

В.В.ОВЧИННИКОВ

ДӘНЕКЕРЛЕУШІЛЕР ҮШІН МАТЕРИАЛТАНУ НЕГІЗДЕРІ

ОҚУЛЫҚ

«Дәнекерлеуші» кәсібі бойынша Орта кәсіби білім бағдарламаларын іске асыратын, білім беру мекемелерінің оқу үдерісінде қолдануға арналған оқу құралы ретінде «Білім беруді дамытудың федералды институты» федералды мемлекеттік мекемесі тарапынан ҰСЫНЫЛҒАН

*Рецензияның тіркелген нөмірі 2013ж. 20 желтоқсан
№ 564 «БДФИ» ФМAM*



Москва
«Академия» баспа орталығы
2014

ӘОЖ 620.22(075.32)

ҚБЖ 30.61я723

О-355

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

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

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

Р е ц е н з е н т –

Мәскеу қаласының №31 Политехникалық колледжінің арнайы пәндердің оқытушысы *Т.А.Багдасарова*

Овчинников В.В.

О-355 Дәнекерлеушілер үшін материалтану негіздері: орта кәсіби білім мекемелерінің студенттеріне арналған оқу құралы/
В.В.Овчинников. – М.: «Академия» баспа орталығы, 2014. – 256 с.

ISBN 978-601-333-256-7 (каз)

ISBN 978-5-4468-0567-9(рус.)

Оқу құралы «Материалтану негіздері» КМ,04, «Дәнекерлеуші (электрмен дәнекерлеу және газбен дәнекерлеу жұмыстары)» кәсібі бойынша орта кәсіби білім берудің Федералды мемлекеттік білім беру стандартына сәйкес құрылды.

Металл және бейметалл, құрал-сайман және композициялық материалдар қарастырылған. Дәнекерленген конструкцияларды жасаған кезде қолданылатын, материалдарға үлкен назар бөлінеді. Олардың құрылымы, қасиеттері және қолданылатын саласы туралы ақпарат берілген. Механикалық, физикалық және технологиялық қасиеттері, сондай-ақ олардың анықтау әдістері келітіріледі.

Орта кәсіби білім мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӘОЖ 620.22(075.32)

ҚБЖ30.61я723

ISBN 978-601-333-256-7 (каз)

ISBN 978-5-4468-0567-9 (рус.)

© Овчинников В.В., 2014

© «Академия» оқу – баспа орталығы, 2014

© Безендіру. «Академия» баспа орталығы, 2014

Осы оқулық «Дәнекерлеуші» (электрмен дәнекерлеу және газбен дәнекерлеу жұмыстары) кәсібі бойынша оқу-әдістемелік жинақтың бөлігі болып есептеледі.

Оқулық «Материалтану негіздері» жалпы кәсіби пәнді оқуға арналған.

Жаңа ұрпақтың оқу-әдістемелік жинақтары жалпы білім беру мен жалпы кәсіби білім беру пәндерін және кәсіби модульдерді оқуды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін, дәстүрлі және инновациялық оқу материалдарынан тұрады. Әр жинақ құрамына жалпы және кәсіби, оның ішінде жұмыс берушінің талаптарын ескере отырып, құзыреттерді меңгеруге қажетті оқулықтар мен оқу құралдары, оқыту және бақылау құралдары кіреді.

Оқу басылымдары электрондық білім беру ресурстарымен толықтырылады. Электрондық ресурстардың құрамына интерактивті жаттығулар мен тренажерлары бар теориялық және тәжірибелік модульдер, мультимедиялық объектілер, қосымша материалдар мен Интернет ресурстарына сілтемелер кіреді. Оларға терминологиялық сөздік және оқу үдерісінің негізгі параметрлері, яғни жұмыс уақыты, бақылау және тәжірибелік жұмыстарды орындаудың нәтижелері тіркелетін электрондық журнал кіреді. Электрондық ресурстар оқу үдерісіне оңай енгізіледі және әртүрлі оқу бағдарламаларына бейімделе алады.

Материалтану –материалдардың құрылысы мен қасиеттерін зерттейтін және олардың құрамын, құрылысы және қасиеттері арасындағы байланысты орнататын ғылым.

Материалдарды үнемдеу, машиналар мен аспаптардың салмағының кеміту, механизмдер мен аспаптардың дәлдігін, сенімділігін және жұмыс қабілеттілігін арттыруға қатысты маңызды техникалық мәселелерді шешу материалтанумен тікелей байланысты. Заманауи материалдар үшін жаңа материалды жасаудың үздіксіз үдерісі материалдар туралы ғылымды байытады, жаңа техникалық идеялардың пайда болуын ынталандырады.

Электроникада жартылай өткізгіш және сұйық кристалл материалдарды, авиация және ракета құрылысында композициялық материалдрады, электроника және радиотехникада жоғары өткізгіштер мен аморфты қоспаларды және т.б. қолдану революциялық рөл атқарды.

Материалтанудың теориялық негізі физика және химияның сәйкес бөлімдері болып табылады, алайда материалдар туралы ғылым негізінде эксперименталдық жолмен дамиды. Сондықтан материалдардың құрылым (құрылым) және физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеудің жаңа әдістерін әзірлеу материалтанудың бұдан әрі дамуына әрекет етеді.

Аса жіңішке металл фазалардың электрондық микроскопиясы және нейтронография кристалл құрылымының элементтерін, оның ақаулары мен сыртқы факторлардың (температура, қысым және т.б) өзгеру заңдылықтарын зерттеуге мүмкіндік береді.

Физикалық (тығыздық, электрөткізгіштік, жылуөткізгіштік, магнит өтімділік және басқалары), механикалық (беріктік, иілгіштік, қаттылық, серпінділік және басқалары), технологиялық (пісірімділік, сұйықтай аққыштық, созылмалылық, кесу өнделімділігі және басқалары) және пайдалану қасиеттерін (тот басуға, ескіруге және қажуға төзімділік, ыстыққа беріктік, суыққа төзімділік және басқалары) зерттеу, экономикалық талаптарды ескере отырып әртүрлі материалдарды үнемді пайдалану саласын анықтауға мүмкіндік береді.

Техниканы дамыту үшін жаңа бірегей қасиеттері бар материалдар қажет. Мысалы, атом энергетикасы мен ғарыштық техника үшін өте жоғары температурада жұмыс істей алатын материалдар қажет. Жаңа материалдарды жасау үшін компьютерлік технологияларды пайдалану ерекше электр қасиеттері бар материалдардың пайда болуы кезінде ғана мүмкін болды. Осылайша, материалтану техникалық үдерісті анықтайтын, маңызды басымдық ғылымдардың бірі болып табылады.

Осы оқулықта маңызды металл, бейметалл және композициялық ғылымдар қарастырылған.

МЕТАЛЛ ЖӘНЕ ҚОСПАЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ, ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ СЫНАЛУ ӘДІСТЕРІ

1.1. МЕТАЛДАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫСЫ

Табиғатта қасиеттері бойынша ажыратылатын қатты дененің екі түрі болады, - аморфты және кристалл.

Аморфты денелер қыздырған кезде үлкен температуралық аралықта алдымен жұмсарады және тұтқырланады, ал содан кейін сұйық күйге көшеді. Оларды салқындатқан кезде кері үдеріс өтеді. Сұйықтық денелерге қарағанда аморфты денелердің бөлшектері аз жылжиды. Дененің аморфты күйін металдың балқытпасын жылдам салқындату арқылы бекітуге болады. Алайда қайта қыздыру және 20...25°C температурада ұзақ ұстау кезінде, ал кейбір жағдайда аморфты қатты дененің ақауы, тұрақсыздығы оның толық немесе жартылай кристалл түрінде көрінеді.

Кристалл денелер қыздырған кезде қатты болып қалады, яғни олар сұйық күйге өткен кезде белгілі бір температураға дейін берген форманы сақтайды, ал оларды салқындатқан кезде кері үдеріс өтеді. Бір күйден екіншіге өту материалды балқыту температурасы кезінде өтеді.

Кристалл денелер олардағы бөлшектерден (ион, атом, молекула) тұратын, кеңістікте қарапайым бөлшектердің ретті орналасуымен сипатталады. Кристалдардың қасиеттері кристалдағы атомдардың электрондық құрылысы мен өзара әрекет ету сипатына, қарапайым бөлшектердің орналасуына, кристалдардың химиялық құрамына, өлшеміне және пішініне байланысты. Кристалдардың құрылымын «құрылым» ұғымы анықтайды.

Атом-кристалл құрылымы ұғымы ретінде нағыз кристалл құрамындағы атомдардың (иондардың) өзара орналасуымен түсіндіріледі.

Кристалл денелерінің құрылымдық құрушыларының өлшемдері және оларды айқындаудың қолданылатын әдістері мына ұғымдарды

анықтайды: «жіңішке құрылым», «микро-» және «макроқұрылым».

Жіңішке құрылым, кристалдағы қарапайым атомдар және атомдағы электрондардың орналасуымен анықталады, дифракциялық әдістерді (рентгенографии, электронографии, нейтронографии) қолданумен зерттеледі. Дифракциялық суретті талдай отыра, кристалдардың құрылысы туралы кең ақпаратты алуға болады.

Көптеген материалдар ұсақ кристалдардан (түйіршікті) тұрады. Осындай ұсақ құрылымдық құрашыларды, яғни материалдың **микроқұрылымын** оптикалық немесе электрондық микроскоп көмегімен бақылауға болады. Микроскоптық әдістер кристалдардың өлшемдері мен формасын, табиғатынан түрлі кристалдардың бар болуын, олардың таралуы мен салыстырмалы көлемді мөлшерлерін, бөтен текті қосындылар мен микро қуыстардың формасын, кристалдардың бағдарлануын, арнайы кристаллографиялық белгілерді (қосақталуын, сырғу сызығын және басқалары) анықтауға мүмкіндік береді. Осы толық емес тізім микроскоп көмегімен алуға болатын, мәліметтердің кенділігін сипаттайды.

Кристалдардың құрылысын аспапсыз көзбен немесе үлкейткіш әйнек көмегімен сәл ұлғайтып, яғни **материалдың микроқұрылымын**, зерттегенде, ірі кристалдардың сынық сипаттарын, шөгулік қаяуларды, кеуектерді, өлшемдерді және формаларын айқындауға болады. Арнайы дайындалған үлгілерді қолдана отырып (ажарланған және өңделген), жарықтарды, химиялық әртектілікті, материалдардың талшықтылығын айқындайды. Қарапайымдылығына қарамастан, макроқұрылымды зерттеуді материалдарды зерттеудің өте құнды әдісі болып табылады.

Қазіргі таңда барлық белгілі химиялық элементтердің жартысынан артығы металл болып табылады. **Металдар** дегеніміз – бұл электр тоғы мен жылуды жақсы өткізетін, өзіне тән металша жылтыр, пластикалық қасиеті жоғары, мөлдірсіз заттар.

Барлық металдар және олардан түзілген қоспалар **қара** (оларға темір және оның негізіндегі қоспалар – олардың үлесіне әлемде өндірілетін метал өнімдерінің шамамен 95 % келетін болат, шойын жатады) және **түстіге** бөлінеді. Техникада мына топқа бөлінетін металдардың шартты жіктелуі қабылданған: жеңіл (мысалы, Al, Mg), ауыр (Cu, Pb және басқалары), баяу балқитын (W, Mo және басқалары), асыл (Au, Pt және т.б.), шашыраңқы (Ge, In, Tl және басқалары), сирекжерлік (Sc, Y және басқалары) және радиоактивті (Ra, U және басқалары).

«Таза металл» ұғымы тым шартты. Кез келген таза металл құрамында қоспалары болады, сондықтан оны қоспа ретінде қарастыру қажет. «Таза металл» термині ретінде 0,010...0,001 %

қоспадан тұратын металл түсініледі. Қазіргі заман металлургиясы жоғары таза металдар (99,999 %) алуға мүмкіндік береді. Алайда аз мөлшердегі қоспалар металл қасиеттеріне маңызды әсер тигізе алады.

Таза металдардың беріктігі төмен, сондықтан олардың конструкциялық материала ретінде техникада қолданылуы шектелген. Таза металдармен салыстырғанда аса беріктігі және қаттылығы жоғары қоспалар неғұрлым кеңінен қолданылады.

Қорытпа —бұл екі немесе одан артық металдарды немесе металдарды бейметалдармен балқыту немесе біріктірумен алынатын қатты және сұйық заттар. Қорытпа түзетін элементтер **компоненттер** деп аталады. Қорытпалар екі және одан да көп компонентті болуы мүмкін. Металл қорытпаның құрылысы таза металдың құрылысына қарағанда күрделі.

Металл және қорытпа құрылысын, өзгеруін және қасиеттерін талдаған кезде «фаза» және «құрылым» ұғымдарын қолданады.

Фаза деп бөлу шекараларын бар, осы шекарадан өткенде оның қасиеттері кенеттен өзгертін жүйенің бір текті бөлігін атайды (металл немесе қорытпаның). Мысалы, сұйық металл бір фазалық жүйе, ал сұйық металл мен қатты кристалдардың қорытпасы — екі фазалық деп аталады, себебі сұйық металл қасиеттері қатты кристалдардың қасиеттерінен елеулі айырмашылығы бар. Жеке металдар, олардың химиялық қосылыстары, сондай-ақ металл негізіндегі ерітінділер фаза бола алады.

Құрылым деп металл құрылысын түсінеді, яғни оның әртүрлі фазаларының өзара орналасуы, олардың кристалдары мен бос қуыстарын құрайтын формалар мен өлшемдер.

Қорытпалардың құрылымдық құраушылары деп өздеріне тиісті сипаттық ерекшеліктері тән бірдей құрылысы бар, окшауланған бөліктерін атайды. Құрылымдық құраушылар бір, екі немесе одан көп фазалардан болуы мүмкін.

Металтанудың маңызды міндеттерінің бірі — металдардың құрылымы мен қасиеттері арасындағы байланысты анықтау.

1.2. МЕТАЛДАРДЫҢ КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫСЫ

Әр металл (заттек) үш агрегаттық күйде болуы мүмкін: газ тәрізді, сұйық және қатты жазықтықта

Газ тәрізді металда атомдардың арасындағы (бөлшектердің) қашықтықтар үлкен, өзара әрекеттесу күштері төмен және атомдар

1.1.сур. Кристаллографиялық атомдардың орналасуы

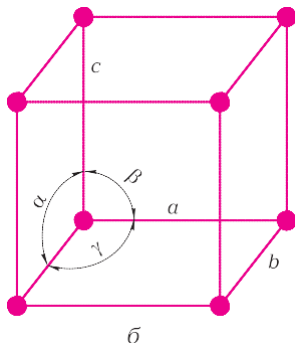
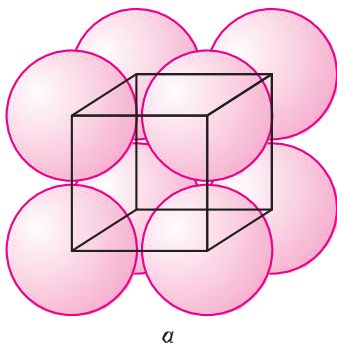
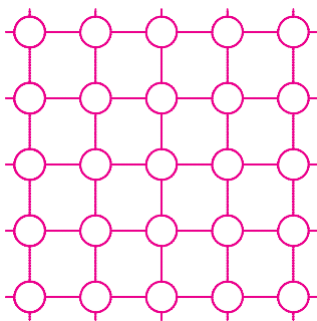
бір-бірінен итеріліп хаос түрінде жылжиды. Газ тәрізді күйде атомдар үлкен кинетикалық энергияға ие.

Сұйық металда атомдар (бөлшектер) жақын реттілік ғана сақтайды, яғни көлемде заң түрінде барлық көлемнің атомдары емес, атомдардың аз мөлшері орналасқан. Жақын реттілік тұрақсыз және жоғалып кетуі немесе жылу тербелістердің әсері астында пайда болуы мүмкін.

Қатты денелерде атомдардың орналасу тәртібі қатаң белгіленген және заңды құбылыс, өзара әрекет ету күштері теңдестірілген және дене өз формасын сақтайды. Кеңістіктегі атомдардың дұрыс заңды орналасуы дененің кристалдық күйін сипаттайды.

Жазықтықтағы атомдардың заңды орналасуы (дәлірек, оң зарядталған иондар) 1.1. сур. көрсетілген. Атомдардың орталықтары арқылы өткізілген сызықтар, тораптарда атомдар орналасатын торды түзеді. Мұндай конфигурация **кристаллографиялық жазықтық** деп аталады

Кеңістіктегі кристаллографиялық жазықтықтардың көп рет қайталануы **кеңістікті кристалдық торды** алуға мүмкіндік береді(1.2,а сур.).Кеңістікті кристалдық торды көрсету өте күрделі, сондықтан кристалдардың атомдық құрылысын елестету үшін кристалдық ұяшықтарды қолданады. Қарапайым кристалдық ұяшық



1.2.сур. Кристалдағы қарапайым бөлшектердің орналасауы:

а-кеңістікті кристалл тор; б - кәдімгі текше тор ($\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$; $a = b = c$)

деп металдың атомдық құрылымын елестетуге мүмкіндік беретін кристалдың аз мөлшерін атайды.

Кәдімгі қарапайым кристалл ұяшығы **текше тор** болып табылады (1.2, б сур.). Кәдімгі текше торда атомдар жеткілікті тығыз салынбаған (оралған) және олардың бір-біріне жақындасуға тырысулары жаңа тор типтерінің түзілуіне әкеледі (1.3 сур.). Кристалл торлар келесі негізгі параметрлерді сипаттайды: тордың аралығы, үйлестіру саны, атомдық радиус, тордың қуаты, тор ықшамдылығының базисі және коэффициенті.

Тордың аралығы тордың қарапайым ұяшығындағы екі көршілес бөлшектердің (атомдардың, иондардың) орталығы арасындағы арақашықтық (a , b , c) аталады (1.2, б сур. кара).

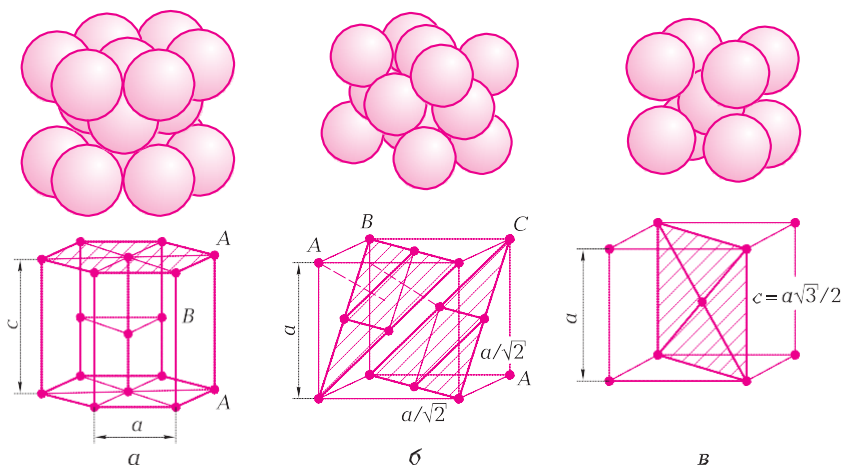
Үйлестіру саны тордағы кез келген таңдалған атомнан ең жақын және бірдей қашықтықтағы атомдардың санын көрсетеді.

Атомдық радиус тең салмақты жағдайларда элементтің кристаллторындағы жақын атомдардың арасындағы атом аралық қашықтықтың жартысын түсінеді.

Тордың **базисі** деп тордың бір қарапайым ұяшығына келетін, атомдардың санын атайды.

Ықшамдық және тор коэффициенті тордың барлық көлеміне атомадар алатын U_a көлемінің қатынасы болып табылады.

Көптеген металдар үшін мына кристалл торлардың түрлері тән:



1.3.сур. Кристалдық торлардың түрлері және атомдарды орау сұлбалар: а – көлемдік-орталықтандырылған текше; б – гранецентрированный текше; в – гексагональный

- **көлемдік-орталықтандырылған текше** (КОТ), a және c аралықтары, $K = 8$ үйлестіру саны және $\eta = 68\%$ ықшамдық коэффициенті бар (1.3, а сур). Осы тордың түрі K, Na, Li, Ta, W, Mo, Fe, Cr, Nb металдар үшін тән;
- **граниецентриленген текше тор** (ГТТ), a аралығы, $K = 12$ үйлестіру саны және $\eta = 74\%$ ықшамдық коэффициенті бар (1.3, б сур). Осы тордың түрі Ca, Pb, Ni, Ag, Au, Pt металдарға тән;
- **гексагоналды тығыз оралған тор** (ГТОТ), a және c аралықтары (сонымен бірге $c/a = 1,633$), $K = 12$ үйлестіру саны және $\eta = 74\%$ ықшамдық коэффициенті бар (1.3, в сур). Тордың осы типтері Ru және Cd металдарға тән. $c/a \neq 1,633$ бар гексагоналды тор Mg және Zn тән.

Көптеген металдар әртүрлі температураларда әртүрлі кристал торларына ие. Бұл құбылыс **полиморфизм** деп аталады.

Әртүрлі бағыттағы кристалл торлардың қасиеттері де әртүрлі, бұл тордың әртүрлі кристаллографиялық жазықтықтардағы атомдардың әртүрлі мөлшерімен түсіндіріледі (мысалы, қырмен және диагональ жазықтықта сәйкес келетін жазықтықтағы текше торлар үшін атомдардың мөлшерін салыстырайық).

Әртүрлі бағыттағы кристалл торлар қасиеттерінің айырмашылығы **анизотропия** деп аталады.

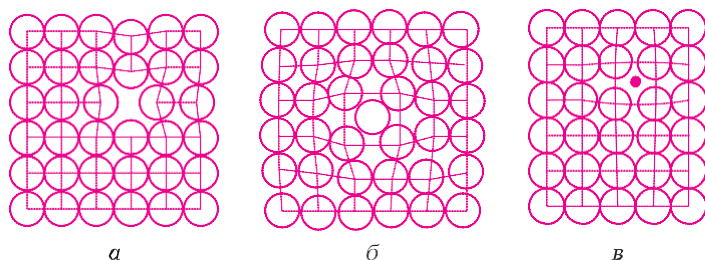
1.3. КРИСТАЛЛ ДЕНЕ ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ АҚАУЛАРЫ

Нақты кристалдардың құрылысы мінсіз кристалдан ерекшеленеді. Нақты кристалдарда әрқашан ақаулары болады, сондықтан кристалдың барлық көлемінде атомдардың дұрыс орналасуы мүмкін емес.

Кристалдардың ақаулары нүктелік, сызықтық, беттік және көлемдіге бөлінеді. Нүктелік ақаудың өлшемдері атом аралық арақашықтыққа жақын. Сызықтық ақаулардың ұзындығы бірнеше ретке енінен үлкен. Сызықтық ақаудың ұзындығы енінен бірнеше ретке үлкен. Беттік ақаулардың қалыңдығы аз, ал ені мен ұзындығы бірнеше ретке қалыңдығынан үлкен. Көлемдік ақау (кеуектер, жарықтар) барлық үш бағытта елеулі өлшемдерге ие.

Нүктелік ақаулар. Ең қарапайым нүктелік ақауларға бос орындар, негізгі заттың торап аралық атомдар мен енгізудің қоспа атомдары жатады (1.4 сур).

Бос орындар кристалл торкөздің бос тораптарын атайды. **Торапаралық деп** тораптан тораптар арасы жайғасымына



1.4.сур. Кристалл тордағы нүктелік ақаулар:
а–бос орын;б–торапаралық атом; в – енгізудің қоспалық атом

жылжытылған атомдарды атайды.

Бос орындар және торапаралық атомдар атомдардың жылу тербелістері салдарынан абсолютті нөлден жоғары кез келген температура кезінде пайда болады. Әрбір температураға бос орындардың, сондай-ақ торапаралық атомдардың тең шоғырлануы сәйкес келеді. Мысалы, 20... 25 °C температура кезінде мыстың құрамында атомдық бос орынның 10^{-13} ат. %, ал балқыту нүктесінің жанында - 0,01 ат. % (бір бос орын 10^4 атомдарға келеді) бар.

Нүктелік ақаулармен металдың аса қанығуы пластикалық ақау және нейтрондармен сәулелендіру кезінде жоғары температуралық қыздырудан кейін кенеттен оны салқындату кезінде жетіледі. Соңғы жағдайда бос орындар мен торапаралық атомдардың шоғырлануы бірдей: торкөзден итеріп шығарылған атомдар торапаралық атомдарға айналады, ал босаған тораптар – бос орындарға айналады. Уақыт өте келе тепе-теңдіктен астан шоғырланған бос орындардың артықшылығы кристалдың бос беттерінде, кеуектерінде, түйіршіктердің шекараларында және торкөздің басқа ақауларында жойылады. Бос орындар жойылатын жерлер, бос орын ағындысы деп атайды. Бос орындардың кемуі олардың қозғалғыштығы және торкөзде үздіксіз жылжуымен түсіндіріледі. Бос орынмен көршілес атом оның орнын басып және өз торабын бос қалдыруы мүмкін, оған содан кейін басқа атом келеді.

Неғұрлым температура жоғары болса, соғұрлым бос орындардың шоғырлануы көп болады және соғұрлым олар тораптан торапқа көшеді. Бос орындар – бұл нүктелік ақаулардың ең маңызды түрі, себебі олар атомдардың жылжуымен байланысты барлық үдерістерді үдетеді: диффузияны, ұнтақтардың жентектеуін және т.б.

Иондық және ковалентті кристалдарда бос орындар және нүктелік ақаулар белсенді және донор ретінде, сол сияқты акцептор-

лар ретінде болуы мүмкін. Бұл кристалдарда өткізгіштіктің белгілі түрінің басымдығын құрады. Иондық кристалдарда электрлік бейтараптық қарама-қарсы белгілердің электрлік зарядты бос орын – ион нүктелік ақау жұптарының түзілуі арқасында сақталады.

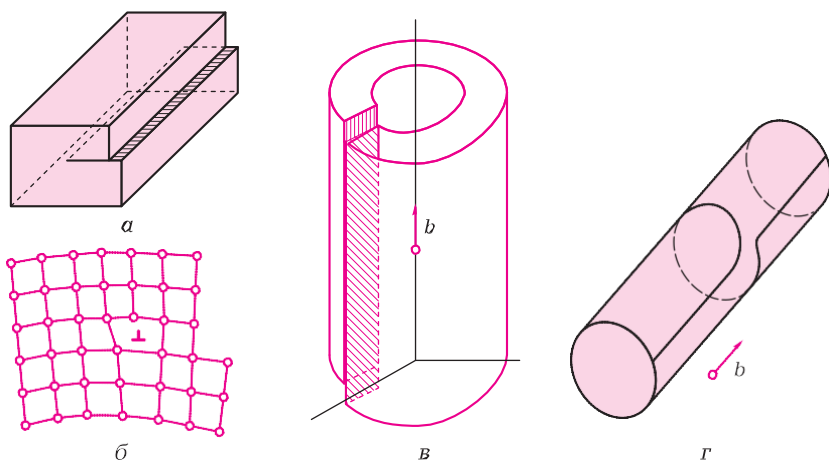
Нүктелі ақаулардың барлық түрлері кристалл торкөзді бұрмалайды және белгілі мөлшерде металдың физикалық қасиеттеріне әсер тигізеді. Тек қана сәулеге шалдыққан ақаулардың үлкен шоғырлануларында олардың созылымдылығын төмендетеді және басқа қасиеттері елеулі өзгереді.

Сызықтық ақаулар. Сызықтық жетілмеудің маңызды түрлері – шеттік және бұрандалық ақаулар (1.5 сур.).

Шеттік ақау қимада торкөздің «сызықтық» жартылай жазықтықтың шетін ұсынады. Шеттік ақауларды айнала торкөз серпімді бұрмаланған.

Бұрандалық ақаулар оң бұрандалы және сол бұрандалы болуы мүмкін. Бұрандалық ақау түзілген кезде кристалдың жылжуы бір атомаралық қашықтыққа жоғары немесе төмен ақау сызығы бойымен жүзеге асады.

Торкөздің бұрмаланған шамасын ретінде Бюргерс векторы қызмет етеді, оны тораптан торапқа тұйықталған контурды айналған кезде идеалды кристал түрінде алады (1.6, а сур), ал нақты кристалда ақауды контурдың ішіне енгізіп, осы жолды қайталайды. 1.6, б суретте көрсетілгендей, нақты кристалда контур тұйықталмаған.



1.5.сур.Шеттік (а, б), бұрандалық (в) және геликоидальды (г) ақаулардың сұлбалары:

b – Бюргенс векторы

Осы контурды тұйықтау үшін қажет ветокр Бюргерс векторы деп аталады.

Шеттік ақауда Бюргерс векторы атомаралық қашықтыққа тең және сызықтық ақауға перпендикуляр, ал бұрандалы ақауда ол ақаулық сызыққа параллель.

Дислокация тығыздығы – бұл көлемнің бірлігіндегі барлық сызықтық ақаулардың жиынтық ұзындығы. Жасытылған металдарда дислокация тығыздығы $10^6 \dots 10^8 \text{ см}^{-2}$ құрайды. Суық пластикалық ақау кезінде дислокация тығыздығы $10^{11} \dots 10^{12} \text{ см}^{-2}$ дейін артады. Тығыздықты 10^{12} см^{-2} жоғары арттыру талпынысы жылдам жарықтардың пайда болуына және металдың бұзылуына әкеледі.

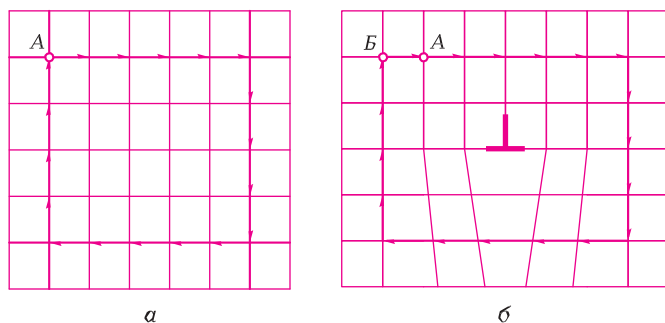
Ақаулар кристалдандыру кезінде пайда болады, олардың тығыздығы үлкен, сондықтан олар материалдардың қасиеттеріне елеулі әсер тигізеді. Дислокациялар басқа ақаулармен қатар фазалық ауысы мен қайтакристалдануға қатысады, сондай-ақ қатты ерітіндіден екінші фаза түсіп қалған кезде дайын орталықтар қызметін атқарады.

Дислокация бойы диффузия жылдамдығы ақаусыз кристалл торкөзі арқылы диффузия жылдамдығына қарағанда, бірнеше тәртіпке жоғары.

Дислокациялар қоспа атомдары шоғырланатын орын қызметін атқарады. Әсіресе енгізу қоспалары торкөздің бұрмалауын кемітеді.

Қоспа атомдары дислокация төңірегінде жоғары шоғырланған аймақты түзеді, яғни Кортрелла атмосферасын, ол дислокация қозғалысына кедергі жасайды және металды нығайтады.

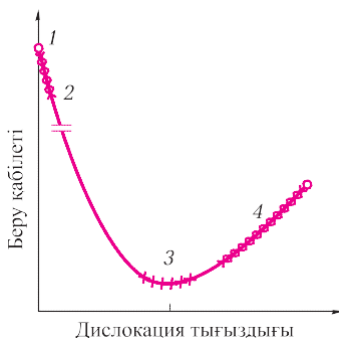
Әсіресе дислокациялардың кристалл беріктігіне әсер тигізуі үлкен. Жылжымалы дислокациялардың арқасында металл аққыштығының эксперименттік анықталған шегі теориялық мәнінен 1 000 есе кем. Дислокация тығыздығын елеулі ұлғайтқан кезде және олардың



1.6.сур.Идеалды (а) және нақты (б) кристалдарда векторларды анықтау сұлбалары

1.7.сур.Металл аққыштық шегінің дислокация тығыздығына тәуелдігі:

1 – ақаусыз идеалды кристалл үшін; 2 – «мұрт» типті ақаусыз кристалл үшін; 3 – жасытылған металл үшін; 4 – өндеуден кейін ақаулар тығыздығы ұлғайтылған металл үшін



жылжуын кеміткен кезде металл беріктігі оның жасытылған күйімен салыстырғанда бірнеше есе ұлғаяды. Ақаусыз телімдердің тығыздығы (оның ішінде газ фазасынан кристалдандырумен алынған ұзын және жіңішке «мұрттардың») теориялық мәнге жақындай түседі (1.7 сур).

Беттік ақаулар. Ең маңызды беттік ақаулар үлкен бұрышты және кіші бұрышты шекаралар, орама ақаулары және телқосақ шекаралары болып табылады.

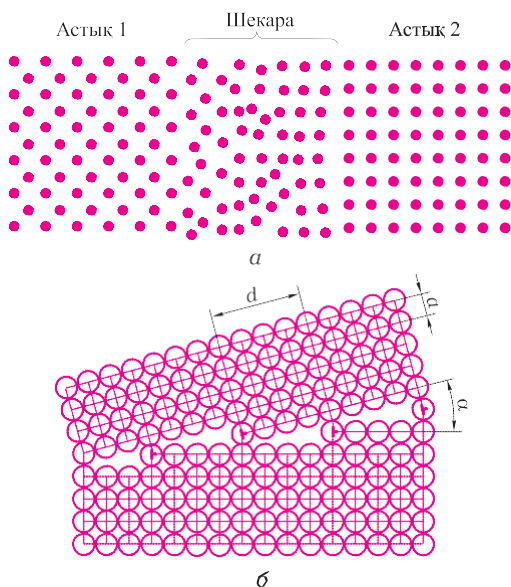
Өнеркәсіпте поликристалл, сол сияқты монокристалл материалдарды қолданады. Поликристалл қорытпалары көптеген ұсақ түйіршіктерден тұрады. Көршілес түйіршіктерде торкөздер әртүрлі бағдарланған (1.8. сур) және түйіршіктер арасындағы шекара ені 1...5 нм өтпелі қабатты ұсынады. Өтпелі қабатта атомдардың дұрыс орналасуы бұзылған, дислокациялардың жинақталуы бар және қоспалардың шоғырлануы жоғары.

Түйіршіктер арасындағы шекаралар *үлкен бұрыштық* деп аталады, себебі көршілес түйіршіктердегі тиісті кристаллографиялық бағыттар ондаған градустарға бұрыштарды түзеді (1.8, асур).

Әрбір түйіршік, өз қатарында, субтүйіршіктерден немесе блоктардан тұрады.

Субтүйіршік дұрыс құрылысқа қатысты кристалдың бір бөлігін ұсынады. Субтүйіршік шекаралары түйіршікті жеке субтүйіршіктерге немесе блоктарға бөлетін, дислокация қабырғаларын ұсынады. Көршілес субтүйіршіктер арасындағы өзара әртүрлі бағдар бұрышы 5° артық құрамайды, сондықтан мұндай шекаралар кіші бұрыштық деп аталады (1.8, бсур). Кіші бұрыштық шекараларда да қоспалар соқтығысады.

Орау ақауы атом қабаттарының кезектесу тәртібі бұзылған шегінде, дислокациялармен шектелген атом жазықтығының бір бөлігін ұсынады.



1.8.сур. Үлкен бұрыштық (а) және кіші бұрыштық (б) шекара құрылыстарының сұлбасы:

d – шеттік дислокацияның Бюргенс векторының модулі; a – шеттік дислокациялар арасындағы қашықтық

Беттік ақаулар материалдардың механикалық және физикалық қасиеттеріне әсер тигізеді: неғұрлым түйіршік ұсақ болса, соғұрлым аққыштық, тұтқырлық шегі жоғары және морт сыну қауіпі төмен. Механикалық қасиеттерге субтүйіршіктердің өлшемі неғұрлым әлсіз әсер тигізеді.

Түйіршіктер мен субтүйіршіктердің шекараларды бойлай диффузия жылдам өтеді (кристалл арқылы қарағанда, көп есе жылдам), әсіресе қыздырған кезде. Ақаулар, кристалдарда ақаулардың жылжуы арасында өзара әрекет ету, ақаулардың шоғырлануының өзгеруі – осының барлығы металл қасиеттеріне әсер етеді және үлкен тәжірибелік маңызға ие.

Телқосақ деп кристалл құрылысы қалған кристалл бөлігінің аналық шағылу болып табылатын кристалдың бір бөлігін атайды.

Жазық ақаудың тағы да бір түрі дислокациялық қабырғалар болып табылады.

Дислокациялық қабырға—бұл жазықтықта (жазық қабырға) немесе белгілі бір бетті бойлай (бұрау шекаралары деп аталатын) бір белгілінің дислокацияларының жиналуы.

1.4. МЕТАЛДАРДЫҢ КРИСТАЛДАНУЫ

Металдың сұйық күйден қатты күйге өтуі бастапқы кристалдану деп аталады. Мұндай кристалдану жүйенің тұрақсыз термодинамикалық күйден тұрақты күйге өту салдарынан болады, яғни энергиясы үлкен күйден энергиясы аз күйге өткенде.

Жүйенің энергетикалық күйін еркін энергия ретінде сипатталады. Еркін энергия – бұл температура, полиморфтық айналу, балқыту және т.б. қайтымды өзгеретін, заттың толық энергиясының бөлігі. Температура жоғарлағанда еркін энергия кемиді.

Тепе-тең температура T_s кезінде сұйық және қатты күйдегі металдың еркін энергияларының мәні тең, яғни осы күйлердегі металл тепе-теңдікте болады. T_s жоғары температура кезінде еркін энергия қоры кем, сұйық металл аса төзімді келеді, ал T_s төмен температура кезінде – қатты. Егер сұйық металды T_s тепе-тең температурасынан төмен салқындатқан жағдайда, кристалдану үдерісі дамиды.

Кристалдану үдерісі басталатын температура, кристалданудың нақты температурасы T_k деп аталады:

T_s және T_k мәндерінің айырмашылығы аса суыту дәрежесі деп аталады:

$$\Delta T = T_s - T_k. \quad (1.1)$$

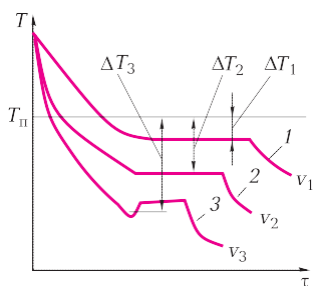
Металдың сұйық күйден қатты күйге өту үдерісін координаттағы қисық сызықтардың көмегімен сипаттауға болады, температура T – уақыт t .

AT1, AT2, AT3 – салқындату жылдамдығы кезінде металды тым салқындату дәрежелері тиісінше v_1, v_2, v_3 ($v_1, v_1 < v_3$); T6 – балқыту температурасы

1.9. суретте әртүрлі жылдамдықтармен (v_1, v_2, v_3) салқындатқан кезде таза металдарды кристалдандыру үдерісін сипаттайтын, салқындатудың қисықтары көрсетілген. өте баяу салқындату кезінде тым салқындау дәрежесі аз және кристалдандыру температурасы кезінде қисық сызықта көлденең алаң пайда болады (температура құлаудың тоқтауы), оның түзілуі кристалданудың жасырынды жылу бөліуімен түсіндіріледі.

Балқыту үдерісінде атомдардың энергиясын арттыруға, яғни металдық кристалдық торкөзді «бұзуға» шығындалатын, жылу сіңіріледі және жасырынды деп аталады.

Кристалдандыру үдерісінде кері құбылыс өтеді, яғни кристалдандырудың жасырынды жылу түрінде энергияны бөлу, ол



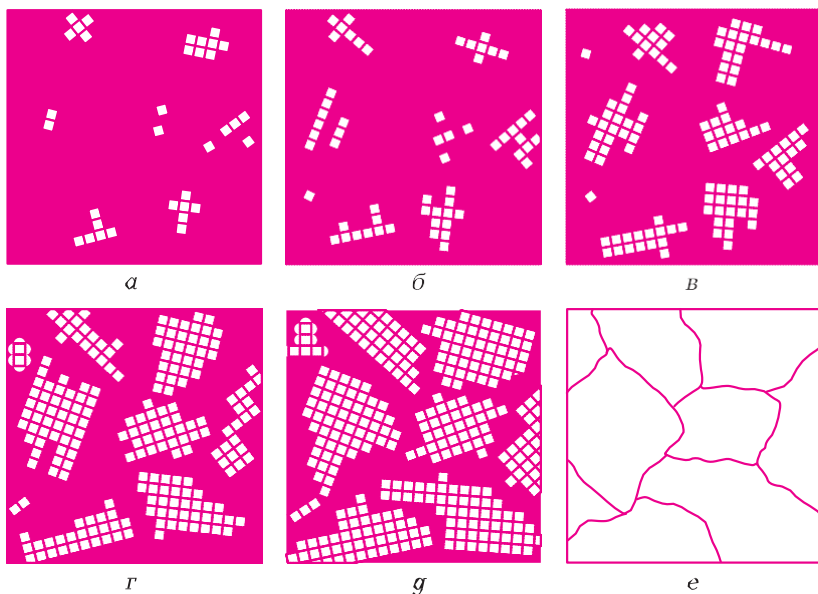
1.9.сур.Таза металдың қысық салқындатуы (1 ... 3):

$\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3$ – салқындату жылдамдығы кезінде металды тым салқындату дәрежелері тиісінше v_1, v_2, v_3 ($v_1, v_1 < v_3$); T_n – балқыту температурасы

қоршаған ортаға қайтарылады және температураның құлауын ұстап қалады.

Салқындатудың жылдамдығын ұлғайтумен тым салқындау дәрежесі өседі (2 және 3 қисықтар) және кристалдану үдерісі кристалданудың тепе-теңдік температурасына қарағанда аса төмен температураларда өтеді.

Аса салқындау дәрежесі металды табиғаты мен тазалығына байланысты: неғұрлым металл таза болса, соғұрлым тым салқындаудың үлкен дәрежесінде қатты кристалл ұрықтары пайда болады.



1.10.сур.Металды кристалдандыру үдерісінің кезеңдері (а... е)

Металл кристалдануының сұлбалық үдерісі 1.10 суретте көрсетілген. алдымен сұйық балқытпаның көптеген телімдерінде кристалл ұрықтары түзіледі. Сұйықтық коршап тұрғанда, кристалдар еркін өседі және дұрыс геометриялық пішінге ие болуы мүмкін. Алайда соқтығысқан кезде өсіп келе жатқан кристалдардың дұрыс пішіні бұзылады, себебі түйісетін телімдерде қырлардың өсуі тоқтайды: кристалл сұйықтықпен жанасатын бағытта ғана өседі. Нәтижесінде толық қатқаннан кейін кристалдар бұрыс пішінге ие болады және түйіршіктер немесе кристаллиттер деп аталады.

Кристалдану үдерісінің жылдамдығы екі шамамен: кристалдану орталықтарының пайда болу жылдамдығымен және кристалдардың өсу жылдамдығымен **анықталады**.

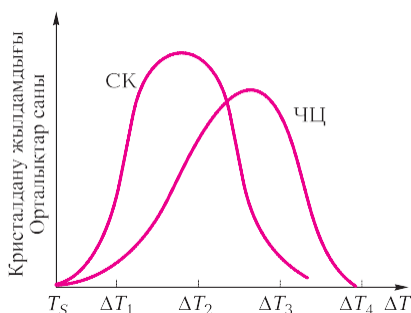
Кристалдану орталықтарының пайда болу жылдамдығы деп көлем бірлігінде уақыт бірлігіне туындайтын, түйіршіктердің санын атайды. Кристалдардың өсу жылдамдығы деп кристалдың сызықтық өлшемдерін уақыт бірлігіне ұлғайту жылдамдығын түсінеді.

Кристалдану орталықтарының саны және кристалдардың өсу жылдамдығы металдың тым салқындау дәрежесіне байланысты. 1.11 суретте көрсетілгендей, ұрықтардың саны және олардың өсу жылдамдығы кристалданудың T_s тепе-тең температурасында нөлге тең. Қатты салқындау дәрежесін ұлғайтқан кезде олар өседі және максимумға жетеді. Қатты салқындатудың үлкен дәрежелерінде кристалдану орталықтарының саны және олардың өсу жылдамдықтары нөлге тең, себебі төмен температураларда атомдардың диффузиялық жылжымалығы кемиді, ал сонымен бірге айналу жүйесінің қабілеттігі кемиді.

Түйіршіктердің өлшемі. Неғұрлым кристалдану орталықтары көп және олардың өсу жылдамдығы кем болса, соғұрлым металл түйіршіктері ұсақ болады.

Кішігірім қатты салқындау дәрежесінде, мысалы ΔT_1 , ұрықтардың саны аз, ал өсу жылдамдығы үлкен. Бұл жағдайларда ірі түйір-

1.11.сур.Металдың тым салқындау дәрежесінен кристалдану жылдамдығы мен кристалдану орталықтары саның тәуелдігі



шік түзіледі. Қатты салқындау дәрежесі ұлғайғанда, мысалы DT_2 және DT_3 ұрықтардың саны олардың өсу жылдамдығына қарағанда үлкен көлемде ұлғаяды және металдағы түйіршіктердің өлшемі азаяды.

Түйіршіктердің өлшемі металдың механикалық қасиеттеріне қатты әсер тигізеді: метал түйіршіктері неғұрлым ұсақ болса, соғұрлым оның беріктігі, тұтқырлығы және созымдылығы жоғары болады. Түйіршіктің өлшемі қыздыру температурасымен және сұйық металды құюмен, оның химиялық құрамы және құрамындағы қоспалармен анықталады.

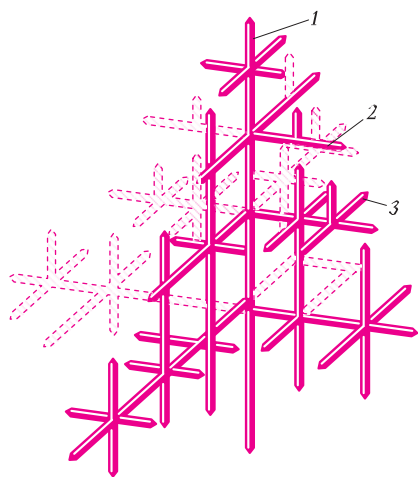
Модификациялау (түрлендіру). Ұсақ түйіршіктерді алуға жоғары жылдамдықпен салқындату үлкен салмақты құю үшін мүмкінсіз.

Бұл жағдайда сұйық металға баяу балқитын бөлшектерді (оскид және т.б.) енгізеді, олар кристалданудың жасанды орталықтары болып табылады және модификаторлар деп аталады, ал осы бөлшектерді енгізу үдерісін – модификациялау дейді. Металдың химиялық құрамын елеулі өзгертусіз модификациялау кристалдану кезінде ұсақ түйіршіктерді алуды қамтамасыз етеді, бұл оның механикалық қасиеттерін арттыруға әкеледі.

Кристалдану кезінде түзілетін түйіршіктердің пішіні мен өлшемі, олардың өсу жағдайларына байланысты, ең бастысы, сұйық металдың жылу мен температураны әкету жылдамдығы мен бағытына, сондай-ақ қоспалардың құрамына.

Түйіршіктердің өсуі дендритті сұлба (бұтақты) бойынша өтеді (1.12 сур.). Кристалдардың максималды өсу жылдамдығы атомдарды ораудың ең үлкен тығыздығы бар, жазықтықтар мен

бағыттар бойынша байқалады. Нәтижесінде бірінші реттегі остер деп аталатын ұзын «тармақтар» түзіледі. Өсуіне қарай бірінші ретті остерде екінші ретті остер пайда болып өсе бастайды, олардан үшінші ретті остер тармақтанады және т.б.



1.11.сур.Металдың тым салқындау дәрежесінен кристалдану жылдамдығы мен кристалдану орталықтары саның тәуелдігі

Соңғы кезекте кристалдану дендрид остері арасындағы телімдерде өтеді.

Дендридтер бір бірімен жанасқанға дейін өсе береді. Содан кейін ось аралық кеңістіктер толады және дендридтер сыртқы бедері дұрыс емес толыққанды кристалдарға, яғни түйіршіктер немесе кристалдарға айналады. Ось аралық кеңістіктерді толтыру үшін сұйық металл жеткіліксіз кезінде (мысалы, құйманың ашық бетінде немесе шөгіндік қаяу) кристалл дендрид пішінің сақтайды. Түйіршіктер арасындағы шекараларда және дендридтердің остері арасындағы телімдерде қоспалар жиналады және отыру мен кристалдану фронтына сұйық металдың келу қиыншылығы салдарынан кеуектер пайда болады.

Кристалдану кезінде жылуды әкету шарттары түйіршіктердің пішініне елеулі әсер тигізеді. Кристалдар көбінесе жылуды кері әкету бағытында өседі, сондықтан бағытталған жылу әкету кезінде созылған (бағаналық) кристалдар түзіледі. Егер өсіп жатқан кристалдан келетін жылу шамамен бірдей жылдамдықта барлық үш бағытқа әкетілетін болса, тепе-тең остік кристалдар түзіледі.

Құйма кесектің құрылымы көптеген факторларға байланысты, олардың негізгілері мыналар: таза металда қоспалардың немесе қорытпадағы қоспалауыш элементтердің саны мен қасиеттері, құю температурасы, кристалдану кезіндегі салқындату жылдамдығы, сондай-ақ құю қалыптың конфигурациясы, температурасы, жылуды әкетуі, ішкі бетінің жағдайы.

1.13 суретте кәдімгі тік металл қалыпта алынған құйма кесектердің әртүрлі макроқұрылымдарының сұлбалары келтірілген. Қорытпа құймаларының тұрпатты құрылымы үш аймақтан тұрады (1.13, а сур.). Сұйық металл, ең алдымен қалыптың салқын қабырғаларымен жанасқан жерінде қатты салқындайды. Қатты салқындаудың үлкен дәрежесі құйма кесектің бетінде ұсақ тең ості кристалдардың *1 аймақтың* түзілуіне әрекет етеді. Осы аймақтың кристалдарының бағытсыз өсуі, олардың кездейсоқ бағдарымен түсіндіріледі, ол кристалдардың соқтығысу және өсулерінің тоқтау себебі болып табылады. Кристалдардың бағдары, өз қатарында, қалыптың беткі жағдайына (кедір-бұдырлық, сіңген газ, ылғал) және сұйық металл құрамында оксидтердің және бейметалл қосындылардың бар болуына байланысты. Бұл аймақ өте жіңішке және құралсыз көзбен айырып білуге болмайды. Содан кейін жылу әкетуге қатысты неғұрлым қолайлы бағытталған, кристалдар ерекше өседі. Осылай қалыптың қабырғаларына қалыпты орналасқан, *2 аймақ* бағаналық кристалдар түзіледі. Ақыр соңында, қатты суудың ең төмен дәрежесі байқалатын және бағытталған жылуды әкету сезілмейтін құйма

кесектің ортасында, үлкен өлшемді тең остік кристалдар түзіледі (Займақ).

Әртүрлі технологиялық амалдарды қолданып, аймақтардың мөлшерлік арақатынасын өзгертуге немесе құйма кесектің құрылымынан қандай да бір аймақты мүлдем алып тастауға болады. Мысалы, құю алдындағы қорытпаларды қатты қыздыр және жылдам салқындату кристалдану кезінде бір ғана бағаналық кристалдардан тұратын және транскристалдық деп аталатын құрылымның қалыптасуына әкеледі (1.13, *б* сур). ұқсас құрылымға өте таза металдардың құйма кесектері ие. Бағаналық кристалдардың аймағы ең үлкен тығыздықпен сипатталады, алайда бағаналық кристалдардың түйіскен жерлерінде ерімейтін қоспалар жиналады және транскристалл құрылымды құйма кесектер жиі қысыммен өндеген кезде жарылады. Дәнекерлеу жіктерінде түзіліп, транскристалдық құрылым олардың беріктігін кемітеді.

Қорытпалардың құюдың төмен температурасы, сұйық металды инертті газбен үрлеу, діріл, модификациялау бағаналық кристалдар аймағының кемуіне және тіпті жойылуына әрі тең ості кристалдардан тұратын құрылымды құйма кесектерді алуға әкеледі (1.13, *в* сур).

Ақырғы қататын құйма кесектің жоғарғы бөлігінде шөгіндік қаяу шоғырланады. Шөгіндік қаяу астында металл борпылдақ келеді, себебі оның құрамында көп шөгінді қаяу болады, сондықтан шөгінді қаяу және борпылдақ металл құйма кесектің бөлігін кесіп тастайды.



1.13.сур.Құйма кесектердің әртүрлі макроқұрылымдарының сұлбалары (а... в):

1 –шөгіндік қаяу; 2 –ұсақ тең остік кристалдардың аймағы; 3 –бағаналық кристалдардың аймағы; 4 – үлкен өлшемді тең остік кристалдардың аймағы

Қорытпалардың құйма кесектерінің құрамы бір тексіз. Мысалы, қорыпта құйма кесектерінде бетінен орталығына қарай және төменнен жоғары қарай көміртектің шоғырлануы және күкірт пен фосфордың зиянды қоспалары ұлғаяды. Құйма кесектің жеке аймақтары бойынша аймақтық ликвация деп аталатын, химиялық бір тексіздік, құйма кесектің механикалық қасиеттеріне кері әсер тигізеді. Нақты құйма кесектерде аймақтыдан басқа басқа да ликвация түрлері кездеседі. Осылай, гравитациялық ликвация құйма кесектердің қатты және сұйық фазаларының меншікті салмақтарының айырмашылығы нәтижесінде түзіледі. Мысалы, қалайының сүрмемен және мыстың қорғасынмен антифрикциялық құйма кесектерінде.

Қорытпаның қатты фазасы сұйықпен салыстырғанда жеңіл немесе ауырға соған байланысты, ол кристалдану кезінде тиісінше құйманың бетіне қалқып шығады немесе түбіне кетеді. Меншікті салмақ бойынша құйманың (кесектің)осындайқатпарлануы антифрикциялық қорытпалар үшін ретсіз, себебі үлкен дәрежедегі жұмыс істеп тұрған жұптың үйкеліс коэффициенті құрылымның ерекшеліктері мен бір тектілігіне байланысты.

Гравитациялық ликвацияны кеміту үшін құймаларды (кесектерді) салқындатудың үлкен жылдамдықтарын қолданады. Ғарыштың технологияны қолдану осы ақаудың түрін толығымен жояды, себебі ғарыш жағдайларында гравитациялық күштер өте төмен.

1.5. МЕТАЛЛ ЖӘНЕ ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Барлық металдар бейметалдардан ажырататын, мына сипат тізімді қасиеттерге ие болады:

- металл жылтыры;
- созылымдылық;
- жоғары жылу өткізгіштік;
- жоғары электр өткізгіштік.

Металлургияда барлық металдар қара және түстіге бөлінеді. Қара металдарға темір және темір негізіндегі қорытпалар жатады, олардың үлесіне барлық металл өнімдерінің шамамен 90% келеді. Түсті металдарға барлық қалған металдар және олардың қорытпалары жатады.

Техникада металдарды бірнеше топқа шартты бөлу қабылданған:

- жеңіл металдар (алюминий, магний);
- ауыр металдар (мыс, қалайы, темір және т.б.);

- баяу балқитын металдар (ванадий, молибден және т.б.);
- асыл металдар (алтын, платина және т.б.);
- шашыранды металдар (гафний, тантал және т.б.);
- жерде сирек кездесетін металдар (лантан, лантаноидтержәне т.б.);
- радиоактивті металдар (радий, уран және т.б.).

Қазіргі кезде техникада металдың әртүрлі қорытпаларының 10 мыңнан астамы қолданылады.

Металдардың және қорытпалардың қасиеттерін физикалық, механикалық, химиялық, технологиялық және пайдаланатындарға бөледі.

Металл және қорытпалардың физикалық қасиеттеріне әдетте тығыздық, балқыту температурасын, жылулық ұлғаю, жылу өткізгіштігін, жылу сыйымдылығын, электр өткізгіштігін, магнит өткізгіштігін және басқаларын жатқызуға болады.

Тығыздық (көлемдік масса) – бұл тыныштықтағы массаның оның көлеміне қатынасы, кг/м^3 . Осылайша, тығыздық дененің бірлік көлемінің массасын ұсынады.

Тығыздық – металды сипаттайтын және техниканың әртүрлі салаларында таза түрінде немесе қорытпа түрінде қолдануды анықтайтын аса маңызды қасиет.

1.1 кестеде кейбір металдардың тығыздығының мәндері көрсетіледі.

1.1.кесте.Кейбір металдардың тығыздық мәндері		
Металл	Әртүрлі өлшеу жүйелеріндегі тығыздық	
	кг/м ³ (СИ)	г/см ³
Магний	1 738	1,74
Алюминий	2 700	2,70
Темір	7 870	7,87
Вольфрам	19 300	19,30

Меншікті көлем – бұл тығыздыққа кері шама.Демек, меншікті көлем дененің салмақ бірлігінің көлемін ұсынады.

Балқыту температурасы–бұл металл немесе қорытпа қатты күйден сұйық күйге өтетін температура.

Балқыту температурасы бойынша баяу балқитын (вольфрам – 3 416 °С, титан – 1 725 °С, железо – 1 539 °С және басқ.) және жеңіл балқитын (олово – 232 °С, свинец – 327 °С, цинк – 419,5 °С, алюминий – 660 °С)металдарды ажыратады.

Жылулық ұлғаю – бұл кристалл торкөздері тораптарында атомдардың қозғалмалығының ұлғаюы салдарынан қыздырған кезде металл немесе қорытпа көлемінің өсіндісі.

Әдетте жылулық ұлғаю 0 °С-тан бастап 1 °С-қа қыздырған кезде дене ұзындығының бірлігін ұлғайту деп түсінілетін, сызықтық кеңею коэффициентімен сипатталады. Анықтамаларда әдетте 20 °С кезінде сызықтық кеңею коэффициентінің мәні келтіріледі.

