеліп отырады. Құрал майдың гидроцилиндрде (13) ағу тесігінің қимасын өзгертіп отырады.

Ленталық араның қозғалу жылдамдығы сыналы қайыстардың орнын тегершіктер арқылы сыналы-қайысты беру (11) редукторында ауыстыру жолымен анықталады. Ұзын өлшемді материалдарды кесу үшін ленталы-аралы білдекке роликті контейнерді тіркеуге болады.

Ленталы ара төртсатылы тегершіктері бар сыналы-қайысты берілу арқылы электрқозғалтқыштардың көмегімен әрекетке түсіріледі. Одан ары қарай қозғалыс тегершікке, төсем мен басты тегершікке аппаратын бұрамдықты редукторға беріледі. Бұл редуктордың тартпа қондырғысы болады. Кесу жылдамдығын сыналы-қайысты берудің қайыстарының орнын ауыстыру арқылы өзгертуге болады. Ал рамаларды түсіру жылдамдығын гидроцилиндрдегі жиклерді көлденең киюды өзгерте отырып, реттеуге болады.

Қол аралар білдекті (қараңыз: сурет 13.1, б) және қолға арналған болып бөлінеді. Білдекті төсемдерді қоларалы білдектерде (механикалық қолара) шыбықшалар, құбырлар мен басқа да профильдерді кесу үшін, әсіресе үлкен ұзындықта дайындама жасау қажет болғанда пайдаланылады. Қоларалы төсемдердің материалдары – P9, P18, X6BF маркалы құрал-саймандар жасауға арналған болаттар немесе 62...64 HRC қалыңдыққа дейін термиялық өңдеуден өткен У10 маркалы болат. Білдекті төсемдердің қалыңдығы мен ұзындығы кесілетін материалдың сипатына және өлшеміне қарай анықталып, 1,25,2,5 мм және 350.600 мм (сәйкесінше) арасында болады. Тістері, әдетте, пішініне қарай үшбұрышты болып келеді. Бүйірлі үйкелістерін болдырмау үшін қолара төсемдерінің тістерінде өрнектер болады.

Қолға арналған аралардың төсемдері шағын өлшемді дайындамаларды (бөлшектерді) ұсталық операцияларды орындау барысын-



Сурет 13.4 Қайшылар

а – параллель; *б* – гильотинді; *в* – вибрациялық; 1 – қысқыш; 2 – үстіңгі пышақ; 3 – тіреуіш; 4 – материал; 5 – төменгі пышақ; → – үстіңгі пышақтың қозғалу бағыты

да кесуге арналған. Бұл төсемдер білдектер жасалған болаттардан жасалады. Олардың қалыңдығы – 0,8...1,6 мм, ұзындығы – 250...300 мм болады. Қоларалы төсемдердің тістері «өзінен ары қарай» бағытында кеседі. Егер өзіне қарай кесетін болса, бос жол жүрген болып табылады. Механикалық аралардың жұмыс бағыты – бір ғана бағытта болады, содан кейін төсемдерді кері жаққа қарай көтеріп, бос жолды жүріп өтеді. Одан ары төсемдер белгілі бір қадамға дейін түсіріліп, кесу циклы қайталанады. Металды қатты суытқаннан кейін ғана кесу керек.

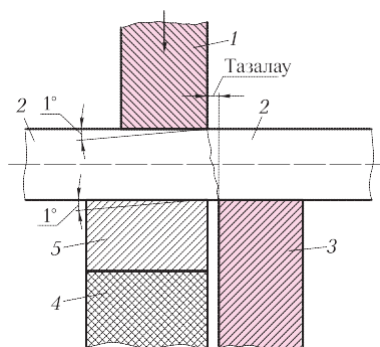
Қозғалтқыш қайшылар әдетте, материалды тілімше етіп кесу (шабу) үшін пайдаланылады. Тілімшелерді әртүрлі ұзындықта және қалыңдықта кесуге арналған қайшылардың бірнеше түрлері болады: параллель (сурет 13.4, *а*) және гильотинді (еңіс, сурет 13.4, *б*). Үстіңгі пышағының (2) кесу бұрышы – 75...85°, қайрақтың артқы бұрышы – 2...3° (кейде 0°-ге түсіріледі) болады. Гильотинді қайшылардың жарма бұрыштары (үстіңгі (2) және төменгі (5) пышақтарының арасындағы бұрыш) болады.