Көлемдік ұлғаю коэффициенті сызықтық кеңею коэффициентінен үш есе көп.

Сызықтық кеңею коэффициенті, °С⁻¹,

$$\alpha = (l_1 - l_0) / [l_0(t_1 - t_0)] , \quad (1.2)$$

формула бойынша анықталады мұндағы l_1 , l_0 – тиісінше дененің соңғы және бастапқы ұзындықтары, м; t_1 , t_0 – тиісінше қыздыру кезінде дененің соңғы және бастапқы температурасы, °С.

Көлемдік ұлғайту коэффициенті, °С⁻¹,

$$\beta = (V_1 - V_0) / [V_0(t_1 - t_0)] , \quad (1.3)$$

формула бойынша анықталады мұндағы V_1 , V_0 – тиісінше дененің соңғы және бастапқы көлемдері, м³.

Жылу өткізгіштік – бұл қатты қызған дене бөліктерінен аз қызған дене бөліктеріне жылуды беру қабілеттігі.

Жылу өткізгіштік X жылу өткізгіштік коэффициентімен сипатталады. Ол текшенің екі қарама-қарсы жақтарында 1 °С температуралардың әртүрлілігі кезінде оған перпендикуляр 1 м²-а-лаңы арқылы уақыт бірлігіне қанша жылу өтуі мүмкіндігін көрсетеді.

Жылу сыйымдылық – бұл 1 °С-қа қыздырған кезде дене сіңіретін жылудың мөлшері. C , Дж/°С жылу сыйымдылық, материалдардың жылуды шоғырландыру (жинау) қабілетін сипаттайды.

Меншікті жылу сыймдылығы – бұл металл немесе қорытпаның жылу сыйымдылық салмағының бірлігі c , Дж/(кг ■ °С).

Электр өткізгіштік – бұл металдың электр ток өткізу қабілеті.

Металдардың электр өткізгіштігі елеулі дәрежеде температураға байланысты: температура жоғарлаған кезде электр өткізгіштік кемиді, төмендеген кезде – ұлғаяды.

Электр өткізгіштіктің бірлігі ретінде меншікті кедергіге кері шаманы алады.

Меншікті кедергі – бұл қимасы 1 мм² және ұзындығы 1 м өткізгіштің кедергісі.

Магниттік өткізгіштік – бұл магниттік өріс әрекетімен металдардың магнитталу қабілеті.

Металдың магниттік өткізгіштігі магниттік индукцияның магнит өрісінің кернеуіне қатысты тең магниттік өткізгіштік коэффициентімен сипатталады.

Термоэлектрлік әсер. Бірінші термоэлектрлік әсер (Зеебека әсері) келесіде: егер әртүрлі металдардан екі өткізгіштің ұштарын жалғаса және түйсетін жерлерін (дәнекерлеп біріктірген жерлерін) әртүрлі температураларға дейін қыздырса, онда контурда электр қозғаушы күш (ЭҚК) туындайды және термоэлектрлік ток жүреді.

ЭҚК-тің мәні дәнекерленген жерлердің суық және ыстық температураларының әртүрлілігіне және материалдардың табиғатына байланысты: $E = aT + bT^2 + cT^3$, мұндайғы T – температура, материалдардың қасиеттеріне байланысты a, b, c – коэффициенттер.

Зеебека әсері термопар көмегімен температуралардың мәнін анықтау үшін қолданылады. Екі түрлі өткізгіштердің дәнекерленулерін ұсынатын терможұп үшін, суық және ыстық дәнекерлеудің температуралардың айырымынан ЭҚК тәуелділігі экспериментті орнатылады, осылайша терможұп градустандырылады. Температураны өлшеген кезде терможұптың бір дәнекерлеуін оны өлшеуге қажет жерге орналастырады, ЭҚК өлшейді және терможұптың градусталған сипаттамасымен алынған мәндерді салыстыра отырып температураны анықтайды.

1.6. МЕТАЛДАРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ АНЫҚТАУ ӘДІСТЕРІ

Материалдардың механикалық қасиеттері арнайы үлгілерде анықталады. Күшті салу жағдайларына байланысты статикалық және динамикалық сынақтарды бөледі. Статикалық сынақтарда жүктеме баяу салынады және ұлғаяды.

Динамикалық сынақтарда жүктеме жоғары жылдамдықпен салынады.

Сынақтар қалыпты (бөлмелік) немесе жоғары температурада орындалуы мүмкін.

Ең таралған механикалық қасиеттер қаттылық, беріктік шегі мен серпімділік, соққы тұтқырлығы болып табылады. Беріктік шегін керу, созу, бұрау және бүгіліске сынаған кезде анықтайды.

Беріктік шегін, аққыштық шегін, салыстымалы ұзарту мен тарылтуды анықтау. Бұл сипаттамалар конструкциялық материалдардың қасиеттерін анықтаудың неғұрлым таралған әдісі болып табылады.

Созуға сынақтар арнайы үлгілерді қолданумен үзуші машиналарда

орындайды (1.14 сур.). Осындай үлгілердің бастиектерін ұзу машиналардың қысқыштарына орнатады, содан кейін бұзылғанға дейін оларды созады.

Жүктемені беру үдерісінде F үлгі ауданына P салынған күштің қатынасына тең, үлгіде кернеу туындайды σ , яғни $\sigma = P/F$, МПа, кгс/мм². Салынған жүктеме әрекетінен ақау туындайды – үлгі өлшемдерінің өзгеруі. Сонымен қатар ақау серіпімді және пластикалық болуы мүмкін.

Серіпімді ақау материалдың құрылымы мен қасиеттерінің елеулі өзгерістерін келтірмей, жүктемені шешкеннен кейін толығымен шешіледі (жоғалады). Сонымен қатар абсолютті және салыстырмалы ақауды бөліп көрсетеді.

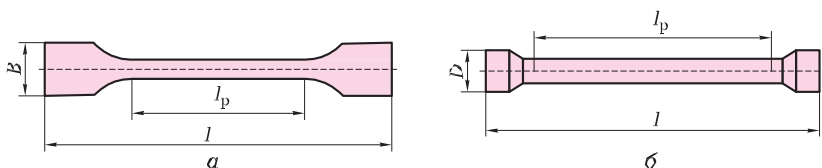
Кернеу мен салыстырмалы серіпімді ақау арасында сызықтық тәуелділік бар – Δl заңы: $\varepsilon = \Delta l/l$, мұндағы ε – серіпімді модулі, яғнионың қаттылығын сипаттайтын материалдың қасиеті – серіпімді ақауларға қарсыласуға қабілеті.

Пластикалық ақау жүктемені шешкеннен кейін жоғалмайды (мысалы, иілген алюминий сымы жүктемені шешкеннен кейін жазылмайды, яғни ол пластикалық ақауланды).

Созуға сынаған кезде координаттарда диаграмма құрылады, салыстырмалы ақау ε – кернеу ст (1.15 сур). Сонымен қатар мыналар анықталады:

- **беріктік шегіс**тв σ_b – үлгі бұзылатын кернеу (ε – σ қисығындағы максималды нүкте);
- **пропорционалдық шегі** $\sigma_{пц}$ –пластикалық ақау болмайтын максималды кернеу.

Пропорционалдық шегін дәл анықтау күрделі болғандықтан, тәжірибеде аққыштық шегін анықтайды σ_T – белгілі қалдық ақауды тудыратын кернеу. Мысалы, $\sigma_{0,2}$ кернеуге үлгінің бастапқы ұзындығынан 0,2 қалдықты ақау сәйкес келеді. $\sigma > \sigma_{пц}$ кезінде еқалд қалдықты ақау туындайды.



1.14.сур.Созуға сыналатын үлгілер:

a – жалпак; b – дөңгелек; l – үлгінің ұзындығы; l_p – үлгінің жұмыс бөлігінің ұзындығы; B – жалпак үлгінің ені; D – сынақ машинаның қармауыштарына үлгінің диаметрі

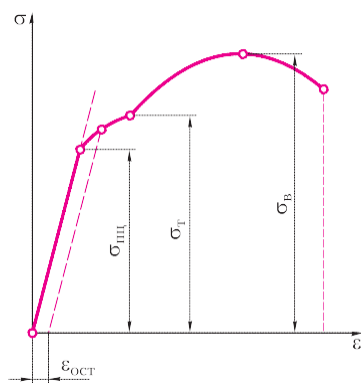
Бұзылудың алдында үлгі пластикалық ақауға ұшырайды, ол ұзарады, сонымен бірге мойыны шығады (1.16 сур) – диаметр кемиді.

$\delta = \Delta l / l$ салыстырмалы ұзару және $\psi = (F_0 - F_k) / F_0$ салыстырмалы тарылу (мұндағы F_0 және F_k – бұзудан кейін бастапқы және соңғы алаңдары) материалдың созылымдылығын сипаттайды: бұл сипаттамалар неғұрлым көп болса, соғұрлым материал созылымды болады.

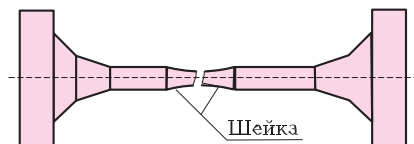
Қаттылықты анықтау. Қаттылық материалдың үлкен пластикалық ақауларға кедергісін сипаттайды. Қаттылықты анықтаудың ең таралған әдістер сыналатын материалға индентор деп аталатын, арнайы денені күшпен енгізумен байланысты, одан кейін материалда индентордың ізі қалады. Қаттылықты индентордың ізі бойынша анықтайды.

Қаттылықты анықтау материалдың қасиеттерін анықтаудың кең таралған әдісі болып табылады, себебі бұл бұзбайтын әдіс, яғни осындай өлшеуден кейін бөлшек өз мақсатында қолданыла алады, сондай-ақ бұл әдіс оны орындау үшін жоғары біліктілікті қажет етпейді және сонымен бірге материалдың қаттылығын біле отыра, оның басқа механикалық қасиеттері туралы айтуға болады.

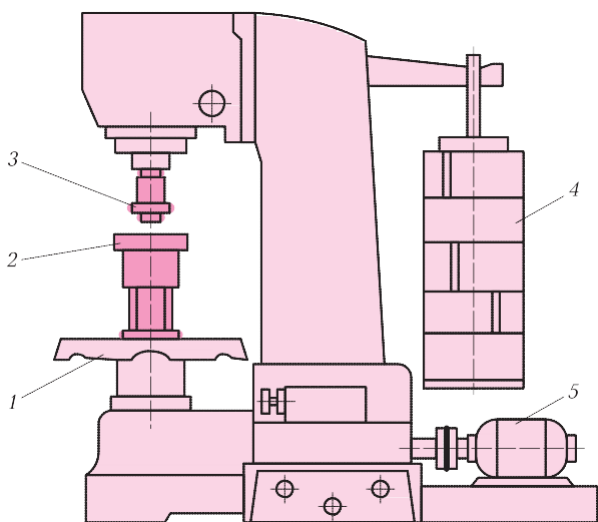
Бринелль әдісі. Индентор ретінде мұнда болат шыныққан кішкене шар қолданылады, ол арнайы преста сыналатын үлгіге басылады (1.17 сур.). Кішкене шар тұрақты жүктеме P кезінде басылады, нәтижесінде үлгінің бетінде сфералық қуыс түрінде із түзіледі (1.18, а сур). Іздің диаметрі екі өзара перпендикуляр бағытта межесі бар үлкейткіш әйнек түіндегі Бринелль микроскопының көмегімен өлшенеді (1.18, б сур). Қаттылық салынған жүктің іздің



1.15.сур.Созу диаграммасы



1.16.сур. Созуға сынаған кезде бұзылған үлгі



1.17.сур.Бриннель бойынша қаттылықты анықтау үшін аспаптың сұлбасы:
1 –алдын ала жүктемені жасау үшін бұранданы айналдыратын семсер; 2 –орнататын үстел; 3 – инденторды ұстағыш; 4 – жүк; 5 – электр қозғалтқыш

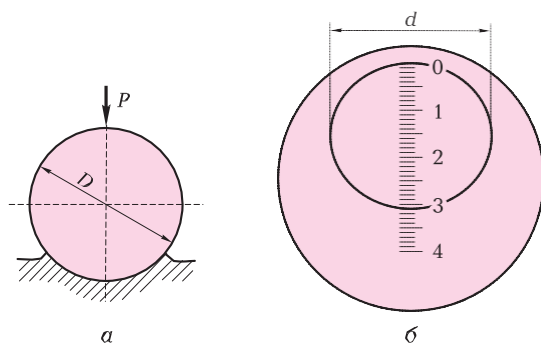
беткі ауданына қатысты мына формуламен анықталады:

$$HB = 2P / (D(D - (D^2 - d^2)^{1/2}) ,$$

мұндағы HB – қаттылықты белгілеу; P – салынатын жүк, кгс; D және d – кіші шар және ізге сәйкес диаметрлер, мм.

Тәжірибе жүзінде іздің диаметріне байланысты қаттылықтың мәндері көрсетілген кестені қолданады. Сынау кезінде кішкене шар мен жүктің диаметрін $d = (0,25...0,50)D$ арақатынасы сақталатындай етіп тандайды, яғни әртүрлі материалдар үшін бұл параметрлер әртүрлі. Индентордың диаметрі 10 мм, жүктемесі 3 000 кгс және жүк астында ұстау уақыты 10 с кезінде қаттылық тек қана цифрлар және латын әріптерімен белгіленеді, мысалы 200 HB. Бұл шарттар болат және шойындардың қаттылықтарын анықтау үшін қабылданған. Сынақ талаптары өзгерген кезде қаттылық мәндерінен басқа кішкене шардың диаметрін , салынатын күшті және жүк астында ұстау уақытты көрсетеді. Мысалы, 185HB/5/750/20, мұндағы 5 – кішкене шардың диаметрі, мм; 750 – жүк-салмақ, кгс; 20 – жүк-салмақтың астында ұстайтын уақыт, с.

Бринелль әдісі әмбебап болып табылмайды: ол қаттылығы 450 HB артық материалдарды сынауға мүмкіндік бермейді, себебі



1.18.сур.Қаттылықты анықтау (а) және Бринелль лупасы көмегімен іздің диаметрін (б)анықтау сұлбасы

кішкене шар, сондай-ақ басып кету мүмкіндігінен қалыңдығы 1,2 мм кем үлгілер деформацияға ұшырауы мүмкін.

Бринелль бойынша қаттылық және беріктік және аққыштық шегі арасында келесі мысал арақатынастар сақталады: болат үшін – $\sigma_B = 0,33 \text{ HB}$, $\sigma_T = 0,167 \text{ HB}$; алюминий қорытпалары үшін – $\sigma_B = 0,362 \text{ HB}$; мыс қорытпалары үшін – $\sigma_B = 0,26 \text{ HB}$.

Роквелл әдісі. Осы әдістің Бринелль әдісінен түбегейлі айырмашылығы, бұл мұнда қаттылық индентор ізінің беттегі ауданымен емес, зерттелетін үлгіге ену тереңдігімен анықталады.

Индентор ретінде қатты материалдарды сынаған кезде алмаздық конус қолданылады, ал жұмсақ материалдарды сынаған кезде – болат шыныққан кішкене шар қолданылады. Алмаздық конусты қолданған кезде материалдық қаттылығына байланысты 150 немесе 60 кгс жүк орнатылады, яғни үлкен – қаттылығы төмен материалдарға (мысалы, шыңдалған болатқа), кіші – қаттылығы өте жоғары материалдарға (қатты қорытпаларға, кескіш керамикаға). Сонымен бірге болат кішкене шарды 100 кгс жүк-салмақпен басады.

Сынақтар қара (C) және қызыл (B) межелігі бар арнайы аспапта орындалады. «C» межесі алмазды конус көмегімен және 60 және 150 кгс жүк-салмақ салғанда сынақтарда қолданылады, «B» межелігі – кішкене шар және 60 кгс жүк-салмақ көмегімен сынақтар кезінде қолданылады. қаттылық мәндері: HRC – алмаздық конус және 150 кгс жүк-салмақ; HRA – алмаздық конус және 60 кгс жүк-салмақ; HRB – кішкене шар (мысалы, 90 HRB) белгіленеді.

HRC қаттылықты өлшеу межелік эталонның өзгеруімен байланысты өзгертілді, сондықтан өлшенетін мәндерге түзетулер енгізу қажет. Бұл жағдайдағы 3 HRC белгіленетін қаттылық, HRC-

ден 1 – 2 бірлікке кем. Қазіргі кезде аспаптардың бір бөлігі жаңа межелік бойынша баптала алады, осыны қаттылықты өлшеген кезде білу қажет.

HRC бірліктерінде қаттылықтың мәндері HB бірліктеріне қарағанда шамамен 10 есе кем, яғни 30 HRC қаттылық шамамен 300 HB қаттылығына сәйкес келеді. «С» және «А» межелері бойынша қаттылық мәндері арасында мына тәуелділік бар: $HRC = 2 HRA - 104$.

Виккерс әдісі. Осы сынақ әдісі қарама-қарсы қырлар арасындағы бұрышпен 136° үлгіге төрт қырлы кіші алмаз пирамиданы басуға негізделген. Бұл жағдайда HV белгіленетін қаттылық, жүк-салмақтың іздің беттік ауданына қатысты анықталады және $HV = 1,854P/d^2$ формуласы бойынша есептеледі, мұндағы d – із диагональдары ұзындығының орташа мәні.

Диагональдардың ұзындығы аспапқа кіріктірілген арнайы микроскоптың көмегімен анықталады.

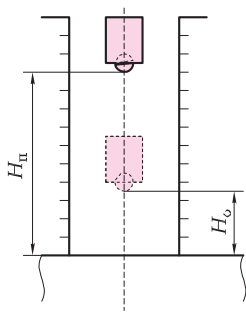
Өте жіңішке қабаттар немесе қорытпаның жеке фазалар үшін микроқаттылықты 1-ден 500 г. дейін жүк-салмақ кезінде HV бірліктерде өлшейді.

Шор әдісі. Шор бойынша қаттылықты өлшеген кезде жүк-салмақ оған бекітілген индентормен бірге («детте ол болат кішкене шар») үлгіге оның бетіне перпендикуляр биіктіктен H_n құлайды (1.19 сур). Шор бойынша қаттылық кішкене шардың кері серпілісінің биіктігі H_0 (инденторы бар жүк-салмақтың) бойынша анықталады. Бұл жағдайда 130 бірлікке бөлінген қаттылық межелігі шыңықталған эвтектоидты болаттың қаттылығы 100 бірлікке тең болғандай есептелген. Бұл аспаптар талдауларды орындаған кезде қолданылады.

Кейбір жағдайларда, атап шыққан әдістерді қолдану мүмкін болмағанда, қаттылық баламаланған егеу көмегімен анықталады. Бұл әдістің дәлдігі төмен, алайда қарапайым және цех жағдайларында қолданыла алады.

Қажуды сынау. Металдардың қажулық бұзылулары мәндері беріктік шегінен кем, қайталанатын айнымалы таңба кернеу жағдайларында орын алады.

Бұл біртіндеп бұзылу – қажу үдерісі – айнымалы жүк-салмақтардың үлкен циклдер саны әсерімен металдың едәуір жүктелген немесе әлсіреген жерінде жарық түзіледі және ұлғаяды, сонымен қатар тұтас металдың ауданы кемиді, ал күш салу ұлғаяды (себебі $\sigma = P/F$,



1.19.сур.Шор бойынша қаттылықты өлшеу сұлбасы

тұрақты күш салу кезінде F ауданның кемуі ст күш салудың өсуіне әкеледі). Ақыр соңында қиманың қалған зақымданбаған бөлігі салынған күшті шыдай алмайтын кезең басталады, себебі әсер ететін күштер беріктік шегінен жоғары (яғни $\sigma > \sigma_b$), және метал жылдам бұзылады.

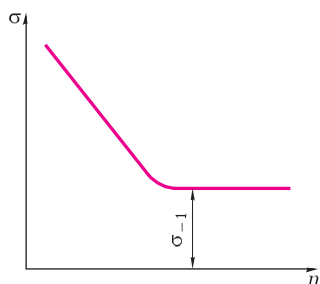
Материалдың қажуға қарсы тұру қасиеті төзімділік деп аталады, ал алдын ала берілген циклдарды **қайталау** кезінде бұзылусыз металл шыдайтын ең үлкен күш салуды – **төзімділік шегі деп атайды**.

Қажу сынақтары жиі тұрақты игіш жүктеме салынған айналатын үлгіде жүзеге асырылады. Осындай үлгінің әр нүктесіндегі күш салулар бір айналымда оңнан (созу) теріске (сығу) дейін өзгереді, яғни синусоид қаңы бойынша. Осындай жүктеме салу кезінде күш салудың максималды және минималды мәндерінің қатынасы бірге тең. Бұл жағдайда төзімділік шегі σ_{-1} белгіленеді.

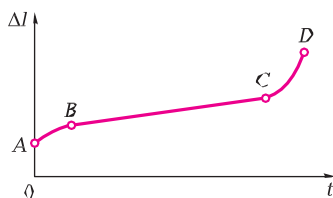
Сынақтар келесі түрде орындалады. Берілген күш кезінде бұзылуға дейін циклдардың саны анықталады және алынған мән графикке жазылады $n - \sigma$, мұндағы n – циклдардың саны. Нәтижесінде бұзуды туудырмайтын, күш көрсетілген металдың қисық қажуын алады (1.20 сур.), бұл оның төзімділік шегі болып табылады, яғни t ст t_1 төмен күш салуда бөлшек өте ұзақ жұмыс істей алады.

Сырғыштыққа сынақ. Сырғыштық – тұрақты күш түскенде уақыт ішінде материалдың ақауы. Материалдарда сырғыштық тек қана жоғары температуралар кезінде ғана байқалады, ал полимерлерде ол бөлме температурасында да мүмкін.

Сырғыштың материалда келесі түрде таралады. Алдымен тұрақты күш салу нәтижесінде пластикалық ақау туындайды, содан кейін тойтару салдарынан материал беріктендіріледі, сонымен бірге сырғыштың шегі артады және ақау тоқталады. Алайда жоғары температура кезінде рекристалдану (тойтаруды шешу) үдерісі



1.20.сур.Қажудың қисығы



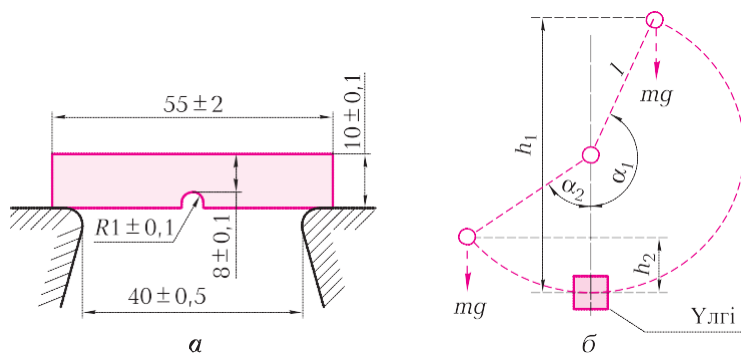
1.21.сур.Сырғыштық қисығы

өтеді және ақау қайтадан пайда болады. Осылайша, сырғыштың екі үдерістен тұрады: тойтару есесінен металдың беріктенуі және жоғары температура әсерімен беріктенуді шешу. Тойтаруды шешкеннен кейін және сырғыштың шектің мәні төмендегеннен кейін ақау қайтадан дамиды.

Сырғыштық сынақтары тұрақты жүк-салмақ астында арнайы қондырғыларда орындалады. Үлгі сынақ машинаның қысқыштарына орнатылады және пешке орналастырылады. Сонымен бірге үлгінің ұзындығын автоматты өлшеу және өзгеруі жазылады, яғни сырғыштықтың қисығы анықталады (1.21 сур.). Бұл сызықта жүк-салмақты салған мезгілде туындаған, ақауға сәйкес OA – телім; AB – тұрақсыз жылжымалықтың телімі; BC – бұрыштың еңіс тангесімен сипатталатын, металл тұрақты жылдамдықпен ақауланатын, тұрақтандалған жылжымалықтың телімі; CD – жылжымалық жылдамдығы тұрақсыз және үдеп, D нүктесінде металдың бұзылуымен аяқталатын телім.

Сырғыштыққа сынаған кезде сырғыштық шегін және металдың ұзақ беріктігін анықтайды. Сырғыштық шегі – осы температура кезінде берілген ақаулық жылдамдығын тудыратын, кернеу (BC телім).

Соққы тұтқырлықты және қирау тұтқырлығын анықтау. Соққы тұтқырлығына өткізілетін сынақтар динамикалыққа жатады. Соққы тұтқырлықты анықтау үшін кернеу концентраторы қызметін атқаратынтілігі бар үлгілерді қолданады (1.22, а сур). Сынақ өткізу



1.22.сур.Соққы тұтқырлығына сынаған кезде үлгіні бекіту сұлбасы (а) және үлгінің қирауын есептеу үшін сұлба (б):

h_1 – сынақ алдында копра маятнігін көтеру биіктігі; h_2 – үлгі қирағаннан кейін копра маятнігін көтеру биіктігі; α_1 – сынаққа дейін копра маятнігінің ауытқу бұрышы; α_2 – үлгі қирағаннан кейін копра маятнігінің ауытқу бұрышы

үшін U- және V-бейнелі тілікті үлгілерді қолданады. Тіліктің пішініне байланысты соққы тұтқырлығы KCU немесе KCV деп белгіленеді.

Сынақ өткізген кезде маятник соққысы қарама-қарсы тілікке келгендей, үлгіні маятниктің копрасына орнатады. Маятникті h_1 биіктікке көтереді, одан құлап ол үлгіні қиратады, содан кейін биіктікке h_2 көтеріледі, сонымен бірге $h_1 > h_2$ (себебі көтерген кезде артық жұмыстың бөлігі үлгіні қиратуға жұмсалады). Осылайша, қирату жұмысы $A = mg(h_1 - h_2)$ (1.22,6 сур). Қирату жұмысының мәндері, кДж, маятникті копрада орнатылған межеліктен есептеледі.

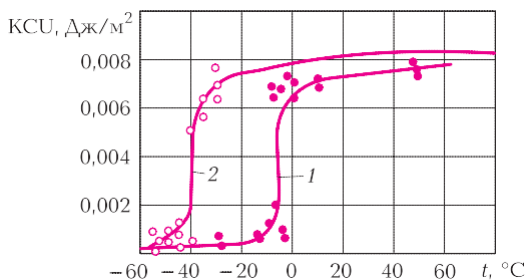
Соққы тұтқырлық – бұл қиратудың салыстырмалы жұмысы, яғни қиратуға дейін үлгінің көлденең қимасының Гауданына жатқызылған, соққының жұмысы. Осылайша, $KCU (KCV) = A/F$.

Соққы жүк-салмақ кезінде металды қирату екі сатыдан тұрады. Бірінші сатыда жарық пайда болады, ал екіншісінде – ол үлгі қирағанға дейін таралады.

Осылайша, қираудың жиынтық жұмысы A_3 жарықты тудыру және Ар тарату жұмысы бойынша екі құраушы жұмыстан құралады. Осы құраушылар материалдың құрылымымен анықталады, ал материалдың сенімділігі – жарықтың таралу жұмысымен. Сыңғыш материалдарда Ар мәні нөлге жақын.

Қирату жұмысын бөлудің бірнеше тәсілдері бар. Мысалы, электр эрозиялық білдекте алдын ала өте жіңішке тілік (бірнеше микрометр), яғни жарық жасайды және сонда қиратуға жарықты тарату жұмысына ғана жұмсау қажет болады.

Көптеген металл және қорытпаларда (бірінші кезекте, көлемдік-орталықтандырылған текше және гексагоналды торкөздері бар) температураның төмендеуімен соққы тұтқырлығының төмендеуі мен сынық сипатында өзгерумен көрінетін, тұтқырлық қираудан сыңғыш қирауға ауысу байқалады. Қирау сипаты өзгерудің температуралық



1.23.сур.Ірі түйіршікті (1) және ұсақ түйіршікті (2) болаттардың мортсыңғыш сектері

арақашықтығы мортсыңғыштық шегі немесе сыңғыштықтың сыни температурасы деп аталады. Металдың құрылымдық күйі мен беріктік деңгейіне байланысты сыңғыш қирауға ауысу бірқалыпты немесе күрт болуы мүмкін.

Мортсыңғыштық шегінің жоғары t_v және t_n шекараларын ажыратады. Осы арақашықтық температураларда тұтқыр талшықты сынудан сыңғыш кристалдық сынуға ауысу өтеді. Жиі мортсыңғыш шегін сынықта T_{50} тұтқыр талшықты құраушының 50 % бар сынақ температурасы бойынша анықтайды. Мортсыңғыш шегі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым металдың сыңғыш қирауына бейімділігі үлкен. Өнімдерді олардың сыңғыш қирауы болмайтын, мортсыңғыш шегінен жоғары температура кезінде пайдалану қажет.

Металдың мортсыңғыш шегіне түйіршіктердің өлшемі, химиялық құрамы, масштабты фактор (өнімнің өлшемдері), кернеулерді шоғырлағыш, жүктелу жылдамдығы және т.б. әсер тигізеді. Солтүстік жағдайларда пайдалану үшін мортсыңғыш шегі төмен болаттар қажет, яғни солтүстік орындауға. Мортсыңғыш шекті төмендету никельмен қосындылаумен қол жетіледі.

Қирау тұтқырлығы жарықтың төбесінде кернеулер қарқындылығының коэффициентімен K немесе жарықты ұзынды бірлігіне жылжытуға қажет G күшпен сипатталады. Сонымен бірге K және G мына арақатынастармен өзара байланысқан

- жазық кернеуленген күй үшін

$$K = EG;$$

- жазық ақауланған күй үшін

$$K = EG/(1 - \mu^2),$$

мұндағы μ – Пуассон коэффициенті (металдар үшін $\mu = 0,3$).

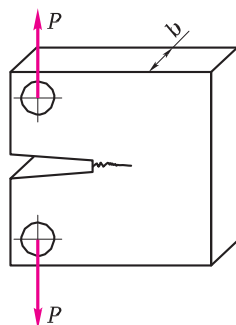
Үлгінің жазық кернеулі күй үшін оның қалыңдығы бойынша кернеудің болмауы және қозғау арқылы қирату тән.

Үлгінің жазық ақаулы күй үшін оның қалыңдығы бойынша ақаудың болмауы және үзіп алу арқылы қирату тән.

Қирату тұтқырлығына сынақ өткізу кезінде салынған кернеуден жарықтың ұзындығының өсу тәуелділігін көрсететін диаграммаларды құрады.

K коэффициенті есептеулерде қолданылады. Оның мәнін біле тұра, жарықтың пішіні мен ұзындығына байланысты қиратушы кернеулерді анықтауға болады және керісінше бөлшектің жұмыс кернеуін біле тұра, жетілгеннен кейін қирайтын, жарықтың ұзындығын болжап айтуға болады. Қирату кернеу, жарық ұзындығы және сызатқа беріктік коэффициенті арасындағы тәуелділік келесі:

1.24.сур.Сызат төзімділік коэффициентің анықтауға арналған үлгі



$K_{1c} = 2\sigma_p \sqrt{\pi l}$. Өздігінен болатын қирауға ауысу мезгілінде кернеулер қарқындылығының коэффициентінің мәнін K (жазық кернеу күйінің жағдайлары үшін) немесе K_{1c} (жазық ақау жағдайлары үшін) белгілейді және сызатқа төзімділік коэффициенті деп атайды. Оны Ркүшімен центрлік емес созу кезінде алдын ала түзілген сызатпен арнайы үлгілерде (1.24 сур.) анықтайды.

Үлгінің қалыңдығы мына арақатынасты қанағаттандыруы тиіс:

$$b \geq 2,5(K_{1c}/\sigma_{0,2})^2$$

мұндағы K_{1c} – қорытпаның сызат төзімділік коэффициенті; $\sigma_{0,2}$ – зерттелетін қорытпаның шартты аққыштық шегі.

1.7. МЕТАЛЛ ЖӘНЕ ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Металдардың технологиялық қасиеттері олардан бөлшектерді дайындаған үдеріс кезінде материалдардың тәртібін анықтайды. Материалдың технологиясы деп оның жеңіл өндеуін түсіну қажет. Бұл материалдың технологиялық қасиеттерінің деңгейі оған бөлшектерді жасаудың қандай да бір технологиясын қолдану мүмкіндігін анықтайды. Материалдың төмен технологиялығы бөлшектер өндірісінің жарамсыздық себебі немесе өндеу өнімділігін төмендетуі мүмкін.

Бөлшектерді дайындаған кезде қолданылатын негізгі технологиялық үдерістер құю, қысыммен өндеу, кесумен өндеу, дәнекерлеу болып табылады.

Құю. Құю кезінде материалдың технологиялығы оның сұйықтай аққыштығымен және отыруымен бағаланады. Сұйықтай аққыштық материалдың құю қалыбын толтыру қабілетін сипаттайды. Жақсы сұйықтай аққыштық балқыту температурасы төмен металдарға тән.

Фасондық құю өндірісі кезінде, яғни күрделі пішінді өнімді, материал ақ отыру қабілетіне ие болуы тиіс, яғни оның көлемі қатқан кезде аз өзгеруі (кемуі) тиіс.

Шойындардың аз отыруы олардың құрамында еркін көміртек – графиттің бар болу есебінен жетіледі. Себебі графиттің тығыздығы

темір тығыздығынан елеулі кем, яғни ол үлкен меншікті көлемге ие, шойынның аз отыруы жетіледі.

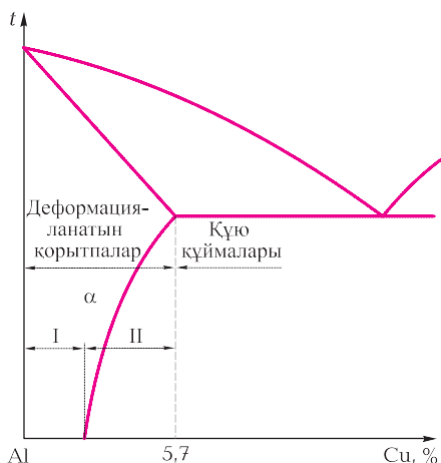
Сондай-ақ қола аз отырады, себебі қолалық құюға үлкен кеуектілік тән. Қоланың отыру коэффициенті 1 % кем (шойынның – 1,5 % жуық, болаттар – 2 % артық).

Қысыммен өндеу. Қысыммен өндеу (илем, қақтау және басқалары) металдың соқылымдығына байланысты. Еске салайық, тек қана металдарды қысыммен өндеу мүмкін, себебі созылымдылық байланыстың металл иілгіш бағытталмаған түрімен анықталады.

Жоғары созылымдылық бір фазалы қорытпаларға тән, ал екінші фазаның пайда болуы, әсіресе егер ол жоғары қаттылы немесе төмен созылымдылыққа ие болса, металдың созылымдығын кенеттен төмендетеді. Осылай А жүйесінде! – ақауланған Си (1.25 сур.) 5,7%-ға дейін құрамында мыс бар, яғни құрамында эвтетика жоқ қорытпалар болып табылады. Осы қорытпалардың барлығын қыздырып бір фазалық салаға ауыстыруға болады.

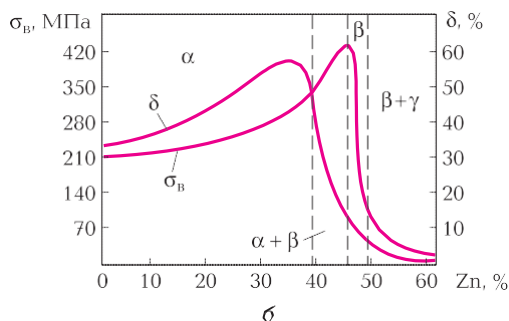
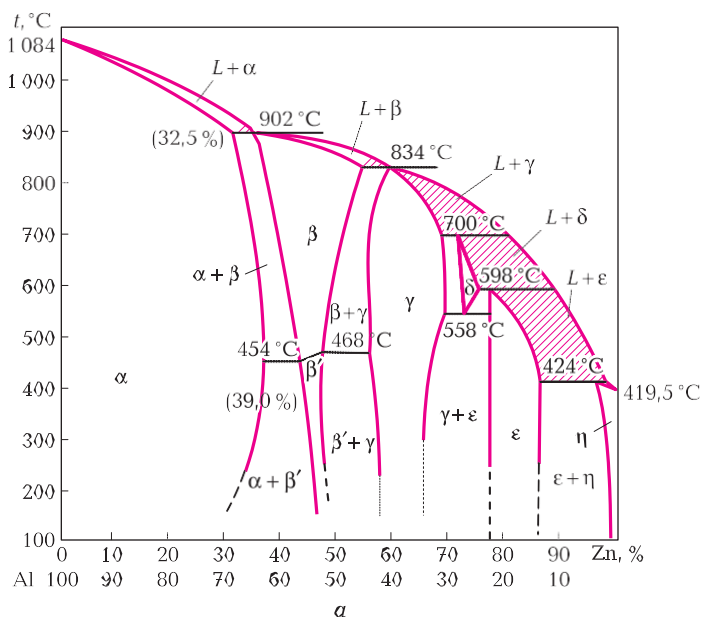
А жүйесінде! – Zn (1.26 сур.) жоғары соқылымдылық құрамында 38% артық емес мырыш, яғни бір фазалық қорытпаларда байқалады, содан кейін ол кенеттен төмендейді.

Күкірттің артық құрамы артық құрамы болатта қызу сынғыштықты тудырады – ыстық пластикалық ақау кезінде қирау. Бұл сульфидтер FeS – Fe жүйесінде А жүйесінің күйлерін түзумен байланысты! – Cu, яғни жеңіл балқитын эвтетика және соғу үшін



1.25.сур. Al-Cu жүйесікүйінің диаграмма үзіндісі:

α – в Al-дегі Cu қатты ерітінді; I, II – термоөндеумен беріктенетін және беріктенбейтін алюминий қорытпалар



1.26.сур. Al-Zn жүйесі күйінің диаграммасы (а) және жез қасиеттеріне мырыштың құрамына әсер тигізуі (б):

L –сұйықтық; $Al - Zn - \alpha, \beta, \beta', \delta, \gamma, \epsilon$ жүйесіндегі фазалар

қыздарған кезде құрылымда сұйықтық түзіледі, бұл ақау үдерісінде қирауды тудырады.

Өнеркәсіпте болаттан бөлшектерді дайындаған кезде суық пластикалық ақау технологиясы кеңінен таралды: беттік (созу, иіліс) және көлемдік (түсіру) қалыптау.

Үлкен дәрежелі ақаулы аса күрделі қалыптау болаттарда көміртектің құрамы 0,08 % артпауы тиіс. Көміртектің құрамы 0,2

...0,3 % болғанда бөлшектердің иілісін және елеусіз созу жасауға болады, ал құрамында көміретің 0,3 .0,4%-да – үлкен радиусы бар иілісті жасауға болады.

Технологиялық сынақтар (сынамалар). Материалдың белгілі ақау дәрежесімен операцияларды өткізу мүмкіндігін бағалау үшін, суық пластикалық ақау үдерісін имитациялайтын әртүрлі технологиялық сынақтарды (сынама) қолданады.

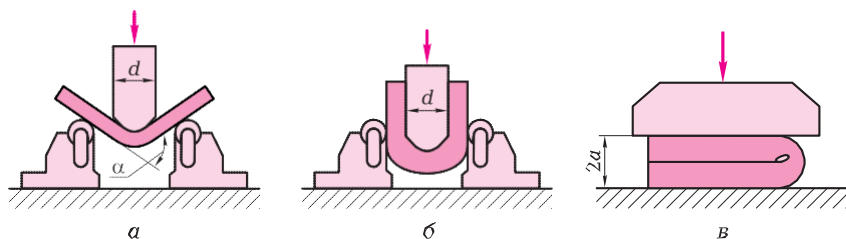
Металдың түр жиынына байланысты келесі технологиялық сынамаларды қолданады: бүгіске, майыстыруға, бұрауға, сфералық қуысты созуға және шөгуге.

Бүгіске сынақтар арнайы айла бұйымда жасалады, металл суық немесе қыздырылған күйде болуы мүмкін. Бұл сынақтарды табақ, жолақ және фасондық материалдарды қолданады. Олардың мақсаты металдың пішіні және өлшемі бойынша берілген бүгілісті қабылдау қабілетін анықтау болып табылады.

Бүгіліске сынаған кезде үлгінің қалыңдығы материалдың қалыңдығына тең болуы тиіс, ал ені – оның екі есе қалыңдығына, алайда 10 мм кем болмауы тиіс. Бүгілістің үш түрін ажыратады: белгілі бұрышқа дейін бүгіліс α (1.27,а сур.); шеттердің параллельдігіне дейін жақтауларды айнала бүгіліс (1.27,б сур), мұнда жақтаудың қалыңдығы созылымдылығына қойылатын талаптарға байланысты техникалық шарттармен регламенттеледі; үлгі жақтары жанасқанға дейін тиістіре бүгу (қосарланушылық) (1.27,в сур.).

Үлгіде сызаттардың, жыртылыстардың, қатпарлану немесе сынудың жоқтығы металл сынақты төзгенін куәландырады.

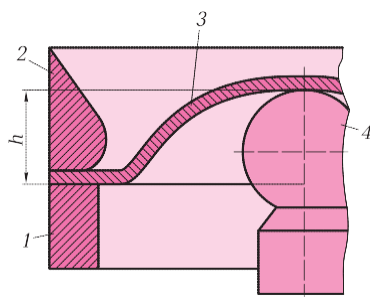
Майыстыруға сынақтар металдың қайтадан бүгу мен жазуды төзу қабілетін анықтау үшін қызмет етеді. Осы сынақты қалыңдығы 5 мм артық емес жолақты және табақ материалдар мен диаметрі 0,8.7,0 мм сымды (шыбықтарды) өткізеді. Бір ұшымен қысылған үлгіні, сол және оң жағын кезектеп майыстырады.



1.27.сур.Металдарды майыстыруға сынау сұлбасы:

а – белгілі бұрышқа дейін бүгу α ; б – үлгінің жақтарын параллельге дейін жақтауды айнала бүгу; в – үлгінің жақтары жанасқанға дейін түйістіре бүгу

1.28.сур.Сфералық қуысты созуға сынақ сұлбасы:
1 –тіреу; 2 –қысқыш; 3 –дайындама; 4 – пунсон



Бір майыстыруға 90° -қа бұғу мен жазуды қабылдайды. Сынақтар үлгі қирағанға дейін жүргізіледі. Қирауға дейін майыстырудың саны бөлшекке қойылатын техникалық талаптан шыға беріледі.

Бұрауға сынақтар 10 мм дейін сым үшін өткізіледі. Сонымен қатар сымдар үшін белгілі созу жасалады (ажыратқыш күштен 2%), ал бұрауды қирағанға дейін біркелкі жылдамдықта өткізеді. Созылымдылықтың көрсеткіші бұрау саны болып табылады (толық айналым 360° -қа).

Сфералық қуысты созуға сынақтар (Эриксен әдісі) материалдың суық қалыптауына жарамдылығын анықтау мақсатында қалыңдығы 0,1... 2 мм табақ және таспа үшін өткізіледі. Сынақ тиісті пішінді пунсонды басу арқылы матрица және қысқыш сақина арасында контур бойынша қысылған үлгідегі сфералық қуысты созуда болып табылады (1.28 сур).

Сынақ айна көмегімен айқындалатын басуға қарама-қарсы жақта ұсақ сызаттар пайда болған кезде аяқталады. Металдың созылу қабілетінің шамасы қуыстың соқылған тереңдігі h болып табылады. Осылайша, табақ қалыңдығы ,5мм кезінде 05кп, 08кп, 08пс және 10кп маркалы болаттар үшін басу тереңдігі: 9 мм кем емес – аса терең созылған болат үшін (АТ), 8,4 мм кем емес – терең созылған болат үшін (Т); 8 мм кем емес – қалыпты созылған болат үшін (К).

Шөгуге өткізілетін сынақтар болаттың суық түсіруді қабылдауға қабілетін сипаттайды. Олардың биіктігі екі еселенген диаметрге тең, ал шетжақ жазықтықтары оске перпендикуляр үлгіде өткізеді, сынақтар техникалық шарттармен (үлгінің $\frac{1}{2}$ немесе $\frac{1}{4}$ ұзындығына дейін) берілетін белгілі биіктікке дейін суық күйде шөгедү тұрады. Шөгінді үлгінің шетжақтарында және бүйір жақ беттерінде сызаттар мен жыртылыстар болмауы тиіс.

Кесемен өндеу. Кесумен өндеуді мына көрсеткіштермен: өндеудің өнімділігімен, өнделген беттің сапасымен, және түзілетін жоңқаның түрімен бағалайды. Нақты жағдайларға байланысты осы

көрсеткіштердің кез келгені шешуші болуы мүмкін. Мысалы, автоматтандырылған өндіріс жағдайларында жоңқа түзілу үдерісі маңызды болып табылады: жоңқа кесу аймағынан оңай алынуы тиіс, яғни иірмелі емес, элементті болуы тиіс.

Өнімділігі бойынша материалды кесумен өндеуді бағалау кең таралған болып табылады. Сонымен өнімділік бірге алдын ала құрал-сайманның берілген тұрақтылығы жетілетін, кесу жылдамдығымен анықталады. v_{60} өлшемшарт қолданылады – бұл регламенттелетін тозуға дейін кескіш құрал-сайманның 60-минуттық тұрақтылығы жетілетін, кесу жылдамдығы.

Өңделетін материалдың қаттылығы және беріктігі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым өндеу өнімдігі төмен болады. Сонымен бірге, өңделуі материалдың құрылымына байланысты: құрамында қатты бөлшектер материалдың өңделуі төмендетеді (осылай, болаттың құрамынад көміртектің артуы құрылымындағы қатты карбит мөлшерінің өсуіне әкеледі және өңделуі төмендейді). Басқа бірдей жағдайларда өңделуі жылуды аз өткізетін материалдарда төмен, яғни көміртектілерге қарағанда қосынды болаттарда төменірек.

Материалдың өте төмен қаттылығында өндеп шығару төмендейді: материал жоғары созылымдылыққа ие, өндеген кезде ол кескіш құрал-сайманға жабысады, бұл құрал-сайманның төзімділігін жоғалтуға және бетті сапалы өндеуді төмендеуге әкеледі.

Өңделген беттің бұдырлығы ең бастысы материалдың қаттылығына байланысты: аса жоғары қаттылық бұдырлықтың төмендігін, яғни беттің жақсы сапасын қамтамасыз етеді.

Элементті (сусымалы) жоңқа егер материалдың құрылымында беріктігі аз фаза болған кезде түзіледі (мысалы, шойын құрамындағы графит).

Жаппай автоматтандырылған өндіріс жағдайларында өңделіп шығу жоғары материалдарды қолдану қажет (мысалы, бұрандаларды, бұрамаларды, сомындарды және т.б.). Бұл автоматты болаттар («автоматты» термині материал автоматты білдектерде өндеу үшін арнайы арналғанын білдіреді) және жездер жататын арнайы материалдар.

Құрамында күкірт артығымен бар автоматты болаттар ең әйгілі. Сульфид түрінде күкіртті қосындылар металдың тұтастығын бұзады, бұл жоңқаның ұнтақталуына әкеледі, сондай-ақ майлағыш әсер тигізеді.

Автоматты жездерге қорғасын енгізіледі, оның әсері барабарлық. Автоматты болаттар мен жездерден басқа жоғары өңделетін материалдарға мыс қорытпалары мен ағартылмасыз шойындар жатады.

Қиын өңделетін материалдарға жемірілуге төзімді және ыстыққа төзімді болаттар мен қорытпалар, қатылығы және беріктігі жоғары материалдар, титан және баяу балкитын металдар (вольфрамның, молибденнің, ниобияның) негізіндегі қорытпалар жатады.

Дәнекерлеу. Металдардың дәнекерленуі физикалық және технологиялыққа бөлінеді.

Физикалық пісірімділік – бұл металдың тұтасқұйма байланысты түзу қасиеті. Осындай пісірімділікке барлық техникалық қорытпалар мен таза металдар, сондай-ақ бір қатар металл және бейметалдардың үйлесуі ие.

Технологиялық пісірімділік – бұл дәнекерлеу үдерісінде металдың тәртібін бақылау. Ол пісірме қыздыру кезінде металдың тотығуына бейімділігімен, сондай-ақ ыстық және суық сызаттардың түзілу бейімділігімен анықталады.

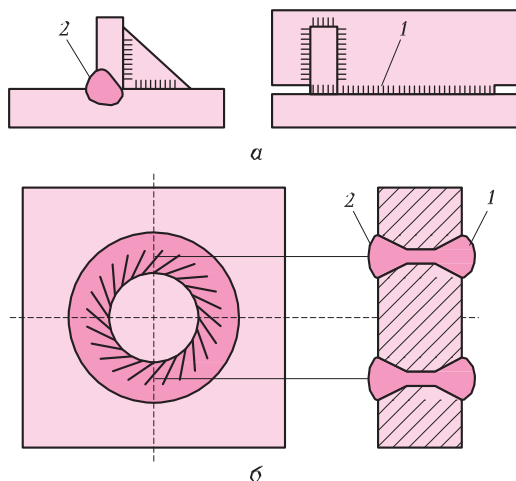
Тотығуға бейімділік. Металдың химиялық қасиеттерімен анықталады: неғұрлым химиялық белсендігі жоғары болса, соғұрлым тотығуға бейімділігі үлкен болады, демек, дәнекерлеу кезінде металдың қорғанысы жоғары болуы тиіс. Аса белсенді металдарға титан, цирконий, ниобий, тантал, вольфрам және молибден жатады. Оларды дәнекерлеген кезде балқыған металды ғана емес, сонымен қатар дәнекерлеу ваннасына іргелес негізгі металды және суыған жікті қорғау қажет. Осы металдарды вакуумда немесе тазалығы жоғары инертті газ ортасында дәнекерлеу қажет.

Жоғары химиялық белсенділігімен сондай-ақ түсті металдар ерекшеленеді: алюминий, магний, мыс, никель және олардың негізіндегі қорытпалар, оларды дәнекерлеу инертті газ ортасында немесе арнайы жабындар немесе флюстерді қолданып орындалуы тиіс.

Ыстық сызаттардың түзілуіне бейімділік. Ыстық сызаттар кристалдану үдерісінде туындайды, яғни қатты және сұйық фаза орын алғанда, сондай-ақ қатты күйде жоғары температураларда. Жоғары температураларда материалдың беріктігі төмендетілген, сондықтан жіктің шөгуі және салқындау кезінде металл көлемі кеміген кезде туындайтын, кернеудің әсер тигізу салдарынан бұзылуы мүмкін. Ыстық сызаттар жіктің өзінде, сол сияқты жік жанындағы аймақта туындауы мүмкін.

Ыстық сызаттардың түзілуіне материалдың бейімділігіне баға беру үшін технологиялық сынама пісірмесін және сынақтардың машиналық тәсілдерін қолданады. Технологиялық сынамалар ретінде берілген қаттылық үлгісін дәнекерлейді, мысалы, таврлық және сақиналы сынамалар (1.29 сур).

Осы сынамаларды өткізген кезде жік 1 содан кейін жік 2 дәнекерленеді, сонымен бірге жік 2-де сызаттар түзілмеуі тиіс.

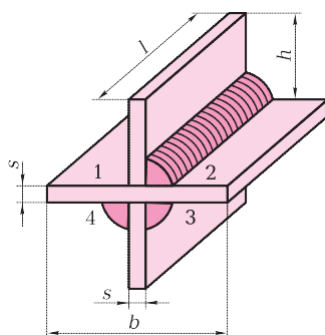


1.29.сур.Дәнекерлеу кезінде ыстық сызаттардың түзілуіне материалдардың бейімділігін бағалау үшін технологиялық сынамалар:
а-таврлық;б-сақиналық;1және2-дәнекерлеу жіктері

Машиналық сынақтар кезінде дәнекерлеу үдерісінде үлгіні созады немесе бүгеді. Ыстық сызаттарға бейімділік жарықтардың пайда болуын тудыратын ақаумен сипатталады.

Суық сызаттардың түзілуіне бейімділік. Суық сызаттар қыздырылған металды жылдам салқындату кезінде, металл созылымдылығын жоғалтқанда немесе металды шынықтыру салдарынан немесе пісірме жалғағыштарында туындайтын қалдық кернеудің әрекет етуімен туындайды. Суық сызаттардың пайда болуын алдын алу үшін дәнекерлеу жігіне іргелес металл аймағын жылытады, яғни салқындату жылдамдығын төмендетеді.

Суық сызаттардың түзілуіне металдың бейімділігін бағалау үшін технологиялық сынамаларды қолданады. 1.30 суретте айқыш сынамада 1...4 сандарымен жіктерді



1.30.сур.Дәнекерлеу кезінде суық сызаттардың түзілуіне материалдың бейімділігін бағалау үшін айқыш технологиялық сынама: 1, 2, 3 және 4 – дәнекерленетін пластиналар; s , l және h – тиісінше пластиналардың қалыңдығы, ұзындығы және ені

салу реттілігі көрсетіледі. Неғұрлым қатаң жағдайларда жарықтар түзілуі мүмкін жерде 4-ші жік бар.

Болаттардың дәнекерленуін қарастырайық – пісірме құрылымдарының өндірісі үшін кең таралған материал. Негізгі қауіп – бұл шыныққан құрылым алуға материалдың бейімділігі салдарынан суыз сызаттардың түзілуі: болаттың құрамына көміртек неғұрлым көп болса, соғұрлым бұл қауіп жоғары. Қосынды элементтердің әсер тигізуі барабар, олардың жиынтық әсері мына формуламен бағаланады:

$$C_s = C + Mn / \delta + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15.$$

Бірінші топқа $C_s < 0,25\%$ болаттар жатады, олар сызаттарды түзбей жақсы дәнекерленеді. $C_s = 0,25.0,35\%$ кезінде болаттар қанағаттанарлық дәнекерленеді, олар жарықтарды түзуге аз бейімделген, алайда бір қатар жағдайларда оларды жылыту қажет етіледі. $C_s = 0,36...0,45\%$ кезінде болаттардың дәнекерленуі шектелген, олар сызат түзуге бейімделген, оларды тек қана белгілі режимдерде дәнекерлеуге болады және жылыту қажет етіледі.

1.8. МЕТАЛЛ ЖӘНЕ ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ ЖЕМІРІЛУГЕ ТӨЗІМДІЛІГІ

Металл және қорытпалардың жемірілуге төзімділігі нақты жұмыс жағдайларында анықталады, олар атмосфераның, топырақтың, судың (кәдімгі, дистилденген, теңіз) құрамымен және химиялық қосындылардың түрімен, сондай-ақ температуралық режиммен сипатталады.

12X13 маркалы құрылмалық қосынды болат 300 °C дейін температурада, тұщы және теңіз суында, сондай-ақ азот қышқылының әлсіз ерітіндісінде 2 төзімділік балға ие (жемірілу жылдамдығы 0,001 мм/жылына). Осы болаттың жемірілуге төзімділігі 600 °C температура кезінде ауада 4 балға бағаланады (жемірілу жылдамдығы 0,004 мм/жылына). 800 °C температурада ыстыққа төзімділікке сынаған кезде бұл болат төзімділіктің 6 балына ие, ал 900 °C температурада – төзімділігі 8 балл (жемірілу жылдамдығы 1,5 мм/жылына). Демек, құрамалық материалдардың жемірілу төзімділігі температура артқан кезде кенеттен төмендейді.

20X23H18 маркалы құрылмалық қосынды болат (қалыпты жағдайларда жемірілуге төзімді) 600 °C сынақ температурада 4 500 с бойы төзімділіктің 2 балына ие (жемірілу жылдамдығы 0,0027 мм/

жылына тең). Температураны жоғарлатқан кезде жемірілу тереңдігі ұлғаяды, ал болаттың төзімділік балы 3 немесе 4 құрайды.

Хром, никель, вольфрам, ванадийжәне титанмен қоспаланған болаттар, қалыпты жағдайларда жемірілуге төзімді болып табылады.

Кеміртекті және қосындыланған болаттың жемірілуге төзімділігін арттыру үшін ортаа (300 °C температураға дейін) немесе жоғары (650 °C артық) жасыту өткізу ұсынылады, сондай-ақ бөлшектерді жылтырлатып немесе термикалық өндеуге (950... 1 000 °C температурада шынықтыру, майда немесе ауада салқындату, 650.700 °C температуража жасыту, ауада салқындату) ұшырату қажет.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Құрастырымдық материалдар қандай топтарға бөлінеді?
2. Кристалдық торкөздердің қандай түрлерін білесіндер және олардың негізгі сипаттамалары қандай?
3. Анизотропия дегеніміз не?
4. Кристалдық құрылыстың негізгі ақаулары қандай?
5. Сызықтық ақау бұрандалық ақаудан айырмашылығы қандай?
6. Азбұрышты және көпбұрышты шекара құрылыстарының айырмашылығы неде?
7. Металл және қорытпалардың физикалық қасиеттері қандай?
8. Созуға сынаған кезде қандай қасиеттерді анықтайды?
9. Қаттылық дегеніміз не және олардың қандай әдістермен өлшейді?
10. Сызатқа беріктік сынақтарын қалай өткізеді?
11. Динамикалық сынақтарды не үшін қолданады?
12. Соққы тұтқырлығы дегеніміз не және оны қалай анықтайды?
13. КШ және КСУ белгілерімен нені анықтайды және сол бір материал үшін тұтқырлықтың үлкен мәні осы белгілердің қайсысына сәйкес келеді?
14. Материалдың қажуы дегеніміз не және аз циклді қажу көп циклді қажудан қандай айырмашылығы бар?
15. Тозғаннан бұзылудың ерекшеліктері қандай?

ТЕМІР-КӨМІРТЕК ҚОРЫТПАЛАР

2.1. ТЕМІР-КӨМІРТЕК ҚОРЫТПА ЖАҒДАЙЫНЫҢ ДИАГРАММАСЫ

Темір-көміртек жүйесінің құраушылары. Темір – сұр түсті металл. Оның атомдық нөмірі 26, атомдық салмағы 55,85, атомдық радиусы 0,127 нм. Қазіргі уақытта алынатын таза темірдің құрамында 99,999 % Fe бар, ал оның техникалық сұрыптарында – 99,8...99,9% Fe. Темірдің балқу температурасы 1 539 °С. Темірдің екі полиморфтық модификациясы бар: α және γ . Сонымен бірге α -темір 911 °С төмен және 1 392 °С жоғары температураларда бар, ал 1 392.1 539 °С температура арақашықтығында α -темір жиі 8-темір ретінде белгіленеді.

α -темірдің кристалдық торкөзі –тордың аралығы 0,286 нм көлемдік-орталықтандырылған текше. 768 °С температураға дейін α -темір магнитті (ферромагнитті). Магниттік ауысуға сәйкес келетін 768 °С температураны, яғни ферромагнит күйінен парамагнит күйіне ауысыды, Кюри нүктесі деп атайды және A_2 белгілейді. α -темірдің тығыздығы 7,68 г/см³.

Парамагнитті γ -темір 911...1 392 °С температуралар арақашықтығында болады. γ -темірдің кристалл торкөзі 911 °С температура кезінде 0,365 нм аралығымен гранецентрленген текше. 911 °С температурада $\alpha \rightarrow \gamma$ тепе-теңдіктің сыни нүктені A_3 белгілейді (қыздыру кезінде $A_{\alpha\gamma}$ – өзгерту үшін $\alpha \rightarrow \gamma$ жәнесалқындату кезінде $A_{\gamma\alpha}$ – өзгерту үшін $\gamma \rightarrow \alpha$).

Көміртек *Д.И.Менделеевтің элементтер периодтық жүйесінің IV топ II* аралықтың бейметалы болып табылады. Оның атомдық нөмірі 6, тығыздығы 2,5 г/см³, балқу температурасы шамамен 3 500 °С, атомдық радиусы 0,077 нм. Жуырға дейін көміртектің үш аллотропты формалары белгілі болды: **графит, алмаз және карбин**. Қазіргі уақытта төртінші форма белгілі –**фуллерен**.

Fe қортыпаларында қалыпты жағдайларда – С еркін көміртек базистік жазықтықта алты бұрышты сақиналы қатпарлы кристалл құрылымына ие графит түрінде болады, оларда атомдар өзара ковалентті байланыстармен жалғасқан. Көміртек қабаттарындағы атомдардың арасындағы арақашықтық 0,142 нм тең, бұл қабаттар өзара әлсіз байланысқан және олардың арасында арақашықтықтар 0,335 нм құрайды.

Алмаз құрылымындағы көміртектің әрбір атомы тераэдтың орталығында орналасқан, төбесі ретінде төрт жақын орналасқан атом қызмет етеді. Көршілес атомдар 0,154 нм қашықтықта орналасқан және өзара мықты ковалентті байланыстармен жалғасқан. Мұндай құрылым алмазды Жерде ең әйгілі қатты зат ретінде анықтайды. Кәдімгі жағдайларда алмаз тұрақсыз, ол жоғары қысымдарда тұрақтанады. Графит 1 000 °С жоғары температураға дейін қыздырғанда және 4 ГПа қысымда алмазға айналады.

Карбиннің кристалдық формасы макромолекулалар түрінде көміртек атомдардың параллель бағдарланған тізбектерін ұсынады:

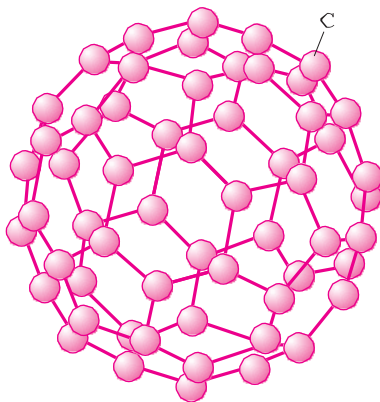


Фуллерен көміртектің жаңа, жуырда ашылған формасы болып табылады. Фуллерен молекуласы C_{60} алты есе (гексагон) және бес еселі (пентагон) симметрияларына ие (2.1 сур.). Фуллерен молекуласы органикалық болып табылады деп есептейді, ал кристалл, молекулалармен түзілген (фуллерит) – органикалық және бейорганикалық заттар арасындағы өтпелі буын.

C_{60} молекуласындағы көміртектің әрбір атомы екі алты бұрыш және бір бес бұрыштың төбелерінде орналасады. Көміртек атомдары сфераны түзеді, онда олар қатты ковалентті байланыспен жалғасқан.

Сфералық қабықшаның қалыңдығы 0,1 нм, C_{60} молекуланың радиусы 0,357 нм құрайды.

Фуллеренді алудың неғұрлым таралған әдісі графиттің тиімді ыдырауына термикалық – С қорытпалардың тепе-тең құрылымында



2.1.сур. C_{60} фуллерен молекуласының құрылысы

фуллерендер айқындалмаған алайда соңғы ғылыми жұмыстарда кенет тепе-теңсіз жағдайларда фуллерен құрылымдардың қалыптасу мүмкіндіктері турады мәліметтер бар. Сонымен бірге фуллерен молекулаларында көміртек атомдарынан басқа металл элементтерінің атомдарын орналастыру мүмкіндігі бар.

Сфероидты көміртек құрылымдармен қатар нанотүтікше деп аталатын сопақша цилиндрлік құрылымдардың да түзілуі мүмкін. Идеалды бір қабатты нанотүтікше цилиндрге оралған графит жазығын ұсынады. Осындай нанотүтікше фуллерен жартылай сферамен аяқталады.

Жиі бір қабатты емес, бірнеше графит қабаттарынан тұратын, біреуі екіншісіне салынған немесе ортақ оське оралған көп қабатты нанотүтікшелер кездеседі.

Көміртекті нанотүтікшелер атмосферада жанатын гелидің доғалық разряд плазмасында термикалық тозаңдату кезінде түзіледі. Fe – C қорытпаларында әлі күнге дейін мұндай құрылымдар айқындалмаған, алайда бұрын келтірілген жағдайларды ұқсататын тиісті әсер тигізгенде, осындай көміртекті құрылымдардың түзілуі мүмкін.

Темір – көміртек жүйелерінің фазалары. Көміртек сұйық және қатты темірде ериді, сондай-ақ темірмен химиялық қосылысты түзей алады, яғни цементит аталатын, карбид темір Fe_3C . Темір – көміртек жүйелерін келесі фазалар ажыратады: сұйық ерітінді, қатты ерітіндер (феррит және аустенит), сондай-ақ цементит және графит.

Феррит (Ф) – α -темірдегі көміртек және басқа қоспалардың қатты ерітіндісі. Көміртегі 0,03 % дейін еріткіштігімен төмен температуралы α -ферритті және 0,1 % дейін көміртектің шекті еріткіштігімен жоғары температуралы α -ферритті (кейде 8-феррит аталатын) ажыратады. Феррит шамамен келесі механикалық қасиеттерге ие: $\sigma_{\text{тв}} = 250 \text{ МПа}$, $\sigma_{0,2} = 120 \text{ МПа}$, $\delta = 50 \%$, $\psi = 80 \%$, қаттылық 80...90 НВ.

Аустенит (А) – γ -темірдегі көміртек және басқа қоспалардың қатты ерітіндісі – 2,14%. Аустенит жоғары созылымдылықпен, аққыштықтың төмен шектері және беріктікке ие.

Цементит (Ц) – темір карбиді Fe_3C . Цементит құрамында көміртектің 6,67 % бар. Цементит атомдары тығыз оралған күрделі ромб тәрізді торкөзге ие. Цементиттің балқу температурасы оның ыдырау мүмкіндігімен байланысты дәл анықталмаған.

210 °C температураға дейін, 40 деп белгіленетін, цементит ферромагнитен. Цементиттің сипаттың ерекшеліктеріне жоғары қаттылық (шамамен 1 000 НВ) және өте төмен созылымдылық жатады. Цементит метатұрақты фаза болып табылады және

аустенитті күйдегі температураларда графитталуы мүмкін:



Графит (Г) гексагоналды қатпарлы кристалл торкөзге ие. Графит жұмсақ, төмен беріктік пен электр өткізгіштікке ие.

Fe – C қорытпаларында екі жоғары көміртекті фазалардың түзілуі мүмкін: мета тұрақты (Ц) және тұрақты (Г). Тиісінше қалптың екі диаграммасын ажыратады: мета тұрақты темір – цементит және тұрақты темір – графит (жиі оларды екі сызықты диаграмма түрінде біріктіреді).

Ледебурит (эвтектика) –аустенита және цементиттің қоспасы. Ледебурит1 147 °C температурасында тұрақты құрамның сұйық ерітіндісі (4,3% C) кристалданған кезде түзіледі. Ледебурит өте жоғары қаттылыққа ие (800 HV) және ол өте сыңғыш.

Темір – цементит қорытпаларының қалып диаграммасы (метатұрақты тепе-теңдіктің фазасы). 2.2. суретте таза темірден цементитке дейін шоғырланған қорытпалардың фазалық құрамы мен құрылымы келтірілген (6,67% C). Темір – көміртек диаграмманың телімі перитектикалық тепе-теңдік температурасы жанында 1 499 °C 2.2, б суретінде үлкейтілген масштабта көрсетілген.

2.2 суретінде А нүктесі (1 539 °C) а-темірді балқыту температурасына сәйкес келеді, *FKL* сызығы - негізінде қатты ерітінді түзілуі мүмкін цементитке, ал *N* (1 392°C) және *C* (911 °C) нүктелері $\alpha \leftrightarrow \gamma$ теңгерілген күйіне келеді. *ABCD* сызығы жүйенің ликвидусы, ал *АНJECF* сызығы – солидус болып табылады. Үш көлденең сызықтар (*HJB*, *ECF* және *PSK*) тиісінше ноннұсқалық тепе-теңдіктің үш температурасын сипаттайды:

1 499 °C – перитектикалық тепе-теңдігі $L + \Phi \leftrightarrow A$;

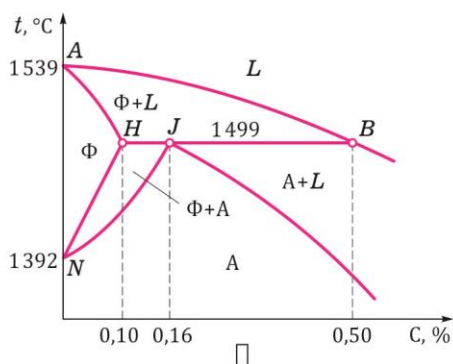
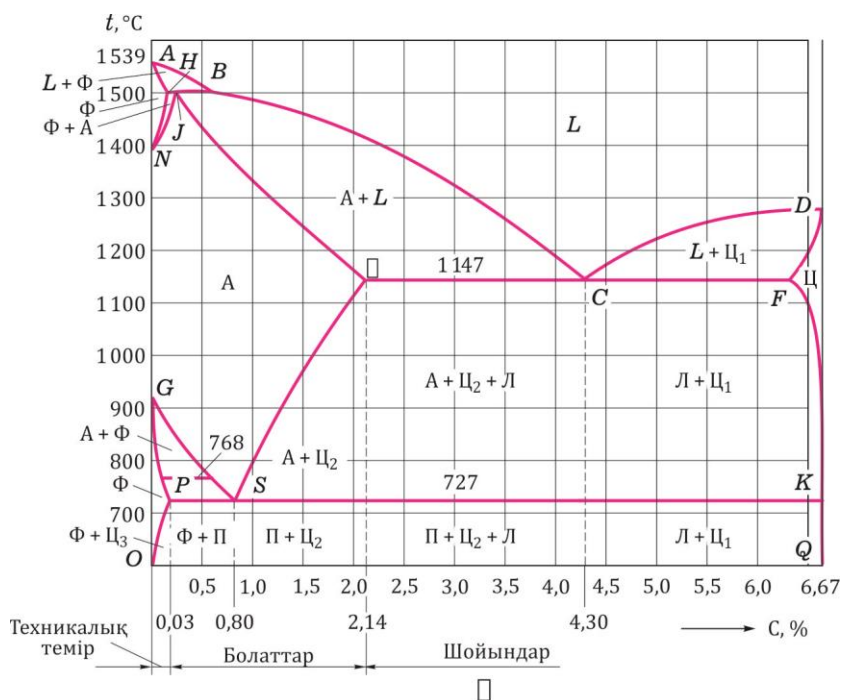
1 147 °C – эвтектикалық тепе-теңдіктің $L \leftrightarrow A + \text{Ц}$;

727 °C – эвтектоидтық тепе-теңдіктің $A \leftrightarrow \Phi + \text{Ц}$.

Перитектикалық өзгеру құрамында 0,1...0,5% C қорытпаларда ғана байқалады. Эвтектикалық реакция аустенит және цементиттің эвтектикалық қоспасын, яғни леде-буритті түзуге әкеледі. Бұл реакция құрамында 2,14 % C артық барлық қорытпаларда өтеді.

Эвтектоидты өзгеру *перлит* аталатын, феррит және цементиттің эвтектоидты қоспа түзілуімен құрамында 0,03 % C артық барлық қоспаларда өтеді.

2.1 кестеде келтірілген 2.2 суреттегі диаграмманың координат нүктелерінің мәні, жаңа, яғни неғұрлым расталған зерттеулердің нәтижесінде белгіленген. Диаграмма нүктелерінің келтірілген әріптік белгілеулері темір – көміртек халықаралық тәжірибеде жалпы жұрт қабылдаған болып табылады.



2.2.сур.Темір-цементит қорытпалар қалыпының (а) және оның перитектикалық телімінің (б) диаграммасы:

A, B,C,D, E, F, G, H, J,K,N, P, S – диаграмманың тораптық нүктелері; L – сұйық фаза; A– аустенит; Ф – феррит; Ц – цементит (бастапқы Ц₁, екінші ретті Ц₂және үшінші ретті Ц₃); П – перлит; Л – ледебурит; АВ – ферритті ликвидус; ВС– аустенитті ликвидус; CD – цементитті ликвидус; АН – ферритті солидус; JE – аустенитті солидус; DF – цементитті солидус; HJB – перитектикалықтепе-теңдік; ECF – эвтектикалық-тепе-теңдік; PSK – эвтектоидтітепе-теңдік; HN – Ф о А тепе-теңдік; JN – А о Ф+А тепе-теңдік; GS – А о А+Ф тепе-теңдік; GP –Ф о Ф+А тепе-теңдік; ES –аустенит сольвусы; FK –цементит сольвусы; PQ– феррит сольвусы

Темір көміртекті қорытпаларды қалып диаграмасына сәйкес жіктейді (2.2, а сур. қара). Темір – көміртек екі компонентті қорытпалар үшін жіктеуді көміртектің құрамы бойынша орындайды.

Құрамында 0,03 % С дейін қорытпаларды техникалық темір деп атайды. **Техникалық темір** құрылымының ерекшелігі, оның құрамында не эвтектикалық, не эвтектоидтық темірлер жоқ. Әдетте мұндай құрылым үшінші цементиттің кішігірім мөлшерде ұсақ қосындыларын қосумен ферритті түйіршіктерден тұрады.

Көміртектің құрамына байланысты темір көміртекті қорытпалар болат және шойынға бөлінеді.

Құрамында 0,03...2,14%С қорытпалардың ерекшелігі құрылымында перлиттің, яғни феррит және цементиттің эвтектоидты қоспаның бары болып табылады. Мұндай қорытпаларды болат деп атайды, яғни болат - 2,14 % артпайтын құрамында көміртек бар темір-көміртекті қорытпа.

2.1.кесте.Темір-көміртек диаграмманың координат нүктелері

Диаграмма нүктесі	Температура, °С	Көміртектің құрамы, мас. %	Диаграмма нүктесі	Температура, °С	Көміртектің құрамы, мас. %	Диаграмма нүктесі	Температура, °С	Көміртектің құрамы, мас. %
A	1539	0	E	1 147	2,14	P	727	0,03
B	1499	0,5	C	1 147	4,3	S	727	0,8
H	1499	0,1	F	1 147	6,3	K	727	6,67
J	1499	0,16	D	1 250	6,67	Q	600*	0,01
N	1 392	0	G	911	0	O	600*	6,67

* Бұл температуралар диаграмманың тораптың нүктелері болып табылмайды және тек қана сольвустардың тиісті сызықтары бойынша ерітінді құрауыштардың өзгеруін бағалау үшін келтірілген.

Құрамында 0,8 % кезінде болаттың С құрылымы тек қана перлиттің түйіршіктерінен құралады және сондықтан **эвтектоидті деп аталады.**

Құрамында 0,8 % С кем эвтектотқа дейінгі болаттардың құрылымы, феррит (ақшыл түйіршіктер) және перлиттен (аса қара қоңыр түйіршіктерден) құралады.

Құрамында 0,8 % С артық эвтектоидтан кейінгі болаттардың құрылымында перлит және екінші ретті цементит бар, сонымен қатар соңғысы әдетте перлит түйіршіктерінің шекаралары бойынша ақшыл тор түрінде .

Құрамында көміртек 2,14% артықтемірдің көміртекпен қорытпасы шойындар деп аталады. Құрамында 4,3 % С кем шойындар, эвтектикаға дейін деп аталады; құрамында 4,3 %С шойындар,— **эвтектикалық, ал құрамында**4,3 %С артық шойындар эвтектикадан кейін деп аталады.

Темір – көміртек қорытпаларының бастапқы кристалдануы 2.2, а суретіндегі тиісті *ABCD* (ликвидус сызығы) сызықтарына жеткеннен кейін басталады және *АНJECF* (солидус сызығын) түзетін температураларда аяқталады.

AB сызығы бойынша қорытпалардың кристалдануы кезінде сұйық ерітіндіден α -темірде көміртектің қатты ерітіндінің кристалдары бөлінеді (5-ерітінді). Құрамында көміртектің до 0,1 % дейін қорытпалардың кристалдану үдерісі кезінде қатты $\alpha(5)$ -ерітіндіні түзумен *АН* сызығы бойынша аяқталады. *HJB* сызығында перитектикалық өзгеру өтеді, оның нәтижесінде α -темірде көміртектің қатты ерітіндісі, яғни аустенит түзіледі. Болаттардың бастапқы кристалдану үдерісі *АНJE* сызығы бойынша аяқталады.

BC сызықтарына сәйкес келетін температуралар кезінде сұйық ерітіндіден аустенит кристалданады.

Құрамында 4,3...6,67 % көміртегі бар қорытпаларда, *CD* сызықтарына сәйкес келетін температураларда бастапқы цементиттің, яғни қорытпаның сұйық фазасынан кристалданатын цементиттен кристалдар бөліне бастайды.

1 147 °С температурада және 4,3 % сұйық ерітіндідегі көміртектің шоғырлануы кезінде С нүктесінде ледебурит түрінде эвтектика түзіледі. Шойындардың бастапқы кристалдану үдерісі ледебуриттің түзілуімен *ECF*сызығы бойынша аяқталады.

Осылайша, 1 147 °С сәл төмен температурада топтар мына құрылымдарға ие: эвтектикалыққа дейін – аустенит + ледебурит, эвтектикалық – ледебурит, эвтектикадан кейін – цементит (бастапқы) + ледебурит.

Қорытпаның қатты күйінде болатын өзгерістер екінші ретті кристалдану деп аталады. Олар γ -темірдің α -темірге салқындау кезінде ауысумен және аустениттің ыдырауымен байланысты.

2.2, а суретіндегі *GS* сызығы аустениттің ферритке ауыса бастаудың температурасына сәйкес келеді. Төменде *GS* сызықтарының қорытпалары феррит және аустениттен құралады.

*ES*сызығы температураның төмендеуімен аустенитте көміртектің

ерітінділенуінің кемуі салдарынан цементтің аустениттен бөліне басталу температурасын көрсетеді. Аустениттен бөлінетін цементит екінші ретті цементит деп аталады.

727 °C температурада және 0,8 % аустениттегі көміртектің шоғырлануында S нүктесінде феррит және цементиттен, яғни перлиттен құралатын эвтектоидты қоспа түзіледі. Перлит аустениттен феррит және цементит бөлшектерінің бір уақытта түсіп қалу нәтижесінде алынады.

2.2., а суретінде көрсетілген P нүктесі, 0,02 % құрайтын, 727 °C температура кезінде а-темірдегі көміртектің барынша ерітінділенуіне сәйкес келеді.

PO сызығы үшінші ретті цементит аталатын, цементитті салқындату және бөліну кезінде ферриттегі көміртектің ерітінділенуінің кемуін анықтайды.

Демек, құрамында 0,006% көміртегі бар қорытпалар (**Онүктесі**) бір фазалы болып табылады және таза феррит құрылымына ие, ал құрамында 0,006-дан 0,020 % дейін көміртегі бар қорытпалар феррит және үшінші ретті цементиттен құралады және техникалық темір деп аталады.

727 °C төмен температура кезінде эвтектотқа дейін болаттар феррит+перлит, эвтектоидты – перлит, эвтектоттан кейінгі – түйіршік шиектері бойынша тор түрінде перлит+цементит (екінші ретті) құрылымына ие.

1 147...727 °C температура аралығында эвтектикалыққа дейін шойындарда салқындатқан кезде аустениттен екінші ретті цементит, көміртектің ерітінділенуі (**SEсызығы**) кему салдарынан аустенит бөлінеді, 0,8 % (S нүктесі) дейін көміртекпен азайған, пердитке өзгереді.

Сонымен қатар құрылымдық еркін аустенит, ледебуритке кіретін аустенит өзгеріске ұшырайды, яғни аустенитті ледебуриттің перлитті ледебуритке өзгеруі болады. Осылайша, әбден салқындаудан кейін эвтектикалық шойындардың құрылымы екінші ретті цементит, перлит және перлитті ледебуриттен құралады.

727 °C төмен температура кезінде эвтектикалықтан кейінгі шойындардың құралымы перлитті ледебурит және бастапқы цементиттен құралады. Шойындардың құрамындағы көміртек байланған күйде – цементит түрінде ғана емес, сонымен қатар еркін күйде – графит түрінде бола алады.

Шойын құрамында графит сұйық ерітіндіден бөліну кезінде немесе цементиттің ыдырауы нәтижесінде түзілуі мүмкін.

Шойын құрамында графиттің түзілу үдерісі графиттенуі деп аталады. Сұйық ерітіндіден графиттің бөлінуі тым салқындау

дәрежесі 5°C-тан аспағанда, өте баяу салқындату кезінде ғана мүмкін. Жылдам салқындату жартылай немесе толығымен графитталу үдерісін басады және цементиттің түзілуіне әрекет етеді.

Ұзақ қыздыру және жоғары температурада цементит графит және аустенитке ыдырайды.

2.2. ШОЙЫН

Шойын 2,1% С кем құрайтын, темірдің көміртеппен көп компонентті қорытпасын ұсынады. Көміртектен басқа шойын құрамында әдетте 4 % дейін Si, 2 % дейін Mn, 0,3 % дейін P, 0,25 % дейін S, сондай-ақ 0,1% Cr, Ni немесе Cu бар.

Көміртектің күйіне байланысты қорытпада келесі шойындар ажыратылады:

- ақ;
- сұр;
- соғылмалы;
- беріктігі жоғары.

Ақ шойында барлық көміртек темір-цементиттің химиялық қосылысы түрінде болады (Fe_3C). Цементиттің қаттылығы жоғары(800 HB) және сыңғыш, сондықтан механикалық өңдеуге күрделі беріледі. Осының салдарынан ақ шойындар құрылымдық материалдар ретінде шектеулі қолданылады, негізінде соғылмалы шойындарды алу үшін қызмет етеді. Ақ шойынды ұзақ күйдіру кезінде құрамындағы цементит ыдырайды және көміртек еркін күйге ауысады.

Құрамында пластиналық графиттің қосындылары салдарынан сыңған жерінде күміс түсті келетін сұр шойындар құю өндірісінде кеңінен қолданылады. Олар ГОСТ 1412 – 85 сәйкес шығарылады. Пластиналық графиті бар сұр шойынның беріктігі созу кезінде 120...440 Мпа құрайды, ал қаттылығы – 140.290 HB. Сұр шойындар құрылымының негізі құрамы мен салқындату жағдайларына байланысты перлитті, перлитті-феритті және ферритті болуы мүмкін.

Шойын құрамында еркін графиттің болуы (50 % С дейін) оның қасиеттерін анықтайды. Графит қосындылары мөлшері мен өлшемдерінің ұлғаюы және оларды тарату әркелкілігі шойынның беріктігін кемітеді. Сонымен бірге еркін графит шойынға тозуға төзімділікті, жоғары құю қасиеттерін, кескіш құрал-сайманмен жақсы өндеуді және айныма таңбалы жүктемеге

2.2. кесте. Сұр құю шойынды пластиналық графитпен қолдану мүмкіндігі

Шойынның маркасы	Қолданылу саласы
Ферритті шойын	
СЧ10	Жауапкершілігі төмен өнімдер үшін қабырғаларының қалыңдығы 15 мм дейін құймалар (корпустар, қақпақтар, қаптамалар және т.б.)
СЧ15, СЧ18	Жауапкершілігі төмен өнімдер үшін қабырғаларының қалыңдығы 10...30 мм дейін құймалар (құбырлар, клапандардың корпустары, бұрандалар, 20 МПа (200кгс/см ²) қысымға дейін есептелген, және жоғары қысымда жұмыс істеуге арналған басқа өнімдер)
Перлитті-ферриттішойын	
СЧ20	Жауапты өнімдер үшін қабырғаларының қалыңдығы 10 . 20 мм дейін құймалар (тегершік, тісті доңғалақтар, тұғыр, суппорттар және басқалары)
СЧ24	Жауапты өнімдер үшін қабырғаларының қалыңдығы 30 мм дейін құймалар(цилиндрлердің блоктары, поршеньдер, тежеуіш барабандар, күймеше және басқалары)
Перлитті шойын	
СЧ30	Жауапты өнімдер үшін қабырғаларының қалыңдығы 30 мм дейін құймалар(темірқорампішіндер, поршеньдік сақиналаржәне басқалары)
СЧ35	Жауапты өнімдер үшін қабырғаларының қалыңдығы 40 мм дейін құймалар (поршеньдер, дизельдің гильзалары, жақтаулар, штамптар және басқалары)
СЧ40	Жауапты жоғары жүктелген өнімдер үшін қабырғаларының қалыңдығы 100 мм дейін құймалар (кіші иінді біліктер, бу қозғалтқыштарының бөлшектері және басқалары)
СЧ45	Неғұрлым жауапты жоғары жүктелген өнімдер үшін қабырғалары ауыр құймалар (ірі иінді біліктер, тісті доңғалақтарн, клапандар, жұдырықшалар және басқалары)

Ескерту. СЧ40 және СЧ45 шойын маркасының қарастырмайды. Осы маркалы шойындардың өнімдері тұтынушылардың тапсырыстары бойынша шығарылады. Жоғары төзімділікті береді. Осының барлығы сұр шойынды құрылымдық материал ретінде кеңінен қолдануын негіздейді.

ГОСТ 1412 – 85 белгіленген пластиналық графиті бар сұр құйма шойынның маркалары, созу кезінде беріктігінің шегімен анықталады:

Марка	СЧ10	СЧ15	СЧ18	СЧ20	
σ_B , МПа (кгс/мм ²)	100 (10)	150 (15)	180 (18)	200 (20)	
Марка	СЧ21	СЧ24	СЧ25	СЧ30	СЧ35
σ_B , МПа (кгс/мм ²)	210 (21)	240 (24)	250 (25)	300 (30)	350 (35)

Сұр құйма шойынды пластиналық графитпен қолдану мүмкіндігі 2.2. кестеде келтірілген.

Пластиналық графитті сұр құйма шойыннан жасалған өнімдерді термикалық өндеудің негізгі түрлері 2.3. кестеде келтірілген.

800...850°С температурада ұзақ қыздыру арқылы ақ шойыннан алынған шойынды қақталған деп атайды. Сұр шойынға қарағанда көміртек пластиналық графит түрінде емес, ұлпа графит түрінде болады. қақталған шойын сұр шойынға қарағанда аса жоғары беріктікке (300.630 МПа), созылымдылыққа және соққы тұтқырлыққа ие. Соғылмалы шойын қимасы бойынша бір текті қасиеттерге ие. Соғылмалы шойын құймаларында кернеу болмайды, оған жоғары механикалық қасиеттер тән, сондай-ақ ол жақсы өңделеді.

Механикалық қасиеттер және қақталған шойыннан құймаларды қолдану мүмкіндігі ГОСТ 1215 – 79** сәйкес 2.4. кестеде көрсетілген.

Термикалық өндеу режиміне байланысты соғылмалы шойынның негізі феритті немесе перлитті болуы мүмкін. Соғылмалы шойынның құрамындағы негізгі элементтер сыналар: 2,3.3% С; 0,9.16% Si; 0,3.1,2% Mn; 0,15% кем Р және S. Соғылмалы шойындардың негізгі сипаттамаларын ГОСТ 1215 – 79** анықтайды. Ферритті шойындар аса жоғары созылымдығымен ерекшеленеді, ал перлитті – жақсы тозу төзімділігін қамтамасыз етеді.

Өнеркәсіпте жоғары берік және қосындыланған шойындар кеңінен таралды. Жоғары берік шойында (ГОСТ 7293 – 85) көміртек шар тәрізді графит түрінде келеді. Осындай шойындардың құрамындағы негізгі элементтер мыналар: 38 %С; 2,9 % дейін Si; 0,9 % дейін Mn; 0,1 % дейін Сг; 0,02 % дейін S; 0,1 % дейін Р; 0,08 % дейін Mg. Шар тәрізді графиті бар шойындар сипаттамалары бойынша сұр шойындардан артық келеді, әсіресе тозу-, ыстық- және тот басу төзімділігімен.

ГОСТ 6558 – 84 сәйкес беріктігі жоғары шойыннан құйманың механикалық қасиеттері 2.5.кестеде келтірілген.

2.6. кестеде беріктігі жоғары шойыннан құймаларды термикалық өндеудің кейбір түрлері келтірілген.

2.3.кесте.Пластиналық графитті сұр құйма шойыннан жасалған өнімдерді термикалық өндеудің негізгі

Өндеудің түрі	Технологиялық режим				Өндеудің мақсаты
	Қыздыру тәсілі	Температура, °C-	Ұстау ұзақтығы, с	Салқындату тәсілі	
Ескіру, тозу	70... 100 °C/с жылдамдығымен	500...600	1... 8 (бөлшектердің салмағына байланысты) (бөлшектердің салмағына байланысты)	Пешпен, 20...50°C/ч жылдамдығымен t = 250 °C дейін, бұдан әрі – ауада	Кернеуді шешу, беріктігі мен тұтқырлықты арттыру, сызаттар мен шалыстанудың түзілуін алдын алу
Графиттаушы төмен температуралы қыздыру	Г = 550 °C дейін баяу	680...750	1... 4 (талап етілетін құрылымға байланысты)		Беріктігі мен қаттылығын төмендету, өнделімдігін жақсарту, созылымдығы мен тұтқырлығын арттыру
Графиттаушы жоғары температуралы қыздыру		850...950	0,5...5,0	Пешпен, 20...50°C/с жылдамдықпен	Қаттылықты төмендету, өнделімдікті жақсарту, созылымдылықты арттыру
Қалыптандыру		850...930	0,5...3,0	Ауада	Қаттылықты, тозу төзімділікті және беріктікті арттыру
Суару		850...930	0,5...3,0	Суда, майда	Беріктікті, қаттылықты (500 НВ дейін) және тозу төзімділікті арттыру
Отпуск	Баяулаған	250... 500	1...3,0	Ауада	Суару кернеулерін шешу,

2.4..кесте.Соғылған шойыннан құймалардың механикалық қасиеттері және қолдану мүмкіншілігі

Шойынның маркасы	σ_b , МПа (кгс/мм ²)	δ , %	Қаттылық НВ, артық емес	Қолданылу саласы
Ферритті шойын				Автомобилькұрылысы, ауыл шаруашылығы және тоқыма машинасауда қима уаданы 40 мм2аспайтынсаусақтар, тежегіш барабандар,
КЧ 30-6	294 (30)	6	163	
КЧ 33-8	323(33)	8		
КЧ 35-10	333(35)	10		
КЧ 37-12	362 (37)	12		
Перлитті-ферритті шойын				
КЧ45-7	441 (45)	7	202	
КЧ 50-3	490 (50)	5	230	
КЧ 55-4	539 (56)	4	241	
КЧ 60-3	588 (60)	3	269	
КЧ 65-3	637(65)			
КЧ 70-2	687 (70)	2	285	
КЧ 80-1,5	684 (80)	1,5	320	

2.5 .кесте.Беріктігі жоғары шойыннан құймалардың механикалық қасиеттері.

Шойынның маркасы	σ_b , МПа (кгс/мм2)	$\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²)	δ , %	НВ
	Кем емес			
ВЧ 38-17	380 (38)	240 (24)	17	о
ВЧ 42-12	420 (42)	280 (28)	12	140... 200
ВЧ 45-5	450 (45)	330 (33)	5	160... 220
ВЧ 50-7	500 (50)	350 (35)	7	171.241
ВЧ 50-2	50 (490)	350 (35)	2	180.200
ВЧ 60-2	600 (60)	400 (40)		200.280
ВЧ 70-2	700 (70)	450 (45)		229.300
ВЧ 80-2	800 (80)	490 (49)		250.330
ВЧ 100-2	1 000 (100)	700 (70)		270.360
ВЧ 120-2	1 200 (120)	900 (90)		302.380

2.6. кесте.Беріктігі жоғары шойыннан құймаларды термикалық өндеудің кейбір түрлері

Өндеудің түрлеру	Өндеудің режимі	Өндеудің мақсаты	Термикалық өндеуге ұшырайтын бөлшектер
Толық емес қыздыру	$t = 450...550^{\circ}\text{C}$ дейін баяу қыздыру, 2... 3 с бойы ұстау, пешпент= 200°C дейін салқындату, содан кейін ауада $t = 18^{\circ}\text{C}$ дейін	Беріктікті, соққы тұтқырлығын ұлғайтужәне ішкі кернеуді шешу	Күрделі пішінді құймалар (иінді біліктер, айқастырмалар, поршеньдер, жұмыс доңғалақтар және басқалары)
Толық қыздыру	$t = 900^{\circ}\text{C}$ дейін қыздыру, 2 с бойы ұстау, $t = 750^{\circ}\text{C}$ дейін, 2...5с дейін пешпен салқындату, $t = 680^{\circ}\text{C}$ дейін пешпен салқындату, содан кейін ауада	Қаттылықты кеміту, созылымдықты және соққы тұтқырлығын арттыру, кесумен өнімділікті жақсарту	ВЧ 40-10, ВЧ 45-5 маркалы және басқалардан шойын құймалары.
Қалыптандыру және жіберу	$t = 900... 950^{\circ}\text{C}$ дейін қыздыру, 2... 3 с бойы ұстау, ауада салқындату. Жіберген кезде $t = 550...600^{\circ}\text{C}$ дейін қыздыру пешпен салқындату	40% -ға беріктік шегін, қаттылықты және тозу төзімділікті арттыру	Абразивті тозу жағдайларында жұмыс істетін бөлшектер (тежегіш барабандар, илемген біліктер, ұнтақтауыштардың эксцентриктері және басқалары)
Суару	$t = 900^{\circ}\text{C}$ дейін қыздыру кейінгі жіберумен майда салқындату	Қаттылық пен тозу төзімділігін арттыру	Жоғары жүктелетін өнімдер (суару сызаттары түзілумен байланысты қолданылуы шектелген

2.7 2-кесте. Антифрикциялық шойынның кейбір маркаларының негізгі сипаттамалары және пайдалану мақсаттары

Шойынның маркасы	Графиттің пішіні	Қаттылық НВ	Рұқсат етілетін жұмыс қысымы, МПа (кгс/мм ²)	Сипаттамасы және мақсаты
АЧС-1	Пластиналық	180...241	500 (50)	Хром және мыспен қоспаланған перлитті шойын. Термикалық өңделген білікпен жұптасып жұмыс істейтін, сырғу мойынтіректерді дайындауға арналған
АЧС-5	»	180...290	2 000 (200)	Марганец және алюминиймен қоспаланған аустенитті шойын. Суарылған немесе қалыпты білікпен жұптасып аса жүктелген үйкеліс тораптарында жұмыс істейтін, сырғу мойынтіректерін дайындауға арналған.
АЧВ-1	Шар тәрізді	210...260	150 (15)	Перлитті шойын. Суарылған немесе қалыпты білікпен жұптасып үздіксіз майлау және жоғарлатылған шеңберлік жылдамдықпен үйкеліс тораптарында жұмыс істейтін сырғу мойынтіректерін дайындауға арналған.
АЧК-1	Ұлпа тәрізді	187...229	2 000 (200)	Мыспен қоспаланған перлитті шойын. Суарылған немесе қалыпты білікпен жұптасып жұмыс істеу үшін, сырғу мойынтіректерін дайындауға арналған

ГОСТ 1585 – 85 сәйкес құйма түріндегі а н т и ф р и к ц и ялық шойынқұрамында: көміртек – 2,6...3,8%; кремний – 0,5,2,6 % (жеке маркалары – 3,0...4,0 % дейін); марганец – 0,3,1,0 % (АЧС-5 – 0,15.0,40%); күкірт – 0,06.0,20%; никель – 0,2...0,4%; мыс – 0,3.0,7%; титан – 0,1 % дейін және магний – 0,03% кем емес бар. Соңғы төрт элемент шойынның қасиеттеріне маңызды әсер тигіздейді.

Антифрикциялық шойынның кейбір маркаларының негізгі сипаттамалары мен пайдаланатын мақсаттары 2.7 кестеде келтірілген.

Қоспалы шойындар ГОСТ 7769 – 82 сәйкес шығарылады.

Мына қоспаланған шойындарды ажыратады:

- ыстыққа төзімді хром;
- жемірілуге төзімді;
- тозуға төзімді және басқалары.

Жемірілуге төзімді шойындар хром, никель, кремний, магний, мыс және басқа элементтермен қоспаланады. Құрамында 10 %-ға дейін және артық Ni, Сг және Mn әрі басқа элементтермен қоспаланған шойындарда перлитті-карбит, бейнитті, мартенситті және аустенитті негіздер орын алады.

2.8 .кесте.Қосылынды ыстыққа берік, ысты- және жемірілуге төзімді шойындарды пайдалану қасиеттері мен қолдану мүмкіндігі

Шойынның маркасы	Пайдалану қасиеттері	Қолданылу саласы
ЧХ1	Үйкеліс және жемірілу жағдайларында ауа және сілті орталарында жоғары жемірілу төзімділігі	Домен пештерінің тоңазытқыш тақталары, агломерациялық машиналардың оттықтары, күкірт көміртек реторттар, газ турбиналық қозғалтқыштардың және компрессорлардың бөлшектері, темірқорамдар, оттықтар
ЧХ22, ЧХ28Д	Жоғары температура-ларда абразивті тозу мен қажалуға жоғары төзімділік	Көмір- және кен тарту жабдықтардың, елеуіштердің, топырақ-және бытыра ағынды бөлмешелердің бөлшектері, қалақшалар, қысқыштар, ендірмелер, диірмендерді футерлеу, болатты үздіксіз құю қондырғыларының бөлшектері
ЧХ22С	Жоғары қышқыл-, ыстық-төзімділік және жемірілуге төзімділік	Шоғырланған азот және фосфор қышқылдың әсеріне төзімді аппаратура

Қосылынды ыстыққа берік, ысты- және жемірілуге төзімді шойындарды(ГОСТ 7769 – 82**)пайдалану қасиеттері мен қолдану мүмкіндігі 2.8 кестеде келтіріледі.

Қазіргі кезде құрамында марганец, күкірт, фосфор, алюминий, бор, хром, титан, ванадийжәне басқа қоспалар төмендетілген ПВК-Н (сапасы жоғары шойын – модулярлы) маркалы шойындарды шығару игерілген. Жоғары таза темір кендерінің жоқтығы салдарынан модулярлы шойын өндірісі Ресейде күрделенген.

ГОСТ 22536.10 – 88 сәйкес ПВК-Н маркалы шойынның химиялық құрамы: көміртек – 3,5.4,5%; кремний, марганец және фосфора – 0,05 %-дан; хром – 0,04 %; титан және ванадий – 0,03%-дан; мыс – 0,02%; күкірт – 0,015%. Алюминий, бор, висмут, кобальт, молибден, күшән, никель, қалайы, қорғасын, сүрме, теллуржәне мырыштың жалпы салмақтық үлесі 0,03 %-дан артпайды.

Тозуға төзімді шойындардың құрамында 2,5...3,6% көміртек бар. Графит түзілуді алдын алу үшін кремнийдің құрамы 1 % артпауы тиіс. Құрылымда графиттің түзілуін басу үшін шойынға хромды енгізеді.

2.3. ШОЙЫН ӨНДІРІСІ

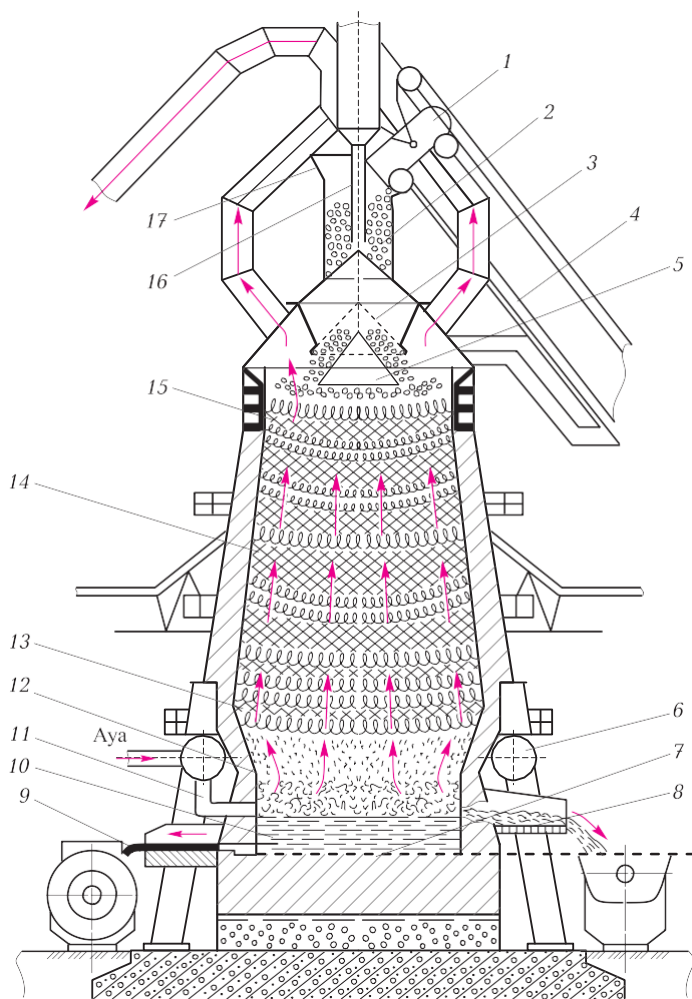
Домна пеші үздіксіз іс-әрекеттің металлургиялық агрегатын ұсынады. Қазіргі заманның шахта типті домна пешінің биіктігі 50 м дейін және пайдалы көлемі 2 000... 5 000 м³ (2.3 сур).

Домна пеші отқа төзімді кірпішпен төселген және металл қаптамамен сыртынан қапталған шахтадан 14 тұрады. Шахтаның бір бөлігі конус пішінді және буланудан 13 жоғары қарай және кемершіктен 12 төмен қарай жіңішкереді кемершіктен 12 түпке 7 дейін шахта цилиндр тәрізді пішінге ие. Бұл жерде сұйық шойын және кож жиналатын балқытпа көрік 10 бар. Түп 7 деңгейінде корпусқа шойынды шығару үшін еңіс науаша 9 жанасады, ал кемершіктің 12 деңгейінде - кожды шығару үшін науаша 8 жанасады.

Домна пештің төменгі бөлігінде, кемершіктердің деңгейінде жағы 11 камерасына ауаны беру үшін фурмалық қондырғылар 6 орналасады.

Домна пештің жоғарғы бөлігінде салғыш 15 және себетін аппарат 16 орналасқан олардың құрамына кіші 2 және үшкен 5 конустар мен күйғыш 17 кіреді.

Еңіс көпір бойынша 4 тиеу және жөнелту арақашықтарымен шихталық материалдардың мөлшерімен – кокс, аглометар, жентек және флюспен вагонша 1 көтеріледі себетін аппаратқа ретпен



2.3. сур. Домна пештің құрылысы:

1 — скиптік көтергі вагонша; 2 — кіші конус; 3 — конус; 4 — еңіс көпір; 5 — большой конус; 6 — фурмалық қондырғы; 7 — түбі; 8 — қожды шығаратын науаша; 9 — шойынды шығаратын науаша; 10 — балқытпа көрік; 11 — жанатын камера; 12 — кемершіктер; 13 — булатқыш; 14 — шахта; 15 — салғыш; 16 — себетін аппарат; 17 — құйғыш

тиеледі де, қабаттап пештің шахтасына келіп түседі.

Домна пешінің іс-әрекет қағидаты келесіде. Жоғарыдан себетін аппарат арқылы тұрақты шихта тиеледі. Төменде фурмалық қондырғылар арқылы 900...1 200°C температураға дейін қыздырылған

және оттегімен немесе табиғи газбен байытылған ауа беріледі. Бұл газдар кокстың жануын тудырады. Нәтижесінде көріктегі температура 1 900 °С дейін жоғарлайды және қысым артады. Қысымның әсерімен газдар жоғары жылжып келе жатқан шихтаға қарсы көтеріледі де оны қыздырады. Қыздыру және шихтаны құрғатуына қарай темір қалпына келеді. Әрі қарай температура көтерілген сайын темір оксидтері және шихтаның басқа құрауыштары кеуекті темір аталатын түзілуімен неғұрлым қарқын қалпына келеді.

Темірдің қалпына келуімен бірге бір уақытта темір кен агломератың құрамындағы химиялық элементтердің қалпына келеді: марганец, кремний, күкірт және фосфор. Осы элементтердің жартысы қожды түзеді, ал екінші бөлігі – толығымен темірде еридіде шойын құрамына кіреді. Қалпына келген кеуекті темірді балқыту, қызған кокс қабаты арқылы өтіп, көміртектендіріледі, сондай-ақ қож қабаты арқылы өтіп марганец, крений, күкірт және фосформен байытылады.

Домна пешінің кемершігінде сұйық шойынның жиналуына, ал оның бетінде – қождың жиналуына қарай шығару және құюды өткізеді: алдымен науаша арқылы 8 шлакты шлак тасушыларға құйып шығарады, содан кейін науаша 9 арқылы шойынды теміржол платформаларына орнатылған шойын тасығыштарға береді. Қолданбалы шойынды балқытылған күйінде миксерге (сұйық шойын қоймасы) тасымалдайды, ал балқытылған тауар шойынды кесектер алу үшін құймақалыптарға құяды.

Сұйық қожды үйділерге тасиды немесе кейінгі қож блоктарының өндірісі, жолға төсеніс салу және басқа мақсаттар үшін түйіршіктейді. Түйіршіктеу сұйық қожды ағынды су астында құюда, оның әсерімен ұсақ қатты және өте берік шар тәрізді түйіршіктер түзіледі.

Сұйық қолданбалы шойынды мартен немесе оттегі-конвертерлі цехтарға болатқа қайта өңдеу үшін береді.

Құйма және жартылай қолданбалы шойынды сұйық түрінде құйма машиналарына береді, мұнда құймақалыптарда салмағы 45 кг кесекті құйма шойын алады.

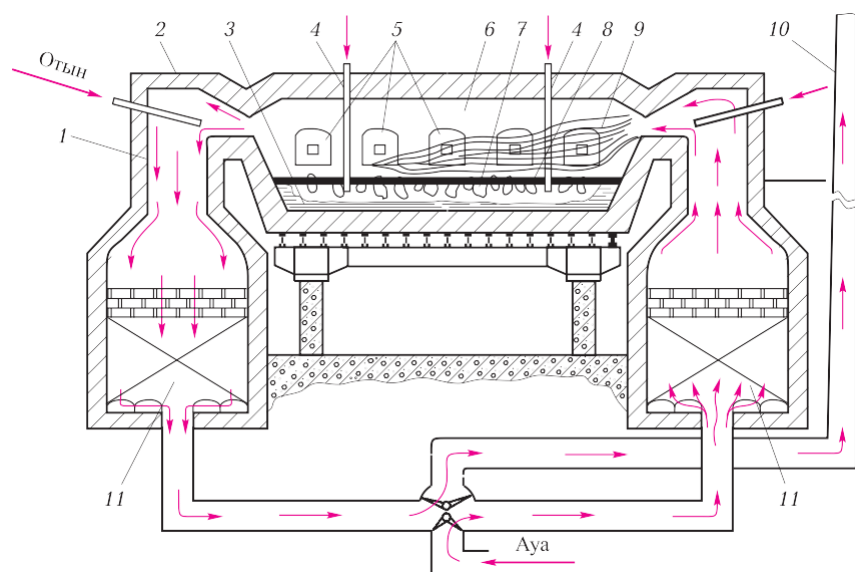
Бұдан әрі құйма шойынның кесектері машина жасау зауыттарында әртүрлі құймалардың өндірісі үшін қолданылады, ал қолданбалы шойын кесектерін шойын және соққы шойын өндірісі үшін мартен және электр болат құйма цехтарына жөнелтеді.

2.4. БОЛАТ ӨНДІРІСІНІҢ ТӘСІЛДЕРІ

Мартен пештерінде болат өндірісі. Мартен балқытпасы көміртекті құрылымдық және аспаптық болат өндірісінің негізгі тәсілдерінің бірі болып табылады.

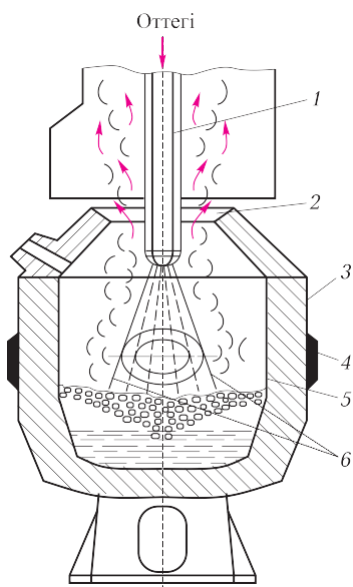
Мартен пеші (2.4 сур.) 900 т дейін болат сыйатын металлургиялық агрегатты ұсынады. Пештің алдыңғы қабырғасында 6 шихтаны беретін тиегіш терезелер 5 бар, артқы қабырғасында – дайын болатты шығару үшін саңылау бар. Пештің ішкі беті отқа төзімді кірпішпен футерленген. Пештің жан-жағы, оның бастиектерінде 2, газтәрізді, сұйық немесе шаң тәрізді отынды беретін форсункалар орналасады. Пайдаланған газда ауа қыздырғыштардың қондырмалары 11 және түтін құбыры 10 арқылы шығарылады.

Мартен пешінде болатты балқыту үдерісі келесі түрде жүзеге асырылады. Тиегіш терезелер арқылы бір жерге жинаушы манина көмегімен пешке болат сынығынан, сұйық немесе шойын, темір кенінен және әктастан тұратын шихтаны 7 береді. Шихтаны



2.4.сур. Мартенов пешінің сызбасы:

1-регенератор; 2 пештің басы; 3-бұл; 4 - оттегімен немесе оттегімен байытылған ауаны жеткізу үшін құбырлар; 5 - жүктеу терезелері; 6 - пештің алдыңғы қабырғасы; 7 - зарядтау; 8 - жұмыс істейтін балқыту алаңы; 9 - жалын; 10 - түтін мұржасы; 11 - ауа жылытқышы



2.5.сур.Оттегі конвертердың сұлбасы:

1 —фурма; 2 —мойын; 3 —алмұрт тәрізді ыдыс;
4 — цапфа; 5 — отқа төзімді кірпіш; 6 — оттегі
ағыны

терезелердің деңгейіне дейін тиейді. Жұмыс кеңістігін жылыту және шихтаны балқыту отын жану кезінде түзілетін және пайдаланған газдардың жылуымен регенераторда 1 қыздырылған ауамен қолданатын жалынмен 9 өндіріледі.

Шихтаның балку үдерісінде шихтаның үстінде жиналатын және жиналуына қарай қож тостағандарына шығарылатын қождың түзілуімен шойын құрамындағы (көміртек, марганец, кремний, күкірт және

фосфор) қоспалар қышқылданады. Отының үлкен шығысы кезінде шихтаны балқыту баяу жүреді. Тотығу үдерісін жылдамдату үшін ваннаны тазартылған оттегімен немесе ауамен, байытылған оттегімен үрлейді.

Ваннадан тұрақты түрде олардың химиялық құрамын анықтау үшін металл және қождың сынамаларын сұрыптайды, бұл балқыту барысы туралы талдау жасауға мүмкіндік береді. Балқытпаға берілетін оттегі көпіршіктер түрінде бөлінетін оксидтті түзіп металдың көміртегімен өзара әрекет етеді. Сонымен бірге ванна қайнап тұрады, металл көміртексізденеді, оның температурасы жөнделеді, газдар, күкірт және фосфор жойылады. Көміртектің және басқа химиялық элементтердің құрамы стандартпен берілген құрамға сәйкес келгенде қайнату токтатылады.

Балқытпадан темірдің FeO шала тотығын жою мақсатында ваннаға ашытқышты беру арқылы болатты қышқылсыздандырады. Эксперсс-талдауды өткізгеннен кейін балқыған болатты таратқыш шөмішке артқы қабырғадағы саңылау арқылы пештен шығарады, одан оны металл құйма қалыптарға құяды, әрі кейінгі илемдеу үшін кесектер алады немесе үздіксіз құю қондырғысына береді.

Мартен пештерінде қосындыланған болатты өндірген кезде балқыту температурасы төмен қосынды қоспалар (марганец, хром, никель, титан және басқалары) болатты қышқылдандырғаннан кейін, яғни оны пештен шығарудың алдында балқытпаға кіреді.

Біздің елде қостабанды мартен пештерін қолданады, олар пайдаланған газдың жылуын толық пайдаланудың арқасында отынды үнемдеуге мүмкіндік береді. Мартен пешінің өнімділігі тәуелсіз берілетін 1 м^2 ауданнан шешілетін болаттың мөлшерімен бағаланады.

Бұл көрсеткіш отандық металлургияда орташа шамамен 10 т/м^2 құрайды.

Оттегі конвертерларында болаттың өндірісі. Болат өндірісінің тағы да бір кеңінен қолданылатын тәсілі конвертерлық балқыту болып табылады.

Оттегі конвертері (2.5 сур.) 350 т. дейін сұйы қорытпа сыятын алмұрт тәрізді ыдысты 3 ұсынады.

Конвертердің орташа бөлігінде белдемелік болат сақинада шихтаны тиеуге және болатты шығаруға арналған конвертерды 360° бұрышқа бұруға болатын екі цапфа құрастырылған. Шихта ретінде сұйық қолданбалы шойынды, болат сынықты, темір кенді, әктасты, боксит және балқытпа шпатты қолданады.

Конвертерде балқыту технологиясы мына операциялардан тұрады:

- конвертерді көлденең қалыпқа келтіреді, металл қалдығын жүктейді және сұйық қолданбалы шойынды құяды;
- конвертерді тік қалыпта орналастырады 1 фурма арқылы беріп, оттегімен үрлейді;
- үрлеуді бастаумен бірге қожтүзуші материалдарды (әктас, темір кені, боксит) тиейді. Сонымен қатар шойынды оттегімен үрлеу барысында қож түзе оытырп темір, кремний, марганец және көміртектің тотығуы болады, олармен бірге балқытылған металдан зиянды элементтер – күкірт және фосфор жойылады;
- болат құрамында көміртек және басқа элементтер стандарттың талаптарына сәйкес келгенде оттегімен үрлеуді аяқтайды. Болаттың химиялық құрамын бақылау заманауи конвертерлерде балқыту барысында ЭЕМ қолданумен жүзеге асырылады;
- үрлеуді тоқтатқаннан кейін конвертерді бұрады және дайын болатты таратқыш шөмішке шығарады.

Шөміштен болатты бұдан әрі илемдеу өндірісінде қолданылатын кесектер алу үшін металл құйма қалыптарға құяды немесе балқыған күйінде үздіксіз құю қондырғысына береді.

Конвертерларда балқу ұзақтығы 25...30 мин құрайды. 300 т болат сыйымдылық конвертерлардың өнімділігі 500 т/с жетеді.

Доғалық электр пештеріндегі болат өндірісі. Электр балқытпа пештері – бұл шихтаның балқуы электр доғаның қуатымен немесе индукциялық токпен өндірілетін металлургиялық агрегат.