Олар кесілетін тілімшенің қалыңдығына қарай өзгеріп отырады. материалдың қалыңдығы 4 мм-ге дейін болғанда, жарма бұрышы – 2,0...2,5°; қалыңдығы – 4...15 мм болғанда, 2,5...4,0° болады. Ал қалыңдығы 15 см-ден жоғары тілімшелердің жарма бұрышы – 4...6° болады. Кесу сапасы пышақтар арасындағы саңылауға байланысты: ол минималды әрі әрбір материал (болат, мыс, алюминий) үшін тілімшелердің қалыңдығына қарай жеке-жеке таңдалып алынуы керек. қалыңдығы 1 мм-ге дейінгі тілімшелер үшін материалының

түріне қарамастан, саңылау – 0,05 мм, материалдың қалыңдығы – 1,5...5,0 мм болса, 0,08 мм; мыс пен алюминий үшін – 0,05 мм болуы керек. айта кететін жайт – пышақтары арасындағы үлкен саңылау металды таза кеспеуге, ал шектен тыс кіші саңылау – пышақтардың жүзін бүлдіруге алып келуі мүмкін. Себебі бұл жағдайда бұзылатын металдың жарылу фазасы болмауы ықтимал. Шапқан кезде қысуға (1) тіреуішіне (3) дейін жеткізілген материал шыдас бере алады.

Вибрациялы қайшылармен әдетте, тілімшелі металдар кесіледі. Олардың пышақтары (2) минутына 1200...2500 қадам жасайды, пышақтарының қадамдарының мөлшері – 2...3 мм-ге жетеді. Пышақтарының алдыңғы бұрышы – 6...7° және жарма бұрышы – 24...30°-ге тең болады. Үстіңгі (2) және төменгі (5) пышақтарының арасындағы саңылау кесілетін материалдың (4) қалыңдығына байланысты болады.

Металды қалыптар көмегімен кесу қозғалтқыш престер көмегімен орындалады. Қалыптардың құрылымы әртүрлі болады, бірақ олардың ішінде метрицалық және пышақты қалыптар жиі қолданылады. Матрицалық қалыптар (жіптікөзді, төлкелі) калибренген профильдерді – төртбұрышты, дөңгелек, квадратты т.б. кесуге арналған. Пышақты қалыптың қозғалмалы үстіңгі пышағы (4) үстінде тұрғанда, кесуге арналған материал (3) матрицаның тесігінен (қозғалмайтын төменгі пышақ (5) өткізіледі. Үстіңгі пышақ (4) түсірілген кезде материалдың жартысы бөлінеді. Содан кейін жоғарғы пышақ бастапқы күйіне оралады да, кесу үдерісі қайталанады.



Сурет 13.5 Буферге қыса отырып, пышақты қалыптар арқылы кесу

1, 3 – қозғалмалы және қозғалмайтын пышақтары; 3 – материал; 4 – буфер; 5 – қысқыш; → – қозғалмалы пышақтың қозғалу бағыты

Пышақты қалыптардың әрбір пышағында (1) жартылай тесіктері (3) болады. Олар профильге ұқсайды (сурет 13.5). үстіңгі қозғалмалы пышақты (1) түсіргенде, материалдың жартысы (2) бөлінеді. Осы кезде сызаттар мен жарықтарды болдырмау әрі кесіктер тең болуы үшін қысқаш (5) пайдаланылады (буфердегі (4). Үстіңгі қозғалмалы пышағы мен тіреуішінің алдыңғы бұрышы – 1° -ге тең болады (сурет 13.5).

Дәл кесік алу үшін пышақтардың (1, 3) арасындағы саңылаудың өлшемі дұрыс болуы керек (материалдың қасиетіне және өлшеміне қарай). Әдетте, саңылаулар материалдың диаметрі (қалыңдығы) – 1,5...5,5% болса, теңдей болып шығады. Қалыптардың пышақтарын тығыздығы термиялық өңдеуден кейін 59.64 HRC кұрайтын, кұрал-саймандар жасауға арналған 5XНМ, Х12ФН, У8А маркалы болаттардан жасалады.