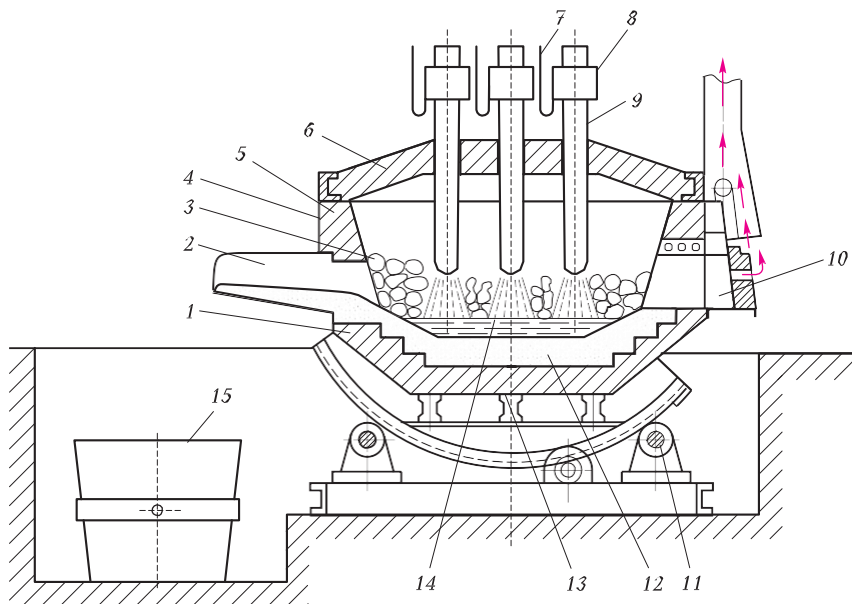
Доғалық электр пеші (2.6 сур.) 400 т дейін сыйымдылығымен

сыртынан болат пісірілген қаптамамен 4 жабылған, ал ішінен отқа төзімді кірпішпен 1 қапталған ыдыстан 13 тұрады. Балқытпа кеңістігі 14 табандықпен 12, қабырғалармен 5 және күмбезбен 6 шектелген.

Пештің қабырғаларында балқыту барысын басқару үшін терезе және болатты шығаратын науаша 2 бар, ал пештің күмбездінде - көмір электродтардың 9 өзегін орнату үшін терезелер бар. Механизмнің 11 көмегімен пешті тиегіш терезе немесе науаша бағытында енкейтуге болады.

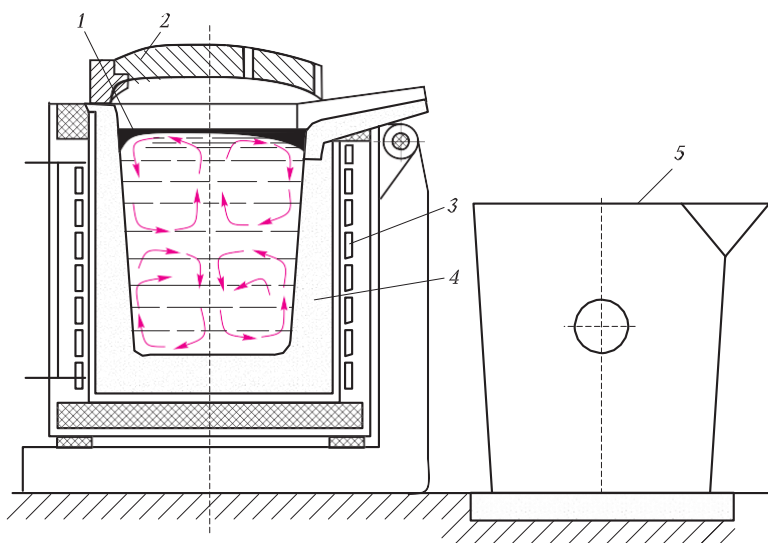
Доғалық электр пештерде жауапты өнімдерді дайындау үшін арналған, жоғары қосынды болаттарды және кез келген химиялық құрамды қорытпаларды балқытады. Шихта құрамына қосындылары бар қосынды болаттар және қосындысыз көміртекті болаттардың қалдықтары енгізілуі мүмкін. Шихта пештің ашық күмбезі кезінде тиеледі. Пештегі жылу көзі көмір электродтары және шихта арасында туындайтын электр доға болып табылады.

Басқа агрегаттардағыдай доғалық электр пештердегі балқыту технологиясы мына операциялардан тұрады: тиеу, шихтаны



2.6.сур.Доғалық электр пештің сұлбасы:

1 —отқа төзімді кірпіш; 2 —науаша; 3 —шихта; 4 —болат қаптама; 5 —қабырға; 6 — күмбез; 7 — иілгіш кабель; 8 — электрод ұстағыш; 9 — көмір электрод; 10 — жұмыс терезесі; 11 — еңіс механизмі; 12 — табан; 13 — ыдыс; 14 — балқытпа кеңістік; 15 — таратқыш шөміш



2.7.сүр. Индукциялық электр пештің сұлбасы:

1 —балқытылатын металл; 2 —алынбалы күмбез; 3 —сумен салқындайтын индуктор; 4 — отбақыр; 5 — таратушы шөміш

балқыту, балқыма элементтерінің тотығуы, темірді, марганецті және көміртекті қалпына келтіру, күкіртті жою және химиялық құрамды берілген параметрлерге дейін жеткізу.

Балқыту үдерісінде болат бірнеше рет ашытылады. Талап етілген химиялық құрамға жеткен кезде болатқа соңғы ашытқыштарды енгізеді — алюминий және марганец. Содан кейін болатты таратқыш шөмішке шығарады да құймақалыптарға құяды немесе үздіксіз құю қондырғысына береді.

Электр пештердің техникалық-экономикалық көрсеткіштері олардың сыйымдылығына байланысты, графит электродтардың шығысымен (6...9 кг/т) және 1 т болатты өндіруге электр қуаттың шығынымен сипатталады. Пештің сыйымдылы ұлғайтылғанмен электр қуаттың шығысы кемиді.

Индукциялық электр пештерде болаттың өндірісі.

Индукциялық пеш (2.7 сүр.) суды салқындататын индуктордың 3 ішінде орналасқан отбақырдан 4 тұрады, ол арқылы бір фазалы жиілігі жоғары ауыспалы ток өтеді. Ток металды жоғары температураға дейін қыздыратын мықты құйынды токтарды таратып, магниттік ағынды тудырады. Отбақыр отқа төзімді материалдардан дайындалған. Пештің сыйымдылығы 25 т. жетеді.

Индукциялық пештер электр доғалық пештермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие:

- электр доғаның болмауы құрамында көміртегі төмен жоғары сапалы болаттар мен қорытпаларды балқытуға мүмкіндік береді;
- отбақырда туындайтын құйынды токтар, балқытпаның араласуына және болаттың химиялық құрамының тегістелуіне әрекет;
- кез келген қысымды, оның ішінде вакуумды жасауға мүмкіндік.

Вакуумдық балқыту құрамында газ төмен және бейметалл қосынды болатты шығаруға, сондай-ақ инертті газ қысымымен болатты құюға мүмкіндік береді, бұл кесектердің тығыздығын елеулі арттырады.

2.5. ЖОҒАРЫ ҚОСЫНДЫ БОЛАТТАРДЫ БАЛҚЫТУДЫҢ АРНАЙЫ ТӘСІЛДЕРІ

Вакуумдық-доғалық қайта балқытумен болат өндірісі. Ерекше жоғары сапалы болатты алу үшін вакуумдық-доғалық балқыту қолданылады.

Вакуумдық-доғалық қайта балқытуды орнату сұлбасы 2.8 суретте келтірілген. Оның іс-әрекет қағидаты мынада.

Қайта балқытатын материал (жоғары сапалы қосынды болат немесе арнайы қосынды қорытпа) вакуумдық пештің 1 штокты берушімен 2 қосады. Пештің түбіне бір мезгілде катод болып табылатын, затравка 8 орнатылады, оған ток көзінің теріс шығысын қосады. Содан кейін вакуум сорғы көмегімен пештен ауаны тартып шығарады және анодқа ток көзінің оң шығысын қосады.

Электродтардың арасында электрондар қозғалады (катодтан анодқа), нәтижесінде метал балқиды және тамшылап төмен ағады. Сұйық металдың жиналуы және ваннаның қатуына қарай пештің түбі төмен түседі.

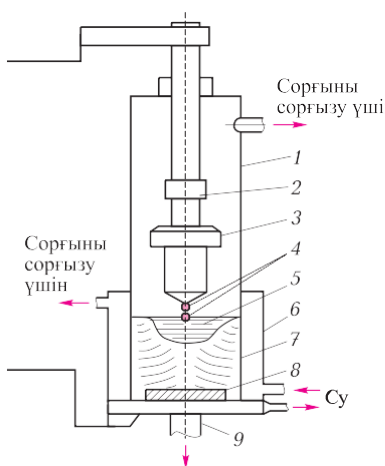
Құйма қалыптың корпусы бәрқашан салқын сумен салқындалатылып отырады. Әртүрлі химиялық элементтердің тотығуы кезіндегі газдар, қысым жоғарлаған кезде вакуум-сорғы көмегімен жойылады.

Салмағы 50 т дейін алынатын кесектерде газдар, бейметалл қосындылар, шөгіндік қаяулар және басқа ақаулар болмайды. Сонымен қатар, бұл кесектер химиялық құрамы және құрылымы бойынша бір текті.

Вакуумда балқыту сондай-ақ индукциялық электр пештерде де жүзеге асырылады.

Сурет. 2.8. Вакуумды доғалық қондырғыны орнату схемасы:

1-пеш; 2-штаттық шыбық; 3-электрод-анод (анод); 4 - сұйық металдан жасалған тамшылар; 5-сұйық металдан; 6 - фабрика; 7 - құймақ; 8 - астау (катод); 9 - созылмалы таяқша



Электрқожбен қайта балқытумен болат өндірісі. Электрқожбен қайта балқыту (ЭҚБ) шығындалатын электродты химиялық белсенді сұйық электр өткізгіш қожда балқытуға негізделеді. Бұл әдістің ерекшелігі электродты балқыту үшін сұйық қож арқылы электр ток өткен кезде одан бөлінетін жылуды қолдануда. Электродтың шетжақтарынан ағатын металл тамшылары, химиялық белсенді қож қабаты арқылы өтіп, зиянды қоспалардан және бейметалл қосындылардан тазарады.

ЭҚБ кезінде сұйық металл қалыптың материалымен өзара әрекет етпейді.

Электрқожды қайта балқытуды орнатудың сұлбасы 2.9 суретте келтірілген. Сұйық қож ваннасы металды тотығудан сенімді қорғайды. Алынатық кесектердің беті жеткілікті тегіс және жылтыр. Металды балқыту және кристалдау бір уақытта сумен салқындататын кристаллизаторда өтеді. Ерекше жоғары дәрежедегі таза кесектер ең кең номенклатуралы болат және қорытпалардан дайындалады. Өздерінің физикалық-химиялық қасиеттері бойынша шыңдалғандардан кем түспейді.

Алынатын ЭБҚ болат жылу және атомдық электр стансалардың тиекті арматураның корпусын, цемент пештердің бандаждарын, иінтірек біліктерді, жоғары қысымды ыдыстарды, штампты текшелерді, кескіш аспаптардың дайындамаларын, сондай-ақ кез келген өлшемді және конфигурациялы қуыс дайындамалар өндірісінде қолданылады.

Болат өндірісінің басқа тәсілдері. Электрқож құймада (ЭҚК) қымбат тұратын мыс кристаллизаторларды және шығындалатын

электродтарды қолдану экномикалық тұрғыдан жөнсіз. Сонымен қатар, шығындалатын электродтардың конфигурациясына жеткілікті жоғары талаптар қояды, бұл ЭҚҚ-ны тозған немесе пайдаланған бөлшектерді тура қайта балқыту үшін қолдануды шектейді. Бұл кемшіліктерді ЭҚҚ-ның металлургиялық өндірісін екі кезеңге бөліп жоюға болады: электрқож қайта балқытумен отбақыр пеште сұйық металды алу және балқыту үдерісінде қолданылған қожбен бірге металл салқындатылмайтын қалыпқа құю.

Осы идеяны іске асыру екі жаңа технологиялық үдерісті әзірлеуге мүмкіндік берді: центрден тепкіш электрқождық құйма (ЦЭҚҚ) және электрқождық темірқорам (ЭТҚ) құйма.

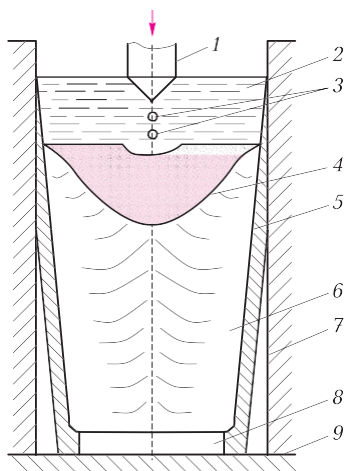
Дәстүрлі өндіріс сұлбаны қолданған кезде қымбат тұратын және қосынды аспапты немесе құрылымдық болаттан (мысалы, 5ХНМ, Х12Ф1, Р18, 40Х2НМА маркалар және басқалары) тозғанжәне пайдалануда болған аспап қалдыққа жіберіледі және ашық болат балқытатын пештерде қара металл сынықтарымен бірге балқытылады. Сонымен бірге материал практикалық тұрғыда құнсызданады, себебі құрамындағы қосынды элементтер жанып кетеді және металды қайтадан қосындылауға тура келеді.

Электрқож отбақыр пеште қайта балқынтақ кезде қайта балқытылатын материалдың химиялық құрамы өзгермейді.

Себебі ЦЭҚҚ және ЭТҚ арқылы алынатын құймалардың конфигурациясы дайын бөлшектің конфигурациясына жақын, олардың қажетті механикалық өңдеу көлемі кішігірім.

Электрқож технологиясы тапшы болаттардың қалдықтарынан штаптардың және аспаптың дайындамаларын алуға мүмкіндік береді.

Көрсетілген сапасы жоғары және ерекше сапасы жоғары болаттардың өндіріс тәсілдерінен басқа вольфрам және молибден қорытпаларды алуға мүмкіндік беретін, электрондық сәулелі қайта балқытуды (ЭСҚБ) және плазмалық-доғалық қайта балқытуды (ПДҚБ) қолданылады.



2.9.сур.Электрқож қайта балқытуды орнату сұлбасы:

1 —шығындалатын электрод; 2 —сұйық қож ваннасы; 3 — электрод металдың тамшылары; 4 — сұйық металл ваннасы; 5 — қож гарнисажы; 6 — кесек; 7 — кристалдаудың қабырғасы; 8 — затравка; 9 —түпқойма

Кеннен болаттың тура өндірісінің жаңа тәсілдерінен тәжірибеде кен массасының қайнап тұрған қабатында темірді қалпына келтіруді, капсулаларда кеуекті темірді алу және кен-көмір-флюс жентектерді металдандыруды қолдануды тапты.

Келесі материалдардың реттік қайта өндеуін қамтамасыз ететін, технологиялық үдерістер әзірленді: кен – құрамында темірі жоғары концентрат – металданған жентектер – болат.

2.6. БОЛАТТЫ ҚҰЮ ТӘСІЛДЕРІ

Болат құятын агрегаттардан балқытылған болатты таратқыш шөміштерге шығарады, олардан құйыма қалыптарға құяды. Тәжірибеде құймақалыптарға болатты құюдың екі тәсілін қолданады: сифондық және үстінен құю. Сифондық тәсілмен ұсақ құймаларды алу үшін болатты құяды (салмағы 1 ...20 т), ал ірі құймалар өндірісінде (салмағы 20.100 т және одан көп) жоғарыдан құюды жүзеге асырады.

Құймалыптарға болатты үстінен сифондық құю сұлбасы 2.10 сур. көрсетілген.

Болатты сифондық құю және үстінен құю кезінде құйма бір текті құрылымды болады: шөгіндік қаяулар үстінгі бастиек бөлігінде, ал ұсақ қаяулар (кеуектер) бірнеше төмен бөлігінде орналасады.

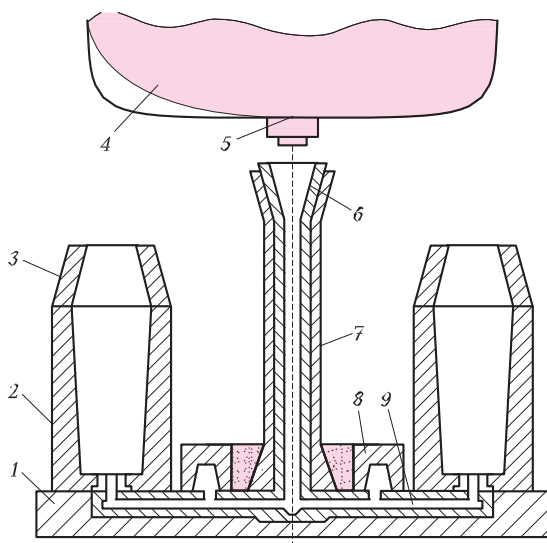
Құйманың көлденең қимасында оның батиек бөлігінің астында болаттың макроқұрылысы сондай-ақ бір тексіз: шөгулік қаяулар мұнда байқалмайды, алайда құрылымдары әртүрлі бірнеше аймақтар бар (2.11 сур).

Жұқарту кезінде құйманың микроқұрылымның бір тексіздігі алынатын өнімдердің сапасын әсер тигізеді. Сонымен қатар микроқұрылымның бір тексіздігі, ликвация деп аталатын, құйманың химиялық құрамының бір тексіздігінің қалыптасуына әрекет етеді.

Болатты құйғанда және салқындатқанда түзілетін құймалардағы ақауларды жло үшін, әртүрлі қосымша технологиялық операциялардың қолданады (мысалы, тотықсыздандыруды), құймақалыптың құрылымын өзгертеді, ауырлатылған қондырмаларды қолданады.

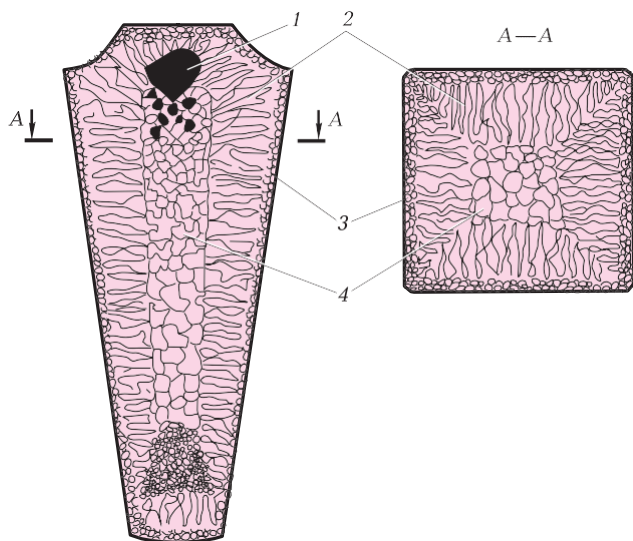
Қю жұмыстарын автоматтандыру және кесектердің сапасын арттыру мақсатында тігінен және радиалды тұрпатты болатты үздіксіз құю қондырғыларды қолданады.

Тік тұрпатты болатты үздіксіз құю қондырғысы (2.12 сур.) құятын құрылғы 2, сумен салқындататын кри-сталлизатор 3, тарту білігінен 4 және газ кескіштенбтұрады.



2.10.сур. Құймақалыптарға болатты сифонды құю сұлбасы:

1 —табандық; 2 —құймақалып; 3 —құймақалыптың жылытылған қондырмасы; 4 — таратқыш шөміш; 5 — тиек; 6 — құйғыш және орталық құбыр; 7 — тікқұбыр; 8 — қожаулағыш; 9 —қоректендіргіш



2.11.сур. Кесектің кристалдық құрылыс сұлбасы:

1 —шөгіндік қаяу; 2 —бағандық кристалдардың аймағы; 3 —ұсақ кристалдардың аймағы; 4 — тепе-теңдік кристалл аймағы

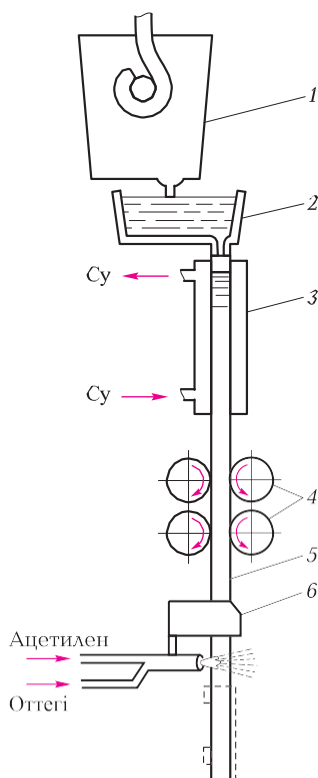
2.12.сур. Тік тұрпатты болатты үздіксіз құятын қондырғының сұлбасы:

1 — шөміш; 2 — құйғыш қондырғы; 3 — сумен салқындататын кристаллизатор; 4 — тартушы біліктер; 5 — кесек; 6 — газкескіш

Балқытылған болат шөміштен 1 құятын құрылғыға беріледі, одан үздіксіз сорғалаумен тұрақты сумен салқынтылатын, екі қабырғалы қорапқа - кристаллизаторға келіп түседі. Сұйық болат, кристаллизаторға келіп түсіп, қабырғаларға жақын жерде жылдам кристалданады, біліктермен қармалып, олармен тығыздалады және тлық кристалдануға жеткілікті жылдамдықпен төмен құлайды.

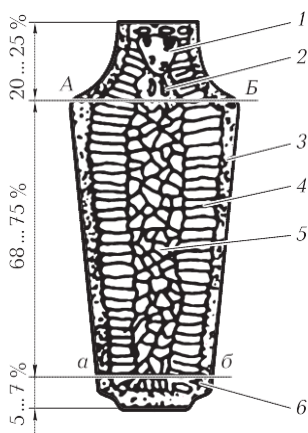
Біліктерден шыққан соң кесек 5 төмен қарай қозғалысын жалғастырады, мұнда газкескішпен оның белгілі бөлігі кесіледі де, әртүрлі сұрыпты илемді дайындау үшін темір қақтау цехына келіп түседі.

Болатты үздіксіз құю қондырғысында алынған кесектердің беті таза тегіс, шөгулік қаяулары және ликвациялары жоқ. Сонымен қатар барлық қимасы бойынша ұсақ тепе-тең құрылымға ие.



2.7. БОЛАТ ҚҰЙМАКЕСЕКТІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ АҚАУЛАРЫ

Құймақалыпқа құйылған болат бетінде және кесектің ішінде әртүрлі жылдамдықпен катады (2.13 сур.). Құймакесектің бетінде алдымен ұсақ кристалдардың тығыз қабаты түзіледі, олар содан кейін құймақалыптың салқындатқыш бетіне перпендикуляр өседі (созылған немес бағандық кристалдардың аймағы). Құймакесектің ішкі бөлігі баяу салқындайды, онда кристалдар әртүрлі жақтарға бағдарланған. Құймакесектің жоғарғы бөлігінде АБ сызығынан жоғары қуыс – шөгулік қаяу 1 түзіледі, ал осы сызықтан төмен – осьтік шөгулік борпылдақтық түзіледі.



Сурет. 2.13. Күлдің құрылымы қораптың үстіне құйылды:

1-шөгу ракетасы; 2-кіріс бөлігі; 3 - ұсақ дәнді дақылдар; 4 - ұзартылған дәндер аймағы; 5 - құйманың ішкі бөлігіндегі кристалдар аймағы; 6 - құйманың бөлігі

Құймақалыпқа құйылған болат катқаннан кейін, алынған құймакесекте келесі аймақтарды ажыратады (2.13 сур. кара): ұсақ кристалдардың тығыз қабатын ұсынатын, бетке жақын аймақ 3; құймакесектің осіне перпендикуляр орналасқан бағандық кристалдар, ірі кристалдар ай-

мағы 4; құймакесекте ретсіз бағдарланған кристалдар аймағы 5.

Орталықта түзілетін бастапқы кристалдардың бір бөлігі, құймакесектің түбіне төмен түсуі мүмкін қосындыларды тартады, сондықтан жауапты соғылмаларға арналған құймакесектерде аб сызықтан төмен орналасқан бөлігін – құймакесектің түп бөлігін 6 алып тастайды. Өнімдер үшін құймакесектің салмағынан 68... 75 % құрайтын тек қана сау бөлігін қолданады. Болаттың құймакесектерінде балқыту кезінде металл сіңірген газдар металды салқындатқан кезде бөлініп шығуға үлгермей, ішкі көпіршіктерді түзіп қалудың салдарынан туындайтын газ қаяулары кездеседі.

Болаттың құймакесегі өзінің химиялық құрамы бойынша бір тексіз және бұл балқыманың құрамдауышын бір тексіз тарату аймақтық ликвация деп аталады.

Металл кристалдың салмағыда химиялық біртекті және бұл құбылыс кристалішілік ликвация деп аталады.

Ликвацияны әртүрлі тәсілдермен азайтады: металдың кейінгі термикалық өңдеуіне сәйкес келетін құймакесектің қатуы жылдамдатуы және басқалары.

Металдың шөгуі салдарынан түзілетін саңылаулар, бойлай немесе көлденең болуы мүмкін. Болатты жоғарыдан құйғанда металдың шашырауы салдарынан бетақаулар түзіледі. Қоқым металл құймакесекті

Құймакесектің беттік ақаулары – сызаттар, газ қаяулары, қоқымдар, бетақаулар және басқалары механикалық жолмен немесе газ жалынымен кесумен жойылады.

2.8. БОЛАТТАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ

Қара металлургияның негізгі өнімі болат, әрі шамамен 90% көміртекті болат және 10% қосынды болат өндіріледі.

Болаттар бір қатар белгілері: химиялық құрамы, сапасы, қолданылу мақсаты, термикалық өңдеу түрлері және жеткізу жағдайында кепілденетін қасиеттері бойынша жіктеледі.

Болаттарды сапасы бойынша бөлудің негізіне олардың құрамындағы күкірт және фосфор – зиянды қоспалардың құрамы салынған.

Болаттардағы зиянды қоспалардың рұқсат етілген құрамын сыналар:

- кәдімгі сапалы болаттарда – 0,05 % күкіртжәне 0,04 % фосфор;
- сапалы болаттарда – 0,04 % күкіртжәне 0,035 % фосфор;
- жоғары сапалы болаттарда – 0,025 % күкіртжәне 0,025 % фосфор(марканың соңында «А» әріпімен белгіленеді);
-
- ерекше жоғары сапалы болаттарда – 0,015% күкіртжәне 0,025% фосфор (марканың соңында «Ш» әріпімен белгіленеді).

Жеткізу қалпындағы кепілдендіретін қасиеттері бойынша кәдімгі сапалы көміртекті болаттар А, Б, В топтарына бөлінеді. Мысалы, А тобының болаттары үшін механикалық қасиеттері кепілдендірілген, ал олардың химиялық құрамы кепілдендірілмеген.

Б тобының болаттары үшін химиялық құрам кепілдендіріледі, ал В тобының болаттары үшін - механикалық қасиеттері мен химиялық құрамы кепілдендіріледі.

Химиялық құрамы бойынша болаттар көміртекті және қосындыларға бөлінеді.

Тотықсыздану дәрежесі бойынша көміртекті болаттар қайнайтын (кп), жартылай тыныш (пс) және тыныш (с) бөлінеді. Мысалы, кәдімгі сапалы көміртекті болаттың белгіленуі мынадай: ВСт3кп.

Көміртекті болаттарды кәдімгі сапалы, сапалы және жоғары сапалы өндіреді.

Қосынды болаттарды сапалы, жоғары сапалы (электр пештерде балқытып) және ерекше жоғары сапалы (электрқоды қайта балқыту) өндіреді.

Құрамында көміртектің болуы **термикалық өңдеудің түрі мен пайдалану мақсаты** бойынша болаттарды жіктеудің негізі болып табылады:

- жақсартылатын – құрамында 0,3...0,5% көміртегі бар, яғни орташа көміртекті болаттар. Олар үшін кәдімгі термикалық өндеу – жоғарғы жасытумен суару;
 - цементтелетін – құрамында 0,3% дейін көміртегі бар, яғни төмен көміртекті болаттар;
 - серіппелі – құрамында 0,5...0,7% көміртегі бар және серіппелі элементтерді дайындауға арналған болаттар. Олар үшін термикалық өндеу – суару және орташа жасыту;
 - аспаптық – құрамында 0,7% артық көміртегі бар болаттар.
- Олар үшін термикалық өндеу – суару және төменгі жасыту.

Пайдалану мақсаты бойынша құрылмалық, аспаптық және арнайы болаттарға бөлінеді.

2.9. КӨМІРТЕКТІ БОЛАТТАР

Өнеркәсіп өндірісіндегі көміртекті болат – химиялық құрамы бойынша күрделі қорытпа. Құрамы 97,099,5% шегінде ауытқуы мүмкін, негізгі құрауыштан – темірден басқа, көміртекті болатта көптеген қоспалар болады, олардың бар болуы оның өндірісінің технологиялық ерекшеліктерімен (Mn, Si), немесе оларды металдан толық жою мүмкінсіздігімен (S, P, O, N, H), сондай-ақ кездейсоқтармен (Cr, Ni, Si және басқалары) негізделеді.

Өртүрлі өндіріс болаттарын (балқыту тәсілдері мартен, конвертер және басқалары) негізінде осы қоспалардың құрамы бойынша ажыратады. Сонымен бірге бір элемент – көміртек кәдімгі көміртек болатқа әдейі енгізіледі. Осындай болатты маркалау мысалы мына түрде болады: 45 болат.

Көміртек болаттың құрылымы мен қасиетіне қатты әсер тигізеді. Эвтектоидқа дейінгі болатта көміртектің құрамын ұлғайту оның құрамындағы перлиттің ұлғаюына әкеледі, демек, қаттылықтың, беріктік шегінің, аққыштықтың артуына және созылымдықтың төмендеуіне әкеледі.

Эвтектоидтан кейінгі болаттарда көміртектің құрамын 0,9 % артық ұлғайту берік қасиеттердің кейбір төмендеуін тудырады (ствжәне а02).

Болаттардың төзімділік шегі құрамында көміртектің 0,55...0,65 % дейін болуында ғана өседі, ал оның көп болуында – төмендейді.

Көміртек болаттың соққы тұтқырлығы елеулі төмендетеді және мортсыңғыш күйге ауысуын жеңілдетеді. 0,1 % мөлшерде көміртектің құрамы болаттың мортсыңғыш шегін орташа алғанда 20 °C –қа арттырады және олардың тұтқырдан сыңғыш күйге ауысудың

температуралық арақашықтығын кеңейтеді.

Кремний және марганец тотықсыздану үдерісінде болатқа ауысатын технологиялық қоспалар болып табылады. Жақсы тотықсыздандырылған болатта қоспа ретінде кремнийдің құрамы әдетте 0,4 % арттырмайды, ал марганецтің құрамы – 0,8 %.

Кремний ферритте жақсы реиді және суық пластикалық ақауға қабілетін төмендете отырып, болаттың аққыштық шегін қатты арттырады.

Марганец болаттың беріктігін елеулі арттырады, созылымдығын төмендетпейді және кенеттен қызу сыңғыштығын, яғни күкірттің әсер тигізуімен туындаған жоғары теператураларда сыңғыштығын кенеттен кемітеді.

Күкірт зиянды қоспа болып табылады. Темірмен күкірт FeS химиялық қосылысты түзеді, ол қатты металда ерімейді, алайда сұйық металда ериді. FeS қосылыс 988 °C балқыту температурасымен жеңіл балқитын эвтектиканы түзеді. Қаттылану аяқталғанда сұйықтан кристалданып, эвтектика негізінде қатты ерітіндінің түйіршіктердің шекаралары бойынша орналасады. Болатты жұқарту немесе соғу температурасына дейін (1 000.1 200 °C) қыздырған кезде эвтектика балқиды, сонымен бірге металл түйіршіктері арасында байланыс бұзылады, салдарынан болаттың ақауы кезінде эвтектика орналасқан жерде жыртылыстар мен сызаттар пайда болады. Бұл құбылыс қызусыңғыштығы деп аталады.

Темірге қарағанда күкіртке ұқсастығы үлкен және күкіртпен бірге баяу балқитын MnS қосылыс түзетін, болаттың құрамында марганецтің болуы қызусыңғыштықтың болуын жоққа шығарады. Қатып қалған болатта MnS бөлшектері жеке қосылыстар түрінде орналасады. Ақауланған болатта осы қосылыстар тартушы күштерге бағытталған созылған болып келеді.

Күкірттік қосылыстар жұқарту және соғу кезінде созудың көлденең бағытындағы болаттың соққы тұтқырлығы мен созылымдығын, сондай-ақ төзімділік шегін төмендетеді. Көміртегі төмен болаттардың құрамында 0,01 % артық күкірт мортсыңғыш шегін (сульфидтік парадокс) төмендетеді. Күкірт болаттардың дәнекерлеуін және жемірілуі төзімділігін төмендетеді. Осының салдарынан болаттағы күкірттің құрамы қатаң шектеледі: көміртекті болаттың сапасына байланысты ол 0,04...0,06% артпауы тиіс.

Фосфор зиянды қоспа болып табылады және көміртекті болаттың сапасын абайланысты оның құрамы 0,04.0,07% артық емес рұқсат етіледі. Ферритте еріп фосфор кристалл торкөзді қатты бұрмалайды және болаттың беріктік және аққыштық шектерін ұлғайтады, алайда оның созылымдығы мен тұтқырлығын кемітеді. Болатта көміртектің

құрамы неғұрлым көп болса, соғұрлым тұтқырлықтың кемуі елеулі болады. Фосфор болаттың мортсыңғыш шегін арттырады және сызаттың даму жұмысын кемітеді. 0,01 % мөлшерде фосфордың құрамы болаттың мортсыңғыштық шегін 20.25 °С-қа арттырады.

Фосфордың зиянды әсер тигізуі оның ликвацияға үлкен бейімділігімен күшейтіледі. Осының салдарынан алынатын кесектердің форсформен қатты байытылған жеке телімдерінің тұтқырлығы кенеттен төменделеді. Болатты алудың заманау әдістері металды фосфордан терең тазартуды қамтамасыз етпейді.

Азот, оттегі және сутегі болаттың қатты ерітіндісінде бейметал қосындылар түрінде болады немесе оның ақау телімдерінде еркін түрде орналасады (қаяуларда, сызаттарда және т.б.).

Азот және оттегі, түйіршік шекаралы көлемде шоғырланып және түйіршік шекаралары бойынша нитрит және оксидтердің бөлінуін түзіп, болаттың мортсыңғыштық шегін арттырады және оның сыңғыштық бұзылуға кедергісін төмендетеді. Бейметалл қосындылар болатты сыңғыш ететін, шиферлік (ағаш тәрізді) снудың себебі болып табылады.

Болатта ерітілген сутек, өте зиянды қоспа болып табылады: ол болатты сыңғандырып қана қоймай, сонымен қатар иленген дайындамаларда және ірі соғылмаларда флокендердің түзілуіне әрекет етеді. Сопақша немесе дөңгелек пішінді өте жіңішке сызаттарды ұсынатын және сыңған жерінде күміс түсті дақтардың түріне ие флокендер, болаттың сапасын шұғыл нашарлатады, сондықтан флокенді болатты қолдануға боламайды. Дәнекерлеу кезінде сутектің әсер тигізуі балқытылған және негізгі металда суық сызаттардың түзілуінде көрінеді.

Болат өнімдердің бетіне гальваникалық жабындарды жағу немесе тазарту үшін болатты қышқылда өндеу оның бетінің сутекпен қанығу қауіпімен негізделеді, бұл да сыңғактануды тудырады.

Сутектің құрамын кемітуді болатты вакуумда қорыту немесе құюмен қамтамасыз етеді.

Жалпы мақсатта қолданылатын көміртекті болаттың жіктелуі. Сапасы бойынша кәдімгі сапалы және сапалы көміртек болатты ажыратады.

Кәдімгі сапалы болаттарды (ГОСТ 380 – 94) едәуір арзан ретінде құрылыста және машина жасауда кеңінен қолданады.

Оларда күкірттің 0,06 % дейін және фосфордың 0,07 % дейін құрамы рұқсат етіледі. Олар сұрыпты, фасондық табақты, кеңтілімді (ыссы илемделген) және жіңішке табақты (суық-илемді) соғу түрінде жеткізіледі. Олардан құбырларжы, соғылмаларды, штамповкаларды, таспа, сым және метиздерді дайындайды.

Кәдімгі сапалы болаттар, яғни мееханикалық қасиеттері (А тобы) бойынша, химиялық құрамы (Б тобы) бойынша, механикалық қасиеттері және химиялық құрамы (В тобы) бойынша үш топқа бөлінеді.

Группа А тобы болат маркасын белгілеуінде көрсетілмейді.

Кәдімгі сапалы болаттарды мына маркаларда шығарады: А тобының болаттары – Ст0...Ст6; Б тобының болаттары – БСт0...БСт6; В тобының болаттары– ВСт1 ...ВСт5.

Марка нөмірлері 1.4 барлық топтардың болаттарын қайнайтын (кп), жартылай тыныш (пс) және тыныш (сп), 5 және 6 нөмірлерімен – жартылай тыныш және тыныш дайындайды.

Маркаларының нөмірі 1.5 жартылай тыныш болаттар марганецтің кәдімгі, сол сияқты жоғарғы құрамымен өндіреді.

Нормаланатын көрсеткіштеріне байланысты (механикалық қасиеттері мен химиялық құрамы) болаттар: А тобының болаттары–1 . 3 санатқа; Б тобының болаттары –1 және 2 санаттары; В тобының болаттары–1.6 санаттарға бөлінеді.

2.9. кесте. А тобының кәдімгі сапалы болаттарының механикалық қасиеттері

Болаттың маркасы	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %
Ст0	–	310	23...20
Ст1кп	–	310....400	35...32
Ст1пс, сп	–	320....420	34...31
Ст2кп	190...220	330....420	33...30
Ст2пс, сп	200...230	340....440	32...29
Ст3кп	200...240	370....470	27...24
Ст3пс, сп	210...250	380....490	26....23
Ст4кп	230...260	410...520	25....22
Ст4пс, сп	240....270	420...540	24....21
Ст5пс, сп	260...290	500....640	20...17
Ст5ГПс	260...290	460....600	20... 17
Ст6пс, сп	300...320	600	22... 15

* Ескерту. Тотықсыздану дәрежесі бойынша болаттар тыныш, жартылай тынышжәне қайнайтындарға бөлінеді. Тыныш болаттар марганец, кремний және алюминиймен тотықсызданады, ал жартылай тыныш болаттарға аралық нұсқаларды қолданады.

Осы болаттарда көміртектің құрамы мынадай: Ст0 – до 0,23 %, Ст1 – 0,06.0,12%, Ст2 – 0,09.0,15%, Ст3 – 0,14.0,22%, Ст4 –

2.10 .сур. Сапалы көміртекті болаттарды қалыптандырудан кейінгі механикалық қасиеттері

Болаттың маркасы	Көміртектің ұқұрамы, мас. %	$\sigma_{0,2}$, МПа, кем емес	σ_B , МПа, кем емес	δ %, кем емес	ψ %, кем емес	Өндеуден кейінгі қаттылық НВ, артық емес
08	0,05..0,12	200	330	33	60	131
Юкп	0,07..0,14	190	320	33	55	143
10	0,07..0,14	210	340	31	55	143
15	0,12..0,19	230	380	27	55	149
20	0,17..0,24	250	420	25	55	163
25	0,22..0,30	280	460	23	50	170
30	0,27..0,35	300	500	21	50	179
35	0,32..0,40	320	540	20	45	187
40	0,37..0,45	340	580	19	45	187
45	0,42..0,50	360	610	16	40	197
50	0,47..0,55	380	640	14	40	207
55	0,52..0,60	390	650	13	35	217
60	0,57..0,65	410	690	12	35	229
65	0,62..0,70	420	710	10	30	229
70	0,67..0,75	430	730	9	30	229

2.11.сур. Сапалы көміртекті болаттарды жақсартқаннан кейінгі механикалық қасиеттері

Болаттың маркасы	Жасыту температурасы, °С	Дайындама диаметрі, мм	$\sigma_{0,2}$ МПа	σ_b МПа	δ %	ψ %	Тұтқырлық КСУ, Дж /см ²	Қаттылық НВ
30	500	20	490 ..590	640. .760	23..16	71.. 65	240...160	175..208
		60	390 ..440	540. .630	27..18	68.. 61	210...120	150..175
	600	20	400 ..460	590. .660	25..19	78.. 71	270...200	165.. 184
		60	350 ..390	490. .570	28..21	72.. 66	230...150	138..158
35	500	20	540 ..640	700. .820	19..14	67.. 62	190... 140	193..226
		60	420 ..470	590. .680	22..16	64.. 58	160...90	162.. 185
	600	20	420 ..480	630. .690	22..17	74.. 68	230...180	173.. 191
		60	370 ..410	530. .610	24..20	68.. 64	190...120	145.. 168
40	500	20	590 ..680	760. .870	16..13	65.. 61	160..120	208. .239
		60	440 ..500	630. .720	18..15	61.. 55	120...70	175..200
	600	20	450 ..500	660. .720	19..16	71.. 67	200..160	184. .200
		60	390 ..430	570. .640	21..19	66.. 62	150..110	158. .180
45	500	20	640 ..730	820. .920	14..12	62.. 59	140...100	225..247
		60	470 ..520	680. .770	16..14	58.. 52	90...60	185..210
	600	20	480 ..520	690. .750	17..16	68.. 65	180..140	195..209
		60	410 ..440	610. .680	20..18	64.. 61	120...90	168..190

2.11. кестенің соңы

Болаттың маркасы	Жасыту температурасы, °C	Дайындама диаметрі, мм	$\sigma_{0,2}$ МПа	σ_B МПа	δ %	ψ %	Тұтқырлық КСУ, Дж /см ²	Қаттылық НВ
50	500	20	680..780	870..970	13..11	61..57	120...80	239..268
		60	500..550	720..820	15..14	55...48	70...50	200..225
	600	20	500..540	720..780	16..15	67..62	160...120	200..217
		60	430..460	640..720	19..17	62..59	110...70	180..200
55	500	20	730..820	920..1 030	12..10	59..53	100... 60	255..285
		60	520..580	770..870	14..13	52..43	60...40	210..239
	600	20	520..570	750..810	15	65..58	140...110	209..225
		60	440..490	680..760	18..16	61..56	90...60	190..210
60	560	30	530..600	900	15	42	30	—
	620	30	450..500	820	22	55..50	40	—
70	480	—	850	1 050	8	30	—	—

0,18.0,27%, Ст5 – 0,28.0,37%, Ст6 – 0,38.0,49%.

А тобы болаттарының қасиеттері 2.9 кестеде келтірілген.

Төмен көміртекті болаттар 08, 08кп, 10, 10кп кішігірім беріктік пен жоғары созылымдылыққа ие. Оларды термикалық өндеусіз аз жүктелетін маниалардың бөлшектерін (төсем, шайба, тракторлардың қақпақтары, ирек түтіктерді), жұпты құрылым элементтері мен суық штамптауды дайындау үшін қолданылады.

15, 20, 25 болаттарды тозуға дейін жұмыс істейтін және жоғары жүктемелерді шегетін (жұдырықшалы білік, иінтірек, ось, клапандарды итергіштер, рессор саусақтары) цементтейтін бөлшектерді дайындау үшін термикалық өндеусіз немесе қалыпты түрінде қолданады. Бұл болаттарды сондай-ақ жауапты дәнекерлеу құрылымдар үшін де қолданады.

Орташа көміртекті болаттарды 30...50 машиналардың әртүрлі бөлшектерін дайындау (таратқыш білік, айналдырғы, фрикциялық диск, шток, плунжерлер және т.б.) үшін қалыптандыру, жақсартудан кейін және беттік шыңдау үшін қолданады.

60...85 болаттар жоғары беріктікке, тозуға төзімділікке және серіппімділік қасиеттеріне ие. Оларды шыңдау мен жасытудан кейін, қалыптандыру және жасытудан кейін немесе жоғары статикалық және айныма таңбалы жүктемелерде (серіппе, рессор, айналдырық, кілт шайбалары) үйкеліс жағдайларында жұмыс істейтін бөлшектерді дайындау үшін беттік шыңдауда қолданылады.

Көміртекті болаттардың бір кемшілігі беріктігінің төмен болуы, сондықтан оларды кішігірім бөлшектердің немесе өтпелі шыңдауды талап ететін бөлшектер үшін қолданылады.

Сапалы болаттардың механикалық қасиеттері 2.10 және 2.11 кестелерде келтірілген.

2.10. БОЛАТТАРДЫ ҚОСЫНДЫЛАУ

Қосындылаушы деп болаттың сапасын жоғарлату үшін арнайы енгізілетін элементтерді атайды. Қосындылаушы элементтер болаттың құрылымына әсер тигізуі бойынша ферритизатор-элементтер (Al, Si, СГ, Мо және басқалары), аустенитизатор элементтер (Mn, Ni, Cu, N және басқалары), карбидтүзуші элементтер (СГ, V, Ti, Mn, W, Мо және басқалары) және карбидтүзбейтін (немесе графиттаушы) элементтер (Si, Al, Cu, Ni) болып бөлінеді. Сондай-ақ перлитті құрылымның тұратқтылығын арттыратын элементтердің топтарын бөледі (перлиттеуші элементтер Mn, Ni, Cu, СГжәне басқалары).

Қосындыланған болаттар термикалық өндеуден кейін (әсіресе үлкен қималы өнімдермен) үздік механикалық қасиеттерге, неғұрлым жоғары беріктікке және дисперстік құрылымға ие. Олар термикалық өндеу кезінде аса технологиялы (шынықтарған кезде оларды майда немесе ауада салқындатады). Қосынды элементтер жасыту кезінде мартенситтің тұрақтылығын арттырады және карбиттердің коагуляциясын бөгейді, бұл болаттың жылу тұрақтылығын арттыруға әкеледі.

Болаттарды үнемді қосындылау олардың арнайы қасиеттерінің қажетті деңгейін қамтамасыз етеді: отқаққа беріктік, ыстыққа төзімділік, жемірілуге төзімділік, тозуға төзімділік және басқалары.

2.12 .кесте. Болаттардың қасиеттеріне әртүрлі элементтердің әсер тигізуі

Болаттардың сталей қасиеттері	Элемент								
	Mn	Si	Cr	Ni	Ti, V (до 0,2 %)	B (до 0,01 %)	W, Mo	V (более 0,2 %)	C
Беріктік	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑↑	↑↑	↑
Салқынға төзімділік	–	↓	↑	↑	↑	↓↓	↑	↑↓	↓
Шынықты- рушылық	↑	↑	↑	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑	↑
Қызып кетуге бейімділік	↑	↓	–	–	↓↓	↓	↓	↓↓	↓
Көмір- тексіздіруге төзімділік	↓	↑↑	↓↓	↑	↓	–	↓	↓↓	↑
Графиттелуге бейімділік	↓	↑↑	↓↓	↑	–	↓	↓	↓↓	↑↑
Бағасы	↑	↑	↑	↑↑	↑	↑	↑↑↑	↑↑	–

Ескерту. 2.12. кестеде мына белгілеулер қабылданған: ↑ қасиеттерді жоғарлатады; ↑↑ қатты жоғарлатады; ↑↑↑ өте қатты жоғарлатады; ↓ төмендетеді; ↓↓ қатты төмендетеді; ↑↓ –әсер тигізбейді; аса ұсақ құрылымдары алудыжәне болаттың механикалық қасиеттерін арттыруды қамтамасыз етеді.

Болатты маркалаған кезде қосынды элементтерді келесі түрде белгілейді: А – азот, Б – ниобий, В – вольфрам, Г – марганец, Д –

мыс, Е – селен, К – кобальт, Н – никель, М – молибден, П – фосфор, Р – бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Ц – цирконий, Ч – жерде сирек кездесетін элементтер, Ю – алюминий. Болаттың маркасындағы әріптерден кейінгі сандар тұтас пайыздарда тиісті элементтің шамалық құрамын көрсетеді (санның болмауы осы элементтің құрамы 1,0... 1,5% және кем еместі құрайтынын білдіреді).

Қосындыланған болаттарды сапалы (0,035 % Р дейінжәне 0,035% S дейін) және жоғары сапалы (0,025% Р дейінжәне 0,025% S дейін) балқытады. Жоғары сапалы болаттар марканың соңында А әріпімен белгіленеді.

Сапалы болаттаға, мысалы 20Х, 12ХН2, 18ХГТ, 40ХН маркалары жатады.

Жоғары сапалы болаттарға 12Х2Н4А, 30ХМА, 38Х2МЮА және басқа маркалы болаттар жатады.

Көміртектің және қосынды элементтердің болаттардың кейбір элементтеріне әсер тигізуі 2.12 кестеде көрсетілген.

Болаттардың беріктік қасиеттері мен шынықтыруына қатты әсерді мына кешендер тигізеді: Cr + Ni, Cr + Ni + Mo, Cr + Mn + Si және басқалары. Осы кешендерде қосымша ванадий, ниоби немесе титанның аз мөлшерде қолдануы

Cr + Al немесе Cr + Al + + Si кешендерімен болаттарды жоғары қосындылау жоғары отқаққа төзімділікті береді.

Ферритизатор элементтерімен (Cr, Si, Al, Mo) немесе аустенитизатор элементтерімен (Ni, Mn), сондай-ақ элементтердің кейбір үйлесуімен (Ni + Cr, Mn + Ni + Cr, Mn + Ni + Cr + Ti және басқалары) жоғары қосындылау есебінен болаттың бір фазалық құрылымын алу оларға жоғары жемірілуге қарсы төзімділікті қамтамасыз етеді.

2.11. ОЗЕГІ ТҰТҚЫР АСА ҚАТТЫ БӨЛШЕКТЕР ДАЙЫНДАУ ҮШІН БОЛАТТАР

Осы топтың болаттары цементтелетін, нитроцементтелетін, азотталатын және беттік шындаумен беріктенетіндерге (негізінде жоғары жиілік тоғымен - ЖЖТ) бөлінеді.

Цементтеу және нитроцементтеуге әртүрлі бөлшектерді: айналдырықтарды, тісті доңғалақтарды, бұрамдықтарды, остерді, қайта қосқыш иінтіректерді және басқаларын ұшыратады. Нитроцементтеуге тербеліс мойынтіректі, өлшегіш, калибрлеуші және кескіш аспапты ұшыратады.

2.13 .кесте.кейбір цементтелетін және цементтелмейтін болаттардың химиялық құрамы және термикалық өңдеу режимдері

Болаттың маркасы	Элементтің құрамы, %					Шынықтыру температурасы, °С, және орта	Жасыту темп-ы, °С, және орта
	С	Мп	Сг	Ni	Басқалары		
15Х	0,12...0,18	0,4...0,7	0,7...1,0	—	—	800; в	180; аяа, м
20Х	0,17...0,23	0,5...0,8	0,7...1,0	—	—	880; с, м; 770... 820; с, м	180; аяа, м
15ХФ	0,120,18	0,4...0,7	0,8...1,1	—	0,06... 0,12 V	880; с, м; 760... 810; с,м	180; аяа, м
18ХГТ	0,17...0,23	0,8...1,1	1,0...1,3	—	0,03... 0,09 Ti	880...950; аяа; 850; м	200; аяа, м
20ХГР	0,18...0,24	0,7...1,0	0,7...1,0	—	0,001...0,005 B	880; м	200; аяа, м
20ХН	0,17...0,23	0,4...0,7	0,45...0,75	1,0...1,4	—	800; с, м; 760... 810; с,м	180; аяа, м
20ХНР	0,16...0,23	0,6...0,9	0,7...1,1	0,8...1,1	0,001...0,005 B	930... 950; аяа; 780... 830; м	200; аяа, м
20ХГНР	0,16...0,23	0,7...1,0	0,7...1,1	0,8...1,1	0,001...0,005 B	930... 950; м ; 780... 830; м	200; аяа, м
20ХГНТР	0,18...0,24	0,8...1,1	0,4...0,7	0,4...0,7	0,03...0,09 Ti, 0,001...0,005 B	850; м	200; м
25ХГТ	0,22...0,29	0,8...1,1	1,0...1,3	—	0,03...0,09 Ti	880...950; аяа; 850; м	200; с, м
25ХГМ	0,23...0,29	0,9...1,2	0,9...1,2	—	0,2...0,3 Mo	860; м	200; аяа
30ХГТ	0,24...0,32	0,8...U	1,0...1,3	—	0,03...0,09 Ti	880...950; аяа; 850; м	200; м

12XH3A	0,09...0,16	0,3...0,6	0,6...0,9	2,75...3,15	—	860; м; 760...810; м	180; аya, м
12X2H4A	0,09...0,15	0,3...0,6	1,25...1,65	3,25...3,65	—	860; м; 760...810; м	180; аya, м
20X2H4A	0,16...0,22	0,3...0,6	1,25...1,65	3,25...3,65	—	860; м; 760...810; м	180; аya, м
15XГН2ТА	0,13...0,18	0,7...1,0	0,7...1,0	1,4...1,8	0,03...0,09 Ti	960; аya; 840; м	180; аya, м
18X2H4MA	0,14...0,20	0,25...0,55	1,35...1,65	4,0...4,4	0,3...0,4 Mo	950; аya; 860; аya	200; аya, м
18X2H4BA	0,14...0,20	0,25...0,55	1,35...1,65	4,0...4,4	0,8...1,2 W	950; аya; 860; аya	200; аya, м

Ескерту. Мұндағы с – су; м – май; аya – аya.

2.14 .кесте.Цементтелетін және цементтелмейтін болаттардың механикалық

Болаттың маркасы	Механикалық қасиеттері					Жуынды кейін НВ қаттылығы, артық емес	Бөліктің макси- малды диаметрі (қалыңдығы), мм
	$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	КОТ, Дж/ см ²		
	кем емес						
15X	500	700	12	45	70	179	30
20X	650	800	11	40	60	179	35
15XФ	550	750	13	50	80	187	30
18XГТ	900	1 000	9	50	80	217	35
20XГР	800	1 000	9	50	80	197	40...60
20XH	600	800	14	50	80	197	40
20XНР	1 000	1 200	10	50	80	197	40...60
20XГНР	1 100	1 300	10	50	90	197	60...80
20XГНТР	1 000	1 200	9	50	80	197	60...80
25XГТ	1 000	1 300	9	45	60	217	60...80
25XГМ	1 100	1 200	10	45	80	217	60...80
30XГТ	1 300	1500	9	40	60	229	60...80
12XH3A	700	950	11	55	90	217	60...80
12X2H4A	950	1 150	10	50	90	269	100...120
20X2 H4A	1 100	1 300	9	45	80	269	100...120
15XГН2ТА	750	950	11	65	100	—	50...70

2.15.кесте. Цементтелетін және нитроцементтелетін болаттарды қолдану

Болат маркасы	Қолдану саласы
15Х, 15ХА, 20Х	Поршенді сұққылар, сақиналар, таратқыш және бұрамдық біліктер, клапандарды итергіштер көшірмелер, автотрактор қозғалтқыштарын итеретін аунақшалар
18ХГТ	Автомобиль және тракторлардың беріліс ауыстыру қораптарының тісті дөңгалақтары, жетектегі тісті дөңгалақтар, тракторлардың борттық беріліс қораптары

Болат маркасы	Қолдану саласы
25ХГМ, 25ХГТ	Жүк автомобильдерінің беріліс ауыстыру қораптарының тісті дөңғалақтары, УАЗ автомобильдерінің артқы көпірінің тісті жоңғалақтарын қосу
30ХГТ	Жүк автомобильдерінің беріліс ауыстыру қораптарының тісті дөңғалақтары, автомобиль және автобустардың басты берілістерінің таратқыш қораптары, жүк автомобильдерінің артқы көпірдері релукторларының цилиндрлік және конустық тісті дөңғалақтары
20ХГР	Тісті дөңғалақтар, жұдырықша муфталар, айналдырық біліктері, бұрамдықтар, саусақтар
12ХН3А, 20ХН3А	Электровоз және моторлы вагондардың жетекші тісті дөңғалақтары, поршеньдік саусақтар, таратқыш біліктер
12Х2Н4А, 20Х2Н4А	Тісті дөңғалақтар, айналдырық біліктер, оймакілтек біліктер, күштік шпилькалар
18Х2Н4МА, 14Х2Н3МА, 18Х2Н4ВА	Беттік бекітілген мойындары бар дөңгелекті ауыр жүктерлен біліктер, жауапты ірі габаритті тісті Дөңғалақтар тістегерішті біліктер
15ХГН2ТА, 15Х2ГН2ТА	Тісті дөңғалақтар, мойындалы цементтелетін сақиналы біліктер, ішкі беті цементтелетін бұлғақтар
20ХГНТР	Автомобильдердің жауапты бөлшектері (карданның айкастырмасы, иіңтіректер, тісті дөңғалақтар)
25Х2ГНТА	Айналдырық біліктер, сұққылар, аунақшалар, тісті-дөңғалақтар, үлкен жылдамдытарда және соққы жүктемелерде жұмыс істейтін біліктер және басқа бөлшектер

2.16.кесте. Азотталатын болаттардың химиялық құрамы

Болаттың-маркасы	Элементтің құрамы, сал. %					
	С	Si	Mn	Cr	Al	Mo
38Х2Ю	0,35... 0,43	0,2...0,4	0,2...0,5	1,5...1,8	0,5...0,8	-
38Х2МЮА	0,35... 0,42	0,2... 0,45	0,3...0,6	1,35... 1,65	0,7...1,1	0,15... 0,25

2.17. кесте. Азотталатын болаттарды термикалық өндеу режимі және механикалық қасиеттері

Болаттың маркасы	Температура, °С		Механикалық қасиеттері					Жасытудан кейінгі қаттылық НВ
	шынық	жасыту	$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	КОТ, Дж/см ²	
38Х2Ю	930	630	750	900	10	45	80	229 дейін
38Х2МЮА	940	640	850	1 000	14	50	90	229 дейін

2.18 .кесте. Жоғары температуралар кезіндегі 38Х2МЮА маркалы болаттардың механикалық

Температура, °С	$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %
20	870	980	19
150	790	910	15
200	720	870	16,5
425	610	730	21
538	450	620	25

2.19.кесте. Азоттандырудан кейін болаттардың механикалық қасиеттері

Болаттың маркасы	$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	КОТ, Дж/см ²	σ_{-1} , МПа	Қаттылық	
						Өзегінің НВ	Бетінің НВ
38Х2Ю	800	950	12	80	600	260	800... 1 000
38Х2МЮА	900	1 050	18	90	630	269	850... 1 050

Кейбір цементтелетін және нитроцементтелетін болаттардың химиялық құрамы, термикалық өндеу режимдері және механикалық қасиеттері (ГОСТ 4543 – 71) 2.13 және 2.14 кестеде келтірілген.

Цементтелетін және нитроцементтелетін болаттарды қолдану саласы 2.15 кестеде келтірілген.

Азоттауға жиі 38Х2Ю және 38Х2МЮА маркалы болаттарды ұшыратады. Бұл болаттардың химиялық құрамы және механикалық қасиеттері ГОСТ 4543 – 71 сәйкес 2.16 және 2.17 кестеде келтірілген.

Жоғары температура кезінде 38Х2МЮА маркалы болаттардың механикалық қасиеттері 2.18 кестеде көрсетілген.

Азоттау 38Х2Ю және 38Х2МЮА маркалы болаттардың қасиеттеріне елеулі әсер тигізеді. Осы болаттардың қалыңдығы 60 мм бөлшектерде азоттаудан кейін механикалық қасиеттері 1.19 кестеде келтірілген, олардан төзімділігі шегі ерекше өсетіні көрініп тұр ст_1 (азоттауға дейін ол 450... 480 МПа құрайды).

Болаттың 38Х2Ю маркасын аспаптардың үйкелетін бөлшектерін, машиналар мен айлабұйымдардың қосалқы тораптарының бөлшектерін (көшірме, плунжерлер, кондукторлардың бағыттаушы төлкелерін, су сорғыларының білікшелерін) дайындау үшін қолданады.

38Х2МЮА маркалы болатты турбина және қозғалтқыштардың (клапандардың соташығын, цилиндрлардың гильзаларын, рессор, төлке, форсунка инелерін итергіштер, букс тәрелкелерін, тозаңдатқыш, сұққылар, таратқыш біліктер, тісті доңғалақтар, айналдырықтарды) жауапты бөлшектерін дайындау үшін, сондай-ақ үлкен беттік қаттылығы, тозу төзімділігі және төзімділіктің артқан шегі талап етілетін, дәл машинажасау және аспақұрылысының бөлшектерін дайындауда қолданылады.

Беттік шынығымен бекітілетін болаттарды таңдауды, негізінде көміртектің құрамы бойынша өткізеді, және жиі 0,4...1 % С құрамды болаттар үшін өткізеді. ЖТЖ беттік шыңдауына жоғары түйіспелі беріктік пен олардан жасалатын тозу төзімділігін қамтамасыз ету мақсатында негізінде 40, 45 және 40Х маркалы болаттарды ұшыратады.

Көлемдік-беттік шыңдауға (терең индукциялық қыздырудға) 55ПП, 47ГТ, ШХ4РП маркалы болаттардың регламенттелген шыңдауын ұшыратады. Болаттардың неғұрлым жоғары құрылымдық беріктікті қамтамасыз ететін бұл әдісті, жоғары игіш, айналдыратын және түйіспелі жүктемелерге ұшырататын, сондай-ақ күрделі пішінді бөлшектерді (тісті доңғалақтар, айқыштар, сырғу мойынтіректерінің бөлшектері), ауыр жүктелген бөлшектерді дайындау үшін қолданады. тереңдік индукциялық қыздыру және қарқынды салқындату қатты (60 HRC) және берік беттің қабаттың және осы бөлшектердің беріктендірілген өзегіннің (30.40 HRC) түзілуін қамтамасыз етеді.

55ПП және 58 (ГОСТ 1050 – 88) болаттардың маркаларын жұмыс элементтің қимасы жіңішке және шыңдалған қабатының тереңдігі 1,5.2,5 мм (ауыр жүктелген тісті доңғалақтар, түтікше төлкелер, поршендік сұққылар және басқалары) бөлшектерді дайындау үшін қолданылады.

47ГТ (ТУ 14-105-233 – 78) маркалы болатты біліктерді және диаметрі 40.60 мм остерді, оның ішінде шыңдалған қабаты 5.7 мм. тереңдігімен автомобильдік остерді дайындау үшін қолданылады.

ШХ4РП (ГОСТ 801–78) маркалы болатты шыңдау қабаты 2,5.3,5 мм тереңдігімен қалыңдығы 12.20 мм ауыр жүктелген сырғу мойынтіректердің сақиналарын, аунақшаларды және кішкене шарларды дайындау үшін қолданылады.

Регламенттелген қыздыратын болаттардың химиялық құрамы 2.20 кестеде келтірілген.

2.20.сур.Регламенттелген қыздыратын болаттардың құрамы

Болат- тың маркасы	Элементтің құрамы, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
	артық емес							
55ПП	0,55. 0,63	0,10. 0,30	До 0,2	До 0,15	0,25	0,25	0,035	0,04
47ГТ	0,44. 0,51	0,10. 0,22	0,90. 1,20	До 0,3	0,25	0,20	0,04	0,04
ШХ4РП	0,50. 1,05	0,15. 0,30	0,15. 0,30	0,35. 0,40	0,30	0,25	0,02	0,027

2.21.сур.Әртүрлі термикалық өндеу түрлері кезінде 55ПП маркалы болаттың механикалық қасиеттері

Термикалық өндеудің түрі	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	КСи, Дж/ см ²	Қаттылық HRC
Жасытумен шыңдау	1 900... 2 100	2 100... 2 300	3...5	25...30	20...40	57...58
Қалыптан- дыру	300	600	10	25	35	20

850 °С дейін индукциялық қыздырумен шыңдаудан және 180 °С жасытудан (диаметрі 6 мм үлгі) кейін және 850 °С (130 мм диаметрлі дайындамалар) қалыптандырудан кейін 55ПП маркалы болаттың механикалық қасиеттері 2.21 кестеде келтірілген.

40 және 45 маркалы болаттарды тракторлардың иінді және таратқыш біліктерін (62 HRC дейін тірек мойындарын ЖЖТ шыңдауымен), сондай-ақ жүк автомобильдерінің жартылай остері мен орташа түйіспелі беріктіктігі бар тісті доңғалақтарды дайындау үшін қолданылады.

Құрылымдық беріктігі жоғары болаттардың өнімдері үшін өтпелі қыздыру, беріктік шегінің жоғарғы мәндері, төзімділік пен соққы тұтқырлығы тән. Беріктік шегі мен соққы тұтқырлықтардың жоғары мәндерін болаттың термикалық жақсартуымен қамтамасыз етеді (820...880°C кезінде шыңдаумен және 550.680 °C кезінде жасытумен). Жақсартылатын көміртекті болаттардың құрамында - 0,3.0,5 % C, қосынды болаттардың құрамында – 0,2.0,5 % C бар.

30.50 маркалы көміртекті болаттарды кішігірім қима (15.20 мм дейін) бөлшектерін дайындау үшін қолданған жөн. Аса ірі бөлшектер үшін шыңдауын майда өткізетін, қосынды болаттарды қолданады.

Жақсартылатын қосынды болаттарды (ГОСТ 4543 – 71) химиялық құрамы бойынша хромдық (30X.50X, 38XA маркалар), хромдық марганецті (мысалы марки 40XГ), хром кремний марганецті

(20XГС, 25XГС, 30XГС, 30XГСНА, 30XГСНМА маркалы), хром-никельді (40ХН, 30ХН3А маркалы), молибден және ванадиймен хром никельді (40ХН2МА, 36Х2Н2МФА, 38ХН3МФА маркалар) және басқалары (40ХС, 30ХМ, 40ГТР, 40ХФА және т.б. маркалы).

Жоғары шыңдаумен борлы болаттар ерекшеленеді (40ХР, 40ХГР, 40ХГТР маркалы).

Кейбір қосындыланған жақсартылған болаттардың химиялық құрамы, термикалық өңдеу режимі және механикалық қасиеттері 2.22 және 2.23 кестеде келтірілген, ал олардың қолданылуы 2.24 кестеде келтірілген.

2.22 .кесте.Кейбір қосынды жақсартылатын болаттардың химиялық құрамы және термикалық өндеу режимдері

Болаттың маркасы	Элементтің құрамы, сал. %					Шыңдау температур, °С, және орта	Жасыту температур, °С, және орта
	С	Mn	Cr	Ni	Басқалары		
20ХГСА	0,17..0,23	0,8..1,1	0,8...1,1	—	0,9...1,2 Si	880; м	500; с, м
30Х	0,24..0,32	0,5..0,8	0,8...1,1	—	—	860; м	500; с, м
30ХГСА	0,28..0,35	0,8..1,1	0,8...1,1	—	0,9...1,2 Si	880; м	540; с, м
30ХМА (30ХМ)	0,26..0,34	0,4..0,7	0,8...1,1	—	0,15...0,20 Mo	880; м	540; с, м
30ХН3А	0,27..0,33	0,3..0,6	0,6...0,9	2,75...3,15	—	820; м	530; с, м
33ХС	0,29..0,37	0,3..0,6	1,3...1,6	—	1,0...1,4 Si	920; в, м	630; с, м
36Х2Н2МФА	0,33..0,40	0,25..0,50	1,3...1,7	1,3...1,7	0,2... 0,3 Mo, 0,10...0,18V	850; м	600; аya.
38ХСА (38ХС)	0,34..0,42	0,3.. 0,6	1,3... 1,6	—	1,0...1,4 Si	900; м	630; м
38ХН3МФА	0,33..0,40	0,25.. 0,50	1,2... 1,5	—	0,35... 0,45 Mo, 0,1...0,18V	850; м	600; аya
40Х	0,36..0,44	0,5.. 0,8	0,8... 1,1	—	—	860; м	500; с, м
40ХР	0,37..0,45	0,4.. 0,7	0,8... 1,1	—	0,002...0,005 B	860; м	540; с, м
40ХГР	0,37..0,45	0,7.. 1,0	0,8... 1,1	—	0,002...0,005 B	850; м	550...600; с, м
40ХГТР	0,38..0,45	0,7.. 1,0	0,8... 1,1	—	0,002...0,005 B, 0,03...0,09 Ti	840; м	550; с, м

2.22 кестенің соңы

Болаттың маркасы	Элементтің құрамы, сал. %					Шыңдау температур, °С, және орта	Жасыту температур, °С, және орта
	С	Mn	Cr	Ni	Басқалары		
40ХН	0,36... 0,44	0,5..0,8	0,45... 0,75	1,0 ... 1,4	—	820; м	550; в, м
40ХНР	0,35..0,42	0,6..0,9	0,6... 0,9	0,4 ...0,8	0,002 ... 0,005 В	860; м	500; в, м
40ХФА	0,37..0,44	0,5..0,8	0,8... 1,1	—	0,10... 0,18V	880; м	650; в, м
40ХНМА	0,37..0,44	0,4..0,7	0,6... 0,9	1,2 ... 1,6	0,15... 0,25 Мо	850; м	620; в, м
40ХН2МА	0,37..0,44	0,5..0,8	0,6... 0,9	1,25... 1,60	0,15... 0,25 Мо	850; м	620; в, м
45Г2	0,41..0,49	1,4..1,8	0,3	—	—	840; в	600; в
45ХН2МФА	0,42..0,50	0,6..0,8	0,8... 1,1	1,3 ...1,8	0,10... 0,18 V	860; м	480; м
5 ОХ	0,45..0,54	0,5..0,8	0,8... 1,1	—	—	830; м	520; в, м
50ХН	0,46..0,54	0,5..0,8	0,45... 0,75	1,0 ... 1,4	—	820; м	530; в, м

Ескерту. Мұндағыс — су; м — май; ауа — ауа.

2.23.кесте. Кейбір қосындыланған жақсартылатын болаттардың механикалық қасиеттері

Болаттың мар- касы	$\sigma_{0.2}$ МПа	σ_b МПа	δ %	ψ %	КСУ, Дж/см ²	Қаттылық НВ		Мортсыңғыштық шегі, °С	
	кем емес					Қыздырудан кейін, артық емес	жақсартудан кейін	жоғарғы	төменгі
20ХГСА	650	800	12	45	70	207	241..311	—	—
30Х	700	900	12	45	70	187	229..277	0	-100
30ХГСА (30ХГС)	850	1 100	10	45	50 (45)	229	248..321	20	-60
30ХМА (30ХМ)	750	950	12(11)	50 (45)	90 (80)	229	248..321	—	—
30ХНЗА	800	1 000	10	50	80	241	255..321	-40	-120
33ХС	700	900	13	50	80	241	255..321	—	—
36Х2Н2МФА	1 100	1 200	12	50	80	269	293..331	-60	-140
38ХСА (38ХС)	750	950	12	50	80 (70)	255	285..321	—	—
38ХНЗМФА	1 100	1 200	12	50	80	269	293..331	-60	-140
40Х	800	1 000	10	45	60	217	248..293	0	-100
40ХР	800	1 000	12	50	90	229	248..302	10	-70
40ХГР	800	1 000	11	45	80	229	248..302	20	-60
40ХГТР	800	1 000	11	45	80	229	248..302	40	-60
40ХН	800	1 000	11	45	70	207	235..277	-30	-100

2.23 кестенің соңы

Болаттың мар- касы	$\sigma_{0.2}$ МПа	σ_B МПа	δ %	ψ %	КСУ, Дж/см ²	Қаттылық НВ		Мортсыңғыштық шегі, °С	
	кем емес					Қыздырудан кейін, артық емес	жақсартудан кейін	жоғарғы	төменгі
40ХНР	800	1 000	10	45	90	277	293..331	0	-80
40ХФА	750	900	10	50	90	241	262..321	0	-100
40ХНМА	900	1 050	12	50	90	269	293..331	-40	-120
40ХН2МА	950	1 100	12	50	80	269	293..331	-40	-120
45ХН	850	1 050	10	45	70	207	255..302	-30	-100
45Г2	700	850	13	45	45	255	277..331	—	—
45ХН2МФА	1 300	1450	7	35	40	269	415 дейін	—	—
5 ОХ	900	1 100	9	40	40	229	248..302	0	-100
50ХН	900	1 100	9	40	50	207	248..302	-30	-100

2.24. кесте.Қосындыланған жақсартылатын болаттарды қолдану

Болат.маркасы	Қолданылу саласы
20ХГСА , 25ХГСА	Біліктер, остер, дәнекерлеу құрылымдарының бөлшектері (орташа тұтқырлық және созылымдық кезінде жоғары беріктікке ие болаттардан)
30Х, 35Х, 30ХР	Остер, білікшелер, иінтіректер, бұрандалар, сомындаржәне басқаірі емес бөлшектер, сондай-ақ тісті доңғалақтар, біліктер, жауапты жүктелген шпилькалар
38ХА, 40Х	Иінді біліктер,фрикциялық дискілер, цилиндрлердің азотталмайтын гильзалары, бұлғақты бұрандалар мен сомындар, енгізу клапандары, клапандардың иіндері және басқалары
30ХГС, 30ХГСА, 35ХГСА	Моторлардың тежегіш таспалары, фланецтер, корпустар, қаптамалар, компрессорлық машиналардың қалақшалары, итергіштердің иінтіректері, айныма таңбалы жүктемеде жұмыс істейтін дәнекерлеу құрылымдарының бөлшектері,
30ХМ, 40ХМА	Турбиналардың бекітетін бөлшектері мен дискілері, 400 °С дейін температурада жұмыс істейтін құбырөткізгіштердің фланецтері,дәнекерлеу құрылымдары
40ХФА	Біліктер, остер, төлкелер, траверстер, тісті доңғалақтар, жоғары қысымды құбырөткізгіштердің бекітетін бөлшектері
40ХГТР	Біліктер, жұдырықшалар, жұлдызшалар, остер, авокран және ауылшаруашылық машинажа-саудағы иітіректер автомобильдердің жетекші көпірлері
40ХН	Бұлғақтар, тісті доңғалақтар, экскааторлардың біліктері, муфтталар, діріл және динамикалық жүктемелерге ұшырайтын иінтіректер және басқа жауапты бөлшектер
30ХГСН2А	Кері температураларда (-30 °С дейін)қолданылатын ауыр жүктелген саусақтар, фланецтер, жұдырықшалар, айналдырықтар және басқалары

Болат.маркасы	Қолданылу саласы
40ХН2МА, 40Х2Н2МА	Иінді біліктер, бұлғақтар, бұлғақтардың қақпақтары, айналдырықтар, клапандар, шпилькалар, муфталар және автомобиль құрылысы мен білдек құрылысындағы басқа бөлшектер 2.24 кестенің соңы
30ХН2МФА , 35ХН3МФА	450 °С дейін температурада жұмыс істейтін біліктер, редукторлардың бөлшектері, ком-прессорлық машиналардың ауыр жүктелген бөлшектері
36Х2Н2МФА4 5ХН2МФА	Торсиондық біліктер, тісті доңғалақтар, жұл-дызшалар, еспелі бұрандалар, турбиналардың роторлары
40ХМФА	450 °С дейін температурада жұмыс істейтін шлицтік біліктер, штоктар, бұлғақтар, құбырөт-кізгіштердің бекітетін бөлшектері,
45Г2	Кардан білігі, жартылай остер, бұрамдықтар, бұлғақтар (автотракторжасауда), трамвай, вагон және паровоз остері айналдырық біліктер, иінді біліктер
45Х, 50Х	Біліктер, остер, тісті доңғалақтар, сұққылар
45ХН	Иінді біліктер, бұлғақтар, шестернялар, айнал-дырықтар, муфталар, бұрандалар

2.13. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЕРЕКШЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ БОЛАТТАР

Дәнекерлеу құрылымдарына арналған болаттар. Металдың әдетте, қасиеттері негізгі металға жақын сапалы дәнекерленген байланысты түзу қабілеті *дәнекерлеуге бейімділік* деп аталады. Сапалы байланысты түзу үшін пісіру жігінде әртүрлі ақаулардың туындауын алдын алу маңызды: кеуектер, шалапісірілім және сызаттар.

Болаттың құрамында көміртек және қосынды элементтер неғұрлым аз болса, соғұрлым пісірімділігі жоғары болады. Көміртектің әсер тигізуі анықтаушы болып табылады: көміртек кристалдану арақашықтығын кеңейтеді және металдың ыстық сызаттарды түзуге

бейімділігін арттырады. Мартенситті өзгерудің көлемдік әсерін ұлғайта отыра, көміртек сонымен бірге суық сызаттардың пайда болуына әрекет етеді. Осымен байланысты жоғары пісірімділікке 0,25 % С дейін болаттар ие. Бұл көміртекті болаттар (Ст1...Ст4, 08, 10...25 маркалы), әртүрлі металл құрылымдарын дайындауға қолданылатын төмен легирленген болаттар (мысалы, 09Г2, 09Г2С, 14Г2, 15ГФ(Д), 16ГС, 17ГС маркалы және басқалары), сондай-ақ карбонитритті беріктендірілген болаттар (мысалы, 14Г2АФ(Д), 15Г2СФ(Д), 16Г2АФ маркалы) және ГОСТ 19282 – 89 сәйкес басқа да болаттар.

Төмен легирленген болаттардың құрамында 1,8 % дейін МП, 1,2 % дейін Si, 0,9 дейін СГ, 1,7 % дейін Ni, 0,5 % дейін Си, 0,15 % дейін V, 0,03 % дейін Ti, 0,025 % дейін N бар.

Осы элементтерді енгізу болаттың беріктігінің жоғарлауына және оның сыңғыш күйіне ауысу температурасын төмендетуге әрекет етеді, бұл оларды суық климат аудандарында қолдануға мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Мысты қосқан кезде болаттар атмосфералық жемірілуге жоғары төзімділікке ие болады.

Көрсетілген болаттарды дәнекерлеу 15 мм дейін қалыңдықта қиындықтар тудырмайды. Қалыңдығы одан қалың және термикалық берікті күйіндегі болаттарды дәнекерлеу жылыту және термикалық өңдеуді талап етеді.

0,3 % С артық көміртек және төмен легирленген болаттарды дәнекерлеу шыңдау мүмкіндігімен және олардың жік аймағындағы сыңғытануымен қиындай түседі.

Жоғары хромды және хром никель болаттарды дәнекерлеу металдағы шарасыз фазалық өзгерулерімен байланысты арнайы технологиялық амалдарды –салқындату жылдамдығын төмендету, қорғаныс атмосфераны және кейінгі термикалық өңдеуді қолдануды талап етеді.

Болаттарды табак және сұрыпты фасондық табак түрінде жеткізеді, ал қосымша термикалық өңдеусіз қолданады (яғни жеткізілген күйінде) немесе жоғары температуралық жасытудың қалыпты жағдайында, ал кейде шыңдау және жасытудан кейін (мысалы, 14Г2, 17ГС, 15ХСНД маркалы болаттар). Соңғы жағдайда болаттардың беріктік қасиеттері елеулі жоғарлайды (ств және ст0 2), мортсыңғыш шегі және ескіруге бейімділігі төмендейді.

Легирленген болаттарды көміртектердің орнына қолдану материалдың 15...30 % үнемдеуге мүмкіндік береді, ал термикалық өңделген профильдерді қолдану 50 % дейін металды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Кеме жасауда, химиялық өнеркәсіп аппараттары аппараттары

үшін, вагонжасау және көпіржасауда кең диапазонды жұмыс температуралы (-70. +450 °C) 09Г2, 10Г2С1Д, 10ХСНД, 15ХСНД, 09Г2С, 09Г2Д, 15ГФ (ГОСТ 19282 – 89) маркалы болаттарды қолданады.

Мыс және никелі бар болаттар (10ХСНД және 15ХСНД маркалы) атмосфералық жағдайларда жоғары тозу төзімділігімен ерекшеленеді.

Ірі табакты құрылымдар, корпустар, ыдыстар, қазандар және құбырөткізгіштер үшін 14Г2, 16ГС, 17ГС, 14ХГС, 12ХГС маркалы болаттарды қолданады. 12ГС маркалы болаттан сорып шығару, ию және штамптау әдісімен ауылшаруашылық машиналар мен автомобильдердің бөлшектерін жасайды.

Соңғы уақытта құрамында 0,05... 0,12% V и 0,015... 0,025% N бар карбонитритті беріктендірілген болаттар кеңінен қолданылуда. Бұл болаттардың құрылымы ұсақталған және мортсыңғыш шегі -80 °C дейін төмендетілген.

Көпірлердің металқұрылымдарына, кран асты фермаларға, ғимараттар мен басқа дәнекерленетін жауапты құрылымдарға 14Г2АФ, 14Г2АФД, 16Г2АФ, 18Г2АФ, 12Г2САФ и 12ГН2МФАЮ маркалы болаттарды қолданады.

Солтүстікте қолданылатын жауапты дәнекерленетін құрылымдар үшін 15Г2АФД маркалы болатты қолданады, ал экскаваторлардың дәнекерлеу құрылымдары үшін –12ГН2МФАЮ, 12Г2СМФ, 14ГСМ-ФР және 18Г2АФ маркалы болаттарды қолданады. 12ГН2М-ФАЮ маркалы болатты сондай-ақ жүккөтерімділігі үлкен (120 т. дейін) автомобильдердің платформаларын жасау үшін қолданады. Молибден және бор қосылған болаттар (мысалы, 14ГСМФР) қалыпты жағдайда құрамында бейнит болады және жақсы созылымдылық кезінде жоғары аққыш шегіне ие (ст02 ~ 450 МПа).

15Г2СД, 15Г2СФД, 14Г2АФД, 16Г2АФД және 15Г2АФДпс маркалы болаттар жеткізу күйінде (термоөңделмеген), мына механикалық сипаттамаларға тән: ст02 = 400.420 МПа, ств = = 550.580 МПа, 5 = 18.20 % -40 °C КСУ-40 = = 30.40 Дж/см² кезінде соққы тұтқырлығына ие.

18Г2АФ және 18Г2АД маркалы болаттар жоғары беріктік қасиеттерге ие: ст02 = 450 МПа, ств = 600 МПа. Осындай қасиеттерге 16Г2АФ маркалы қалыптанған болат та ие.

В улучшенном состоянии стали марок 12Г2СМФ және 12ГН2М-ФАЮ маркалы болаттар жақсартылған күйінде а02 = 600.700 МПа және ств = 700.850 МПа ие, ал 12ХН2МФБАЮ ст0,2 = 750.870 МПа және ств = 850.950 МПа, 5 = = 12.14% және КСи-40 = 30.35 Дж/см² ие.

Сыңғыштықтың сыни температуралары (үлгілерде U- тәрізді тілу кезінде): 12Г2СМФ марка болаттары – 70.-100 °С, 14Г2АФ және 16Г2АФ марка болаттары – 90.-100 °С және 12ГН2МФАЮ марка болаттары – 100.-110°С құрайды.

Болаттардың соққы тұтқырлығын аранйы тәсілдермен арттыруға болады: синтетикалық қожбен өндеу (СҚ) немесе электрқожжайта балқытумен (ЭҚБ). Осылай, мысалы, 16Г2АФ маркалы болаттың КСУ-40соққы тұтқырлығы келесі мәндерге тең: шамамен 160 Дж/см²СҚ кезінде, ЭҚБ кезінде – 280.290 Дж/см².

Құйма болаттар. Болаттардың маркалануын, химиялық құрамын және регламенттелетін механикалық қасиеттерін ГОСТ 977 – 88 (көміртек және дегирленген болаттар үшін) және ГОСТ 2176 – 77 (арнайы қасиеттерімен жоғары легирленген) белгілейді. Пайдалану мақсаты бойынша құйма болаттар үш топқа бөлінеді: 1-ші – жалпы мақсаттағы құймалар үшін; 2-ші – жауапты мақсаттағы құймалар үшін; 3-ші – ерекше жауапты мақсаттағы құймалар үшін. 1 топ болаттары үшін сыртқы түрі, өлшемдері және химиялық құрамы белгіленген. 2 топ болаттары үшін беріктік қасиеттері мен салыстырмалы ұзартуы регламенттелген, ал 3 топ болаттан үшін соққы тұтқырлығы регламенттелген.

Құймалардың түр жиынының ГОСТ 2009 – 83 және 3212 – 92 белгілейді. У көміртекті құрылымдық болаттар құю үшін 15Л және 20Л...55Л маркаларын ажыратады.

Осы маркалардағы сандар пайыздың жүздік үлесінде көміртектің құрамына көрсетеді.

Легирленген құйма болаттарды маркалау сапалы ақауланатын болаттардың маркалануына ұқсас, алайда марканың соңында «Л» әріпімен (мысалы, 35ГЛ, 30ГСЛ, 08ГДНФЛ).

Көміртек және легирленген болаттардың құймаларын термикалық өндеуге ұшыратады – жасытумен қалыптандыру немесе жасытумен шыңдау.

Беріктік қасиеттері бойынша құйма болаттар ақауланатындарға жақын, алайда соңғыларға соққы тұтқырлығы бойынша әлсіз келеді.

Құйма болаттардан:

- соққы жүктемелерге ұшырайтын бөлшектерді (қармаулар, блоктар, аунақшалар, копра балғалары), және дәнекерленген құйма құрылымдардың бөлшектері (15Л және 20Л маркалы болаттардан);
- автотіркеудің жауапты бөлшектері (20Л, 20ГЛ, 20ГТЛ марка болаттарынан);
- мойынтіректердің корпустары, орташа жүктелген тісті доңғалақтар, остер, біліктер (25Л маркалы болаттан);

- иіңтіректер, тенгергіштер, редукторлардың корпустары, шкивтер, кронштейндер, бандаждар, сермерлер (30Л марка болаттарынан);
- турбомашиналардың корпустары мен құрсаулары, ашалар, кронштейндер және басқалары (35Л марка болаттарынан);
- стакандар, корпустар, муфталар, тежегіш дискілер, шестернялар, қаптамалар, ашалар, жұлдызшалар, хrapовиктер, сыналар, жүкшығыр бөлшектері (40Л және 45Л марка болаттарынан);
- шестернялар, жүгірішкітер, доңғалақтар, тісті тәж, біліктер, жұдырықша муфталар, айқыштар, экскаваторлар мен ұсату ұнтаушы жабдықтардың бөлшектері (35ГЛ, 30ХГСДЛ, 35ХГСДЛ, 35ХМЛ, 40ХЛ марка болаттарынан);
- кемежасау үшін әртүрлі бөлшектер (08ГДНФЛ, 13НДФЛ, 12ДН1МФЛ маркалы болаттардан);
- уатқыш-тарту жабдықтарының бөлшектері, трамвай және теміржол жебелері мен айқыштары, шынжыр табан трактар, экскаватор шөміштерінің тістерін (110Г13Л марка болатына) жасайды.

Ақаулығы жоғары болаттар. Ақаулығы жоғары болаттарды суық қалыптау және суық бөлігін шөгу үшін қолданады.

Көптеген жағдайларда суық қалыптау үшін қаттылығы 55 HRC артық емес төмен көміртегілі болатты қолданады. Сондай-ақ кәдімгі сапалы (тотықсызданудың барлық дәрежелерінің Ст0...Ст4 маркасы, Ст5сп және Ст5пс) жұқа қаңылтыр болатты және жалпақ енді болатты (суық- және ыстық илемді), сапалы көміртегілі (08.50) және қоспаланған болатты (10Г2, 12Г2, 16Г2, 25ХГСА, 30ХГСА, 60Г...70Г, 30ХГСН2А, 12Х2НМФА... 23Х2НМФА, 12Х2Н-ВФА... 23Х2НВФА және басқа маркалы) қолданады. Болаттарды жұмсартылған (жасытылған немесе босандатылған) немесе қалыпты жағдайда жеткізеді.

Екі фазалы ферритті-мартенсит болаттар (КФФМБ) жоғары технологиялық созылымдылыққа ие, олардың құрылымы сын аралық арақашықтық температурада шындаудан кейін феррит және 15.30% мартенситке ие. Мұндай болаттар ст02/ств (0,4.0,5) төмен қатынасқа ие және кәдімгі төмен қоспаланған болаттар қарағанда 2 есе үлкен созылу деформация дәрежесін ұлғайту кезінде беріктікті өсіру қарқынына ие. Кәдімгі КФФМБ-ға 06ХГСЮ және 06Г2СЮ маркалардың болаттары жатады. Термикалық өндеуден кейін 06ХГСЮ болат ст02 = 250 МПа және ств = 620 МПа ие, ал 06Г2СЮ болат ст02 = 310 МПа және ств = 650 МПа ие. 5%-дық ақаудан және 200 °С кезінде ескіруден кейін 06ХГСЮ болат ст02 = 560 МПа және

ств = 650 МПа ие, ал 06Г2СЮ болат ст02 = = 610 МПа және ств = 700 МПа ие.

КФФМБ-ды күрделі конфигурациялы бөлшектерді табақты қалыптандыру үшін қолданады (автомобиль шанағының бөлшектері, жеңіл автомобиль доңғалақтарының дискілері және т.б.). Сонымен бірге осындай бөлшектердің қабырғаларының қалыңдығы 15 . 25 % азайтуға болады.

Суық бөлігін шөгу үшін сапалы көміртекті және қоспаланған құрылымдық тұржиынтық ыстық илемген және калибрленген болаттарды (ГОСТ 10702 – 78) болаттарды: тотықсызданудың барлық дәрежелерінің 08.20 маркалары, 25.50, 15Х.45Х, 38ХА, 15Г.45Г, 20Г2.40Г2, 38ХС, 12ХН.50ХН, 15ХФ, 15ХМ, 16ХСН, 19ХГН, 30ХМА, 12ХН3А, 20ХГСА. 35ХГСА, 35ХГН2, 38ХГНМ, 18Х2Н-4МА, 25Х2Н4МА, 40ХНМА, 30ХН2МФА қолданады. Болаттарды босандатудан кейін, жоғары босандатудан кейін немесе термикалық өндеусіз жеткізеді. Калибрленген болаттарды беріктетілген күйде, кейде термикалық өндеуден кейін жеткізеді. Осындай болаттардың қаттылығы 131 . 255 НВ құруы тиіс.

Кесумен жоғары өнделетін болаттар. Кесумен өндеу – машинадар мен аспаптардың көптеген бөлшектерін жасау тәсілі. Болаттардың өндемділігі бірнеше көрсеткіштермен бағаланады, олардың бастысы – кескіш құрал-сайманның тозу қарқындылығы. Олардың өнделімдігінің қосымша көрсеткіштеріне кесілетін беттің тазалығы, жоңқаның пішіні және оның қайтару қолайлығы.

Болаттың өнделімділігі оның механикалық қасиеттеріне, жылу өткізгіштігіне, микроқұрылымына және химиялық құрамына байланысты. Кесудің рұқсат етілген жылдамдығы болаттың қаттылығы мен беріктігі ұлғаюмен төмендейді. Қиындатылған өндеу және тым пластиналық болаттар, бұл жағдайда жаппай қиын сынатын жоңқаның түзілу салдарынан. Сонымен қатар құрал-сайманның кескіш жиегінде металдың жабысуынан шор туындайды, нәтижесінде беті кедір-бұдырлы және қажаулармен болады.

Аустеннитті болаттар ерекше жаман өндірімділігімен ерекшеленеді, олар жоғары созылымдық пен тұтқырлығынан басқа төмен жылу өткізгіштікке ие. Оларды өндеген кезде бөлінетін жылу құрал-сайманның жылу өткізгіштігін төмендетіп, кесетін аймақта шоғырланады.

Кесумен болаттардың жоғары өнделуіне әртүрлі технологиялық және металлургиялық амалдармен жетеді. Технологиялық амалдарға термикалық өндеу және тойтару жатады.

Орташа көміртекті болаттардың дайындмаларын қалыптандыруға ұшыратады, себебі ол феррит және пластиналық перлиттен

тұратын өндеу позициясынан неғұрлым қолайлы құрылымды қалыптастырады. Төмен көміртегілі болаттарды өңделу ді суық пластикалық ақаулаумен арттырады, ол оларың созылымдығын төмендетеді, сусымалы жеңіл бөлінетін жоңқаны алуға әрекет етеді.

Құрылымдық болатқа төмендегі элементтерді енгізуді көздейтін, металлургиялық амалдар неғұрлым тиімді:

- күкрт, селен, теллура, кальций, құрам мен бейметалл қосындылардың санын өзгертетін;
- қорғасын, өзіндік қосындыларды құратын;
- фосфор, металл негіздерінің қасиеттерін өзгертетін. Осындай қосындылардан қоспаланған жеңіл өңделетін болаттар автоматты деп аталады.

Автоматты болаттарды (ГОСТ1414–75) автомат білдектерде өндеу үшін және кейін кесумен өңдейтін қысыммен ыстық өндеу үшін қолданады.

Автоматты болаттарды химиялық құрамы, өндеу түрлері, пайдалану мақсаты және материалдың күйі бойынша жіктейді.

Химиялық құрамы бойынша автоматты болаттар келесі алты топтарға бөлінеді:

- көміртегілі күкіртті (АН, А12, А20, А30, А35, А40Г маркалы);
- мырышпен көміртегілі (АС14, АС40, АС35Г2, АС45Г2 маркалы);
- күкірттік-селенді (А35Е және А45Е маркалы);
- хроммен күкірттік-селенді (А40ХЕ маркалы);
- құрамында мырышы бар қоспаланған (АС12ХМ, АС14ХГН, АС19ХГН, АС20ХГНМ, АС30ХМ, АС38ХГМ, АС40ХГНМ маркалы);
- құрамында кальцийі бар (АЦ20...АЦ60, АЦ35Х...АЦ45Х,
- АЦ35Г...АЦ45Г, АЦ35Г2...АЦ45Г2, АЦ30ХМ, АЦ12ХН3 маркалы).

Өндеу түрлері бойынша автоматты болаттар ыстық илемделген, калибрленген және беті арнайы өңделген дөңгелек (асылшыбық).

Пайдалану мақсатына байланысты ыстық илемделген болатты келесі кіші топтарға бөледі: қысыммен ыстық өндеу үшін; кесумен механикалық өндеу үшін; суықпен сүйрету үшін.

Күйі бойынша автоматты болаттарды термикалық өндеусіз, термикалық өңделген (Т) және беріктендірілген (Н) – асылшыбыққа калибрленген деп ажыратады.

Автоматты болаттарды қолдану 1,5 – 2 есе аспаптың шығының кемітуге мүмкіндік береді немесе аспаптың тозуын 30.35 % кемітіп, 22.30% өндеудің машиналық уақытын қысқартуға мүмкіндік береді.

Автоматты болаттардан метиздер, автомобиль жасауда – тіркеуді

қосу, тізбектерді, май сорғының жетек шестерняларын, спидометр жетегінің редуктор біліктерін, дросселді жапқыш остерін, тезегіштің бас цилиндрінің келтекосқышын (А11, А12, А20 марка болаттарынан), берілістерді аджыратып қосу иінтіректері (АС12ХН марка болатынан), дифференциал сателлиттерінің остері, күпшектер (АС14ХГН марка болатынан), меңгерікпен басқару бұрамдықтары (АС30ХМ, АСЦ30ХМ марка болаттарынан) және т.б.

2.14. ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МАҚСАТТАҒЫ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ БОЛАТТАР

Беріктігі жоғары болаттар. Жоғары құрылымдық беріктігіне өнімдер олардың материалдары тек қана үлкен беріктікке ғана емес, сонымен қатар сынғыш бұзылуға жоғары төзімділігі болған жағдайда, яғни бұзылудың жоғары тұтқырлығына КІс ие болса жетеді.

Беріктігі жоғары болаттарға $60 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ мәнінде кем болғанда K_{Ic} мәнінде $\sigma_b > 1 \text{ 600 МПа}$ және $\sigma_{0.2} > 1 \text{ 400 МПа}$. $\sigma_{0.2} > 2000 \text{ МПа}$ болаттары кейде аса жоғары берік деп аталады. Аса жоғары болаттарды ғарыш және авиация техникасында қолданады, сондай-ақ аспап жасаудың бірқатар салаларында. Олардан жауапты бөлшектер, беріктігі жоғары бекітетін өнімдер, беріктігі жоғары сымдар мен арқандар жасалады.

Беріктендіру тәсілі бойынша мына беріктігі жоғары болаттарды ажыратады: мартенситтімен түсірілген (30ХГСН2А, 40ХГСН3ВА, 35ХГСА, 35Х2АФ маркалы); дисперсиялық-қатаятын (40Х5М2СФ, 40Х5ФСБ маркалы); мартенситті-ескіретін, термомеханикалық өндеумен беріктенетін; түйіршігі аса ұсақ; ӨТИҚ болаттар (өзгеру арқылы туындағанилемділік қасиеттер).

Түйіршіктері аса ұсақ болаттарды (диаметрі 10 мкм және кем түйіршіктер) термоциклдік өндеу жолымен немесе жылдамдық аустенитизациямен алады. Бұл болаттар үшін салыстымалы ұзартудың аномальды жоғары мәндерін алу тән (аса илемділік құбылысы).

ӨТИҚ беріктігі аса жоғары болаттар, қоспалау есебінен олардың мартенситті нүктелері бөлме температурасынан төмен түсетіндігімен ажыратылады, сондықтан шыңдаудан кейін олар аустенитті құрылымға ие болады. 250...550 °С кезінде пластикалық ақаудың нәтижесінде қысудың үлкен дәрежелерімен (80 % дейін) мартенситті нүкте бөлме температурасынан жоғары артады. Салқындатқаннан кейін бұл болаттар тұрақсыз аустенит құрылымына иеленеді, ол

жүктеудің астында мартенситке өзгереді, бұл олардың беріктігі мен илемділігін арттыруды қамтамасыз етеді. ӨТИҚ болаттарына 30X9H9M4Г2С2, 25H20M4, 25H20M4Г2С2 маркалы болаттар жатады, олар $\delta = 20.25\%$ кезінде 2 000 МПа дейін $\sigma_{0.2}$ ие болады.

Мартенситті-ескіретін болаттарға Co, Ti, Be, Al, W және Mo қосымша қоспаланған тімірдің никельмен көміртексіз қорытпалар (0.03% C артық емес) жатады. Бұл болаттарды термикалық өндеуге ұшыратады: 800.850 °C кезіне шыңдауға және 480.520 °C кезінде ескіртуге.

H18K9M5T марка болаты термикалық өндеуден кейін $\sigma_{\text{ств}} = 1900.2$ 100 МПа, $\sigma_{0.2} = 1\ 800.2$ 000 МПа, $\delta = 8.12\%$, $\psi = 40.60\%$, KCU = 40.60 Дж/см² және 52.53 HRC қаттылығына ие. Бұл болат серпімділіктің жоғары шегіне ие және оны серіппелерді жасау үшін қолдануға болады. Сондай-ақ қоспалануы төмен H12K8M3Г2, H10X11M2T, H12K8M4Г2, H9X12Д2ТБ маркалы болаттарды қолданады.

Мартенситтік-ескіретін болаттар 10... 12% C_г жақты тот басу төзімділігіне ие.

Рессорлы-серпімді болаттар. Рессорлы-серпімді көміртегілі және қоспаланған болаттарды қатты (күштік) серпімді элементтерді дайындау үшін қолданады.

Қымбат емес және жеткілікті технологиялық рессорлы-серіппе болаттар авто- және тарктор жасауда, теміржол көлігінде, бірдек жасауда кеңіне қолданады, сонымен бірге аспаптардың күштік серпімді элементтерін дайындаған кезде қолданысын табады. Жиі бұл материалдарды жалпы мақсатта қолданылатын серпімді болаттар деп те атайды.

Күштік серпімді элементтердің жұмыс қабілеттігін қамтамасыз ету үшін рессорлық-серпімді болаттар серпімділіктің жоғары шегіне, төзімділікке ие болуы және бәсеңдетуге төзімділікке ие болуы тиіс. Осы талаптарды 420...520 °C кезінде шыңдауға және босаңсыту ұшыраған көміртегі аса жоғары ($0.5...0.7\%$) болаттар қанағаттандырады.

Мартенситке шыңдалған болат серпімділіктің жоғары емес шегіне ие, ол босандату кезінде, яғни тростит босаңсыту құрылымы түзілген кезде артады. Бұл құрылымда феррит дисперсті карбид бөлшектерімен оқшауланған, қатты фазалық тойтару салдарынан аз жылжымалы дислокациялардың жоғары тығыздығына ие. Трооститқа босандату болаттардың илемділігі мен тұқырлығын арттыруды қамтамасыз етеді (әсіресе жасыту морттығына бейімділігі жоқ), бұл олардың төзімділігінің ешгн ұлғайту үшін маңызды.

Жақсы нәтижелерді өнімнің аз ақаулануы кезінде оның механикалық қасиеттерін арттыратын төменгі бейниттің

құрылымына болаттың изотермикалық шындауы қамтамасыз етеді.

Кәдімгі пішінді кішігірім серпімділерді термикалық өңделген болаттан жасайды. Орау кезінде үлкен күшті қажет ететін ірі серпімдер үшін жасытылған күйдегі болатты қолданады. Ыстық орау немесе қалыптаумен алынған дайын өнімдері термикалық өңдеуге ұшыратады.

Рессор үшін болатты жолақ түрінде жеткізеді. Одан кесілген дайындамаларды арнайы қалыптарда қыздырады, содан кейін пакет түрінде босандатады және құрастырады.

65.85 маркалы көміртегілі болаттар және 60Г...70Г (ГОСТ 1050 – 88) маркалы марганец қосылған болаттар әсіресе қыздырған кезде жоғары емес бәсеңдетуге төзімділікке ие. Олар 100 °С жоғары температура кезінде жұмыс істеу үшін жарамсыз. Төмен шынықтыру салдарынан бұл болаттар кішігірім қимасы бар серпімдерді жасау үшін жарамды.

Қоспаланған рессорлық-серпімді болаттар (ГОСТ 14959 – 79) перлит санатына жатады. Негізгі қоспалайтын элементтер кремний (1 ...3 %) және марганец (шамамен 1 %) болып табылады, ал аса жауапты мақсаттағы болаттарда – хром (шамамен 1 %), ванадий (шамамен 0,15%) және никель (1,7% дейін) болып табылады. Басқа элементтермен қоспалау осы болаттардың серпімділік шегіне аз әсер тигізеді, ол олардың шынықтыруын, бәсеңдету төзімділігін арттыру үшін неғұрлым мәнді. Осыған байланысты қоспаланған болаттар өлшемі бойынша үлкен серпімді элементтерді жасау үшін арналады және олардың ұзақ және сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Арзан кремнийлі 55С2, 60С2, 70С3А маркалы болаттарды қалыңдығы 18 мм дейін серіппелер мен рессорларды жасау үшін қолданады. Осы болаттар шындау астында қыздырған кезде түйіршіктерінің өсуіне төзімді, олардың төзімділік шегін төмендететін көмірсізденуге бейімді. 60СГА маркалы кремний марганец болатта бұл кемшілік аз көрсетілген, сондықтан оны қалыңдығы 14 мм дейін рессорды жасау үшін қолданады.

Кремнилі және кремний марганецтілермен салыстырғанда 50ХФА және 50ХГФА маркалы болаттарды, босандату кезінде аса жоғары қыздыруға (520 °С) ұшыратады, жоғары жылуға төзімділігіне, тұтқырлыққа және тілігу аз сезгіштігіне ие. Бұл болаттар 300 °С дейін температурада жұмыс істей алатын жеңіл көліктердің, клапандық рессорларын және басқа да жауапты мақсаттағы серпімділерді жасау үшін қолданылады.

60С2ХА және 60С2Н2А марка болаттарды бетінен 50 және 80 мм тереңдік қимасында шынықтырады және ірі ауыр жүктелген және аса жауапты серпімдер мен рессорларды жасау үшін қолданады.

Болаттардың механикалық қасиеттерін көміртектің құрамымен және жасыту температурасымен анықтайды. Жасытуды болаттың максималды серпімділік шегіне сәйкес келетін температураға қарағанда бірнеше жоғары температурала өткізеді, бұл оның иілімдігі мен тұтқырлығын арттыру үшін қажет.

Ең жоғары механикалық қасиеттерге 70C3A, 60C2XA и 60C2H2A: $\sigma_b > 1\,800$ МПа; $\sigma_{0,2} > 1\,600$ МПа; $\delta > 5\%$; $\psi > 20\%$ маркалы болаттар ие. Бұл болаттардың серпімділік шегі 880.1 150 МПа, ал қаттылығы 38.48 HRC құрайды. Осындай беріктігі мен қаттылықта болаттар кернеу концентраторларының болуына сезгіш, сондықтан төзімділік шегіне олардың беттік жағдайы үлкен әсер тигізеді. Беттік ақаулар болмаған кезде (обезугле-роживания, окалины, грубых рисок и т.д.) осы болаттардың төзімділік шегі 500 Мпа кем емес, ал ширату кезінде—300 МПа төмен емес.

Кернеулердің шоғырлағыштарына сезгіштікті азайту үшін дайын серпімділерді және рессор табақтарын олрдың төзімділігін 1,5 – 2 есе арттыратын, беттік бытыралы ағынмен өндеуге ұшыратады.

Мойынтіректік болаттар. Мойынтіректік болаттар ГОСТ 801 – 78 сәйкес ерекше маркалауға ие: «MX» әріптерден кейін (М – мойынтіректі, Х – хромды) олардың маркаларында пайыздың онды үлесінде хромның орташа құрамын көрсетеді. Мысалы, сталь MX15 болаттың құрамында 1,5% СГ.

Басқа қоспаланған элементтерде жалпы жұрт қабылдаған белгілеулер бар. Мойынтіректі болаттар жоғары қаттылыққа, тозу төзімділігіне және түйіспелі ескірудің кедергісіне ие болуы тиіс.

Оларға зиянды қоспалар мен бейметалдық қосындылардың құрамы бойынша, сондай-ақ карбидтік бір тексіздігі бойынша жоғары талаптар қойылады. Осыған байланысты осындай болаттарды жасау үшін электржодық (марканың соңында «Ш» әрпімен белгіленетін) немесе вакуумдық-доғалық (марканың соңында «ВД» әрпімен белгіленетін) қайта балдқытуды қолданады.

Сақиналарды, шарларды және мойынтірек аунақшаларын жасау үшін ШХ15 және ШХ15СГ маркалы болаттарды қолданады, оларды 840...860°C температурада шындауға және 150...170°C температурада жасытуға ұшыратады.

Кейде -70. -80 °C температурада суықпен өндеуді қолданады. Осы болаттардың термикалық өндеуден кейінгі қаттылығы 61.66 HRC, төзімділік шегі $\sigma_{т1} = 650.710$ МПа, тіліксіз үлгілер үшін соққы тұтқырлығы $KC = 25.45$ Дж/см² құрайды. Осы болаттардың механикалық қасиеттері электрқож және вакуумдық-доғалық қайта балқытуған кейін елеулі жоғары ($\sigma_{т1} < 960$ МПа), алайда олардың бағасы сонымен бірге 1,5 – 2 есе өседі.

Жоғары динамикалық жүктемелерде жұмыс істейтін, сырғу мойынтіректерінің бөлшектерін жасау үшін 20X2H4A және 18XГТ маркалы цементтелетін болаттарды қолданады. 1,2,3,5 мм тереңдікке газдық цементтеуден кейін, жоғары температуралық жасығудан кейін, 160.170 °C температурада шыңдау және босандатудан кейін 20X2H4A маркалы болаттың беттік қаттылығы 58.62 HRC, ал өзегінде – 35.45 HRC.

Көлемдік-бетік шыңдауды қолданып ауыр жүктелген мойынтірек аунақшаларын жасау үшін шынықтыруы регламенттелген ШХ4РП маркалы болатты қолданады. Бұл болаттың шыңдалған беттік қабаты 60.63 HRC қаттылыққа, ал өзегі – 35.40 HRC қаттылыққа ие.

Агрессивті ортада жұмыс істейтін, сырғу мойынтіректерінің сақиналары және денелерін 95X18 маркалы болаттан жасайды. 1000...1050°C температурада майда шыңдаудан кейін және 140...150°C кезінде жасығудан кейін оның қаттылығы 56 HRC кем құрайды, ал төзімділік шегі ст_160 HRC кезінде 980 МПа құрайды.

95X18Ш маркалы болатты жауапты мақсаттағы тозуға төзімді бөлшектерді жасау үшін қолданылады.

Тозу төзімді графиттелген және аустенитті болаттар. Графит болаттың құрамында цементиттің жартылай ыдырау есебінен алынатындығынан, графиттелген болаттар көміртек және кремнидің жоғары құрамына ие болуы тиіс.

Ресейде қолданылатын кейбір графиттелген болаттардың құрамы 2.25. кестеде келтірілген.

Осындай болаттарды өңдеу үшін екі сатылы графиттеуші қыздыра жұмсартуды қолданады: 820... 840 °C кезінде 5 с және 700... 720 °C кезінде 5.15 с. Бөлшектерді қыздырылған күйде немесе жасығумен шңдағаннан кейін қолданады. 5 = 6% кезінде болаттың графиттелген қыздыра жұмсартудың беріктік шегі ств ~ 600 Мпа құрайды.

Графиттелген болатты түсті антифрикциялық қорытпаларды алмастырғыш ретінде қолданады. Термикалық өңделген графиттелген болатты суық ақауландыру, калибрлер, тарк, құйма иінді біліктер және басқа тозатын бөлшектер үшін қолданады.

Абразивті үйкеліс және жоғары қысым мен соққы жағдайларында тозуға дейін жұмыс істетігін бөлшектерді жасау үшін (шыңжыр табанды машиналардың трактары, жақ ұсатқыштарды, теміржол және трамвай жолдарының айқыштарын) құрамында 0,9.1,3% С және 11,5.14,5% Мп (ГОСТ 2176 – 77) бар және 1 100°C температурада суда шыңдаумен өңделетін 110Г13Л маркалы жоғары марганецті аустенитті болатты қолданады.

Үлкен қысымдарда және соққы жүктемелерде бұл болат тойтарылады және тозуға төзімді келеді. Оның механикалық сипаттамалары мынандай:

2.25.кесте.Графиттелген болаттардың химиялық құрамдары

Болаттың маркасы	Элементтердің құрамы, сал. %			
	C	Si	Mn	Басқа элементтер
ЭИ293	1,50...1,75	0,75...0,95	0,20...0,40	–
ЭИ336	1,50...1,70	0,70...1,00	0,15...0,40	0,4...0,7 Cu
ЭИ366	1,30...1,45	1,25...1,60	0,40...0,50	0,2...0,4 Ti

$\delta = 25.15\%$, $\psi = 30.20\%$ кезінде $\sigma_b = 800...900$ МПа және $\sigma_{0.2} = 310...350$ МПа және қаттылығы 180.220 НВ.

Сұйық немесе газ ағыны астында тозатын өнімдерді жасау үшін жоғары кавитациялық төзімділікке ие, 30X10Г10 маркалы аустенитті болатты қолдану ұсынылады.

Температура және жұмыс ортасының әсер тигізуіне төзімді болаттар. Бұл топқа тозуға төзімді, ыстыққа төзімді, ыстыққа берік және суыққа төзімді болаттарды жатқызуға болады.

Тозуға төзімді болаттар (ГОСТ5632 – 72), электр химиялық тот басуға тұрақты, хром (ферритные,мартенситті-ферриттіжәне мартенситті) және Cr + Ni, Cr + Ni + Mn, Cr + Mn + Ni (аустенитті) кешендерімен қоспаланған болаттарға бөлінеді.

12X13.40X13 маркалы хромдық болаттар (мартенситті-ферритті және мартенситті) термикалық өндеуге жатады – шыңдау және жасытуға. 12X17 маркалы феритті болатты жеңіл және тамақ өнеркәсібінде және ыдыс-аяқ жасау үшін 760.780 °C теспературада қайта кристалдандыратын қыздырудан кейін қолданады. 15X28 және15X25T маркалы феррит болаттарын соққы жүктемесіз агрессивті ортада жұмыс істейтін, дәнекерлеу құрылымдарын жасау үшін қолданады.

12X13 және 20X13 маркалы болаттарды әлсіз агрессивті ортада соққы жүктемелерге ұшырайтын бөлшектерді жасау үшін қолданылады (гидравликалық пресс клапандарын, үй тұрмысының заттары). Олардың механикалық сипаттамалары 1 000.1 100°C температурадан қыздырудан кейін және 700.775 °C температурада жасытудан кейін мынандай: $\sigma_{\text{тв}} = 600.660$ МПа, $\sigma_{0.2} = 420.450$ МПа, $\delta = 16.20\%$, $\psi = 55.60\%$ және $K_{\text{С}} = 80.90$ Дж/см².

30X13 және 40X13 маркалы болаттар 1 000.1°C температурадан қыздырудан кейін және 180.200 °C температурада жасытудан кейін карбюраторлық инелерді, серіппелерді, хирургиялық құралдарды және т.б. жасау үшін қолданылады. Олардың қаттылығы 56.60 HRC құрайды.

12X18H9, 12X18H10T, 17X18H9 маркалы аустенитті болаттар 1 100.1 130 °C температурадан суда қыздыруға жатады, бұл келесі механикалық сипаттамаларды алуды қамтамасыз етеді: $\sigma_{\text{тв}} = 520.600 \text{ МПа}$, $\sigma_{0.2} = 200.230 \text{ МПа}$, $\delta = 50\%$ және $\psi = 50.60\%$. Бұл жақсы пісірілетін және қалыптанатын болаттарды дәнекерлеу аппаратураларының бөлшектерін жасау үшін қолданады.

Жоғары температуралар кезінде азоттық ортада және басқа қатты агрессивті ортада жұмыс істеу үшін 08X18H10T, 04X18H10, 03X18H12 маркалы көміртегі төмен болаттарды қолданады.

Болатты арзандату мақсатында оларға енгізілетін никельдің жартысын кейде марганецпен алмастырады. 10X14Г14Н4Т, 12X17Г9Н4 маркалы болаттарды әлсіз агрессивті орталарда жұмыс істейтін өнімдеді дайындау үшін қолданады (органикалық қышқылдарда, тұздар, сілтілерде). Органикалық қышқылдарда, күкірт қышқылында және теңіз суында болаттардың тозуға төзімділігін молибденнің бар болуы жоғарлатады, мысалы 10X17H-13M2T және 10X17H13M3T маркалы болаттарда.

Неғұрлым жүктелген құрылымдарды жасау үшін аустенитті-мартенситті болаттарды қолданады, мысалы 09X15H8Ю маркалы. Бұл болатты 975 °C температурадан қыздыруға, 430...500°C температурада суық (-50...-75°C температуралар диапазонында) пен ескіруге өндеуге ұшыратады, бұл келесі механикалық сипаттамаларды алуды қамтамасыз етеді: $\sigma_{\text{тв}} = 1\,200 \text{ МПа}$, $\sigma_{0.2} = 950 \text{ МПа}$, $K_{\text{С}} = 400 \text{ Дж/см}^2$.

Ыстық (80 °C дейін) күкірт қышқылдың әрекетіне төзімді дәнекерлеу құрылымдарын дайындау үшін 06X25H28МДТ маркалы болатты қолданады және 0X16H40M5ДЗТЗЮ маркалы неғұрлым берік болатты қолданады. Ауада 1 100 °C температурадан қыздырудан кейін және 650 °C температурада ескіруден кейін $\sigma_{\text{тв}} = 1\,200 \text{ МПа}$, $\sigma_{0.2} = 650 \text{ МПа}$, $\delta = 18\%$ және $\psi = 25\%$ ие.