Қозғалтқыш пресс-қайшылар проифильді материалды – бұрыштар, швеллерлер, қоставрлар т.б. кесуге арналған. Олардың пышақтарының профильді тесіктерінің біреуі – қозғалып тұрады. Ол қозғалғанда, материал бөлшектеледі. Пышақтардың профильді тесіктерінің арасындағы саңылау аса үлкен болмағандықтан (бар-жоғы бірнеше миллиметр), металдың кесіктері кедір-бұдырлы болып шығады. Кұрал-сайманның бұл түрін даналап өнім шығару барысында пайдаланған дұрыс. Яғни, бұл кұрал дайындамаларды аз ғана дайындау қажет болғанда, ал нақтылығы мен сапасына қойылатын талаптар – төмен болғанда, пайдаланған тиімді.

Материалды дайындамаларға кесудің тағы бір жолы – қиғаш кескішті жонғыш білдекті пайдалану (қараңыз: 12-тарау).

Материалдарды кесудің барлық түрлеріне белгілі бір талап қойылады: дайындамаларды дәл кесу, кесу сапасы, пішінінен ауытқымау т.б. Айталық, қалыпта кесілетін диаметрі – 1 мм-ге дейін, ұзындығы 300 мм-гедейін дайындаманың рұқсат етілген ұзындығы – $\pm 0,6$ мм, ал диаметрі 30...40 мм және максималды ұзындығы 600...1000 мм дайындама үшін рұқсат етілген ұзындық – ± 1 мм болуы керек. Өндірістің масштабына, игерілген технологиялық үдеріске және басқа да факторларға байланысты олардың дайындау аймағының жұмыстары толық механикаландырылған және автоматтандырылған бола алады. Ал территориясында материалдың екінші рет қолдануға болатын қалдықтарын қайта өңдеу орындары болуы мүмкін.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Материалдарды кіріспе бақылаудың мәні неде?
2. Өндіріс орнының қоймасына материалдарды қабылдау барысында нені бақылау керек?
3. Материалдарды дайындамаларға бөлудің негізгі тәсілдері қандай?
4. Материалдарды дайындамаларға қалдықсыз бөлудің тәсілдері туралы айтыңыз
5. Материалды ленталы аралар көмегімен кесу білдегі қалай құрастырылған?
6. Дәл кесік алу үшін қозғалмалы және қозғалмайтын пышақтар арасындағы саңылаулар неге байланысты болады?

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. *Абрамов О.В.* Ультразвуковая обработка материалов / О.В.Абрамов, И.Г.Хорбенко, Ш.Швегла ; под ред. О.В.Абрамова. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.
2. *Адашкин А.М.* Материаловедение (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / А.М.Адашкин, В.М.Зуев. – 6-е изд. стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 288 с.
3. *Балкевич В.Л.* Техническая керамика: учеб. пособие / В.Л.Балкевич. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
4. *Беляков В.А.* Жидкие кристаллы / В.А.Беляков. – М.: Знание, 1985. – 160 с. – (Народный ун-т. Естественно-научный ф-т).
5. *Блюмберт В.А.* Справочник фрезеровщика / В.А.Блюмберт, Е.И.Зазерский. – Л.: Машиностроение, 1984. – 288 с.
6. *Васильев Л. А.* Алмазы, их свойства и применение / Л.А.Васильев, З.П.Белых. – М.: Недра, 1983. – 101 с.
7. *Волькенштейн Ф.Ф.* Электроны и кристаллы / Ф.Ф.Волькенштейн. – М.: Наука, 1983. – 128 с.
8. *Григорьев М.А.* Материаловедение для столяров и плотников: учебник для сред. проф.-техн. училищ / М.А.Григорьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1981. – 176 с. – (Профтехобразование. Деревообрабатывающая промышленность).
9. *Калинчев Э.П.* Свойства и переработка термопластов: справ. пособие / Э.П.Калинчев, М.Б.Саковцева. – Л.: Химия, 1983. – 288 с.
10. *Капустинская К. А.* Металл из «камня надежды» / К.А.Капустинская, А.А.Макареня. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. – 96 с.
11. *Клочков В. И.* Прессовщик-вулканизаторщик широкого профиля: учеб. пособие для ПТУ / В.И.Клочков, В.Н.Красовский. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.
12. *Корчаго И.Г.* Применение древесно-плитных материалов в строительстве / И.Г.Корчаго. – М.: Стройиздат, 1984. – 96 с.
13. *Кузьмин Б.А.* Технология металлов и конструкционные материалы / Б.А.Кузьмин. – М.: Высш. шк., 1989. – 489 с.
14. *Лахтин Ю.М.* Материаловедение / Ю.М.Лахтин, В. П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.