Ыстық төзімді (отқаққа берік) болаттар (ГОСТ 5632 – 72) жоғары температураларда (550 °C жоғары) газдан жемірілуге төзімді. Жоғары отқаққа беріктікті болатқа хром, никель, алюминий немесе кремниді, яғни қатты ерітіндегі және қыздыру үдерісінде $(\text{Cr}, \text{Fe})_2\text{O}_3$ немесе $(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3$ типті оксидтердің қорғаныс қабықшаларын түзетін элементтерді енгізумен жетіледі. Болатқа 5 . 8 % Cr енгізу оның 750°C дейін отқаққа төзімділігін арттырады, 17 % Cr енгізу – 1 000 °C дейін, ал 25 % Cr енгізгенде болат 1 100 °C дейін отқаққа берік болып қалады. Құрамында 25% Cr бар болаттарды 5 % мөлшерде алюминиймен қоспалаған кезде олардың отқаққа беріктігін 1 300 °C дейін жоғарлатады. Отқаққа беріктік болаттың құрылымы емес құрамына байланысты болғандықтан, ферритті және аустенитті

болаттардың ыстық төзімділігі хромның тепе-тең мөлшерінде бірдей болып келеді.

Әртүрлі жоғары температуралық қондырғыларды, пештің бөлшектерін және газ турбиналарын жасау үшін, сондай-ақ ыстық төзімділікке ие ферритті (12X17, 15X25T) және аустенитті (20X23H13, 12X25H16Г7АР, 36X18H25C2) болаттарды қолданады. Температура окалиностойкости стали марки 15X6CЮ маркалы болаттың отқаққа берік температурасы 800 °С құрайды, ал 15X18CЮ маркалы болаттың температурасы – шамамен 1 050 °С құрайды. Сг + Si + Al (10X13CЮ, 15X18CЮ) кешендерімен қоспаланған болаттар, күкірт құрамды орталарда төзімді. Құрамында никель бар болаттар күкіртті газдардың әрекетіне нашар қарсылық білдіреді, алайда олар жоғары отқақа беріктік пен жемірілуге төзімділікке ие болуы мүмкін (12X18H9T, 08X18H10).

Ыстыққа төзімді болаттар (ГОСТ5632 – 72), белгілі уақыт ішінде 500 °С жоғары температурада кернеу астында жұмыс істеуге қабілетті, сондай-ақ жеткілікті ыстыққа төзімділікке ие. Ыстыққа төзімді болаттарды перлитті, мартенситті, мартенситті-ферритті және аустениттіге бөледі.

Перлитті болаттарды 500.580 °С температураларда ұзақ уақыт жұмыс істейтін (10... 100 мың с) энергетикалық қондырғыларды жасау үшін қолданады. Құрамында Сг, Мо және V бар бұл болаттарды (16М, 15ХМ, 12Х1МФ, 25Х1МФ), 960.980°С температурадан бастап қалыптандыруға және 600.750 °С температурада жасытуға ұшыратады.

Мартенситті болаттар 15Х11МФ және 15Х12ВНМФ маркалы газ турбиналық және бу күштік қондырғылардың бөлшектерін жасау үшін қолданады, 1 000.1 060 °С температурадан бастап майда қыздыруға және жоғары жасытуға ұшыратады. Іштен жанатын қозғалтқыштардың босандату клапандарын дайындау үшін 40Х9С2 және 40Х10С2М (сильхромдар) маркалы мартенсит болаттарын қолданады, 1 000.1 050 °С температурадан бастап майда қыздыру және 720.800 °С температурада жасыту.

Аустенитті ыстыққа төзімді болаттардың құрамында Сг, Ni, Mn және қосымша Мо, W, V, Nb және В бар. Бұл болаттарды 500.750 °С температураларда жұмыс істеу үшін қолданады. Аустенитті болаттарды термикалық өңдеу 1050.1200°С температурадан бастап майда, суда немесе ауада қыздырудан және 600.850 °С температурада ескіескіруден тұрады.

45ХГ4Н14В2М және 40Х15Н7Г7Ф2МС маркалы болаттарды авиация қозғалтқыштары мен бекітетін бөлшектерді жасау үшін қолданады.

10X11H20T3P және 10X11H23T3MP марка болаттарының табакты дайындамаларынан 700.750 °C жұмыс істейтін беріктігі жоғары құрылымды пісіру элементтерін жасайды.

Суыққа төзімді болаттар өте төмен температураларда (0. -269 °C) жеткілікті тұтқырлықтарын сақтайды. ОЦК және ГЦК токөзді болаттар болуы мүмкін.

ОЦК торкөзді болаттарды төмен климаттық температураларда жұмыс істеу үшін қолданады. Оларды қолданудың температуралық шегі мортсыңғыш шегімен шектеледі. Ол болаттың металлургиялық сапасына және құрылымына байланысты, 0. -60 °C құрайды.

Мортсыңғыштықтың шегін тиімді төмендету және бөлшектердің жұмыс істеу сенімділігін арттыру шаралары болып көміртектің құрамын төмендету, ұсақ түйіршікті құрылымды жасау (түйіршіктердің өлшемі 10...20 мкм), зиянды қоспалардың құрамын төмендету және сирек кездесетін металдарды жіне V, Nb, Ti қосумен оларды бейтараптандыру, сондай-ақ Ni қоспалау мен термикалық жақсартуды қолдану.

Төмен көміртегілі болаттар негізгі қолдануды алды, себебі көміртектің құрамы мортсыңғыштықтың шегін арттырады және олардың пісірілімін нашарлатады.

Кәдімгі сапалы болаттарды әртүрлі өнімдерді, қысыммен жұмыс істейтін ыдыстарды қоса дайындау үшін қолданады. Арнайы өндеусіз тыныш болаттардың кем деген жұмыс температурасы төмен температуралық қызмет үшін -20 °C құрайды, ал қайнайтын болаттарда ол 0...-10 °C шегінде.

Металлургиялық сапаны, түйіршіктерді ұсату мен микроқоспалауды қосатын шаралар кешені, осы арзан болаттардың рұқсат етілген пайдалану температурасын -50 °C дейін төмендетуге мүмкіндік береді. Дегенмен олардың бағасы көтерілгенімен, ол бәрібір де қоспаланған болаттардың бағасынан төмен болады.

0°C төмен температурада болат бөлшектерін қолданған кезде олардың құрылымдарын өндеу қажет: қауіпті кернеу шоғырлануларын жою және температуралық ақаулар жеңілдетілген, жұқа қабырғалы элементтерді қолдану.

Ірі құрылымдарды жасау үшін 09Г2С және 14Г2АФ маркалы беріктігі жоғары төмен қоспаланған болаттарды, сондай-ақ орташа қоспаланған жақсартылған және 45, 40Х, 65Г, 60С2А серіпімді болаттарды қолданады. Осы болаттардың ең төмен температурасы -50 °C құрайды.

Никель қосылған болаттар жақсы суыққа төзімділікке ие, мысалы термикалық жақсартудан кейін 12ХН3А және 18Х2Н4МА маркалы болаттарды -196 °C температураға дейін қолданады.

Құрамы 0,05 % С артық емес 0Н6 және 0Н9 маркалы никель болаттарын 830.900 °С температурадан бастап жасытудан немесе қалыптандырудан кейін қолданады немесе 600 °С температура кезінде жасытудан кейін қолданады. Олардың құрылымы ұсақ түйіршікті, сондай-ақ жақсы тұтқырлы, иілімді және дәнекерленеді. Аустенитті болаттарға қарағанда олар берік, жылуды жақсы өткізеді, төмен жылу кеңейтілімге және елеулі төмен бағаға ие. Оларды сұйылтылған газдарды тасымалдау, оның ішінде танкерлерді қоса ірі құрылымдады жасау қолданады. Никель болаттардың кемшілігі атмосфералық жемірілуге орташа төзімділік болып табылады.

Аустенитті болаттар төмен температураларда жоғары иілімділік пен тұтқырлықты сақтайды, себебі мартенситті өзгеру болмайды.

Аустениттік болаттардың кемшілігі – аққыштықтың төмен шегі. 12Х18Н10Т марка болатымен қатар неғұрлым берік хром марганецті болаттарды (мысалы, 03Х13АЛ9) және арнайы дисперсиялық-қаттыланатын болаттарды (мысалы, 10Х1Ш23Т3МР және 10Х1Ш20Т3Р) қолданады.

Мартенситті-ескіретін болаттарды (мысалы, Н18К9М5Т) суық машиналардың бөлшектерін (өкшеліктерді, біліктерді, клапандарды және басқаларын), яғни жоғары қаттылық пен беріктік қажет болғанда қолданады.

2.15. ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЕРЕКШЕ БОЛАТТАР ЖӘНЕ ҚОРЫТПАЛАР

Физикалық қасиеттері ерекше болаттардың бірнеше топтарын ажыратады: магниттік, жоғары электр кедергісімен, сызықтық кеңеюдің берілген температуралық коэффициентімен, ерекше серпімді және т.б. Әдеттегідей, бұл болаттар көміртексіз, сондай-ақ құрамында басқа қоспалар аз.

Магниттік қасиеттері бойынша қорыпталар магниттік жұмсақ, магниттік қатты және магниттік еместерге бөлінеді. Магниттік жұмсақ деп жоғары бастапқы өткізгіштігімен және кіші коэрцитивті күшімен материалдарды атайды. Бұл материалдар үшін қайта магнитталудың аз жұмысы тән. Магниттік қатты материалдарға жоғары коэрцитивті күштік және кіші бастапқы өткізгіштігі барлар жатады.

Э, ЭА, ЭАА маркалы техникалық темірді тұрақты токтың (электрмагнит, реле) магнит өткізгіштігі үшін қолданады. Таза темірдің кемшілігі, қайта магниттау кезінде туындайтын, Фуко

құйынды ағындар есесінен қуаттың үлкен жоғалтулары болып табылады. Темірді кремнимен қоспалау (трансформаторлық және динамикалық болаттар) оның электр кедергісін елеулі арттырады және құйынды токтардан шығындарын төмендетеді. Кремний сондай-ақ магниттік өткізгіштік пен индукцияны арттырады, коэрцитивті күшті және гистерезиске шығынды төмендетеді. Алайда 3 % кремний құрамында темірдің сыңғыштығы жоғарлайды.

Электр техникалық болатты суық илемделген және ыстық илемделген қаңылтыр түрінде шығарады. Рекристалдау және көміртекті жағы кезінде түйіршіктердің өлшемін ұлғайту үшін бұл болатты 1 100...1200°C температурада (вакуумда, сутегінденемесе диссоциацияланған аммиакта) қыздыруға ұшыратады.

Динамикалық болатты қалыңдығы 0,5 қаңылтық түрінде шығарады, олар қыздырған кезде изотропты құрылымға ие болады.

Трансформаторлық болатты текстураланған табақтар және қалыңдығы 0,35 мм таспалар түрінде шығарады.

Электр техникалық болаттарды Э әріпімен маркалайды, әріптен кейінгі бірінші сан құрамында кремниді пайыздарда білдіреді, екінші – қайта магниттауға меншікті шығындарды (1 – қалыпты, 2 – төмендетілген, 3 – төмен), ал марканың соңындағы нөл болат суық илемделген текстураланғанды білдіреді (00 – суық илемделген аз текстураланған). Мысалы: Э11, Э12, Э21, Э32, Э41, Э42, Э43 маркалы ыстық илемделген болаттар және Э1100, Э310, Э3100 маркалы суық илемделген болаттар.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Графи және алмаздың қасиеттерінің оқыс айырмашылығы немесен түсіндіріледі?
2. Фуллерен және фуллериттер нені білдіреді?
3. Темір көміртек қорытпаларда қандай фазалар болуы мүмкін? Әр фазаның сипаттамасын жасандар.
4. Темір көміртек диаграммасы негізінде қорытпалардың жіктемесін келтіріңдер. Әр қорытпаның түріне сипаттама беріңдер.
5. Перлит дегеніміз не және перлиттегі көміртектің құрамын қандай?
6. Ледебурит нені көрсетеді?
7. Графиттендіру дегеніміз не?
8. Темір-цементит және темір-графит даграммаларының айырмашылығы неде?
9. Шойындардың қандай түрлері сіздерге мәлім?

10. Шойынды балқытатын металлургия агрегаты қалай аталады?
11. Домна пешінің құрылымы және іс-әрекет қағидаты қандай?
12. Пластиналық графитті сұр құйма шойындардың маркаларын атандар және оларды маркалау қағидатын атандар.
13. Сұр құйма шойынды қай салада қолданылады?
14. Пластиналық графитті сұр құйма шойыннан жасалатын бөлшектердің термикалық өндеулердің негізгі түрлері қандай?
15. Қақталған шойынның топтары мен маркаларын атандар.
16. Қақталған шойынды қолдануға болатын қандай сала?
17. Беріктігі жоғары шойынның маркаларын атандар және қысқаша сипаттамасын беріндер.
18. Беріктігі жоғары шойынды қолдануға болатын қандай сала?
19. Арнайы шойындардың түрлері мен негізгі қасиеттерін атап шығындар.
20. Көміртек болаттың механикалық қасиеттеріне қалай әсер тигізеді?
21. Неге күкірт, фосфор, оттегі және сутегі болаттардың құрамындағы зиянды қоспалар болып табылады?
22. Қайнап тұрған болатты -40°C төмен температурда жұмыс істейтін машиналардың құрылымдары мен бөлшектерді жасау үшін қолдануға болады ма?
23. Болаттың құрылымына олардың әсер етуі бойынша қоспалы элементтерді қалай бөледі?
24. Болаттың шынықтыруы мен суыққа төзімділігін арттыру үшін оны қандай элементтермен қоспалаған жөн?
25. Цементтеу үшін қандай болаттарды қолданады?
26. 38Х2МЮА маркалы болат нені ұсынады?
27. Беттік және көлемдік-беттік қыздыруға ұшырайтын, бөлшектерді жасау үшін қандай болаттарды қолданады?
28. Барлық қимасы бойынша жоғары құрылымдық беріктікті алу үшін 40Х, 40ХН және 30ХГС маркалы болаттардан жасалған бөлшектерді қандай термикалық өндеуге ұшырату қажет?
29. Жақсартылатын металдар қандай талаптарға жауап беруі тиіс?
30. Жауапты дәнекерлеу құрылымдарын жасау үшін қандай болаттарды қолданады?

31. Құйма және деформацияланатын болатты қасиеттері бойынша қалай ажыратады?
32. Суық қалыптау үшін болаттар қандай талаптарға жауап беруі тиіс?
33. Қалыптау үшін екі фазалық фазалар қандай өндеуден өтеді?
34. Кесумен болаттардың өңделуінің бағалау көрсеткіштері қандай?
35. Кесумен болаттарды өңделуін жақсарту үшін қандай технологиялық әдістер қолданылады?
36. Автоматты болаттар қандай болады және оларды күкірт және фосформен не үшін қоспалайды?
37. Құрылымдық беріктік дегеніміз не?
38. Беріктігі жоғары болаттарға қандай талаптар қояды?
39. Беріктігі жоғары болаттардың қандай түрлерін білесіндер?
40. Болаттардың беріктігі жоғары күйі қандай тәсілдермен қамтамасыз етіледі?
41. Неге мартенситті-ескіретін болаттар көміртексіз болып табылады? Қандай
42. қоспалаушы элементтер ескіру кезінде мартенситті неғұрлым тиімді беріктендіреді?
43. Рессорлық-серіпімді болаттарға қандай талаптар қояды?
44. Сырғу мойынтіректерінің бөлшектерін жасау үшін қандай болаттарды қолданады?
45. Графиттелген болаттардың химиялық құрамы және қасиеттері қандай?
46. Графиттелген болаттарды қалай алады және олардың қолданылуы қандай?
47. Болаттардың жемірілу төзімділігін қандай қоспалаушы элементтер арттырады және неге?
48. Аустенитті жемірілуге төзімді болаттар қандай термикалық өндеуден өтеді?
49. Болаттың ыстыққа төзімділігі дегеніміз не және ол неге байланысты?
50. Отқақтыққа беріктікті арттырудың механизмі қандай?
51. Ыстыққа төзімді болаттардың қандай түрлерін білесіндер?
52. Ыстыққа төзімді болаттарды қандай температураларда қолдануға болады?

ТҮСТІ МЕТАЛДАР ЖӘНЕ ҚОРЫТПАЛАР

3.1. ТҮСТІ МЕТАЛДАРДЫҢ ЖӘНЕ ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ

Өнеркәсіптік жіктеуге сәйкес, барлық металдар екі топқа бөлінеді: қара және түсті. Қара металдарға шойын және болат металлургиясымен тығыз байланысты, темір және оның қорытпалары, марганец және хром жатады. Қалған металдар түсті металдарға жатады.

Түсті металдар шартты түрде бес топқа бөлінеді.

1. Негізгі ауыр металдар – үлкен өндіріс және тұтыну масштабтары салдарынан, яғни елдің экономикасында үлкен (ауыр) меншікті салмағынан атауына ие болған, мыс, никель, мырыш және қалайы;

2. Кіші ауыр металдар – негізгі ауыр металдардың табиғи серіктері болып табылатын висмут, күшән, сүрм, кадмий, күкірт және кобальт. Әдетте оларды жолшыбай қоса алады.

3. Жеңіл металдар – басқа металдар арасында ең төмен тығыздыққа (меншікті салмаққа) ие алюминий, магний, титан, натрий, калий, барий, кальций және стронций.

4. Асыл металдар – қоршаған орта және агрессивті орта әсеріне жоғары төзімділікке ие алтын, күміс, платина және платиноидтар (палладий, родий, рутений, осмий және иридий).

5. Сирек металдар:

- баяу балкитын металдардан – вольфрам, молибден, тантал, ниобий, цирконий и ванадий;
- жеңіл сирек металдардан – литий, бериллий, рубидий және цезий;
- шашыранды металдардан – галлий, индий, таллий, германий, гафний, рений, селен және теллур;
- жерде сирек кездесетін металдардан – скандий, иттрий, лантан және лантаноидтар;

- радиоактивті металдардан – радий, уран, торий, актиний және акти-ноиды тұрады.

3.2. МЫС ЖӘНЕ МЫС ҚОРЫТПАЛАРЫ

Мыс – бұл жоғары жылуөткізгіш ($\lambda = 0,923$ кал/(см • с • °С)) және төмен электр кедергісі ($\rho = 1,68$ мкОм • см), сондай-ақ жоғары жемірілуге төзімді, оның ішінде теңіз суында пластикалық және ауыр металл ($\gamma = 8,94$ г/см³). Бұл қасиеттері мысты электротехникалық және химиялық өнеркәсіпте, кемежасау мен криогенді техникада, асапжасауда, металлургия өндірісінде және өндірістің басқа салаларында кеңінен қолданылуын анықтайды. Дәнекерлеу құрылымындарында мыс қаңылтыр, таспа, жолақ, құбыр жән есым түрінде қолданылады.

Мыстың химиялық құрамы және маркалануы ГОСТ 859– 78 регламенттеледі (3.1 кесте). Өндіру тәсіліне байланысты металдың тазалығы құрамындағы төрт топтық зиянды қоспаларға байланысты: қышқылсыз, қайта балқытылған катодтық, қышқылсыздандырылған және оттық тазартылған.

Мысты маркалау М (мыс) әріпінен және осы маркадағы зиянды қоспалардың максималды рұқсат етілген мөлшеріне, алайда сандық олармен байланыспаған, яғни маркалардың реттік нөмірі болып табылатын сандар. Мыс маркасының реттік нөмірін ұлғайтумен оның қоспаларының максималды рұқсат етілген құрамын ұлғайтады. Мысалы, М1 маркасында мыстың құрамы 99,9 % кем болмауы тиіс, ал қоспалардың саны – 0,1 % артық болмауы тиіс; М3 маркасында мыстың құрамы 99,5% кем, қоспалардың жиынтығы – 0,5 % артық болмауы тиіс.

Сонымен қатар, оттегісіз және қышқылсыздандырылған мыстың маркасында қосымша «о» (оттегісіз) және «қ» (қышқылсаздырылған) беліглеулері болады. Мысалы, қайта балқытылған катодты М1 маркасында рұқсат етілген қосындылардың жиынтығы 0,1 % (оның ішінде оттегінің құрамы 0,05% дейін), М1қмаркасында (қышқылсыздандырылған) қоспалардың рұқсат тетілген жиынтығы да 0,1 %, алайда оттегінің құрамы 0,01 % артпауы тиіс, яғни 5 есе кем, бұл осы мыстың пісірімділігін елеулі жақсартады.

Мыстың әртүрлі жағдайлардағы кәдімгі механикалық қасиеттері 3.2. кестеде көрсетілген. Мыстың құрамындағы қоспалар, оның физикалық-химиялық және механикалық қасиеттеріне үлкен әсер тигізеді.

3.1 .кесте.Мыстың әртүрлі маркаларының химиялық құрамы

Мыстың маркасы	Мыстың құрамы, %, кем емес	Қоспалардың рұқсат етілген құрамы, %, не более								Өндірілген тәсілі
		Pb	Bi	Sn	Sb	As	S	O ₂	P	
МООб	99,99	0,001	0,0005	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,0005	Оттегісіз
МОб	99,97	0,003	0,0010	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,0020	
М1б	99,95	0,004	0,0010	0,002	0,002	0,002	0,004	0,001	0,0020	
М1у	99,90	0,004	0,0005	0,001	0,002	0,001	0,004	0,020	—	Катодтық қайта балқыту
М1	99,90	0,005	0,0010	0,002	0,002	0,002	0,004	0,050	—	Қышқылсыздандыру
М1р	99,90	0,005	0,0010	0,002	0,002	0,002	0,004	0,010	0,0120	
М1ф	99,90	0,005	0,0010	0,002	0,002	0,002	0,004	—	0,0600	
М2р	99,70	0,010	0,0020	0,05	0,005	0,010	0,010	0,010	0,0600	
М3р	99,50	0,030	0,0030	0,05	0,050	0,050	0,010	0,010	0,0600	Оттық тазарту
М2	99,70	0,010	0,0020	0,05	0,005	0,010	0,010	0,070	—	
М3	99,50	0,050	0,0030	0,05	0,050	0,010	0,010	0,080	—	

Ескерту . Сызық, бұл қоспа қалыптанбайтының білдіреді.

3.2 .кесте.Әртүрлі жағдайларда мыстардың кәдімгі механикалық қасиеттері

Мыстың жағдайы	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Қаттылық НВ
Құйылған	35	160	25	40
Ыстықпен ақауланған	95	240	45	50
Деформация кезінде суық ақауланған %:				
10	190	270	38	80
20	270	320	15	105
90 (сым)	400	450	3	125
Сыуқпен ақауланған және жасытылған	75	220	50	55

Шетелде қазіргі кезде мыстың жалпы шығарылымынан 85 % жуығы пирометалургиялық тәсілмен өндіріледі.

Ресейде гидрометалургиялық әдіспен өндірілетін 1 % кемі мыстың үлесіне келеді және жақындағы онжылдықта мыстың гидрометалургиясына болашақ біздің елімізде жоқ.

Осылайша, Ресейде мыс кен шикізатты қайта өңдеу негізінде сондай пирометалургиялық тәсілмен өндіріледі.

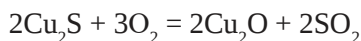
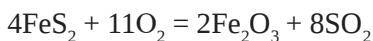
Мысты өндіру кезінде пирометалургиялық үдерістердің қатарына тотықтыра күйдіру, балқытпалардың алуан түрлері (штейн, қалпынакелтіретін, тазартатын), штейндарды айырбастау және бірқатар жағдайларда возгон үдерістері жатады.

Мыс және никель өндірісі бойынша жұмыс істеп тұрған кәсіпорындар әрбір жеке жағдайда металлургиялық жабдықта, жылу энергиясының көздерімен және бірқатар жергілікті шарттармен қолданылатын, қайта өңделетін шикізаттың түрімен белігленетін, өзінің сипаттізімді ерекшеліктеріне ие. Алайда олардың барлығы құрылымдар ыбойынша жақын және принципшіл технологиялық сұлба шегіне салынады.

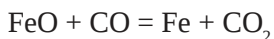
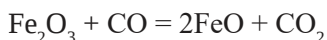
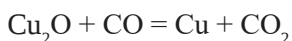
Өңделетін мыс және никель кендерінің әртүрлігін ескере отырақазіргі кезде өнеркәсіпте үш принципшікл пирометалургиялық сұлбаларды қолданады.

Сульфитті мыс кендерді және концентраттарды пирометаллургиялық өңдеу екі тәсілмен мүмкін. Бірінші тәсіл

Мыс темірін оксидті формаға бір уақытта ауыстыру кезінде алдын ала қышқылдандыратын қыздыру («тастай» қыздыру) көмегімен өңделетін шикізаттың барлық күкіртін толық тотықтандыруды көздейді:



Осындай қыздыру (күйік) өнімін материалдың толық балқуы кезінде – қалпына келтіру балқытуда іріктемелі балқытуға ұшыратады. бірге мыс металдық күйге дейін қалпына сонымен келтіріледі, – негізінде вюститке дейін. Темір оксиді үйіндіге жіберетін, қазынды құрамындағы маңызы жоқпен және флюс оксидтерімен қожды түзеді. Қалпына келтіру үдерісі келесі негізіг реакциялармен сипатталады:



Осындай мысты алу тәсілі неғұрлым қарапайым және табиғи болып табылады және сондықтан XVIII және XIX ғ.ғ. мыс кендерін өндеудің жалғыз тәсілі болған. Алайда балқытуды қалпына келтірудің бір қатар елеулі кемшіліктері оны қолданудан бас тартуға мәжбүр етті. Қазіргі кезде балқытуды қалпына келтіруге жақын үдерісі, екінші ретті мыс шикізатты қайта өндеу үшін ғана қолданылады.

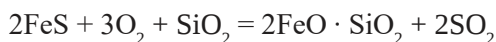
Осы қайта өндеу тәсілінің маңызды кемшілігі мыналар болып табылады:

- балқыту кезінде 20 % дейін темір және басқа қоспалары бар,өте кір (қара) мысты алады, бұл приометалургиялық үдерістің теориясынан белгілі болғандай, балкытылған мыстың қатысуында темірді қалпына келтірудің жеңілдетілген жағдайларымен түсіндіріледі. Қара мысты көп мөлшерлі қоспалардан тазарту мыстың үлкен шығындалуымен байланысты, өте күрделі және қымбат үдеріс болып табылады;
- металдық мыспен тепе-тең болатын қождар өте бай болып атынады, бұл мысты тауарлық өнімге алынуын төмендетеді;
- балқыту тапшылық және қымбат кокстың үлкен шығысымен (шихта салмағынан 20 %дейін) жүзеге асырылады.

Сульфитті мыс кендерін қайта өндеудің екінші тәсілі, заманауи мыстың пираметалургиясы үшін тән, аралық кезеңде тазартылған мысқа оны кейінгі қайта өндеумен штейнге балқыту технологияысн көздейді.

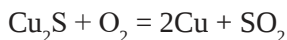
Қазынды құрамындағы маңызы жоқ жыныс қожға ауысады. Штейнге балқытуды тотықтандыру, бейтарап немесе қалпына келтіру атмосферасында орындауға болады. Тотықтандыру балқыту кез келген берілген құрамдағы штейндерді алуға мүмкіндік береді

Бұл жағдайда біріншіден, төмендеі реакцияға сәйкес кремнеземмен оның оксидін кейінгі қождаумен темір сульфиттері тотықсызданады



Бейтарап немесе қалпына келтіру атмосферада штейнге балқыту кезінде күкіртсіздену дәрежесін реттеу мүмкінсіз және штейндағы мыстың құрамы бастапқы шихтада оның құрамынан елеулі ерекшеленетін болады. Осы себептен мыс құрамы бойынша аса бай штейндарды алу үшін кенеусіз концентраттарды қайта өндеген кезде 800... 900 °С кезінде материалды балқытусыз жүзеге асырылатын, тотықсыздандыру қыздыру арқылы күкірттің жартысын алдын ала алып тастаған жөн.

Штейндерді бұдар әрі қайта өндеу олардан металлургиялық мысты алу мақсатында сұйық күйінде оларды тотықтыру арқылы жүзеге асырады. Сонымен қатар темір және оттегінің үлкен ұқсастығы салдарынан алдымен темір сульфиді тотығады. Темірдің барлығы тотыққаннан кейін және алынған қожды алып тастағаннан кейін жиынтық реакцияға сәйкес мыс сульфидің тотықтырады.



Штейнге балқытудан тұтарын технология, яғни құрамында 97,5.99,5% Си аса таза металлалуға мүмкіндік береді. Осындай мысты тазартылмаған мыс деп атайды. Тазартылмаған мысты тазарту қарамен салыстырғанда оңай және арзан.

Соңғы жылдары сульфидтік шикізат металлургиясында оттеппен газ үрлеу және жылытылған газүрлеуді қолдану кезінде сульфиттердің тотығуынан алынатын жылу есебінен жүзеге асырылатын байытылған автогенді үдерістер үлкен дамуын алуда. Тотықтырғыш балқыту болып табылатын, осы үдерістерде, бір операцияда күйдіру және штейнге балқыту үдерістері бірігеді.

Мыстың қазіргі кездегі пирометаллургиясы әртүрлі кәсіпорындар қолданатын принципшік ортақтығына қарамастан, оны практикалық жүзеге асыруының бірнеше нұсқаларын көздейді.

Тазартылмаған мысты алу технологиясы көп кезеңділігімен сипатталады (тазартылмаған мысқа концентраттардың тікелей

балқытуын көздейтін нұсқаларды ескермегенде).

Әрбір ретті өткізілетін технологиялық операцияларда біртіндеп мыстың концентрациясын жоғарлатады, әсіресе қазынды құрамындағы маңызы жоқ жынысты және ілеспелі элементтерді бөліп алу есебінен құрамында металл бар өнімде, басты түрде темір және күкіртті. Тәжірибе жүзінде темірді және күкіртті алып тастаууш кезенді (қыздыру, балқыту, конверттеу), екі кезенді (балқыту, конверттеу) немесе бір кезенді тотықтыру арқылы жүзеге асырылады.

Қазіргі кезге дейін ең кең таралған технология мына металургиялық үдерістерді міндетті қолдануды көздейді: штейнге балқыту, мысты штейнді конверттеу, мысты оттық және электролитті тазарту. Бір қатар жағдайларда штейнге балықтудың алдында алдын ала сульфитті шикізатты тотықтыра күйдіруді өткізеді.

Мыс кендері мен концентраттарды – негізгі технологиялық үдерісті штейнге балқыту үшін – кез келген кен балқыту түрлерін қолдануға болады. Қазіргі кездің металургиясында мыстар бұл шағылдырғыштық, кен термикалық (электрлік) және шахталық пештер, сондай-ақ бірнеше түрлердің автогендік үдерістері.

Ресейде мыс өндірудің әртүрлі тәсілдерінің меншікті салмағы шамамен келесі цифрларда көрініс алады: 60...65 % – шағылдырғыштық балқыту; 18.22% – шахталық балқыту; 10.15 – электр балқыту; 8.10% – автогендік үдерістер; 0,1...0,2% – гидрометаллургия.

Мыс қорытпалары. Таза мыстың физикалық-техникалық сипаттамаларын арттыру үшін заманауи металургия әртүрлі металл және минералдармен қоспаланатын мыс қорытпаларын өндіреді. Осындай мыс қорытпаларының құрамына кіретін негізгі элементтер – бұл мырыш, қалайы, алюминий, кремний, фосфор, никель. Мыстың жаңа физикалық және химиялық сипаттамаларын жасау үшін қосымша қоспалы құрауыштары ретінде марганец, висмут, никель, бериллий және басқаларын қолданады.

Барлық мысты қорытпалар үлкен үш топтарға бөлінеді – латунь, қалайы және қалайысыз қолалар.

Алюминий балқытпаларына ұқсас бойынша, мыс негізіндегі металдар деформацияланатын және құйма қорытпалаған бөлінеді.

Жоғары илемділігі және электр өткізгіштігімен ерекшеленетін, деформацияланатын мыс қорытпалары әртүрлі құрылымдарды, қалыпты бөлшектерді, серіппелерді, гильзаларды, электр техникалық және электрондық өнімдерді, сондай-ақ интерьердің әшекейлі-функционалдық заттарды жасау үшін кеңінен қолданылады. Олардан илемнің көптеген түрлерін өндіреді: мыс табағы, құбырлар

жән еарматура. Құйма мыс қорытпалары үздік балқымалығымен сипатталады, сондықтан олар көркем және өнеркәсіптік фасон құймасы үшін негізгі материал болып табылады.

Мыс – фосфорлық қорытпалар екі негізгі элементтен – мыс және фосфордан тұрады. Сонымен қатар осындай қорытпалардың құрамына елеусіз пропорцияларда висмут және сурьма кіреді. Мысфосфорлық қорытпалар тотықсыздандырғыштар ретінде жаңа қорытпаларды жасау үшін машина жасауда және тұрмыстық техника өндірісінде қолданылады. Әсіресе, осы санаттағы күміспен толықтырылған материалдар, мыс және басқа түсті металдарды тиімді дәнекерлеу үшін өздігінен флюсталатын дәнекерлер болып табылады.

Өнеркәсіптік өндірісте әртүрлі пропорцияларда кремний, хром және мырыштан құралған ыстыққа төзімді мыс қорытпалары үлкен сұранысқа ие. Бұл прогрессивті материалдар негізгі физикалық-химиялық сипаттамаларын өзгертусіз елеулі термалды жүктемелерді төзуге қабілетті. Осындай қасиет мыс қорытпаларын жоғары термалды прессинг жағдайларында жұмыс істейтін бөлшектерді жасау үшін мыс қорытпаларын кеңінен қолдануды негіздеді.

Ыстыққа төзімді қорытпалар бірден бірінегше қоспалайтын элементтерден құралады. Термикалық төзімділігін арттыру үшін осындай қорытпаларға әртүрлі пропорциялар мен үйлесуде хром, никель, марганец, кремний және мырышты енгізеді. Осы санаттағы мыс қорытпалары негізінде бөлшектердің өндіріс үдерісінің бастапқы кезеңі механикалық өндеуді жеңілдететін термикалық дайындамадан құралады.

Электртехникалық мыс қорытпалары – бұл электрондық бөлшектер, электр жабдықтар және аспаптар өндірісі үшін қолданылатын ыстыққа төзімді қосылыстардың кіші тобы. Осы санаттың қорытпалары ыстыққа төзімділігінен басқа жоғары электр өткізгіштікпен ерекшеленеді, бұл оларды қолдану саласын анықтайды.

Жеке топқа жоғары жемірілуге жоғары төзімділігімен ерекшеленетін, мыс – никель қорытпаларын бөлуге болады, бұл осы жаңа материалды қазіргі заман кеме жасауында сәтті қолдануға мүмкіндік береді. Бұл топқа ыдыс-аяқ пен әшекей бұйымдарды жасау үшін қолданылатын мельхиор жатады. Никельдің құрамында мыс қорытпасыны болуы оның тотығуға кедергісін ұлғайтады, серіпімділігі мен соңғы қосылыстағы беріктігін арттырады. Алайда мыстың басты қасиеттері төмендейді – жылу өткізгіштік және электр өткізгіштік, бұл мыс-никель қорытпаларын қолданған кезде ескеріледі.

Әдетте, мыс-никель қорытпаларды өндеу жоғары температуралық режиммен жоғары қысымды талап етеді.

Көптеген мыс қорытпалары өндірістің белгілі саласында таптырмайтын материал тобына қоятын үлкен бәсекелестікке ие.

Минималды үйкеліс коэффициенті – бұл осы санаттағы әртүрлі қорытпалардың басты артықшылығы, олар баяғыдан түрлі қатты жазықтықтармен тұрақты жұмыс байланыс режимінде жұмыс істейтін механикалық тораптар үшін бөлшектерді дайындау кезінде қолданылады.

Қола дегеніміз алюминий, қалайы, марганец, темір және басқа элементтермен қоспаланған мыс негізіндегі қорытпаларды. Қолалар екі негізгі топтарға бөлінеді:

- қалайысыз – қоспалаушы элемент ретінде құрамында қалайы жоқ;
- қалайы – негізгі қоспалаушы элемент қалайы болып табылады.

Сонымен қатар негізі қоспалаушы элементке байланысты қалайысыз қолалар алюминий, марганецті, кремнилэ, хромды, бериллилі және басқаларға бөлінеді.

Қолданылу мақсаты мен механикалық қасиеттеріне байланысты қолалар құйма және қысыммен өңделетіндерге бөлінеді (ақауланатын).

Барлық мыс қорытпалары үшін болаттарды маркалаудан бірнеше ерекшеленетін, маркаларын белгілеу жүйесі қабылданған.

Деформацияланатын қалайысыз (ГОСТ 18175 – 78) және қалайы (ГОСТ 5017 – 74) қолалар «Қ» (қалайы) әріпінен тұрады, әріптен кейін қоспалайтын элементтердің шарты белгілері келеді (3.3 кесте), содан кейін сол тізбек бойынша осы элементтердің орташа құрамы салмағы бойынша пайыздарда көрсетіледі.

Мысалы, ҚАМц9-2 бұл қалайы құрамында орташа 9 % алюминийжәне 2 % марганец барын білдіреді, ал ҚАЖ-НЮ-4-4 маркалы қалайы құрамында 10 % алюминий, 4 % теміржәне 4 % никель (қалғаны – мыс және қоспалар).

Құйма қолаларды маркалау 1980 ж бастап өзгертілген. (ГОСТ 493 – 79).

Қалайысыз және қалайы (ГОСТ 613–79) қолалардың маркалануында, қоспаланатын элементтердің орташа құрамын белгілейтін сандар, әр қоспалаушы элементтің шартты белгілейтін әріпінен кейін көрсетіледі, яғни жоғары қоспаланған болаттар үшін қабылданған маркалауда сияқты. Мысалы, әуелгі ҚОЦС3-12-5 қоланы белгілеудің орнына ҚЗЦ12С5 белгілеуі белгіленген.

3.3 .кесте. Түсті металдар мен қорытпалар маркаларындағы қоспалайтын элементтердің шартты

Элементтің атауы	Белгіленуі	Элементтің атауы	Белгіленуі
Алюминий	А	Никель	Н
Бериллий	Б	Қалайы	Қл
Бор	Бо	Қорғасын	Қр
Темір	Т	Күміс	К
Кадмий	Кд	Сүрме	Су
Қремний	К	Титан	Т
Магний	Мг	Фосфор	Ф
Марганец	Мц	Хром	Х
Медь	М	Мырыш	М
Күшән	Кш	Сирек кездесетін	Ск

Егер кез келген қола құйма және деформацияланатын ретінде жасалса, онда құйма қоланың маркасының соңында «Қ» әріпі көрсетіледі. Мысалы, деформацияланатын қола БрАМц9-2, ал құйма БрА9Мц2Л белгіленеді.

Кейбір кеңінен таралған қысыммен өнделетін қалайысыз қолалардың (ГОСТ 18175 – 78) және құймалардың (ГОСТ 493 – 79) маркалары 3.4 кестеде, ал қалайысыз құйма қолалардың механикалық сипаттамалары құю тәсіліне байланысты – 3.5 кестеде келтірілген.

Бір фазалық алюминий қолалар жоғары иілімдікке ие және қысым астында жақсы өнделеді, сондықтан негізінде деформацияланушы ретінде қолданылады. гетерогенді құрылымды қолалар жоғары беріктікке және төмен иілімдікке ие, сондықтан негізінен құйма ретінде қолданылады.

Жездер деп мыстың мырышпен қорытпаларын атайды. Өнеркәсіпте құрамында 50 % дейін мырышы бар жездер қолданылады. химиялық құрамы бойынша жездер қосарлы (қарапайым), мыс және мырыштан құралатын және көп компонентті (күрделі немесе арнайы) бөлінеді.

Пайдалану мақсаты мен механикалық қасиеттеріне байланысты жездер қолалар сияқты қысыммен өнделетін (ГОСТ 15527 – 70) және құймаларға (ГОСТ 17711–80) бөлінеді.

Қосарлы деформацияланатын жездердің маркалары «Ж» (жез) әріпі мен осы маркалы жезде мыстың орташа құрамын көрсететін

3.4.кесте.Қалайысыз қоалардың кейбір маркаларының химиялық құрамы

Қоланың маркасы	Негізгі элементтердің құрамы, %							Қоспалар (барлығы), артық емес
	Al	Fe	Mn	Ni	Si	Pb	Cu	
Қысыммен өнделетін қоалар (ГОСТ18175 —78)								
ҚА5	4...6	—	—	—	—	—	Қалғаны	1,1
ҚА7	6...8	—	—	—	—	—		1,1
ҚАМц9-2	8...10	—	1,5...2,5	—	—	—		1,5
ҚАМц10-2	9... 11	—	1,5...2,5	—	—	—		1,7
ҚАЖ9-4	8...10	2...4	—	—	—	—		1,7
ҚАЖМц 10-3-1,5	9... 11	2...4	1... 2	—	—	—		0,7
ҚАЖН10-4-4	9,5... 11	3,5...5,5	—	3,5...5,5	—	—		0,6
ҚАЖМц9-4-4-1	8,8... 10	4...5	0,5...1,2	4...5	—	—		0,7
ҚКМц3-1	—	—	1... 1,5	—	2,7...3,5	—		1,0
ҚМц5	—	—	4,5...5,5	—	—	—	0,9	
Құйма қоалар (ГОСТ493 —79)								
ҚА9Мц2А	8...9,5	—	1,5...2,5	—	—	—	Қалғаны	2,8
ҚА10Мц2А	9,6...11	—	1,5...2,5	—	—	—		2,8
ҚАЭЖ3А	8...10,5	2...4	—	—	—	—		2,7

ҚА10Ж3Мц2	9...11	2 ...4	1...3	—	—	—		1,0
ҚА10Ж4Н4Л	9,5...11	3,5... 5,5	—	3,5... 5,5	—	—		1,5
ҚА11Ж6Н6	10,5...11,5	5... 6,5	—	5... 6,5	—	—		1,5
ҚАЖ4Н 14Мц 1	8,8...10	4...5	0,5...1,2	4...5	—	—		1,2
ҚС3О	—	—	—	—	—	—		0,9

3.5 .кесте.Құйма қалайысыз қолалардың кейбір маркаларын құю тәсіліне байланысты механикалық сипаттамалары

Марка		Құю тәсілі	О _в , МПа	δ ₅ , %	Қаттылық НВ, МПа	Қолданылу саласы
ГОСТ 473 – 79 бойынша	ГОСТ 493 –54 бойынша		кем емес			
ҚА9Мц2А	ҚАМц9-2А	к Қ	392 392	20 20	784 784	Тұщы суда, сұйық отында және 250 °С дейін температура кезінде буда жұмыс істетітін арматураның антифрикциялық бөлшектері,
ҚА10Мц2А	ҚАМцЮ-2	к Қ	490 490	12 12	1 078 1 078	Сондай
ҚАЭЖзА	ҚАЖ9-4А	к Қ	490 392	12 10	980 980	Арматура, антифрикциялық бөлшектер
ҚА10ЖЗМц2	ҚАЖМц 10-3-1,5	к Қ	490 392	12 10	1 176 980	Сондай
ҚА10Ж4Н4А	ҚАЖН10-4-4А	к Қ	587 587	6 5	1 666 1568	Химиялық және тамақ өнеркәсібінің бөлшектері, сондай-ақ жоғары температураларда жұмыс істейтін бөлшектер
ҚА11Ж6Н6	ҚАЖН11-6-6	к Қ	587 587	2 2	2 450 2 450	Арматура, антифрикциялық бөлшектер
ҚА9Ж4Н4Мц1	—	к Қ	587 587	12 12	1568 1568	Теңіз суы үшін арматура
ҚСЗО	ҚСЗО	к	587	4	245	Антифрикциялықбөлшектер

(салмағы бойынша пайыздарда) саннан құралады. Мысалы, Ж96 және Ж63 маркалары бұл жездерде тиісінше 96 және 63% мыс барын білдіреді, ал қалғаны мырыш.

3.6 .кесте.Құю тәсіліне байланысты кейбір құйма жездердің механикалық сипаттамалары (ГОСТ 17711 –80)

Жездің маркасы		Құю тәсілі	σ_B , МПа	δ_5 , %	Қаттылық НВ, МПа
ГОСТ 17711 – 80 бойынша	ГОСТ 17711–72 бойынша		кем емес		
ЖЦ40С	ЖС59-1Л	П	215	12	70
		К, Ц	215	20	80
ЖЦ40Сд	ЖС59-1ЛД	Д	196	6	70
		К	264	18	100
ЖЦ40Мц1,5	ЖМц58-2Л	П	372	20	100
		К, Ц	392	20	110
ЖЦ40Мц3Ж	ЖМцЖ55-3-1	П	441	18	90
		К	490	10	100
		Д	382	10	90
ЖЦ40Мц3А	ЖМцА57-3-1	К, Ц	441	15	115
ЖЦ38Мц2С2	ЖМцС58-2-2	Қф	245	15	80
		К	343	10	85
ЖЦ30А3	ЖА67-2,5	Қф	294	12	80
		К	392	15	90
ЖЦ25С2	ЖВОС	Қф	146	8	60
ЖЦ23А6Ж3Мц2	ЖАЖМц66-6-3-2	Қф	686	7	160
		К,О	705	7	165
ЖЦ16К4	жК80-3Л	К	294	15	100
		К	343	15	110

Ескерту. Қф – құм формаларына құю; К – кокильға құю; Қ – қысым астында құю; О – ортадан тепкіш құю

Көп компонентті деформацияланатын жездерді маркалау қоланы маркалауға ұқсас. Жезді белгілегеннен кейін – «Қ» әріпі қоспаланған элементтерді белгілейді, содан кейін мыстың орташа құрамын анықтайтын санды (салмағы бойынша пайыздарда), содан кейін әрбір қоспалы элементтің орташа құрамына сәйкес

келетін рет ретінмен сандарды көрсетеді. Қысыммен өнделетін жез маркаларындағы мырыштың құрамы көрсетілмейді, яғни мырыш – бұл қалғаны.

Мысалы, ЖМц58-2 марка осы жездің құрамында 58 % мыс, 2 % марганец, қалғаны – мырыш.

Құйма жездердің механикалық сипаттамалары 3.6 кестеде келтірілген.

Жездер жоғары механикалық сипаттамалар мен технологиялық қасиеттерге ие, сондай-ақ әртүрлі агрессивті орталарда жемірілуге төзімділікке ие.

Мыс-никель қорытпалар басты қоспалаушы элемент ретінде құрамында никель бар мыс негізіндегі қорытпалар болып табылады. Никель мыспен бірге қатты ерітінділердің үздіксіз қатарын түзеді. Никельді мысқа қосқан кезде оның қаттылығы мен электр кедергісі артады, электр кедергінің температуралық коэффициенті төмендейді және жемірілуге төзімділік қатты артады.

Мыс-никель қорытпалар ыстық және суық қалпында қысыммен жақтсы өнделеді, яғни олардан қаңылтыр, таспа, сым, шыбық, құбыр алады және әртүрлі өнімдерді қалыптайды.

Мыс-никель қорытпаларды құрылымдық және электр техникалыққа бөледі.

Жоғары жемірілу төзімділігі мен әдемі күміс түсімен ерекшеленетін құрылымдық мыс-никель қорытпаларға мельхиор және нейзильбер жатады.

Жоғары электр кедергі мен басқа металдармен жұптасып жоғары термоэлектрлік иезлектртехникалық қалық мыс-никель қорытпаларын резисторларды, реостаттарды және термопарларды жасау үшін қолданады. Электртехникалық мыс-никель қорытпаларға константан, және басқалары жатады.

Никельдің тапшылығына қарамастан, мыс-никель қорытпалары электртехникада, кемежасауда, ыдыс-аяқ өндірісінде, жаппай сатып алынатын көркем өнімдерінде, медициналық өнеркәсіп пен пирометрияда кеңінен қолданылуын табады.

3.3. АЛЮМИНИЙ ЖӘНЕ АЛЮМИНИЙ ҚОРЫТПАЛАРЫ

Алюминий – бұл жоғары электр өткізгіштікке (мыстың электр өткізгіштігінен 65%) және жылу өткізгіштікке ($\lambda = 0,538 \text{ кал/(см} \cdot \text{с} \cdot ^\circ \text{C)}$) ие пластикалық суыққа төзімді және жеңіл металл ($\gamma = 2,7 \text{ г/см}^3$).

Бұл металл алюминий өнімдерінің беттік қабыршығында

Al₂O₃ оксидтің түзілуі арқасында бірқатар агрессивті орталарда химиялық белсенді және жеміріуліге төзімді.

Қоспалардың максималды рұқсат етілген құрамы әр маркада көрсетіледі, ал техникалық алюминиде ол 1 % артпайы тиіс (салмағы бойынша).

Бастапқы алюминий маркасы «А» (алюминий) әріпін және осы маркадағы 99 % жоғары оның құрамына талап қойылуына сәйкес сандардан тұрады. Мысалы, А999, А95 және А5 маркалары оларда алюминидің кем дегенде құрамы 99,999, 99,95 және 99,5 % құрайтының білдіреді (қоспалардың құрамы тиісінше 0,001, 0,05 және 0,5 % артық емес).

Таза алюминий ең үлкен қаттылыққа ие ($\sigma_{\text{тв}} < 100$ МПа), сондықтан жемірілуге төзімділік мен суыққа төзімділік, сондай-ақ басқа қасиеттері бойынша талаптар қойылатын, аз жүктелген өнімдерді жасау үшін қолданылады. Беріктік сипаттамалары бойынша жоғары талаптар қойылатын ауыр жүктелген өнімдер алюминий қорытпаларынан дайындалады.

Алюминий және оның қорытпалары: деформацияланатын (престелген, илемделген және қақталған) және құйма түрінде қолданылатын құюөкі негізгі топқа бөлінеді.

Деформацияланатын қорытпалар ерітіндінің шегінен төмен қоспаланған элементтердің шоғырлануына ие және қыздырған кезде бір фазалық күйге ауыса алады, бұл олардың жоғары деформациялық қабілеттігін қамтамасыз етеді.

Құйма қорытпалар ерітіндінің шегінен жоғары қоспалаушы элементтердің шоғырлануына ие, бұл оларға жақсы құйма қасиеттерін береді, алайда олардың деформациялық қабілеттігін нашарлатады.

Деформацияланатын қорытпалар, өз қатарында, термикалық нығайтылмайтын (оларға жарлық жиілік топтарының алюминий жатады) және термикалық нығайтылатынға бөлінеді. Нығайтылмайтын термикалық қорытпалар алюминидің марганец және магниймен (Al–Mn, Al–Mg), термикалық нығайтылатындарға – алюминидің мыспен, мырышпен және басқа элементтермен қорытпалары болып табылады.

Деформацияланатын алюминидің және оның қорытпаларының химиялық құрамын ГОСТ 4784 – 74 (3.7 кесте) регламенттейді.

Марганец және магниймен (термикалық нығайтылмайтын) алюминий қорытпалары қола мен мыс-никель қорытпалары сияқты маркаланады, яғни маркалау қорытпаны құрайтын элементтердің атауларының бірінші орыс тілі әріптерінен, ал әріптерден кейін негізгі қоспалайтын элементтің орташа құрамына сәйкес келетін

келесі сандардан тұрады. Мысалы, АМН, АМг3, АМг5 маркалары, осы алюминий-магний қорытпаларында магнийдің орташа құрамы тиісінше 1; 3 және 5 % құрайтының білдіреді (3.7 кестені қара).

Мыс және магниймен қоспаланған алюминий қорытпаларын, кәдімгі реттік нөмір болып табылатын, қорытпаларда мыстың мөлшеріне байоанысы жоқ, одан кейін сандар келетін (мысалы, Д1, Д16, Д18) қоспаланған болаттың маркаларында мысты белгілегендей Д (дюраль) әріпімен ғана белгілейді. Бұл қорытпалар термикалық нығайтылған болып табылады.

Химиялық құрамы, сондай-ақ қорытпалардың басқа қасиеттерімен байланысы жоқ әріп және сандардан тұратын деформацияланатын алюминий қорытпаларының басқа да шартты белгілеулері бар (ММ, АК, В65 және басқалары).

Деформацияланатын алюминий және оның қорытпаларының маркаларын белгілеу үшін цифрлік белгілеу жүйесін де қолданады, онда әрбір маркаға төрт мәнді нөмір берілген. Мысалы, АД алюминиге 1015 нөмір сәйкес келеді, АМц, АМг3 және Д1 маркалы қорытпаларға – тиісінше 1400, 1530 және 1110 нөмірлері.

Деформацияланатын алюминий қорытпаларын жеткізу күйіне байланысты қосымша оларды маркалау қабылданған (ГОСТ 21631–76): Н – беріктетілген; Н2 – жартылай беріктетілген; М – қыздырылған; Т – қақталған және табиғи жолмен ескірген; Т1 – қақталған және жасанды ескірген.

Термикалық нығайтылатын деформацияланатын қорытпалар қоспалау жүйелері бойынша мына топтарға бөлінеді:

- дуралюминдер–Al–Cu–Mgжүйелі қорытпалар(Д1,Д16, Д18 ВАД1, ВД17, М40 маркалы);
- авиалдар–Al–Mg–SiжәнеAl–Cu–Mg–Si жүйелерімен қорытпалар (АВ, АД31, АД33, АД35, АК6, АК6-1, АК8 маркалар);
- Al – Cu – Mg – Fe – Ni жүйелі қорытпалар (АК2, АК4,АК4-1 маркалар);
- Al – Cu – Mn (Д20, Д21 маркалар) және Al – Cu – Mn – Li – Cd жүйелі қорытпалар (ВАД23 маркалар);
- Al – Mg – Zn жүйелі қорытпалар (В92, В92Ц, АЦМ маркалар);
- Al – Zn – Mg – Cu жүйелі қорытпалар (В93, В94, В95, В96 маркалар).

Аталған қорытпалардан дәнекерленетіндерге жоғары және техникалық таза алюминидіңбарлық маркалары (марок АД0, АД1 және басқалары), термикалық нығайтылмайтын қорытпалар (АМц, АМг1... АМг6 маркалар) және термикалық нығайтылатын қорытпалар (АВ, АД31, АД33, АД35, М40, Д20, ВАД1, В92Ц маркалар) жатады.

Қоспалау жүйелері бойынша құйма алюминий қорытпаларын мына топтарға бөледі:

- Al-Si – Mg жүйелі
- қорытпалар; Al-Si – Cu жүйелі
- қорытпалар; Al – Cu жүйелі
- қорытпалар;

Al және өзге құрауыштармен қорытпалар.

Құйма қорытпаларының маркалары «АА» (алюминий құйма қорытпасы) әріптерінен және реттік нөмір сандарынан (мысалы. АЛ4, АЛ25, АЛ29) құралады.

Осылармен бірге ГОСТ 1583 – 89 бірқатар қорытпалар үшін басқа ертеде қабылданған маркалауды сақтайды. Алюминий қорытпалардың кейбір маркалары негізгі қоспалаушы элементтердің атауларының бірінші әріптерін және олардың қорытпада орташа құрамын көрсететін сандардан құралады. Мысалы, АК5М7 және АК6М2 маркалары бұл қорытпаларда тиісінше 5 және 6 % кремний, 7 және 2 % мыс, ал қалғаны - алюминий екенін білдіреді.

Құрамында алюминий бар минералды және тау жыныстарының көптеген мөлшері бар, алайда металл алюминиді алу үшін олардың азын ғаан қолдануға болады. Алюминий шикізаты ретінде бокситтер кеңінен таралған, сонымен бірге кеннен жартылай өнімді - алюминий тотығын алады (Al₂O₃), содан кейін алюминий тотығынан электролит тәсілімен алюминий металын алады.

Алюминий кені ретінде бір уақытта фосфаттарды алу көзі ретінде қызмет ететін нефелинситті, сондай-ақ нефелин-апатитті жыныстарды қолданады. Алюминиді алу үшін минералды шикізат ретінде алунит жыныстар, лейцитті лава, лабродариттер, анортозиттер, жоғары сазтопырақты саздар мен каолиндер, кианитті, силлиманитті және андалузитті тақастар қолданылады.

Алюминиді электролитте балқытылған алюминий тотығын электролиздауарқылы алады, негізгі құраушысы криолит болып табылады. Таза криолитте Na₃AlF₆(3NaF • AlF₃) NaF:AlF₃ қатынасы үшке тең, ал энергияны үнемдеу мақсатында бұл қатынас 2,6...2,8 шегінде болқаны қажетті, сондықтан криолитке алюминий фторидін AlF₃ қосады.

Сонымен қатар, балқыту температурасын төмендету үшін электролитке кішкене CaF₂, MgF₂ және кейде NaCl қосады. Өнеркәсіп электролитінде негізгі құрауыштардың құрамы мына шектерде болады: Na₃AlF₆ – 75.90%; AlF₃ – 5.12%; MgF₂ – 2 . 5 % ; CaF₂ – 2 . 4 % ; Al₂O₃ – 2.10%. Al₂O₃ кезінде 10 % артық болғанда электролиттің баяу балкуы артады, ал құрамында 1,3 % кем болғанда – электролиздің қалыпты режимі бұзылады.