15. *Лахтин Ю.М.* Металловедение и термическая обработка металлов / Ю.М.Лахтин. – 4-е изд. – М.: Металлургия, 1994. – 360 с.
16. *Мишкевич Г.И.* Рабочая грань алмаза / Г.И.Мишкевич. – Л.: Лениздат, 1982. – 175 с.
17. *Моряков О.С.* Производство корпусов полупроводниковых приборов: учебник для техн. училищ / О.С.Моряков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 159 с.
18. Новый политехнический словарь / гл. ред. А.Ю.Ишлинский. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 671 с.
19. Основы материаловедения (металлообработка): учеб. пособие для нач. проф. образования / [В.Н.Заплатин, Ю.И.Сапожников, А.В.Дубов и др.] ; под ред. В.Н.Заплатина. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 256 с.
20. *Соболев Е.В.* Тверже алмаза: очерки / Е.В.Соболев. – Новосибирск: Наука, 1984. – 127 с.
21. *Солнцев Ю.П.* Материаловедение: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Ю.П.Солнцев, С.А.Воложанина. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 496 с.
22. Справочник по клеям и клеящим мастикам в строительстве / [О.Л.Фиговский, В.В.Козлов, А.Б.Шолохова и др.] ; под ред. В.Г.Микульского, О.Л.Фиговского. – М.: Стройиздат, 1984. – 240 с.
23. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники: в 10 кн. – Кн. 9: Сборка: учеб. пособие для ПТУ / [О.С.Моряков]. – М.: Высш. шк., 1990. – 126 с.
24. *Федотов Я.А.* Электроника и интеллект / Я.А.Федотов. – Минск: Вышэйш. шк., 1985. – 190 с.
25. *Фрейдин А.С.* Полимерные водные клеи / А.С.Фрейдин. – М.: Химия, 1985. – 144 с.
26. *Холодкова А.Г.* Общая технология машиностроения: учеб. пособие для нач. проф. образования / А.Г.Холодкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 224 с.
27. *Черепяхин А.А.* Материаловедение: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А. А. Черепяхин. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 256 с.
28. *Черпаков Б.И.* Металлорежущие станки: учебник для нач. проф. образования / Б.И.Черпаков, Т.А.Альперович. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 368 с.
29. *Шаскольская М.П.* Кристаллы / М.П.Шаскольская. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Наука, 1985. – 208 с.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....	4
--------------	---

I – БӨЛІМ. МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Тарау 1. Материалдар туралы жалпы мәліметтер	8
1.1 Кристалды және аморфты заттар	8
1.2 Қатты денелердің құрылысы	14
1.3 Монокристалдар материалдар	24
1.4 Сұйық кристалдар	28
1.5 Металдардың кейбір ортақ қасиеттері.....	32
Тарау 2. Материалдарды химиялық-қыздырып өңдеу және сынақтан өткізу тәсілдері	35
2.1 Қорытпалардың күйінің диаграммасы	35
2.2 Металдар мен қорытпаларды термиялық өңдеу.....	44
2.3 Химия-те.....	50
2.4 Металдарды механикалық сынақтан өткізу.....	54
2.5 Технологиялық сынақтар мен сынамалар	63

II – БӨЛІМ. МАШИНА- ЖӘНЕ ҚҰРАЛ-ЖАБДЫҚТАР ЖАСАУ ҚҰРЫЛЫСЫНДА ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАР

Тарау 3. Құрастыруға арналған материалдар.....	71
3.1 Темір қорытпалары.....	71
3.2 Мыс пен никель қосылған қорытпалар	80
3.3 Жеңіл қорытпалар.....	86
3.4 Қоспа заттардың қасиеттері.....	94
3.5 Сынғыштық қасиетке ие материалдар.....	102
3.6 Металдардың коррозиясы және оларды қорғау тәсілдері.....	111
Тарау 4. Металды емес құрастырмалы материалдар	118
4.1 Пластмассалар	118

4.2	Техникалық керамика.....	126
4.3	Шынылар.....	129
4.4	Резеңке. Резеңкені өңдеу.....	131
4.5	Сүрек және ағаштан жасалған өнімдер.....	135
4.6	Желімдер.....	141

III-БӨЛІМ.

МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЕРЕКШЕ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Тарау 5.	Материалдардың магнитті, электрлі және жылулық қасиеттері.....	145
5.1	Магнитті қасиеттері.....	145
5.2	Электрлік қасиеттері.....	147
5.3	Жылулық қасиеттері.....	159

Тарау 6.	Жартылай өткізгіштер мен олардың негізінде жасалған аспаптар	167
6.1	Жартылайөткізгіштер.....	167
6.2	Жартылайөткізгіш аспаптар	169

V-БӨЛІМ.

ҚҰРАЛ-САЙМАНДАР ЖАСАУҒА АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

Тарау 7.	Кесетін құрал-саймандарды жасауға арналған материалдар.....	175
7.1	Құралдар жасауға арналған болаттар	175
7.2	Қатты балқитын және минераллокерамикалық материалдар.....	179
7.3	Алмаздар мен алмазға ұқсас материалдар	185
7.4	Жоғары дәрежеде қатты материалдар.....	190

Тарау 8.	Қалыптар, пресс-қалыптар және өлшеу құралдарын жасауға арналған материалдар	196
8.1	Қалыптар мен пресс-қалыптарды жасауға арналған материалдар	196
8.2	Өлшеуіш құралдарды жасауға арналған материалдар	200

VI-БӨЛІМ.

ҰНТАҚТЫ ЖӘНЕ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР

Тарау 9.	Жаңа материалдар	204
9.1	Жалпы мәліметтер	204

9.2	Ұнтақты біріктірілген қорытпалар.....	205
-----	---------------------------------------	-----

Тарау 10.	Керметтер мен композициялық материалдар	209
------------------	--	------------

10.1	Керметтер және олардың негізіндегі жабындар	209
------	---	-----

10.2	Композициялық материалдар	211
------	---------------------------------	-----

VII-БӨЛІМ.

МАТЕРИАЛДАРДЫ ӨНДЕУДІҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Тарау 11.	Құйма өндірісі	218
------------------	-----------------------------	------------

11.1	Металдарды құю	218
------	----------------------	-----

11.2	Керамиканы құю және өңдеу	222
------	---------------------------------	-----

11.3	Пластмассаны қайта өңдеу	232
------	--------------------------------	-----

Тарау 12.	Материалдарды механикалық және электрлік өңдеу	248
------------------	--	------------

12.1	Материалдарды кесу.....	248
------	-------------------------	-----

12.2	Материалдарды қысыммен өңдеу	257
------	------------------------------------	-----

12.3	Материалдарды өңдеудің электрлік тәсілдері.....	270
------	---	-----

Тарау 13.	Дайындау операциялары	278
------------------	------------------------------------	------------

13.1	Материалдарды кіріспе бақылау	278
------	-------------------------------------	-----

13.2	Материалдарды дайындамаларға бөлу.....	279
------	--	-----

Моряков Олег Сергеевич

Материалтану

О. С. Моряков

МАТЕРИАЛТАНУ

Оқулық

8-басылым, стернотипті

Редактор Л. А. Левченкова

Техникалық редакторы Н. И. Горбачёва

Компьютерлік беттеу О.В. Пешкетова

Корректорлар С.Ю. Свиридова, Н.С.Потёмкина

Баспа №108108205. Баспаға қол қойылды 15.07.2015. Формат 60 x 90/16.
Гарнитура «Балтика». Оффсеттік баспа. Оффсеттік қағаз №1. Усл. печ. л. 18,0.
Тираж 1 500 дана. Тапсырыс №

ЖШС ««Академия» баспа орталығы». www.academia-moscow.ru

129085, Мәскеу қ., Бейбітшілік даңғылы, 101В, бет. 1.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарлы-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU. АЕ51. Н 16679, 25.05.2015 ж.

Баспа «Саратов полиграфкомбинаты»

ААҚ-на ұсынған электронды тасығыштарынан басылған. www.sarpk.ru

410004, Саратов қ., Чернышевский көш, 59.