3.7.кесте.деформацияланатын алюминий және алюминий қорытпаларының химиялық құрамдары (ГОСТ 4784—74]

Белгілеу		Негізгі элементтердің құрамы, мас. %									Өзге қоспа-лардың жалпы құрамы, артық емес
әріптік	цифр-лік	Al, кем емес	Cu	Mg	Mn	Zn	Fe	Si	Ni	Li	
Жиілігі жоғары алюминий											
АДоч	—	99,98	0,003	—	—	0,003	0,005	—	—	—	0,20
АДч	—	99,95	0,015	—	—	0,005	0,030	—	—	—	0,05
Техникалық таза алюминий											
АД000	—	99,80	0,020	—	—	0,05	0,15	0,15	—	—	0,20
АД 00	1010	99,70	0,015	0,02	0,02	0,07	0,16	0,16	—	—	0,30
АДООЕ	—	99,70	0,010	—	—	0,05	0,20	0,08	—	—	0,30
АДО	1011	99,50	0,020	0,03	0,025	0,07	0,30	0,30	—	—	0,50
АДОЕ	—	99,50	0,050	—	—	0,07	0,40	0,30	—	—	0,50
АД1	1013	99,30	0,050	0,05	0,025	0,10	0,30	0,30	—	—	0,70
АДС	—	99,0	0,100	—	—	0,10	0,60	0,50	—	—	1,00
АД	1015	99,80	0,100	0,10	0,10	0,10	0,50	0,50	—	—	1,20
Алюминий қорытпалары											
ММ	1403	Қалға-ны	0,2	0,2...0,5	1,0... 1,4	0,10	0,6	1,0	—	—	
АМц	1400		0,1	0,2	1,0... 1,6	0,10	0,7	0,6	—	—	0,10
АМцС	1401		0,1	0,05	1,0... 1,4	0,10	0,25...0,45	0,15...	—	—	0,10
Д12	1521		0,1	0,05	1,0... 1,4	0,10	0,25...0,35	0,15...	—	—	0,10

AMr1	1510	Қалға- ны	0,1	0,8..1,2	1,0...1,5	0,10	0,7	0,7	—	—	0,10
AMr2	1520		0,1	0,7...1,6	0,2	—	0,10	0,10	—	—	0,10
AMr34C	—		0,1	1,8. .2,6	0,2... 0,6	0,20	0,4	0,4	—	—	0,10
AMr3	1530		0,1	2,7. .3,6	0,2.. 0,6.	0,20	0,5	0,5	—	—	0,15
AMr4	1540		0,1	3,2. .3,8	0,3... 0,6	0,20	0,5	0,5...0,8	—	—	0,10
AMr4,5	—		0,1	3,8. .4,5	0,5... 0,8	0,20	0,4	0,4	—	—	0,10
AMr5	1550		0,1	4,0. .4,9	0,4... 1,0	0,20	0,4	0,4	—	—	0,15
AMr6	1560		0,1	4,8. .5,8	0,3... 0,8	0,20	0,5	0,5	—	—	0,10
АД31	1310		0,1	5,8. .6,8	0,5.. 0,8	0,20	0,4	0,4	—	—	0,10
АД33	1330		0,1	0,4. .0,9	0,1	0,20	0,5	0,3...0,7	—	—	0,10
АД35	1350		0,15..0,40	0,8. .1,2	0,15	0,25	0,7	0,4...0,8	—	—	0,15
AB	1340		0,1	0,8...1,4	0,5..0,9	0,20	0,5	0,8...1,2	—	—	0,10
Д1	1110		3,8 ...4,8	0,4.. 0,8.	0,4.. 0,8.	0,3	0,7	0,7	0,1	—	0,1
Д16	1160		3,8 ...4,9	1,2.. 1,8.	0,3...0,9	0,3	0,5	0,5	0,1	—	0,1
В65	1165		3,9...4,5	0,15..0,3	0,3...0,5	0,1	0,2	0,25	—	—	0,1
Д18	1180		2,2...3	0,2.. 0,5.	0,2	0,1	0,5	0,5	—	—	0,1
AK6	1360		1,8...2,6	0,4... 0,8	0,4...0,8	0,3	0,7	0,7...1,2	0,1	—	0,1
AK8	1380		3,9...4,8	0,4... 0,8	0,4...1	0,3	0,7	0,6...1,2	0,1	—	0,1
AK4	1140		1,9...2,5	1,4.. 1,8.	0,2	0,3	0,8...1,3	0,5...1,2	0,8...1,3	—	0,1
AK4-1	1141		1,9...2,7	1,2.. 2,8.	0,2	0,3	0,8...1,4	0,35	0,8...1,4	—	0,1
—	1915		0,1	1,3.. 1,8.	0,2...0,6	3,4...4	0,4	0,3	—	—	0,1
—	1925C		0,1	0,8.. 1,4.	0,2...0,5	4,3...5,5	0,4	0,4	—	—	0,15
—	1925		0,8	1,3.. 1,8.	0,2...0,7	3,4...4	0,7	0,7	—	—	0,1
В95	1950		1,4...2	1,8... 2,8	0,2...0,6	5...7	0,5	0,5	0,1	—	0,1
АЦпл	—		—	—	0,025	0, 9...1,3	0,3	0,3	—	—	0,1
—	1420		0,005...0,200.	4...6	—	—	—	—	—	1,3...2,2	0,1

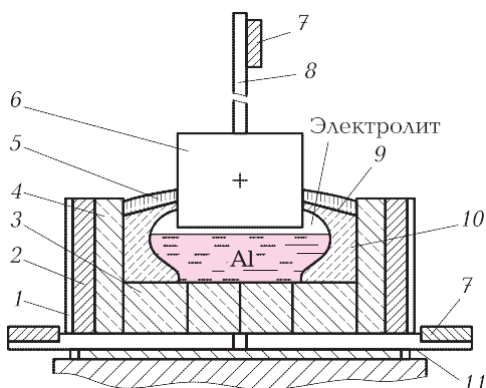
—	1424	Қалға- ны	—	4, 7...5,1	0,10... 0,25	0,4...0,7	0,01...0,15	—	—	1,5...1,8	0,1
—	1440		1,2...1,9	0,6...1,1	0,05...0,08	—	0,2	0,15	—	1,6...2,3	0,1
—	1441		1, 6...1,9	0,7...1,1	0,01...0,40	—	—	—	0,02...0,15	0,7...1,1	0,1
—	1450		2, 8...3,2	0,05...0,1	0, 05...0,08	—	0,2	0,15	—	1,8...2,0	0,1
—	1460		2, 6...3,3	0,05...0,07	0,05...0,1	—	0,2	0,15	—	1,9...2,3	0,1
—	1461		2, 8...3,5	0,1...0,6	0,1...0,5	0,4...0,8	—	—	0,02...0,08	1,5...1,8	0,1
—	1464		3,0...3,2	0,4...0,7	0,2...0,4	—	—	—	—	0,4...0,7	0,1
—	1469		3,2...4,5	0,01... 0,5	0,01...0,5	0,003...0,5	—	—	—	1,0...1,7	0,1

Алюминий алу мақсатында электролиз өтетін электролиздік ванна, немесе электролизер, жоспарда тіктөртбұрыш пішініне ие. Электролиз ваннаның сұлбасы 3.1 суретте көрсетілген. болат қаңылтырларынан қаптама 1 ваннаның қабырғаларын қамтиды, ал үлкен ванналарда ол түбімен бірге бір тұтас ретінде орындалады. Ішінде шамот қабаты 2 болады және бұдан әрі қабырғалары бұрышты тақталармен салынған 4 ал түбі табанды бұрыштық блоктармен 3 орындалған. Тереңдігі 0,5№0,6 ванна электролитпен және оның астындағы сұйық алюминимен толтырылған.

Көмірлі анод 6 (кейде олар бірнеше) оның төменгі ұшы электролитке батырылғандай болат сырыққа ілінген 8 және сырықтар 8 арқылы анодқа шиналардан ток беріледі.

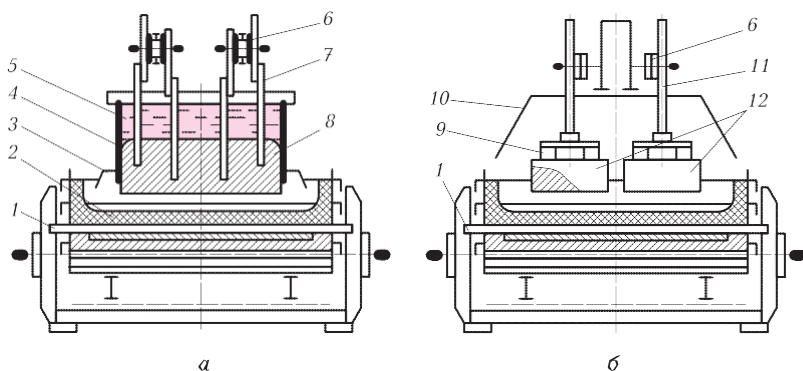
Өткізілетін токтың күшімен анықталатын, электролизерлердің қуаты (ванналардың) кіші ванналарда 30 кА бастап ауытқиды, ал үлкен ванналарда 250 кА дейін ауытқиды. Анод арқылы өтетін рұқсат етілген меншікті беріктігі 0,65... 1 А/см² құрайтындықтан, ванналар өткен кезде анодтың ауданың ұлғайтады. Қуатты ванна анодтарының көлденең қималарының өлшемдері 2,8 х 9 м дейін жетеді, ал ванналардың өлшемдері (ішінде) – 3,8 х 10 м.

Электролизді ванналар анодтың қуаты мен құрлысымен ажыратылады. Бір өзiкүйгiш анодты және жоғары немесе бүйірінен ток өткізгіші бар ванналар, сондай-ақ күйдірілген блоктардан ванналар болады.



3.1.сур.Алюминий алу үшін электролиздік ваннаның сұлбасы:

I — қаптама; 2 — шамот; 3 — бұрыштық блок; 4 — бұрыштық тақта; 5 — алюминий тотығы; 6 — анод; 7 — ток өткізетін шина; 8 — ілмектің бір сырығы (ток өткізгіш); 9 — қатып қалған электролиттің қыртысы; 10 — гарнисаж (қатып қалған электролит); II — ток өткізгіш



3.2.сүр. Алюминий электролизерлерінің сұлбалары:

а — өзікүйгіш анод және жоғарғы ток өткізгішпен; б — күйдірілген анодпен; 1 — ток өткізгіш сырық; 2 — табандық блок; 3 — газ аулағыш қоңырау; 4 — анодтың қаптамасы; 5 — сұйық анод қоспасы; 6 — ток өткізгіш шина; 7 — қада; 8 — жымдасқан анод; 9 — ниппель; 10 — газ жинағыш; 11 — штанга; 12 — анодты блок

Өзікүйгіш анодты және токты жоғарыдан өткізетін электролиздің сұлбасы 3.2, а суретте көрсетілген.

Мұнда анод тікбұрышты қималы анод үздіксіз өсетін болып табылады. Анодтың қаптамасы болат қаңылтырдан жасалған және жоғарыдан оған көміртегілі электродты қоспадан брикеттерді (тас көмір топырақпен мұнай коксты) тиейді. Қаптаманың жоғарғы бөлігінде қоспа балқиды, ал оның төменгі бөлігінде жоғары температураларда ол жентектеледі, косталады және қатты блокқа ауысады. Осы блокқа ваннаны бойлай екі немесе төрт қатарға орналасқан, электродтық қоспаның әртүрлі тереңдігіне салынған болат қадалар жентектеледі. Бұл сырғылар токты анодқа және оны ваннаның үстінде ұстап тұру үшін қызмет етеді.

Анодтың қаптамасы ваннаның үстіне жеке бекітіледі. Анодтың жану үдерісінде аса терең орналасқан қадаларды қатып қалған қоспадан кезек-кезек жұлып алынады және неғұрлым жоғары деңгейде бекітеді, біршама уақыттан кейін қатайып бара жатқан қоспамен жентектеледі.

Анодтың төмен бөлігі жануы бойынша оны арнайы механизмнің көмегімен түсіреді, сонымен бірге анод қаптаманың ішінде төмен қарай сырғиды. Анодтың төменгі бөлігіне анодтың жан-жағында бөлінетін газды аулау үшін арналған газ жинағыш қоңырау бекітіледі.

Күйген анодты электролиздер (3.2, б сур.) екі қатарда орналасқан бірнеше (20 дейін және артық) көмір немесе графитталған

блоктардан құралған, анодты торапқа ие. Әрбір блокта штангамен жалғасқан төрт болат ниппель бекітілген, бұл құрылғы тоқты әкелу және блокты ілу үшін қызмет етеді. Жанып кеткен блоктарды жаңаларымен алмастырады. Ваннаның үстінде газ аулағыш қорап орналасқан.

Күйдірілген анодтарды қолдану ванналардың дара қуатын ұлғайтуға және өзікүйгіш электродтардың жентегі кокстау кезінде түзілетін зиянды канцерогенді заттардың бөлінуін қатты қысқартуға мүмкіндік берді.

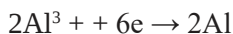
Электролиздік ванналарды бір қатарда бірнеше ондықтап цехта қатарға орналастырады. Электролизді 4...4,3 В кернеуде жүзеге асырады және айтылып кеткендей 0,65... 1 А/см²-тең анод арқылы өтетін токтың меншікті беріктігінде. Ваннадағы электролиттің қалыңдығы 150.250 ммқұрайды. Ваннаның температурасын электролит арқылы тұрақты токтың өтуі кезінде бөлінетін жылу есебінен 950...970°C шегінде ұстайды. Ондай температуралар анодтың астында болады. сонымен қатар ауамен шекарада қатып қалған электролиттің қыртысы түзіледі, ал ваннаның қабырғаларында - электролиттің қатып қалған қабаты – гарнисаж.

Ваннаның қажетті температурасы, яғни электролиттің қабатында қажетті жылудың мөлшерін бөлу, электролит қабатының белгілі электр кедергісі кезінде қамтамасыз етіледі. Мұндай кедергіге электролиттің құрамы мен оның ток өткізгіш қалыңдығының берілген шегін ұстай отырып қолжеткізеді яғни анод және сұйық алюминий қабаты арасындағы арақашықтық 40.60 мм шегінде (мысалы, осы арақашықтықты ұлғайту, яғни электролит қабатының электр кедергісі, ток өткен кезде жылу бөлуді ұлғаюын және тиісінше электролиттің тым қызуын тудырады).

Катод және анодка кернеуді салған кезде сұйық электролиттің құраушылары электролиттік диссоциацияға ұшырайды және балқытпа көптеген катион және аниондардан құралады

Электролиттің құрамы электродтарда разряд потенциалдарының разрядтарының мәндеріне сәйкес электролитте Al₂O₃-дидиссоциация кезінде түзілетін тек қана катодтар Al³⁺ + және анодтар O₂ разрядталғандай таңдалған. Тиісінше электродтардағы электр химиялық үдеріс мына теңдеулермен сипатталады:

катодта



анодта



Катодта разрядталатын алюминий электролит қабаты астында ваннаның пеш қабаты астында жинақталады. Анодтан бөлінетін оттек CO және CO_2 газдардың түзілуімен анодтың көміртегімен өзара әрекеттеседі, яғни анодтың асты тотығады, сондықтан анодты мерзімді түсіріп отырады. Анодтардың астынан бүйірлерін бойлай шығатын CO және CO_2 газдар электролиттен бөлінетін улы фторлы қосылыстар мен саз шаңынан тұрады (өзікүйгіш анодтардан оларға да зиянды шайыр возгондары түседі). Бұл газдарды ұстап алады және шаң-тозаң мен фторлық қосылыстардан тазартады.

Үдерістің барысында ванналарға мерзімді алюминий тотығын тиейді, түзетуші қоспаларды енгізіп, электролиттің құрамын бақылайды, жәнереттегіштердің көмегімен анод және сұйық алюминий арасында қолайлы арқашықты ұстайды. Алюминий тотығын ваннаға жоғарыдан тиейді, бұл үшін ваннаны бойлай қозғалатын арнайы машиналардың көмегімен жентектелген электрлиттің қыртысын бұзады.

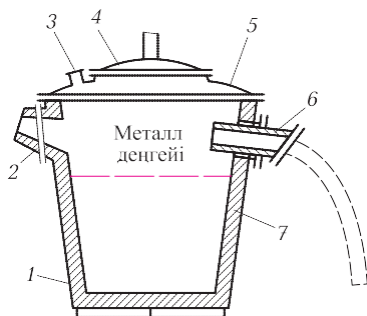
Сұйық алюминиді ваннадан тәулігіне бір реті шығарады немесе вакуум-шөміш арқылы 2...3 тәуліктен кейін. Вакуум-шөміш (3.3 сур.) 1,5.5 т алюминий сыйдыртатын шамотпен футерленген ыдысты ұсынады, мұнда шамамен 70 к сұйылту өтеді. Шөміштің келтекұбырымен жалғасқан сұйық тартқыш түтікшені жоғарыдан сұйық алюминий қабатына батырады және алюминидің сұйылтуы есебінен шөмішке тартып сорады.

Бөлінетін анод газдарды алдымен жаңғыштарға бағыттайды, мұнда CO және шайырдың возгондарын жағады, содан кейін газ тазартқышқа, мұнда шаң-тозанды және фторлық қосылыстарды аулайды.

Заманау электролиз ванналардың өнімділігі тәулігіне 500... 1 200 кг алюминиді құрайды. 1 т алюминиді алу үшін 1,95 т алюминий тотығы, 25 кг криолит, 25 кг алюминий фториді, 0,5.0,6 т. анодтық қоспа, 14.16 М В т - с электр қуат қажет.

3.3.сур.Алюминиді алу үшін вакуум-шөміш:

1 — қаптама; 2 — ағызатын шүмек; 3 — вакуум сорғыны қосыу үшін келтекұбыр; 4 — люк; 5 — қақпақ; 6 — сұйық тартатын келтекұбыр; 7 —футерлеуші



3.4. МАГНИЙ ЖӘНЕ МАГНИЙ ҚОСПАЛАРЫ

жеңіл металдар тобынан магний ең төмен тығыздыққа ие ($1,74 \text{ г/см}^3$), яғни ол алюминиден 1,5 есе жеңіл, беріктігі төмен ($\sigma_{\text{тв}} = 85,130 \text{ МПа}$ құйылған күйінде және $\sigma_{\text{тв}} = 250 \text{ МПа}$ – деформацияланған күйінде), сондай-ақ металпластикалы (тиісінше $55 = 3 \cdot 6 \%$ және $55 = 8,10\%$). Магний алюминиге қарағанда жоғары химиялық белсенділікке ие және бір уақытта көптеген орталарда төмен жемірілу тәзімділігіне ие. Бұл магний оксидінің (MgO) бетінде түзілетін қыртыс борпылдақ және ылғал тартқыштығымен түсіндіріледі, яғни ол көп ылғалды ұстайды және алюминий оксидінің қыртысы сияқты металды жемірілуге белсенді орталардан қорғамайды. Жемірілуден магнийді және оның қорытпаларын қорғау үшін олардың бетіне әдетте тығыз оксидті қабыршақтарды немесе арнайы лак бояу жабындыларын жағады.

Бастапқы алюминий маркалары «Mg» (магний) әріпінен және 99% жоғары магний құрамына талап етілетінге тиісті сандардан тұрады. ГОСТ 804 – 72 магнийдің үш маркасын орнатады: Mg96, Mg95 және Mg90, оларда магнийдің минималды рұқсат етілген құрамы тиісінше, мас. %: 99,96; 99,95 және 99,90 құрайды, алқоспалардың құрамы тиісінше 0,04; 0,05 және 0,10 артық емес.

Магний қорытпалары деформацияланатын (ГОСТ 14957 – 76) және құйылатын (ГОСТ 2856 – 79) болып ажыратылады, олар өз кезегінде екі негізгі топқа бөлінеді: термикалық нығайтылмайтын және термикалық өңдеумен нығайтылатын.

Деформацияланатын магний қорытпаларының маркалары «MA» әріптері мен химиялық құраммен байланысы жоқ сандардан (қорытпалардың реттік сандары) құралады.

ГОСТ 14957 – 76 магний қорытпаларының 16 маркасының химиялық құрамын регламенттейді (3.8 кесте).

Қоспалау жүйелері бойынша аса кең таралған магний қорытпалары үш негізгі топтарға бөлінеді:

1- ші топ – Mg – Mn (MA1, MA-8 маркалар және басқалары) жүйелерімен қорытпалар, термикалық нығайтылмайтын және қанағаттанарлық дәнекерленетін;

2- ші топ – құрамында 9% дейін Al бар және жоғары беріктігі мен технологиялығымен ерекшеленетін, Mg – Al – Zn (MA2, MA2-1, MA2-1 маркалы) жүйелі қорытпалар, термикалық бекіндірілетін және жақсыц дәнекерленетін;

3- ші топ – термикалық өңдеумен бекіндірілетін (24 с ішінде 160... 170°C температурада ескіру), жоғары механикалық беріктік-

3.8.кесте.Магнийлік деформацияланатын қорытпалардың химиялық құрамдары (ГОСТ 14957—76]

Қорыт- паның маркасы	Негізгі элементтердің құрамы, мас. %										Құрамы, %, артық емес	
	Мд	Al	Mn	Zn	Zr	Nd	Ni	Cd	La	Ce	Норма- ланатын соммада	өзге
МА1	негіз- гі	—	1,3...2,5	—	—	—	—	—	—	—	0,609	0,2
МА2	негіз- гі	3...4	0,15...0,5	0,2...0,8	—	—	—	—	—	—	0,209	0,3
МА2-1	негіз- гі	3,8...5	0,3...0,7	0,8...1,5	—	—	—	—	—	—	0,196	0,3
МА2-1 п. ч	негіз- гі	3,8...5	0,2...0,6	0,8...1,5	—	—	—	—	—	—	0,028	0,1
МА5	негіз- гі	7,8...9,2	0,15...0,5	0,2...0,8	—	—	—	—	—	—	0,207	0,3
МА8	негіз- гі	—	1,3...2,2	—	—	—	—	—	—	0,15...0,35	0,609	0,3
МА8 п. ч.	негіз- гі	—	1 ... 1,5	—	—	—	—	—	—	0,15...0,35	0,102	0,1
МА11	негіз- гі	—	1,5...2,5	—	—	2,5...3,5	0,10...0,22	—	—	—	0,462	0,3
МА12	негіз- гі	—	—	—	0,3...0,8	2,5...3,5	—	—	—	—	0,509	0,3
МА14	негіз- гі	—	—	5...6	0,3...0,9	—	—	—	—	—	0,287	0,3

MA15	негіз- гі	—		2,5...3,5	0,45...0,9	—	—	1,2...2	0,7...1,1	—	0,267	0,3
MA17	негіз- гі	—	0,2...0,7	—	—	—	—	—	—	0,7...1,5	0,357	0,3
MA18	негіз- гі	0,5...1	0,1...0,4	20...2,5	—	—	—	—	10... 11,5 Li	0,15...0,35	0,272	0,3
MA19	негіз- гі	—	—	5,5...7	0,5...0,9	1,4...2	—	0,2...1	—	—	0,307	0,3
MA20	негіз- гі	—	—	1...1,5	0,05...0,12	—	—	—	—	0,12...0,25	0,187	0,3
MA21	негіз- гі	4,3...5,3	0,01...0,1	1...2	—	—	—	4...5	7,5...9 Li	0,01... 0,15	0,185	0,3

Ескерту. 3.8 кестеде «ж. ж.» — жоғары жиілік қорытпасы.

ке ие және нашар дәнекерленетін Mg – Zn – Zr (МА-14 (ВМ65-1 маркалар)) жүйелі қорытпалар.

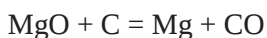
Құйма магний қорытпаларының маркалары «МЛ» (магнийлік құйма қорытпасы) әріпі мен олардың химиялық құрамымен байланысы жоқ реттік нөмірден құралады. Мысалы: МЛ2 (Mg – Mn); МЛ3...МЛ6, МЛ7-1 (Mg–Al – Zn); МЛ10 (Mg – Nd – Zn); МЛ12 (Mn – Zn – Zr).

Металл магниді алудың кәдімгі өнеркәсіптік әдісі – бұл магний $MgCl_2$, натриц $NaCl$ және калидің KCl сусыз хлоридтерінің қоспасын электролиз балқыту. Осы балқымада электр химиялық қалпына келтіруге магний хлориді ұшырайды:



Құрамында магний бар шикізаттың жаңа мөлшерлерін қосып отырып, мерзімді түрде электролиз ваннасынан балқытылған металды сұрыптап алып отырады. Осындай тәсілмен алынған магнидің құрамында салыстырмалы көп қоспа (около 0,1 %) болғандықтан, қажет болғанда «шикі» магниді қосымша тазартуға ұшыратады. Осындай тазарту үшін электрлиттік тазартуды; арнайы қосындылар – флюсті қолданып вакуумда қайта балқытуды, олар магниден қоспаларды «тартып алады»; металды вакуумда айырып шығаруды (сублимация) қолданады. тазартылған магнидің тазалығы 99,999 % және одан көп.

Магниді алудың басқа да тәсілі әзірленді – термикалық. Магний оксидің қалпына келтіру үшін жоғары температурада коксты немесе кремниді қолданады, яғни



реакцияны. Кремниді қолдану магний және кальциді алдын ала бөлусіз $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ сияқты шикізаттан магниді алуға мүмкіндік береді. Доломиттің қатысуымен реакциялар өтеді



Термикалық тәсілдің артықшылығы, ол аса жоғары жиілікті магниді алуға мүмкіндік береді. Магниді алу үшін тек қана минералды шикізатты емес, сондай-ақ теңіз суын қолданады.

3.5. ТИТАН ЖӘНЕ ТИТАН ҚОРЫТПАЛАРЫ

Техникалық титанның физикалық-механикалық қасиеттері 3.9 кестеде келтірілген. Титан 500 °С дейін температура кезінде ауада тотықсызданбайды, ал оның жемірілу жылдамдығы күкірт қышқылында және теңіз суында тиісінше 50 және $3 \cdot 10^{-5}$ мм/жылына құрайды.

Құрылымдық санаттары бойынша титан қорытпалары бір фазалық α - және β - қорытпаларыжәнеекі фазалық ($\alpha + \beta$)-қорытпаларға бөлінеді, олар өз қатарында құйма және деформцияланатынға бөлінеді.

Құймаларға мысалы, BT1, BT5Л (беріктігі төмен), BT3-1Л, BTЛ1 (беріктігі орташа) және BT21Л (беріктігі жоғары) маркалы қорытпалар, деформацияланатындарға –BT4, BT5, BT5-1, OT4, OT4-1, OT4-2 (беріктігі орташа) және BT8...BT16, BT3-1 (беріктігі жоғары) маркалы қорытпалар жатады.

3.9.кесте.Техникалық титанның физикалық-механикалық қасиеттері

Титанның маркасы	Алынатын өнімнің түрлері	Өндіру тәсілі	σ_b , МПа	δ , %	KCU, кДж/см ²	Қаттылық НВ
BT1-00	Шыбықтар, соғылма, қалыптанған өнімдер	Магниттік-термикалық	300...450	> 30	12. 15	116.149
BT1-0			400...550		10...12	131...163
BT1-1			450...600			

3.10.кесте. Химиялық құрамдары мен механикалық сипаттамаларынекоторых

Қорытпаның маркасы	Химиялық құрамы, мас. %							σ_b , МПа	δ , %
	Al	Cr	Mn	V	Si	Zr	Fe		
BT1	—	—	—	—	—	—	—	40...60	15...23
BT5Л	5	—	—	—	—	—	—	70...90	6...12
BT3-1Л	5,5	2	2	—	0,2	—	—	90...100	5...10
BTЛ1	5,0	—	—	—	0,1	—	—	90...100	5...10
BT21Л	6,6	0,35	0,7	1,2	—	5	0,35	100...110	4...7

Кейбір құйма титан қорытпалардың жеткізу күйіндегі химиялық құрамы мен механикалық сипаттамалары 3.10 кестеде келтірілген.

Деформацияланатын титан қорытпаларын құрылымы және үш дәрежелі беріктігіне байланысты шығарады. Сонымен бірге, бірнеше маркалы титан қорытпалары ыстыққа төзімді қасиеттерге ие.

Бір фазалы α - қорытпаларкесумен жақсы өнделеді, криогенді температураларда жоғары механикалық сипаттамаларға, ыстық-және отқаққа төзімділікке ие. Осындай маркалардың кейбір қорытпаларын 400...500°C қолдануға болады. әдетте, қарапайым бөлшектерді жасаған кезде деформацияланатын қорытпалар суық күйінде қысыммен өнделеді. Күрделі бөлшектерді өндірген кезде оларды 500.600 °C дейін қыздырады, ал кейбір жағдайларда – 600.800 °C дейін.

Екі фазалы ($\alpha + \beta$)-қорытпалардамеханикалық және технологиялық қасиеттер жақсы үйлеседі, олар сондай-ақ шыңдау мен жасытуды (ескіру) жақсы қабылдайды. Термикалық өндеуден кейін толық өндеу циклінен кейін осы қорытпалардан жасалған бөлшектер жоғары температураларға дейін жоғары беріктікке ие. Осы топтың қорытпалары жақсы соғылады, қалыптанады және илемденеді. Оларды жартылай дайын өнім түрінде шығарады (әртүрлі профилді және қималы калибрленген шыбықтар, табактар, таспалар, қалыптанған дайындамалар мен соғулар).

Бір фазалы β -қорытпаларөнеркәсіпте шығарылмайды, себебі оларды өндіру үшін қымбат тұратын тапшы қоспалаушы элементтер (ванадий, молибден, ниобий, тантал) қажет.

Деформацияланатын титан қорытпаларының сипаттамасы 3.11 кестеде ұсынылған.

Таза металдық титанды алу елеулі технологиялық қиыншылықтармен байланысты. Реакции взаимодействи титана с титанның оттектпен, азотпен, көміртекпен, көміртек оксидтеріменжәне су буларымен өзара әрекет ету реакциялары энегияның үлкен шығындалуымен өтеді.

Осы газдардың кішігірім қоспалары титанмен белсенді әрекет етеді.

Айтылып кеткендей, оттект пен азот титанда ериді, ал осы элементтер мен көміртектің қоспалары оның қаттылығын жоғарлатады және олардың илемдігін төмендетеді. Оттектпен жоғары ұқсастығы және соңғының титанда еріткіштігі салдарынан бұл металды қышқылсыз қосылыстардан– хлоридтаржәне фторидтерден алады. Титанның ұнтағын кальций немесе кальций гидридімен оксидтерді қалпына келтірумен алуға болады, бұл жағдайда металл құрамында 0,1 % кем оттект болады.

Галогенидтерден таза титанды өндірген кезде оны барлық технологиялық сатыларда оттект, азот, су буларынан және құрамында

3.11.кесте.Деформацияланатын титан қорытпалардың сипаттамалары

Қорытпаның маркасы	Термикалық өндеу		σ _в , МПа	δ, %	Қаттылық НВ	Қасиеттеріне сәйкес санат	
	Түрі	Темпера- тура, °С					
BT5	Күйдіру	740... 760	700..950	10..15	240.300	Беріктігі орташа	
BT5-1		860... 880	750..950				
OT4-1		670...720	600..750	20..40	210.250	Илемдігі жоғары	
OT4			700..900	12..20			
BT4		700...750	850..1050	15..22	—		
OT4-2		750.800	950..1000	8			
BT6	Шыңдау	800...940	1100..1150	14..16			
	Ескіру	500					
BT14	Шыңдау	860.880	1140..1150	6..10	340.370		Беріктігі жоғары
	Ескіру	500					
BT15	Шыңдау	760.800	1300..1500	3..6	—		
	Ескіру	500					
BT16	Шыңдау	790	1250..1450	4..6			
	Ескіру	500					
BT3-1	Изотер микалық күйдіру	650.870	1000..1200	10..16	260.340		Ыстыққа төзімді
BT8	Шыңдау	900.950	1000..1150	9..16	310.350		
	Ескіру	500.600					
BT9	Шыңдау	900.950	1140..1300	5..14	330.370		
	Ескіру	500.600					

көмітек бар газдардың әсерінен қорғау қажет. Мұндай қорғау инертті газдар атмосферасында (аргон, гелий) немесе вакуумда герметикалық аппаратурада металды қалпына келтіру және балқытуды өткізумен қамтамасыз етіледі. Өндірістің маңызды шарттарының бірі – титанның бастапқы қосындыларының жоғарғы жиілігі, сондай-ақ қолданылатын қалпына келтіргіштер.

Титанды алу тәсілдерін мына бес топқа бөлуге болады.

1. Магний немесе натримен хлоридтерден қалпына келтіру ($TiCl_4$ және $ZrCl_4$).

2. Натрий және кальцимен ZrF_4 фторлы қосылыстардан K_2ZrF_6 қалпына келтіру.

3. Кальций немесе кальций гидратымен диоксидтерден TiO_2 и ZrO_2 қалпына келтіру.

4. Электролиз және тазарту.

5. Тазартудың йодидті тәсілі.

Қалпына келтіру тәсіліне байланысты титанды ерінше немесе ұнтақ формасында алады, олардан содан кейін балқыту және ұнтақты металлургия әдісімен компактті дайындамаларды өндіреді.

Бірінші төрт тәсілді техникалық титанды алу үшін, ал йодты тәсілді – газдардан бос және басқа қоспалардың аз мөлшердегі құрамды жоғары жиілікті титанды алу үшін қолданады. Техникалық титан өндірісінің негізгі тәсілдері магни- және натритермикалық болып табылады.

3.6. АНТИФРИКЦИЯЛЫҚ (МОЙЫНТІРЕКТІ) ҚОРЫТПАЛАР

Барлық машиналар немесе білдектерде айналатын біліктер немесе осьтер болады, олардың жұмысы мойнтіректердің тірек қызметін атқаратын, жүйесін дұрыс таңдаған кезде сенімді болуы мүмкін.

Біліктер немесе осьтер айналған кезде үйкелісті азайту үшін мойнтіректерде арнайы төлкелер немесе ішпектері болады.

Шарлы және аунақша мойнтіректер шайқалма мойнтіректері, антифрикциялық (мойнтіректі) материалдардан ішпектер қолданылатын мойнтіректер сырғу мойнтіректері деп аталады.

Шарлы және аунақша мойнтіректерінің кең таралғанына қарамастан, қазіргі кезде сырғу мойнтіректері үлкен қолданысқа ие.

Мойнтіректі (антифрикциялық) қорытпалар негізгі талаптарды қанағаттандыруы тиіс: айналмалы білікке майды жеткізуді жақсартатын біртекті құрылымға ие болуға, сығылу және қажалуға жақсы берілгенді және жеткілікті қаттылыққа ие болуы тиіс.

Біліктің меншікті қысымына және оныңайналу жылдамдығына байланысты келесі үш топты мойнтіректі қорытпаларды қолданады:

1. Темірдің негізінде – сұр және қақталатын антифрикциялық шойындар. Шойындардан мойнтірек ішпектерін жоғары емес меншікті қысымдарда және біліктің айналу жылдамдығы 5 м/с дейін жылдамдықта қолданады. Мойнтіректі сұр шойын СЧ-18-36 немесе СЧ-28-48 маркалы ұсақ графитті қосындылары бар перлитті шойынды ұсынады;

2. Мыс негізінде – қола. Аса ауы жұмыс жағдайларында мойынтірек біліктері үшін қолданылады. Широкое применение имеют бронзы марок БрОФ6,5-15, БрОЦС4-4-4 маркалы қолалар кеңінен қолданылады, сондай-ақ БрС3О маркалы қорғасынды;

3.12.кесте.Ақ антифрикциялық қорытпалардың қимиялық

Қорытпа маркасы	Негізгі элементтердің құрамы, мас. %						
	Sb	Cu	Cd	Ni	As	Sn	Pb
Б83	10...12	5,5..6,5	–	–	–	Қалд.	–
Б16	15...17	1,5..2,0	–	–	–	15...17	Қалд.
БН	13...15	1,5..2,0	0,75..1,25	0,75..1,25	0,5...0,9	9...11	–
Б6	14...16	2,5..3,0	0,75..1,25	–	0,6...1,0	5...6	–
БС	16...18	1,0..1,5	–	–	–	–	–
БК	–	–	–	Натрий 0,65..0,95; кальций 0,75..1,10	–	–	–

3. Ақ антифрикциялық – баббиттер. Мойынтіректердің ішпектерін күйу үшін қолданады.

ГОСТ 1320 – 81 және ГОСТ 1209 – 81 ақ антифрикциялық қорытпалардың мына маркаларын белгілейді: Б83, Б16, БН, БТ, БС, БК, БК2 және Б6. Ондағы «Б» әріпі қорытпаның атауын, одан кейінгі цифра – қалайының орташа құрамын көрсетеді, ал «Н», «Т», «С» және «К» әріптері – баббитте никельдің, теллурдың, қорғасынның және кальциді көрсетеді.

Кейбір ақ антифрикциялық қорытпалардың химиялық құрамы 3.12 кестеде келтірілген.

Баббиттердің балки бастау температурасы 245... 420 °С құрайды, олардың үзілуге беріктік шегі – 40.100 МПа, қажудың шегі – 23.26 МПа және майлаумен үйкеліс коэффициенті – 0,004.0,009.

Темір ұнтағы мен графитті немесе қола мен графитті престоумен жасалатын, металл керамикалық мойынтірек қорытпалары да тәжірибеде қолданылады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай металдар түстілерге жатады?
2. Қандай түсті металдар жеңіл деп аталады?

3. Түсті металл қорытпалары технологиялық қасиеттері бойынша қалай бөлінеді?
4. Жез дегеніміз не?
5. Қандай қорытпалар қолаға жатады?
6. Бериллий қолалардың ерекшелігі неден құралады?
7. Алминий қорытпаларын қандай белгілері бойынша бөледі?
8. Қандай қорытпалар силуминдер деп?
9. Титан қорытпаларына қандай құрылымдар тән?
10. Неге таза магниді өнімдерді жасау үшін қолданбайды?
11. Магний қорытпаларының қандай маркаларын білесіндер?
12. Қандай қорытпалар баббиттерге жатады?

КОРРОЗИЯ ЖӘНЕ МЕТАЛДАР МЕН ҚОРЫТПАЛАРДЫ ТЕРМИКАЛЫҚ ӨНДЕУ

4.1. КОРРОЗИЯ ТҮРЛЕРІ

Коррозия – металдардың сыртқы (коррозиялық) ортамен химиялық немесе электр химиялық өзара әрекеттесу салдарына бұзылуы.

Коррозия себебі металл және қоршаған (коррозиялық) ортаның құрауыштарынан құралатын, жүйенің термодинамикалық тұрақсыздығы болып табылады. Термодинамикалық тұрақсыздықтың өлшемі болып металдың осы құрауыштармен өзара әрекеттескен кезде босатылатын еркін энергия қызмет етеді. Алайда еркін энергия өз бетінше коррозиялық үдерістің жылдамдығын – металдың коррозиялық тұрақтылығын бағалау үшін аса маңызды шамасын анықтамайды. Бір қатар жағдайларда басталған коррозиялық үдеріс нәтижесінде металдың бетінде туындайтын адсорбциялық немесе фазалық қабаттар, коррозия тоқтайтын немесе өте қатты тежелетін соншалықты тығыз және өткізбейтін кедергіні түзеді. Демек, пайдалану жағдайларында, оттекпен үлкен ұқсастығы бар металл коррозияға кем емес, ал аса төзімді бола алады (осылай, хром және алюминий оксидтері түзілудің еркін энергиясы, темір оксидіне қарағанда жоғары, ал коррозияға төзімділігі бойынша олар жиі темірден артық келеді). Коррозиялық үдерістер:

- металдың бетінде немесе көлемінде коррозиялық бұзылудың түрі бойынша (геометриялық сипаты);
- металдың ортамен өзара әрекет ету реакция механизмі (химиялық және электр химиялық коррозия);
- коррозиялық ортаның типі бойынша;
- коррозиялық орта әрекетімен бір мезгілде металл ұшырайтын, қосымша әсер тигізулердің сипаты бойынша жіктеледі.

Металдың барлық бетін қамтыған коррозия, жаппай деп аталады және беттің әртүрлі телімдерінде коррозиялық бұзылудың тереңдігіне байланысты беркелкі және әркелкіге бөлінеді.

Жергілікті коррозия кезінде зақымданулар жергілікті, беттің елеулі бөлігін (кейде басым) қозғамай қалдырады.

Оқшаулау дәрежесіне байланысты коррозиялық дақтарды, ойықтар және нүктелерге (питтинг) ажыратылады. Нүктелі зақымданулар беттік коррозиясы металдың өте жіңішке қабаты астында жан-жаққа таралатын, сосын көпіршіктеніп ісетін немесе қабыршақтанатын бастамасы болуы мүмкін.

Жергілікті коррозияның неғұрлым қауіпті түрлері – **кристаллитаралық (интеркристаллитті)**, ол металдың түйіршіктерін бұзбай, олардың аса тұрақсыз шекаралары арқылы тереңге жылжитын және транскристаллитті, тура түйіршіктер арқылы металды сызатпен тіліп жіберетін. Бетінде көзге көрінетін іздерді қалдырмай, бұл зақымданулар бөлшек немесе құрылымның толық беркітігін жоғалтуға және бұзуға әкелуі мүмкін. Сипаты бойынша оларға пышақты коррозия жақын, ол аса агрессивті ерітінділерде кейбір қорытпаларды қолданған кезде дәнекерлеу жігін бойлай металды пышақпен кескендей болады.

Кейде арнайы **беттік жіптірізді коррозияны ажыратады**, мысалы бейметалл жабындылар астында дамитын, және негізінде пластикалық деформация бағытында таралатын қабаттық коррозияны ажыратады. Таңдаулы коррозия ерекше, мұнда қорытпада тіпті қатты ерітінділердің жеке құрауыштары таңдаулы еруі мүмкін (мысалы, жезді мырышсыздандыру).

Егер металл байланысты үзгеннен кейін металл атомдары тікелей металдың валентті электродтарын тартып алатын тотықтандырығыштардың құрамына кіретін атомдар немесе тотықтардың топтарымен химиялық байланыспен қосылса, коррозия химиялық болып табылады. Химиялық коррозия кез келген коррозиялық ортада мүмкін, алайда ол жиі коррозиялық орта электролит болып табылмайтын жағдайларда байқалады (мысалы, гады коррозия және электр өткізбейтін органикалық сұйықтықтардағы коррозия).

Химиялық коррозияның жылдамдығы коррозия өнімдерінің беттік қабыршағы арқылы металл және тотықтырғыштың бөлшектерінің диффузиясымен анықталады (көптеген металдардың газдармен жоғары температуралық тотығу), кейде – осы қабыршақтың еруі және булануымен (W немесе Mo жоғары температуралық тотығуы), оның жарылуымен (жоғары температураларда Nb тотығуы) және енді – сыртқы ортадан тотықтырғышты конвективті жеткізумен (оның өте аз шоғырлануында).

Егер металл торкөзден шыққан кезде түзілетін катион тотықтандырғышпен емес, коррозиялық ортаның басқа ккұрауыштарымен байланысқа түскен кезде коррозия *электрхимиялық* болып табылады. Сонымен тотықтырғышқа бірге катион түзілген кезде босайтын электрондар беріледі. Мұндай үдеріс қоршаған ортада реагенттердің екі түрі бар болғанда мүмкін, олардан біреуі металдың катионымен тұрақты байланыстарымен оның валентті электродтарысыз қосылуға қабілетті, ал екіншілері (тотықтырғыштар) – жандарында катионды ұстамай-ақ металдың валентті электрондарын қоса алады. Осындай қасиеттерге ерітінділер немесе электролиттердің балқымалары ие, мұнда сольватталған катиондар елеулі жылжымалықты сақтайды.

Электрхимиялық коррозия кезінде атомды металл торкөзінен жою (кез келген коррозиялық үдерістің мәнін құрайтын) екі тәуелсіз алайда түйіндес (өзара электрлік баланспен байланысқан) электрхимиялық үдерістердің нәтижесінде жүзеге асады: металдың сольватталатын катиондарының ерітіндіге анодты ауысуы және босайтын электрондарды тотықтырғышпен катодты - байланыстыру. Демек, электрхимиялық коррозия үдерісін тікелей анодтық үдерісті тежеу көмегімен ғана емес, сонымен бірге жылдамдыққа катодты үдерісті әсер тигізумен баяулатуға болады. Екі катодтық үдеріс неғұрлым таралған: сутек иондардың разряды ($2e + 2H^+ = H_2$) және ерітілген оттекті қалпына келтіру ($4e + O_2 + 4H^+ = 2H_2O$ немесе $4e + O_2 + 2H_2O = 4OH^-$), оларды жиі сутекті және оттекті полярсыздау деп атайды.

Анодты және катодты үдерістер металл бетінің кез келген нүктелерінде өтеді, мұнда катиондар және электрондар коррозиялық ортаның компоненттерімен өзара әрекет ете алады. Егер беті біртекті болса, онда катодтық және анодтық үдерістероның барлық ауданы бойынша тепе-тең ықтимал және осы мүлтіксіз жағдайда әрбір бетті гомогенді-электрхимиялық (осылайша беттің кез келген нүктесінде электрхимиялық үдерістерді тарату ықтималдығында кез келген біртексіздіктің жоқтығын белгілей отыра, бұл әрине, өзара әрекет ететін фазалардың термодинамикалық гетерогендігін жоққ ашығармайды) деп атайды. Негізінде металл беттерінде металл беттерінде әрекет етуші құрауыштарды жеткізудің әртүрлі шарттарымен, атомдардың әртүрлі энергетикалық күйлерімен және әртүрлі қоспаларымен телімдер болады. Осындай телімдерде

Анодтың немесе катодтық аса энергетикалық ағу мүмкін және коррозия бұл жағдайда гетерогенді-электрхимиялыққа ауысады.

Металдардың өткізгіштігі өте жоғары және артық разряд туындаған кезде лезде металдың заряд тығыздығы және электрлік

потенциал катиондар кеткеннен кейін оның қандай нүктелерінде электрондар босады, ал қандайларында тотықтырғыштармен қамтылатынына тәуелсіз қолданылады. Әсіресе, бұл анодтық реакция жүзеге асырылатын жерлерден электрондар металда катод реакциясы өтетін жерлерге ауысатының білдіреді. Тиісінше анод телімдері жанында ерітінді еріген катиондардың оң зарядыт алады, ал катодтылардың жанында – электрондарды еріген тотықтырғыш ұстап алудың нәтижесінде теріс зарядталады.

Ерітіндініде бұл зарядтар металда сияқты жеңіл қайта таратылмайды, сондықтан үдерістің жылдамдығын арттырумен ерітіндінің әлеуеті анод телімдеріне жақын телімде неғұрлым оң болады, бұл металдан оң зарядталған катиондардың шығуын қиындатады, ал катодты телімдер жанында әлеует неғұрлым теріс болады, бұл катодты үдерісті қиындатады. Керісінше оны метал ләлеуеті анод жанындағы қабатқа қатысты бірнеше неғұрлым теріс болатындығын, ал катод жанындағыға қатысты – ерітінді көлеміне қарағанда неғұрлым оң болатының ескере отыра, ерітіндінің анод жанындағы және катод жанындағы қабаттар арасындағы кернеудің омдық түсуі тогының өтуімен туындаған ретінде ұсынуға болады.

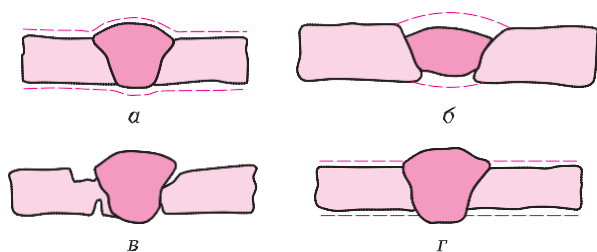
Осындай кернеудің омдық түсіп қалу жағдайы үлкен болғанда (токтың өте жоғары тығыздығы, ерітіндінің төмен электрлік өткізгіштігі, катодтық және анодтық телімдерді үлкен өзара жою), коррозиялық жүйені қысқа тұйықталған микро- немесе макро-гальвандық элементтер түрінде ұсыну қолайлы болады.

Кейбір коррозиялық орталар және олармен туындатын бұзылулар аса тән, бұл осы орталардың атауы бойынша оларда өтетін коррозиялық үдерістерді жіктейді, яғни ыстық газдардың әсері астында химиялық коррозияны (шықтың нүктесінен көпке жоғары температурада).

Табиғи орталарда орын алатын кейбір электрхимиялық коррозиялардың түрлері тән (негізінде оттекті катодтық қалпына келтірумен):

- атмосфералық – металдың бетінде электролит қабықшасының түзілуіне жеткілікті ылғалдылық кезінде таза немесе ластанған ауада (әсіресе агрессивті газдардың бар болуында, мысалы CO_2 , Cl_2 , немесе қышқыл аэрозольдері, тұздары және т.б.);
- теңіздік – теңіз суында;
- жер асты – грунттарда және топырақта.

Коррозия кернеу астында созатын немесе игіш механикалық жүктеме әрекеті аймағында, сондай-ақ қалдық деформациялар немесе термикалық кернеулер аймағында дамиды әдеттегідей және әдетінше атмосфералық жағдайларда бу-күштік қондырғылардағы



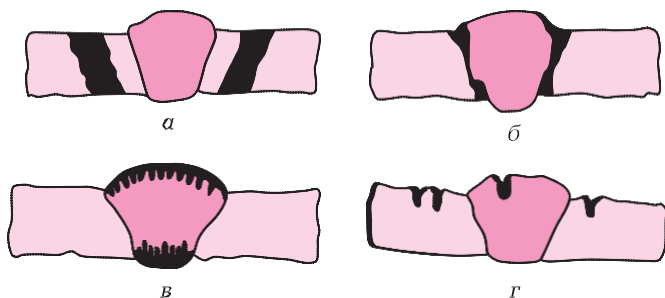
4.1.сур.Дәнекерленген қосылыстың жалпы коррозия түрлері:

а — біркелкі; б — жікке шоғырланған; в — термикалық әсер тигізу аймағында шоғырланған; г — негізгі металға басым шоғырланған

көміртегілі және коррозиялық-төзімді болаттар, теңіз суындағы беріктігі жоғары титан қорытпалары және т.б. транскристаллитті коррозиялық жарылуға әкеледі.

Айнымалы таңбалы жүктемелер кезінде коррозиялық ортадаметалдың қажу шегін кенеттен төмендететін, коррозиялық қажу туындауы мүмкін. **Коррозиялық эрозия** (немесе үйкеліс кезіндегі коррозия) коррозиялық және абразивті факторлар бір-бірінезара күшейтетін бір уақыттағы әрекет кезінде металдың жылдам тозуын ұсынады (сырғу үйкелісі, абразивті бөлшектердің ағыны және т.б.).

Металл шекарасы арқылы агрессивті ортамен электр тогының кемуіөзінің сипаты мен бағытына байланысты қосымша анодты және катодты реакцияларды тудырады, олар тура немесе жанамаметалдың жергілікті немесе жалпы жылдам тозуына, яғни кезбе токтың коррозиясына әкелуі мүмкін.



4.2.сур.Жергілікті кристаллит аралық коррозия түрлері:

а — термикалық әсер тигізу аймағында; б — балқыту аймағындағы пышақтық; в — дәнекерлеу жігінде; г — нүктелік

Түйіспенің жанында окшауланатын ұқсас бұзылулар электролитте екі әртекті тұйық гальваникалық элементті түзетін, яғни түйіспелі коррозия, металдардың жанасуын тудыруы мүмкін.

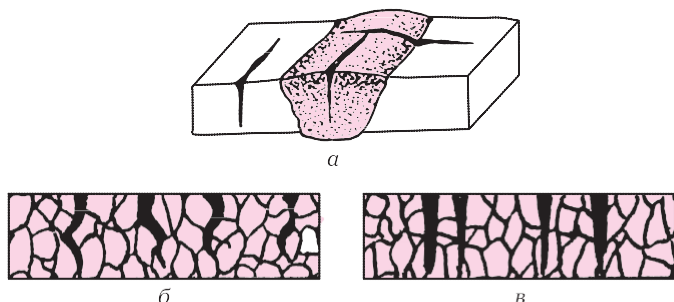
Бөлшектер арасындағы жіңішке саңылауларда, сондай-ақ электролит өтетін, алайда оттек қол жетімділігі күрделенген, қалып қойған жабынды немесе өсік астында саңылаулық коррозия дамуы мүмкін, бұл жағдайда металл саңылауда ериді, ал катодтық реакциялар жартылай немесе толығымен ашық бетте жанында өтеді.

Сондай-ақ тіршілік әрекеті өнімдерінің бактериялары мен басқа ағзалардың әсерімен орын алатын биологиялық коррозияны және радиациялық сәулелену әсерімен болатын - радиациялық коррозияны айтып кету керек.

Дәнекерленген қосылыстың коррозиялық бұзылудың негізгі типтері мен түрлеріне:

- жаппай немесе жалпы (біркелкі және шоғырланған), байланыстың кернеулі күйінің рөлі қосалқы болатын коррозия (4.1 сур.);
- жергілікті (құрылымдық және нүктелік) коррозия (4.2 сур.);
- көрнекті макропластикалық ақауларсыз магистралдық сызаттың дамуын сипаттайтын, сыңғыш типті коррозиялық-тозғаннан бұзылу (статикалық, қайталама-статикалық, циклдiк)(4.3 сур.) жатады.

Жаппай коррозия дәнекерленген қосындының барлық беті бойынша біркелкі немесе ең қауіптісі оның кез келген аймағыда: жікте, термикалық әсер ету аймағында немесе негізгі металда шоғырланған болуы мүмкін. Коррозияның жергілікті түрлері аса қауіпті: егер жаппай коррозияны бағалауға және болжауға болса, онда коррозияның жергілікті түрлері құрылымның кенеттен істен шығуына әкеледі, әсіресе кернеулі күйінде.



4.3.сур Коррозиялық қажудың түрлері:

а — статикалық (коррозиялық жарылу); б — қайталама-статикалық; в — циклдiк

Магистралды сызаттың дамуысыз жергілікті коррозиялардың барлық түрлерінен құрылымның көтеруші қабілетін кристаллит аралық құрылымдық коррозия кенеттен төмендетеді, пассивті қорытпалар үшін тән, мысалы хромдық және хром никельдік және алюминий қорытпалары үшін. Осы қорытпалар үшін нүктелік коррозия тән.

Коррозиялық орта мен статикалық жүктемелер кезінде кернеудің бірлесіп әсер тигізуімен туындаған, дәнекерленген қосылыстар мен құрылымдардың кенеттен коррозиялық-қажу бұзылулары, сондай-ақ қайталама-статикалық және циклдік коррозиялар аса қауіпті. Бұл бұзылулар кристаллит аралық және транскристаллитті сипатқа ие бола алады.

4.2. МЕТАЛДАРДЫ ЖӘНЕ ҚОРЫТПАЛАРДЫ КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУ ТӘСІЛДЕРІ

Машина жасау өнімдерін коррозиялық төзімділігін қамтамасыз ету және арттыру үшін қолданылатын әдістер, коррозияның ішкі немесе сыртқы факторларын толық немесе жартылай белсенділігін төмендетуге әкелетін коррозиялық жүйеге мақсатты бағытталған әсер тигізуге негізделген. Барлық осы әдістерді үш топқа бөлуге болады: өнімнің металына әсер игізетін, коррозиялық ортаға әсер тигізетін және аралас.

Бірінші топқа жататын әдістер, яғни металға әсер тигізетін, негізінде өнімдерді жасаған кезде қолданылады, ал олардың ішінде неғұрлым жиі қолданылатын металды қоспалау, жарамдылық мерізімдері әртүрлі қорғаныс жабындыларды жағу және ұтымды құрылымдау болып табылады.

Қоспалау металдардың термодинамикалық төзімділігін арттыруды немесе бетінде қорғаныс қабыршықтың (оксидті) түзілуін қамтамасыз ететін элементтерді енгізу есебінен металдардың коррозиялық төзімділігін жоғарлатуды көздейді. Алайда бұл тәсілдің бірқатар кемшіліктері бар:

- металдың қажетті беріктік қасиеттерін және жоғары коррозиялық төзімділігін бір уақытта қамтамасыз ету күрделігі;
- қоспалау коррозияны толығымен алдын ала алмайды, қорғаныс қабыршағы жергілікті бұзылған кезде металдың ойық бұзылуы мүмкін;
- қорғаныс қабыршақтың жетілмегендігі қосымша қорғау әдістерін қолдану қажеттілігін жоққа шығармайды;

- пассивті металды жасау мүмкіндігі барлық орталаға келе бермейді;
- жоғары қоспаланған металдарды қолдану әркезде экономикалық расталған болмайды.

Бейметалл(лак-бояу,полимерлік бейорганикалық) және **металл** (гальваникалық, диффузиялық, апқатлған және басқалары) **қорғаныс жабындылар**құрылымдар мен өнімдерді коррозия ортасынан оқшаулауды қамтамасыз етеді. Алайда өнімді коррозиядан сенімді қорғау үшін жабынды жаппай, барлық бет бойынша біркелкі таралған, қоршаған орта үшін өткізбейтін, агрессивті коррозиялық ортаға химиялық инертті болуы тиіс, сондай-ақ түптөсемге жоғары адгезия мен түптөсем материалдың сызықтық кеңейтілімі коэффициентіне жақын сызықтық тарату коэффициентіне ие болуы тиіс. Металдарды бейметалл жабындылармен пайдаланған кезде жабынмен қорғалмаған металдың коррозия жылдамдығынан елеулі артатын жылдамдық, рұқсат етілмеген жабындылар ойық коррозияның қарқындауымен бетке қатысты, белсенді анодтардың жалаңаш телімдерінде қалыптасуға әкелетін, олардың жергілікті бұзылуын жоққа шығармайды. Осының барлығы коррозиядан өнімдерді қорғаудың қосымша тәсілдерін қолдану қажеттілігін негіздейді.

Металл жабындыларын алу үшін қолданылатын, металдардың коррозиялық төзімділігі, түптөсем металдың коррозиялық төзімділігінен анағұрлым жоғары. Алайда механикалық зақым тигізу немесе беттің жарылуы салдарынан жабынның тұтастығы бұзылған жағдайда, өнімнің бетінде металл жабын гальваникалық элемент қалыптасады – металл түптөсем және металл жабындысының коррозия жылдамдығы (анодты жабынды), немесе металл түптөсем коррозиясының жылдамдығы (катодты жабынды жағдайында) ұлғаяды, бұл коррозиядан қорғау тиімділігін төмендетеді немесе мүлдем оны мүмкінсіз етеді.

Өнімдерді ұтымды құрылымдау:

- материалдарды, пішіндерді, элементтердің орналасуын дұрыс таңдау және әртекті металдар арасындағы қауіпті байланыстарды жоюдан;
- құрылымдардың металл беті – агрессивті орта бөлімінің беті арқылы токтың кемуін алдын алудан;
- кезбе токтардан қорғаудан құралады.

Екінші топқа жататын әдістер, яғни коррозиялық ортаға әсер тигізетіндер, негізінде өнімді пайдаланған кезде қолданылады, ал олардан анағұрлым қолданылатындары, электрхимиялық қорғау мен жасанды орталарды құру болып табылады.

Электрохимиялық қорғау (катодтынемесе анодты)полярлау есебінен металды реакцияға қабілетсіз жағдайға ауыстыруға мүмкіндік береді және аз электрлік кедергі электролиттерге қолданылады. катодты полярлау көмегімен қорғау лак бояу және басқа полярлау жабындыларымен үйлесе қолданылады. сонымен бірге коррозия үдерісін алдын алатын мәнге теріс жаққа металл әлеуетін жылжытуды қамтамасыз етеді. Анодты қорғаныс, әдетінше, металл бетінде пассивті қорғаныс қабыршақты қалыптастыру және қолдау арқылы коррозияны алдын алуды қамтамасыз етеді. Осы әдістер негізінде теңіз кемелерін, мұнай газ құбырларын, жерасты және суасты коммуникацияларын қорғау үшін қолданылады.

Жасанды орталарды жасау:

- ерітілген газ-тотықтырғыштарды жою және рН ортаны өзгерту арқылыкоррозиялық ортаның агрессивтілігін азайтуды;
- агрессивті газ ортаны инертті газдармен алмастыруды;
- металл бетінде олардың адсорбациясы нәтижесінде коррозияны басуды қамтамасыз ететін газ немесе сұйық ортаға ингибиторларды енгізуді және коррозиялық үдерістердің оқшаулауын немесе механизм және кинетиканы өзгертуді шамалайды.

Бұл әдістер әртүрлі ыдыстардың, құбыржолдардың, тұйық технологиялық жүйелердің, сақтау және тасымалдау кезінде машинажасау өнімдерінің ішкі беттерін коррозиядан қорғау үшін қолданылады.

Металл және ортаға әсер тигізудің жеке қолдану әдістерінен қалайтын әсерді алмаған кезде аралас әдістерге жүгінеді, олар металл және қоршаған ортаға кешенді (жабындарды және электрхимиялық қорғаныстарды немесе жабындарды және ингибиторларды және т.б. қолдану) немесе тек қана металға (алитирлеуді, электрохими-ялық өңдеу мен мерізімді немесе уақытша әсер тигізетін қорғаныс жабындылар) әсер тигізуге негізделген или только на металл.

Машина жасау өнімдерін коррозиялық төзімділігін қамтамасыз ету мен жоғарлатудың әмбебап әдістері болмайды, пайдалану жәнеэкономикалық факторлармен негізделген, әр әдістің өзіндік қолданылатын саласы бар.

Жалпы машина жасау өнімдерінің коррозиялық төзімділігін жоғарлату үшін анағұрлым жиі коррозия ингибиторлары мен қорғаныс жабындылар(бейметалл лак бояу,полимерліжәне металл гальвандық) қолданылады.

Коррозия ингибиторлары деп органикалық және бейорганикалық қосылыстарды атайды, олардың агрессивті ортада немесе металл

бетінде бар болуы металл коррозиясының жылдамдығын алдын алып немесе азайтып, электродты үдерістердің механизмі мен кинетикасын өзгертеді.

Ингибиторлар, коррозиялық ортаға түсіп немесе бөлшектің бетіне жағылғаннан кейін, оның бетінде адсорбцияланады және электрхимиялық коррозияның анод немесе катод үдерістерінің дамуын тежейді немесе экрандалған қабыршықты түзіп металды коррозия ортасынан оқшаулайды немесе коррозияға араласқан жергеқосқыш әрекет етеді.

Ингибиторларкатодты, анодты және катод-анодтыға бөлінеді. Катодты ингибиторлар – катодты үдерістің жеке кездерін тежейтін заттар.

Анодты ингибиторлар – металл иондарын ерітіндіге ауысуын тежейтін, бөлшектің бетінде жиі жіңішке ($\sim 0,01$ мкм) оксидті қабыршық түзуге қабілетті заттар.

Қазіргі кезде қара және түсті металдарды коррозиядан қорғау үшін әртүрлі: қышқыл, сілті, су, су ерітінділері, атмосферада, мұнайда және т.б. агрессивті орталардағы 1 700 жоғары коррозия ингибиторлар ұсынылады. Сонымен бірге зерттеу барысында ингибитор маркасының (түрінің) тек қана әсер тигізуі, оның шоғырлануы және қандай да бір кородтау жағдайларында қандай да бір материалдардың қорғаныс қасиеттеріне жағу тәсілдері анықталды.

Бөлшектердіңкоррозиялықтөзімділігінжоғарлатуүшінбейметалл жабындылар анағұрлым таралуын алған: эмальдар,сырлар, лактар, резеңке, пластмассаларжәне басқалары.

Әсіресе қазіргі кезде ассортименті 1 000 артық атаулардан тұратын лак бояу жабындыларын жиі қолданады. Лак бояу материалдарына лактар, сырлар, тегістеушілер, тегістегіштер жатады.

Лак бояу материалдарының құрауыштары:

- жіңішке берік қабықшаларды түзетін заттар (өсімдік майы, эфиры целлюлозалар, жануарлардың өнімінен алынатын желім, сұйық шыны, декстрин, казеин және басқалары);
- еріткіштер (спирттер, ацетон, бензин, толуол, скипидар, ксилол және басқалары);
- пластификаторлар – талап етілетін иілімдікті жабуды қамтамасыз ететін заттар (каучуктар, дибутилфталат, трикрезилфос-фат және басқалары);
- жабындығы белгілі түс беретін пигменттержәнебояғыштар, (бояғыштар ерігіш, ал пигменттер 0,5...5 мкм өлшемді бөлшектер түрінде;
- толтырғыштар (бор, тальк, каолин және басқалары);
- май қабықшаларын кептіруді жылдамдататын (натриліжәне

кобальтті майлы органикалық қышқылдардың тұздары) катализаторлар (сиккативтер).

Лактар органикалық еріткіштерде қабықша түзетін заттарды ұсынады. Бояулар – бұл қабықша түзетін заттардағы пигмент суспензиялары, алтегістеушілер – бұл металмен химиялық және хемосорбциялық қосылыстарды түзетін және бөлшек бетінен адгезияны жақсартатын құрамында құрауыштары бар бояулар.

Лак бояу материалдарынан басқа бейметалл жабындыларын алу үшін полимерлік ұнтақ бояуларын қолданады.

Ұнтақ бояуларынан жабындылар алу үшін, қабықша түзуші болып табылатын, алуан түрлі аморфтыжәне кристалл полимерлерді, олигомерлердіжәне мономерлерді қолданады. Лак бояу материалдары сияқты ұнтақ бояулардың құрамына қабықша түзушілерден басқа пластификаторлар, стабилизаторлар, пигменттер мен толтырғыштар кіреді. Полимерлік ұнтақ жабындылардың принципшік ерекшелігі оларды алу тәсілінде, яғни бөлшектің бетіне кейінгі кептірумен сұйық бояуды жағу есебінен қалыптаспайды, ұнтақ түрінде бөлшектің бетіне алдын ала жағылған ұнтақ бояудың бөлшектерін пеште жентектеу (балқыту) есебінен қалыптасады.

Бейметалл лак бояу және полимерлік жабындылардың көмегімен коррозияны алдын алу, металл бетіне электролит және тотықтырғыш агент жолына кедергіні жасауда болып табылады.

Идеалды жағдайда бұл коррозия ортасынан металды толық оқшаулаумен қамтамасыз етіледі.

Тәжірибеде қолданылатын лак бояу және полимерлік жабындылар кеуектілігі салдарынан су мен оттектің жоғары өткізгіштігіне ие, бұл коррозия мүмкіндігін жоққа шығармайды. Жабынды сапасын төмендету себебі сондай-ақ түптабанға жабындының жеткіліксіз адгезиясы және жабындыны алған кезде микрокеуектер мен микросызаттардың қалыптасуы бола алады.

Осылайша, жабындының ақауларының түзілу мен өнімнің коррозиялық төзімлігін жеткіліксіз жоғарлату себептеріжабынды материалын ұтымсыз таңдау, оның қалыңдығы, қабат бетінің сапасы мен алу технологиясы болып табылады.

4.3. ПАЙДАЛАНУ МАҚСАТЫ ЖӘНЕ ТЕРМИКАЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ ТҮРЛЕРІ

Металл және қорытпаларды *техникалық өндеу* депнәтижесінде осы металдардың құрылымы мен қасиеті (беріктігі, қаттылығы және басқалары) өзгертін қыздыру, ұстау және кейінгі салқындату операцияларының жиынтығын атайды.

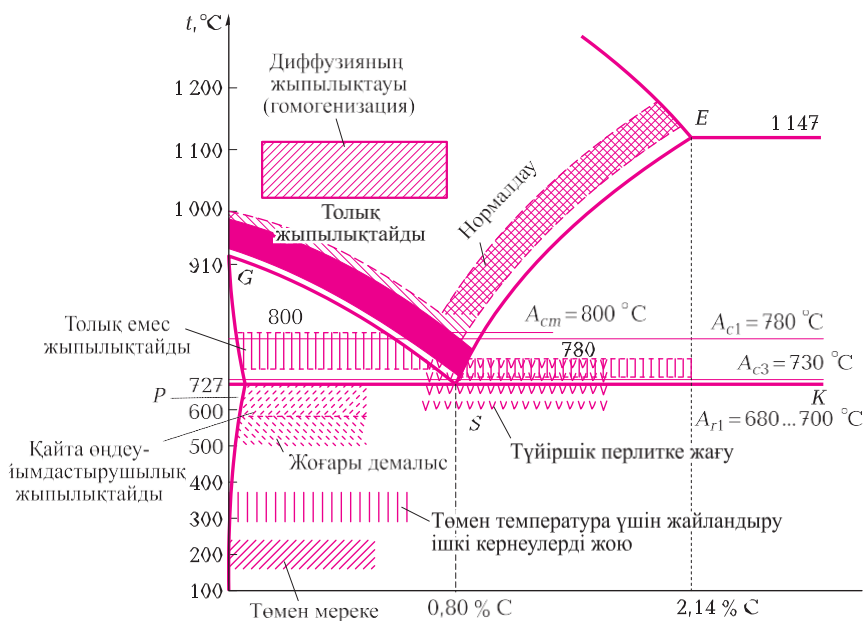
Термикалық өндеуге құрылымдарын жақсарту, қаттылығын төмендету, өнімділігін жақсарту үшін жартылай дайын өнімдерді (илем, соғу, құю және т.б.), сондай-ақ талап етілетін қасиеттерді қамтамасыз ету мақсатында бөлшектер мен аспаптарды ұшыратады.

Болатты термикалық өндеудің негізгі түрлері қыздыру, қалыптандыру, шыңдау мен жасыту болып табылады. Химиялық-термикалық өндеу, яғни болаттың бетін көміртекпен (цементтеу), азотпен (азоттандыру), көміртек және азотпен (циандау, нитроцементтеу), алюминимен (алиттеу), хроммен (хромдау), кремнимен (силиттау) және басқалары болып табылады.

Қыздыру – бұл металды құрылымдық өзгеру басындағы температурадан төмен мәнге дейін қыздыратын, осы температурада ұстап және пешпен бірге баяу салқындататын термикалық өндеу үдерісі.

Металды өндеу үшін қыздыруды пайдалану мақсаттары:

- ішкі кернеуледі шешу, олардың болуы сызаттардың пайда болуына әкелуі мүмкін;
- кесцмен өндеуді жақсарту үшін қаттылықты төмендету;



4.4.сур.Қыздырудың әртүрлі түрлеріне және көміртекті болат үшін температура арақашықтықтары

- суыз деформацияны қамтамасыз ету үшін иілімділікті ұлғайту (қалыптау, бөлігін шөгу және т.б.);
- механикалық сипаттамаларды жақсарту үшін түйіршіктерді ұсату;
- әрі қарай термикалық өндеу үшін құрылымды дайындау;
- болаттың химиялық құрамын тегістеу (гомогенизация).

Температура және пайдалану мақсатына байланысты қыздырудың келесі түрлерін ажыратады: толық, толық емес, түйіршікті перлитке қыздыру, изотермикалық және басқалары.

Толық қыздыру болатты сыни нүктеден A_{c3} жоғары $20...40^{\circ}C$ температураға дейін қыздырумен, осы температурада ұстаумен және өзгеру ақарашықтығынан төмен температураға дейін баяу салқындатумен сипатталады (4.4 сур.). Сонымен бірге аустениттің феритті-цементитті қоспаға өзгерумен толық фазалық қайта кристалдану өтеді.

Толық қыздыруға негізінде өлшемі бойынша ірі немесе біркелкі емес түйіршікті эвтектоидқа дейінгі болатты, сондай-ақ құрылымы жолақты болатты (соғы, илемдеу, фасондық құю және т.б.) ұшыратады, қаттылықты төмендету, созылымдылықты жоғарлату, ішкі кернеулерді шешу, өндеулікті жақсарту.

Толық емес қыздыру болатты A_{c1} нүктесінен жоғары және A_{c3} немесе A_{cm} нүктелерінен төмен температураға дейін қыздырумен, осы температурада ұстаумен және пешпен бірге баяу салқындатумен сипатталады. Осындай қыздыру кезінде негізінде перлит қайта кристалданады, ал артық фазалардың тек қана жартылай өзгеруі мүмкін (ферриттің – эвтектоидқа дейін болаттарда және цементиттің – эвтектоидтан кейінгі болаттарда).

Түйіршікті перлиттің түзілуін қарқындату үшін қыздыру ($740...760^{\circ}C$ дейін) және салқындату ($680...700^{\circ}C$ дейін) бірнеше рет қайталанады. Осындай қыздыру маятникті немесе циклдік деп аталады.

Изотермикалық қыздыру кезінде эвтектотқа дейінгі болат A_{c3} жоғары температураға дейін қызады, ал эвтектоидтан кейінгі – A_{c1} жоғары температураға дейін, осы температурада ұсталады, содан кейін A_{f1} нүктесінен бірнеше төмен температураға дейін салқындатылады, осы температурада перлиттік өзгеру мен ауада салқындатуды қамтамасыз ету үшін ол изотермикалық ұсталады. Изотермикалық қыздырудың тән ерекшелігі тұрақты температура кезінде аустениттен ферритті-цементитті қоспаның түзілуі болып табылады. Сонымен бірге түзілетін құрылым мен алынатын болаттың қасиеттері изотермикалық ұстаудың температурасына байланысты. Әдетте температураны болаттың қажетті қаттылығы

қамтамасыз етілетін, $A_{\Gamma 1}$ нүктесіндегі температурадан 50.100°C төмен таңдайды.

Изотермикалық қыздыру болаттағы кернеуді шешеді, оның қаттылығын төмендетеді, құрылымның біркелкілігі мен металл кесетін білдектерде жақсы өңделуін қамтамасыз етеді, қыздыру уақытын 15.30 бастап 4.7 с дейін қысқартады (әсіресе қоспаланған болаттар үшін).

Диффузиялық қыздыру 1000.1 200°C температураға дейін болатты қыздырумен (өзгеру арақашықтығының температурасынан анағұрлым жоғары), ұзақ ұстаумен және кейінгі баяу салқындатумен сипатталады..

Диффузиялық қыздырудың немесе гомогенизацияның негізгі мақсаты болат құймакесектерінің дендритті біртектілігін жою немесе кеміту болып табылады. Бұл үдеріс жоғары шоғырланған жерден төмен шоғырланған жерге атомдардың диффузиясы (жылжыту) есебінен жүзеге асырылады, бұл үшін құймакесектерді 1 100.1 200°C температураға дейін қыздырады, 10.15 с ұстайды, 200.250°C дейін баяу салқындатады. Үдерістің жалпы ұзақтығы 80.100 с.

Қалыптандыру – бұл $A_{\Gamma 3}$ нүктесінен және эвтектоидтан кейінгі болаттан жоғары - Астнүктесінен жоғары температураға дейін 30.50°C температураға дейін эвтектоидты болатты қыздырып, кейін жіңішке пластиналық перлитті құрылымды алу үшін ауада баяу салқындатумен термикалық өңдеу.

Қалыптандыру ішкі кернеуді және болаттағы тойтаружы жояды, оның механикалық қасиеттерін жоғарлатады және құрылымды соңғы термикалық өңдеу үшін дайындайды. Қалыптандыру қыздырумен салыстырғанда анағұрлым үнемді операция болып табылады, себебі пешпен бірге салқындатуды талап етпейді.

Қалыптандыру кезінде бөлшектерді қыздыру температурасы қыздыру кезіндегі температурадан жоғары. Мысалы, 45 болаттары қыздыру кезінде $820...840^{\circ}\text{C}$ дейін, ал қалыптандыру кезінде – $850...870^{\circ}\text{C}$ дейін қызиды.

Эвтектодтан кейінгі болат үшін қалыптандыруды цементитті торды жою үшін қолданады, себебі қалыптандыру кезіндегі шұғыл салқындату түйіршіктердің жиектері бойынша цементиттің бөлінуінен кедергі келтіреді.

Шыңдау – бұл болатты фазалық өзгерістерден жоғары температураға дейін қыздыру, осы температурада ұстау және сынидан үлкен жылдамдықта салқындатудағы термикалық өңдеу. Шыңдау нәтижесінде материалдың қаттылығы, беріктігі және тозу төзімділігі жоғарлайды, ал созылымдығы – төмендейді.

Шындау кезінде аустениттен тұрақсыз метатұрақты құрылым түзіледі – мартенсит. Мартенситтің жоғары қаттылығы көміртектің болуымен және оның түзілу үдерісінде туындайтын кристалдық құрылымның бұзылуларының көптігімен түсіндіріледі. Мартенсит қаттылығы құрамында көміртек көп болса жоғары болады (4.5 сур.).

Шындауға болатты қыздыру температурасы A_{c1} , A_{c3} Астсыни нүктелерінің орналасуымен анықталады. Эвтектоидқа дейінгі болаттаршындау кезінде жоғары A_{c3} сыни нүктенің температурасынан жоғары 30...50°C температураға дейін қыздырады (4.6 сур.).

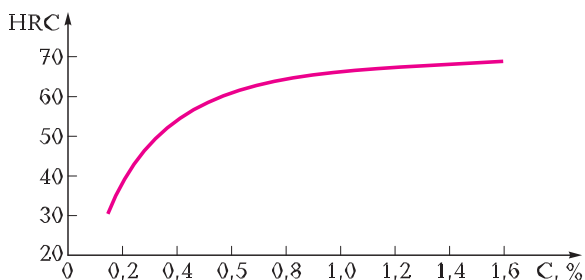
Егер болатты анағұрлым төмен температураға дейін қыздырса, онда бастапқы феритті-перлитті құрылым толы аустенитке ауыспайды, ол аустенит және фериттен құралады. Бұл жағдайда салқындатқаннан кейін болаттың шыңдалған құрылымы мартенсит және ферриттен құралатын болады. Мұндай шындау толық емес деп аталады.

Шындау орталары аустениттің ферриттік-цементиттік қоспаға ыдырауын алдын алу мақсатында тым салқындаған аустениттің ең төмен температурасында (650...550°C) салқындатудың жоғары жылдамдығын қамтамасыз етуге тиіс.

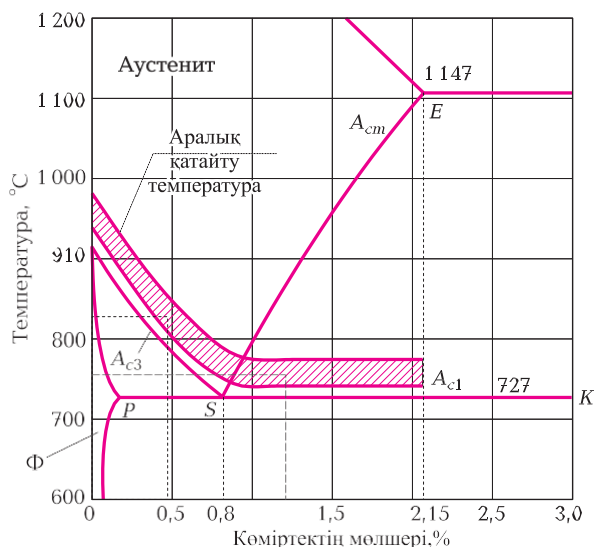
Шындау ортасы ретінде суды, тұздардың, қышқылдардың, сілтілердің және полимерлердің су ерітінділерін, майды, ауаны, балқытылған металл және тұздарды, металл такталары мен әртүрлі араласқан орталарды қолданады.

Қыздырылған бөлшекті өзінің агрегаттық күйін өзгертетін ортаға (су, май) батырған кезде, салқындатудың үш кезеңін ажыратады: ұлпалық қайнау, көбікше қайнау және конвективтік жылу алмасу (жылуды сұйықтықпен ауыстыру).

Бірінші кезеңде өнімнің жан-жағында бу ұлпасы түзіледі, ол арқылы жылуды қайтару жүзеге асырылады. Бұл кезеңде салқындату жылдамдығы үлкен емес. Екінші кезеңде бу ұлпасы толық бұзылады:



4.5.сур.Мартенсит қаттылығының құрамындағы көміртекке тәуелдігі



4.6.сур.Көміртегілі болат үшін шыңдау температураларының оңтайлы арақашықтығы

шыңдалатын өнім тікелей сұйықтықпен жанасады және салқындату қарқындайды.

Үшінші кезеңде өнімді сұйықтықтың қайнауынан төмен температурада салқындатқан кезде түрлену тоқтайды және салқындау негізінде конвекция есебінен кішігірім жылдамдықпен салқындайды.

Ыстық шыңдау орталары ретінде металдардың, тұздардың, сілтілердің шыңдау орталары мен жоғары температуралық от алуымен әртүрлі майлар қолданылады. бұл орталар изотермикалық және сатылы шыңдауда қолданылады. майлардың бірқатар кемшіліктері бар: олар жалындайды, бөлшеткің бетіне күйіп қалады, сондай-ақ ақырындап қоюланады, бұл олардың шыңдау қабілетін төмендетеді.

Бетті тотықсыздару және көміртексіздендіру көбінесе пеште қыздырған кезде ұстауды жоғарлатқанда болады. бұл келесі механикалық өндеуге әдіпті ұлғайтады, демек, бағасын жоғарлатады және бөлшектер мен аспаптарды дайындау технологиясын күрделендіреді.

Шыңдау сызатары тым қызудың ішкі кернеуінен, беркелкі салқындатпаудан, мартенситті өзгеру температураларының арақашықтығындағы салқындату жылдамдығын арттырудан, сондай-ақ бөлшектерде үшкір бұрыштардың, дөрекі сызықіздің,

тіліктердің, теңдіктер мен шиектерінің шығып тұруы, яғни кернеу концентраторларының болжы салдарынан болатты кенеттен салқындату немесе қыздыру нәтижесінде түзіледі. Сызаттарды түзілуге бейімділігі болатта көміртектің ұлғаюымен жоғарлайды.

Сызаттар түзетілмейтін ақаулар болып табылады. Олардың түзілуін алдын алу үшін термикалық өңдеу кезінде мартенситті өзгеру температуралары арақашықтығында металды баяу салқындатуды жүзеге асыруды (шнңдауды екі ортада немесе сатылы шынңдауды қолдануға), босандатуды шынңдаудан кейін баяу жасауға, ал өнімдерді құрылымдағанда кенеттен ауысуларды, дөрекі сызықіздерді, үшкір бұрыштарды және т.б. жол бермеу қажет.

Өнімдердің деформациясы (өлшемдері мен пішіндерінің өзгеруі) және шалыстануы (симметриялық емес деформация) фазалық өзгеру және термикалық және құрылымдық кернеулер әсері салдарынан өтетін болаттардың көлемді өзгеру нәтижелерінде туындайды.

Шалыстану негізінде шынңдауға біркелкі емес және тым қатты қыздыру, бөлшектерді салқындатудың жоғары жылдамдығы және шынңдайтын ортаға батырған кезде дұрыс салмау нәтижесінен болады.

Тым қызып кеткенде (яғни болат сыни температурадан неғұрлым жоғары қыздырылғанда немесе ұстау уақыты тым жоғарлатылғанда) жылтыр сынықты ірі инелі мартенсит түзіледі, демек, болаттың механикалық қасиеттері нашарлайды.

Бұл ақауды түзету үшін тым зызып кеткен болатты қыздырады немесе қалыптандырады және қайтадан шынңдайды.

Жұмсақ дақтар – қаттылығы төмен бөлшектің немесе аспаптың бетіндегі телімдер, бетте қабыршақ және кір, көміртексіздірілген бет телімдері болғанда, сондай-ақ шынңдау ортасында бөлшектердің жеткіліксіз жылдам қозғалысы кезінде бу қаптамасы болғанда түзіледі. Жұмсақ дақтар тұздалғанда судағы ағынды шынңдаумен жойылады (бу қабықшаның жылдам бұзылуы есебінен).

Төмен қаттылық металды шынңдау ортасында жеткілікті жылдам салқындатпағандықтан, шынңдауға оны қыздырудың төмен температурасында және қыздырған кезде аз ұстаудан туындайды. Осы ақауды түзету үшін бөлшектерді немесе аспапты 600...625 °C температурада жоғары жасытуға ұшыратады, ал содан кейін – қалыпты қыздыруға ұшыратады.

Жасыту—бұлшынңдалған болат АсІсыни нүктеден төмен қыздырылып, осы температурада ұсталып және сосын салқындатылатын термикалық өңдеу үдерісі. Жасыту металдың ішіндегі кернеуді кемітеді немесе жояды, оның тұтқырлығы мен созылымдылығын жоғарлатады, қаттылығын төмендетеді және

құрылымын жақсартады.

Болатты жасыту кезінде бірнеше өзгерістер болады. Мартенситтің бірінші өзгерісінде 80-нен 200 °C дейін температуры арақашықтығында ерітіндіден көміртек бөлінеді, ал сол кезде түзілетін мартенсит жасытылған деп аталады. Мартенситтің екінші өзгерісінде 200-ден 300 °C дейін температура арақашықтығында қалдықты аустенит жасытылғанға өзгереді. Мартенситтің үшінші өзгерісінде 300-ден 400 °C дейін температура арақашықтығында ерітіндіден көміртектің бөліну үдерісі аяқталады және Fe₃ C цементит түзіледі.

Қыздыру температурасына байланысты жасытудың үш түрін ажыратады.

Төментемпературалы жасыту (төмен) 150 . 200 °C дейін қыздырумен орындалатын, металдың жоғары қаттылығын (58.63 HRC) сақтау кезінде ішкі кернеуді төмендетеді. Жасытудың осы түрі қаттылығы және тозу төзімділігі бойынша жоғары талаптар қойылатын беттік шыңдау, цементтеу және нитроцементтеуге ұшырайтын көміртекті және төмен қоспаланған болаттар мен бөлшектерден аспаптарды жасау кезінде негізінде қолданады.

Орташа температуралық жасыту (орташа) троостит құрылымы алу үшін 350...500 °C температура кезінде өткізеді. н болаттың қаттылығы 40.50 HRC дейін төмендейді. Серіппімділік шегі максималды мәнге жетеді. Орташа жасыту негізінде рессор және серіппелерді жасаған кезде қолданылады.

Жоғары температуралық жасытуды (жоғары) 550.680°C температурада өткізеді. Сонымен қатар алынатын құрылым жасыту сорбиті деп аталады. Нәтижесінде шыңдалған болаттың қаттылығы 250.350 HB дейін төмендейді, беріктік 1,5 – 2 есе төмендейді, созылымдық және тұтқырлық бірнеше есе ұлғаяды, ал ішкі кернеу толығымен шешіледі.

Жоғары жасытумен шыңдау жақсарту деп аталады жақсартылған болат аса жоғары беріктік, созылымдық және тұтқырлыққа ие.

Жасыту температурасы және ұстау уақыты болаттың маркасына, өнімнің қасиеттеріне қойылатын талаптарға және жасытылатын бөлшектердің салмағына байланысты. Шыңдалған бөлшектерді және әсіресе аспапты жасытуды туындаған ішкі кернеу салдарынан түзілген сызаттарды алдын алу мақсатында шыңдаудан кейін өткізеді. Жасытудың төмендетілген температурасы мен ұстау уақытында болаттарда жоғары сыңғыштық сақталады, оларды жою үшін жасыту қайталанады.

Ескіру – бұл микроқұрылымның елеулі өзгерісіз уақыт өте келе болаттың қасиеттерінің өзгеруі. Ескіру нәтижесінде металдың

беріктігі мен қаттылығы артады, ал созылымдығы мен тұтқырлығы төмендейді. Ескіру нәтижесінде бөлшектер мен аспаптардың өлшемдерінің өзгеруіне және шалыстығына әкеледі. Бөлме температурасында өтетін ескіру, табиғи деп аталады, ал жоғары температурада өтетін ескіру – жасанды деп аталады.

Ескірудің екі түрі белгілі – термикалық және деформациялық (механикалық).

Термикалық ескіру температураға байланысты а-темірде көміртек ерітіндісінің өзгеруі нәтижесінде өтеді.

Деформациялық ескіру рекристалдау температурасынан төмен температура кезінде пластикалық деформацияға ұшыраған қорытпаларда өтеді. Ескіру үдерісі бұл жағдайда бөлме температурасында 15 тәулік және одан артық ішінде және 200.350 °C кезінде бірнеше минут ішінде өтеді.

Төмен температурада шындалған және жасытылған бөлшектердің жасанды ескіруі алдын ала 100.180 °C температурада, 18...35 с ұстау және баяу салқындату кезінде механикалық өндеуден кейін өндіріледі.

Нәтижесінде ішкі кернеу төмендетіледі және бөлшектердің өлшемдері тұрақтанады.

Ескіруге пайдалану кезінде пішіні мен өлшемдерін өзгертпеулері тиіс бөлшектер мен аспаптар ұшырайды – білдектердің тұғырлары, плунжерлер, калибрлер, қапсырмалар және басқа өлшеуіш құралдар, сондай-ақ дәл машинажасау бөлшектері.

Суықпен өндеу – бұл құрылымында қалдықты аустениті бар шындалған болатты 0 °C төмен температураға дейін салқындату.

Суықпен өндеуді шыңдаудан кейін дереу жасау қажет, себебі ұстау аустенитті тұрақтандырады және суықпен өндеу әсерін кемітеді.

Болатты суықпен өндеуді жақсы жылу оқшаулығы бар арнайы камераларда жүзеге асырады. Қажетті температураны құрғақ мұз (қатты көміртек) және сұйық оттек немесе сұйық ауа көмегімен алады. Суықпен өндеуді шыңдау сұлбасы бойынша өткізеді – суықпен өндеу – арнайы тоңазытқыш қондырғыларды қолданумен төмен жасыту.

4.4. БОЛАТ БӨЛШЕКТЕРДІҢ БЕТІН БЕРІКТЕНДІРУ

Созылымдық пен өзектің тұтқырлығын сақтайтын, бөлшектердің жоғары тозу төзімділігі мен динамикалық беріктігін қамтамасыз ететін беттік қабаттың үлкен қаттылығы химиялық-термикалық өндеу немесе беттік шыңдау (индукциялық қыздырумен, газ

жалынымен, электролитте, ерітілген металл немесе тұздарда қыздырумен) әдістерімен жетіледі.

Химиялық-термикалық өндеу деп металдардың химиялық құрамын, құрылымын және беттік қабатының қасиеттерін өзгерту үшін химиялық белсенді ортада металдарды өндеу үдерісін айтады.

Химиялық-термикалық өндеудің негізгі түрлері цементтеу, азоттау, циандау, нитроцементтеу, сульфоциандау, хромдау, алиттау, силицтау, борлау және т.б. болып табылады.

Цементтеу – металдың беттік қабатын көміртекпен диффузиялық байыту және кейінгі оны термикалық өндеуде – шындау және төмен жасытудағы химиялық-термикалық өндеу.

Төмен көміртегілі болаттар цементтеу және шындаудан кейін бетте жоғары қаттылыққа ие болады және тұтқыр өзекті сақтайды. Цементтеуге 0,3 % дейін көміртегі бар болаттарды ұшыратады, сонымен бірге өнімнің беті көміртекпен 0 ,8 ... 1 , 0 % дейін байытылады.

Цементтеу қатты, газтәрізді және сұйық ортада – карбюризаторларда өткізіледі. Қатты карбюризаторда цементтеу үшін болат, шойын немесе ыстыққа төзімді қорытпадан металл жәшікте қолданады (4.7 сур.). Карбюризатор ретінде ағаш көмірдің қоспасын (60.90%) және BaCO_3 барий және NaCO_3 натридің көмірқышқы тұздарын қолданады. Жәшіктерді қақпақпен жабады, шамотты сазбен сылайды, кептіреді, пешке орнатады және 900.950 °С температурада ұстайды.

Цементтелген қабаттың қалыңдығына эвтектоидтан кейінгі, эвтектоидті және өтпелінің жарты аймағының соммасын қабылдайды. Температура және ұстау уақытын жоғарлатумен цементтелген қабаттың қалыңдығы ұлғаяды. Цементтелген қабаттың қалыңдығы 0,5.2 мм құрайды. Сонымен қатар әрбір 0,1 мм қалыңдық қабатына шамамен 1 с. ұстау қажет.

Қойыртпамен цементтеу металдың көміртектендіру үдерісін елеулі қарқындатады және пештің көлемін қолдануды жоғарлатады. Осындай қойырпалардың құрамына мына құрауыштар кіреді: күйе, көмірқышлық натрий немесе барий, сары қан тұзы, Цементация пастами значительно ускоряет процесс науглеро-живания металла и повышает использование объема печи. В состав таких паст входят следующие компоненты: сажа, углекислый натрий или барий, желтая кровяная соль, қымыздық қышқылды натрий, мазут, декстрин, қаймақ тәрізді күйге дейін араластыратын сұйықтатқыштар.

Газды цементтеу арнайы герметикалық жабық пештерде өткізіледі және жаппай және ірі топтамалы өндірісте өндеу үдшерісінің негізгі аса жетілген үдерісі болып табылады.

Газдық цементтеудің қатты карбюризаторда цементтеумен салыстыру бойынша артықшылығы үдерістің жоғары жылдамдығы, жабдықтың өткізгіштің қабілеті мен еңбек өнімділігі, еңбектің жақсартқан жағдайлары, атоматтандыру, механикаландыру және көміртекпен байыту үдерісін реттеу мүмкіншілігі.

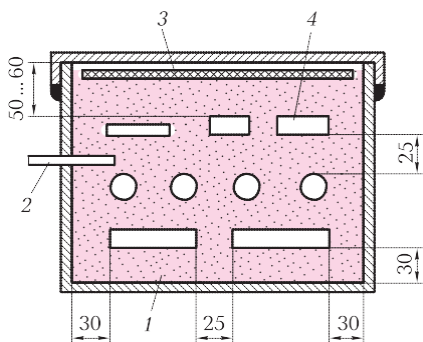
Азоттандыру – құрамында аммиак (NH_3) бар ортада қыздыру арқылы металдың беттік қабатын азотпен диффузиялық байытуда.

Азоттандыру металдың беткі қабатының жоғарғы қаттылығын (72 HRC), жоғары қажу беріктігі мен жылу төзімділігін, минималды деформациясын, тозу мен коррозияға қарсы үлкен төзімділікті қамтамасыз етеді.

Бөлшектердің қаттылықын, тозу төзімділікін және қажу беріктігін ұлғайту мақсатында азоттау 0,1 ... 0,8 мм терең қабатты алу үшін 8...90 с бойы 500...520°C температурада орындалады. Үдеріс аяқталғанда бөлшектерді пешпен бірге 200.300 °C температураға дейін аммиак ағынында салқындатады, содан кейін ауада. Температураны арттыру өндеу үдерісін жылдамдатады, алайда беттік қабаттың қаттылығын төмендетеді.

Циандау – цианит тұздардың балқытпасында бір мезгілде азотпен және көміртекпен болаттың беттік қабатын диффузиялық байытудағы химиялық-термикалық өндеу. Байытылған қабаттың тереңдігі және көміртек пен азоттың шоғырлануымен анықталатын, циандау нәтижелері температура және үдерістің ұзақтығына байланысты. Температураны жоғарлату беттік қабатта көміртектің құрамын ұлғайтады, ал температураны төмендету құрамында азотты ұлғайтады. Циандалған қабаттың тереңдігі температураның жоғарлауымен өседі.

Төмен температуралы циандау құрғақ ауа жіберілетін құрамында 40 % KCN (цианитті калий) және 60% NaCN (цианитті натрий) бар



4.7.сур.Оралған бөлшектерімен цементтеуге арналған жәшіктер:

1 — карбюризатор; 2 — бақыланатын үлгі — «күәгер»; 3 — асбест; 4 — бөлшектер қатары

тұзы ванналарда 550. 570 °C өткізіледі. Азотты болатпен байыту бұл жағдайда көміртекпен қарағанда үлкен дәрежеде өтеді. Мұндай өндеу жылдам кесетін болаттан жасалған асаптың, сондай-ақ орташа көміртегілі болаттардан жасалған бөлшектердің қаттылығын, тозу төзімділігін және жылу төзімділігін жоғарлату үшін қолданылады. үдерістің ұзақтылығы 0,5...3,0 с, алалынатын қабаттың тереңдігі – 0,015.0,040 мм.

Орташа температуралық циандау шамамен 40% NaCN (цианитті натрий), 40% NaCl (натрий хлориді); 20% Na₂ CO₃ (кальциленген сода) құрамды қоспаны ұсынатын балқытылған тұздарда 820.860 °C кезінде өндіріледі. Өндеу үдерісінің ұзақтығы 30...90 мин құрайды, ал алынатын қабаттың тереңдігі – 0,15.0,35 мм. Бөлшектер тікелей цианитті ваннадан шыңдалады және 180.200°C температурада жасытылады.

Циандалған қабаттың қаттылығы термикалық өндеуден кейін 52.62 HRC құрайды. Цианитті қабар 0,8.1,2% N және 0,6...0,7% C құрайды.

Жоғары температуралық цианиттау құрамында 8 % NaCN, 10% NaCl и 82% BaCl₂ (барий хлориді) бар, балқытылған тұздарда 930.960 °C температура кезінде өткізіледі. Үдерістің ұзақтығы 1,5.6,0 с, ал қабаттың тереңдігі – 0,15.2,0 мм құрайды. Цианиттау жоғары температурада өткізілетіндіктен және сонымен бірге аустениттің түйіршіктері өсетіндіктер, металды тікелей шыңдау жасалмайды. Бөлшектерді ауада салқындатады, сондан кейін шыңдау мен төмен жасытуға ұшыратады.

Цианиттаудың кемшіліктері: цианиттің тұздардың қатты улығы, сонын арқасына әрбір ваннаға жеке бөлме және желдеткіш құрылғылар қажет болады, сондай-ақ қолданылатын химикаттардың жоғары бағасы.

Нитроцементтеу – газ ортасында қалған өнімдердің беттік қабаттарын көміртекпен және азотпен бір мезгілде байытудағы химиялық-термикалық өндеу. Үдеріс көміртектілінетін газ және диссоцияланған аммиактан тұратын, 850.870 °C температура және 2 . 10 с ұстау уақытында газ қоспасында жүзеге асырылады. Нитроцементтеуден кейін бөлшектердің шыңдайды және содан кейін 160.180 °C температурада төмен жасытуға ұшыратады, содан кейін беттік қабатының 60.62 HRC қалыңдығын алады.

Қоспаланған болаттарды аммиак құрамы аз (3% дейін), атмосферада өңдейді, себебі бұл жағдайда көміртекпен байыту азотпен қарағанда анағұрлым қарқынды жүреді. Мұндай үдерісті карбонитриттеу деп атайды (аммиактың жоғары құрамы кезінде төмен қоспаланған және көміртекті болаттар үшін нитроцементтеуге қарағанда).

Сульфациялау – күкірт, көміртек және азотпен болат бөлшектердің беттерін бір мезгілде байытудан тұратын химиялық-термикалық өндеу. Үдеріс балқымада карбид, поташ, сары қан тұзы және натрий гипосульфиті бар сұйық ваннада 3 с бойы 580.590 °C температурада өткізіледі. Сульфацияланған бөлшектер жоғары үйкеліс коэффициенті мен өте жоғары тозу төзімділігіне ие. Бұл үдеріс пайдалану үдерісінде үкелуге ұшырайтын металл бөлшектерін беріктендіру үшін қолданылады.

Диффузиялық металдандыру – оның құрамын және құрылымын өзгерту үшін болаттың беттік қабатын металдармен байытудан тұратын химиялық-термикалық өндеу.

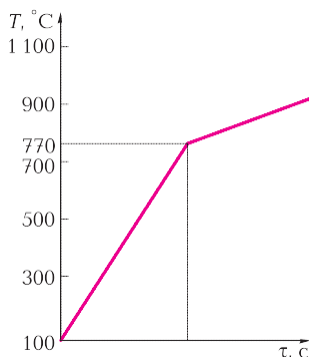
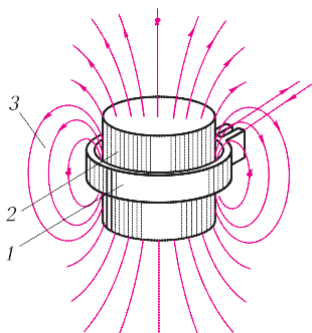
Алиттеу – тиісті ортада болаттың беттік қабатын алюминимен диффузиялық байытудан тұратын химиялық-термикалық өндеу. Осындай өндеудің негізгі мақсаты болат бөлшектері беттерінің жоғары ыстыққа төзімділігін алу болып табылады. Алиттеуді 45... 90 мин ішінде 700... 800 °C температура кезінде балқытылған алюминийі бар ваннадаұнтақтәрізді қоспалармен немесе 900.1 000 °C кезінде кейінгі диффузиялық қыздырып тозаңдатумен орындайды. Аллителген қабаттың қалыңдығы 0,2 . 1 мм.

Хромдау – тиісті ортада болаттың беткі қабатын хроммен диффузиялық байытудан тұратын химиялық-термикалық өндеу. Осындай өнлеулің негізгі мақсаты металдың коррозиялық төзімділігін, ыстыққа төзімділігін, қаттылықты және тозу төзімділігін жоғарлату болып табылады. Хромдауды 5.20 с бойы 900.1 100 °C қатты, сұйық немесе газ ортасында орындайды. Хромдалған қабаттың қалыңдығы 0,1 .0,3 мм. Орташа- және жоғары көміртегілі болаттың хромдалған қабаттың қаттылығы 1 200. 1 300 HV.

Кремнилеу – тиісті ортада болаттың беттік қабатын кремнимен байытуда тұратын химиялық-термикалық өндеу. Осындай өндеудің негізгі мақсаты – болат бөлшектердің коррозиялық төзімділігін және ыстыққа төзімділігін жоғарлату, сондай-ақ молибден және кейбір басқа металдар мен қорытпалардың ыстыққа төзімділігін кенеттен жоғарлату болып табылады.

Борлау – тиісті ортада қыздыру кезінде болаттың беттік қабатын бормен байытудан тұратын химиялық-термикалық өндеу. Осындай өндеудің негізгі мақсаты – болат өнімдерінің беттік қабаттарының қаттылығын, абразивті тозуын, коррозиялық төзімділігін, жылу төзімділігін және ыстыққа төзімділігін жоғарлату.

Болаттың беттік шыңдауы келесі түрде жүзеге асырылады. Өткізгіш бойынша жоғары жиілікті ауыспалы токты – мыс индукторды 1 өткен кезде (4.8 сур) соңғының жан-жағында ауыспалы электромагниттік өріс, индукторға орналасқан бөлшекті 2



4.8.сүр.Индукциялық қыздырудың сұлбасы:

1 — индуктор; 2 — бөлшек; 3 — электр-магниттік өрістің сызықтары

4.9.сүр.Индукциялық қыздыругра-фигі

өткізетін күштік сызықтар 3 түзіледі.Бөлшектің беттік қабатында осы қабаттың қызуын тудыратын, құйынды тоқтар (Фуко тоқтары) туындайды. Машина генераторлары (до 10000 Гц)мен лампалы генераторлар(100000 Гц дейін), сондай-ақ тиристорлық түрлендіргіштер (10 000 Гц дейін) ток көзінің қызметін атқарады.

Индуктивті ауыпалы ток өткізгіштің (қыздырылатын өнім) қимасы бойынша әрқалай таралады: негізінде ол өткізгіштің беті бойынша өтеді. Бұл құбылыс беттік эффект немесе скин-эффект деп аталады. Токтың жиілігі ұлғайға сайын индукциялық токтардың өту тереңдігі кемиді. Жылу терең жатқан қабаттарға жылу өткізудің салдарынан таралады.

4.9 сур. индукциялық қыздыру графигі келтірілген, графиктан Кюри нүктесінен төмен температура кезінде (770 °C) неғұрлым жылдам қыздыру өтеді.Осы температурадан жоғары, болат магниттік қасиеттерін жоғалтумен, меншікті кедергінің ұлғаюы және фазалық өзгерулермен байланысты қыздыру баяулайды.

Қыздырылатын бөлшектің тереңдігі бойынша температураны тарату токтың өту тереңдігіне, болаттың жылу өткізгіштігінеғ қыздыру жылдамдығына, беттің температурасына және бөлшектің геометриялық өлшемдеріне байланысты.

Болат және шойын бөлшектерінің беттік шындауы кезінде оларда қыздыру және салқындату кезінде қима бойынша температура градиентінен өтетін көлемдік өзгерістер салдарынан қалдық кернеулер туындайды. Шындалған қабатта 589... 785 МПа (60... 80 кгс/мм²) реттіктің сығылуында қалдық кернеудің түзілуі индукциялық

шындаудан кейін өнімнің төзімділік шегін жоғарлатуға әкеледі.

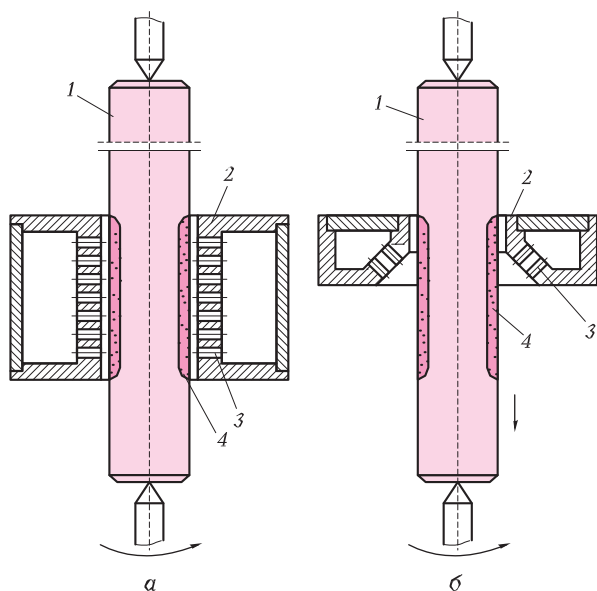
Шындаудың келесі негізгі тәсілдері бар: біруақыттық, үздіксіз-тізбекті және тізбекті.

Біруақыттық қыздыру және барлық беттік салқындатуды кішігірім бөлшектерді шындау үшін қолданады (сұққы, білік және сол сияқтылар). Үздіксіз-тізбекті қыздыру және салқындатуды ұзын бөлшектерді шындау үшін қолданады. осы жағдайларда шындау (4.10 сур.) салыстырмалы қозғалмайтын индукторда және салқындатқыш құрылғыда – спрейерде өтеді.

Өнделетін бет бөлшектер бойынша қыздырылатын және салқындатылатын кезде шындаудың тізбекті тәсілі иінді біліктердің мойындарын, ірі модульді тісті доңғалақтарды және т.б. өнлеу үшін қолданылады.

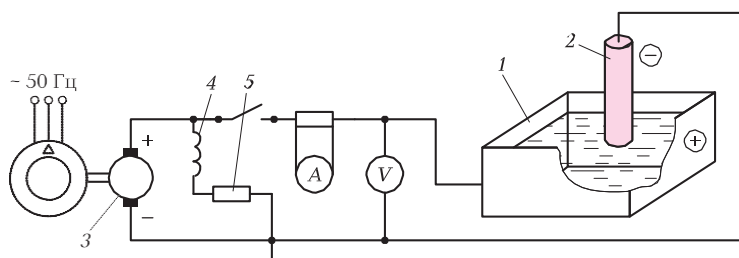
Туындайтын ішкі кернеулерін кеміту үшін шындаудан кейін, бөлшектерді электрпештерде төмен жасытуға ($160...200^{\circ}\text{C}$) және өз

Электролите қыздырумен бөлшектердің беттік шындауында (4.11 сур) электролит ретінде әдетте кальциленген соданың 14...16%-су ерітіндісін қолданады. Шыңдалатын бөлшекті 2 электролиті бар ваннаға 1 түсіреді және тұрақты ток генераторының теріс өрісіне



4.10.сур.Біруақыттық (а) және тізбекті (б) шындау үшін индукторлар:

1 —карбюратор; 2 —бақыланатын үлгі — «күегер»; 3 — асбест; 4— бөлшектер қатары



4.11.сур. Электролитте бөлшекті қыздырудың принципшіл электрлік сұлбасы:

1 — электролиті бар ванна (анод); 2 — бөлшек [катод]; 3 — тұрақты ток генераторы; 4 — генераторды қоздыру орамы; 5 — реттеуші реостат

қосады. Бөлшекті берілген тереңдікке батырғаннан кейін, оны бірнеше секунд ішінде қыздырады, содан кейін тоқты ажыратады. Салқындатушы орта мұнда сол электрлит болуы мүмкін.

Электрлитте қыздырған кезде қыздырылатын бетті оксидтер мен басқа қабықшалардан тазартатын, жылу беруді нашарлататын электролиттік және электроэрозиялық үдерістер туындайды. Қыздыру жылдамдығы 10. 150°C/с. Электролиттегі беттік шындау шынжыр табанды тракторлардың аунақшаларын және басқа бөлшектерін қолдайтын, шынжыр табандардың буындарының жетекші доңғалақтары үшін қолданады.

Газ жалынымен қыздырумен бөлшектердің беттік шындауы кезінде температурасы 3 150 °C ацетилен-оттек жалының жиі қолданады. сонымен бірге шыңдалған қабаттың қалыңдығы 1.10 мм, ал оның қаттылығы 58.60 HRC, қыздыру уақыты 10.15 с, беттік қабаттың температурасы 1 000.1 300 °C құрайды. Шындау кезінде салқындатушы орта су, сығылған ауа болып табылады. Шындаудан кейін 180.220 °C температура кезінде төмен температуралы жасыту өткізіледі.

4.5. ШОЙЫНДЫ ТЕРМИКАЛЫҚ ӨНДЕУ

Шойынды күйдіру, қалыптау, шындау, жасыту және химиялық-термикалық өндеуге ұшыратады.

Ақ шойынды күйдіру 4.12 суретте келтірілген режимге сәйкес жасалады.Күйдіру кезінде графиттің түзілуімен цементит ыдырайды, яғни графиттелу үдерісі. Ақ шойынды күйдіру нәтижесінде ұлпа тәріздіграфит пішінімен соққы шойынды алады.

Ішкі кернеуді шешу үшін құйманы күйдіруді $500...650^{\circ}\text{C}$ температурада 3... 10 с (өлшеміне байланысты) ұстаумен өткізеді.

Сұр және беріктігі жоғары шойындарды графиттаушы күйдіруді олардың беріктігі мен қаттылығын төмендету, сондай-ақ металл кесетін білдектерде өндеулікті жақсарту мен құйма өлшемдерін тұрақтандыру мақсатында 680.750°C температурада 1.4 с ұстаумен өткізеді.

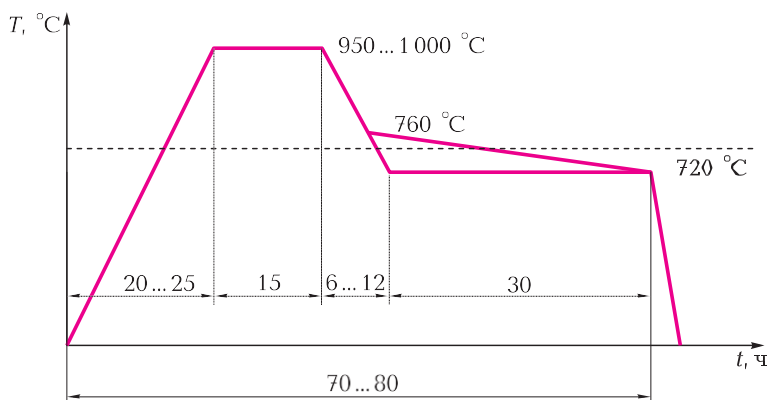
Сұр, беріктігі жоғары және соққы шойынан құйманы **қалыптауды Нормализацию** ферритті немесе ферриттік-перлиттіден перлитті шойынды алу мақсатында аустенитте графиттің бір бөлігін ерітуді қамтамасыз ету үшін 850.950°C температурада өткізеді. Нәтижесінде олардың қаттылығын және тозу төзімділігін жоғарлатады.

Сұр, беріктігі жоғары және соққы шойынан құйманы **шыңдауды** 850.930°C температураға дейін қыздыру 0,5.3,0 с ұстау және майда салқындату кезінде өткізеді. Ұстаудың ұзақтығы өнделетін бөлшектердің салмағы мен шойынның құрылымына байланысты. Шыңдау кезінде мартенсит түзіледі.

Төмен жасытуды тозғанша жұмыс істейтін бөлшектер үшін 200.250°C температурада өткізеді. Тозғанша жұмыс істемейтін бөлшектердің шойын құймаларын $500...600^{\circ}\text{C}$ температура кезінде жоғары жасытуға ұшыратады.

Жасанды және табиғи ескіртуді құймалардағы ішкі кернеуді шешу үшін қолданады.

Табиғи ескіртуді 10.16 ай бойы ашық ауада немесе қойма жайында жүзеге асырады. Бұл әдіс өндірістік циклді ұзартады.



4.12.сур.Соққы шойынды алу мақсатында ақ шойынды күйдіру режимінің графигі.

Жасанды ескіртуді пеште жүзеге асырады. Құймаларды пешке 100.200 °С температура кезінде салады, содан кейін пешті 30.60 °С/с жылдамдығымен 550.570 °С температураға дейін қыздырады. Пеште құймалар 3.5 с ұсталады, содан кейін олардың алдымен пешпен бірге 150.200 °С температураға дейін 20.40 °С/с жылдамдықта, содан кейін – ауадасалқындатады. Жасанды ескіру металдың ішкі кернеуін жоюға және оның тұтқырлығын арттыруға, сондай-ақ бөлшектерді механикалық өңдеу мен білдектер мен машиналарды пайдаланған кезде деформациялар мен өзгерістерді болдырмауға мүмкіндік береді.

Шойын құймаларды кейбір жағдайларда беттік шыңдауға ұшыратады.

Шойын өнімдерінің химиялық – термикалық өндеудің негізгі түрлері азоттау, алиттеу және дифузиялық хромдау болып табылады. Шойын өнімдерін химиялық-термикалық өндеу режимдері болатты өндеу режимдеріне ұқсас.

4.6. ТҮСТІ МЕТАЛЛ ҚОРЫТПАЛАРЫН ТЕРМИКАЛЫҚ ӨНДЕУ

Мыс және оның қорытпаларын термикалық өндеу. Қалайылы қолалар (2 0 % дейін қалайы құрамымен) жақсы құйма қасиеттеріне, жоғары химиялық төзімділігіне және жақсы антифрикциялық қасиеттеріне ие. 4 . 5 % құрамында қалайы бар қолалар олова, бір фазалы болып табылады жәнесуық күйінде жақсы деформацияланады, сондай-ақ 600.650 °С температура кезінде рекристалдық күйдіруге ұшырайды.

Бериллилі қолалардың механикалық қасиеттері термикалық өндеу нәтижесінде анағұрлым жоғарылайды. Шыңдау суда салқындатумен 760.780 °С бастап температурада, ал ескіру – 2 с бойы 300.350 °С температурада өткізіледі, сонымен бірге каттылық 350.400 НВ дейін өседі. Бериллилі қолалар жоғары беріктікке, жақсы өндеулік пен дәнекерлеуге ие. Олар серіппе, мембрана, төлке, тісті доңғалақ және басқа түрлі жауапты бөлшектерді жасау, сондай-ақ жарылыс қауіпсіз жұмыстар үшін қолданылады (оларды соққа кезде ұшқындар түзілмейді).

Алюминий қорытпаларын термикалық өндеу. Деформацияланатын қорытпалар беріктендірілетін және беріктендірілмейтінге бөлінеді. Термикалық өндеумен беріктенбейтін қорытпалар төмен беріктікпен, жоғары созылымдықпен және жоғары коррозиялық төзімділігімен сипатталады. Бұл алюминий

– марганец (АМц) және алюминий – магний (АМг) қорытпалары. Олар аз жүктелген бөлшектер және агрессивті ортада жұмыс істейтін бөлшектерді жасау үшін қолданылады.

Дуралюмин – бұл $Al - Cu - Mg - Mn$ қорытпасы. Профильдер, шыбықтар, құбырлар, қаңылтырлар және басқа өнімдер түрінде жеткізіледі. Суық деформациядан кейін дуралюмин $340...370^{\circ}C$ температурада жұмсартатын күйдіруге ұшырайды. Дуралюминді шыңдауды суда салқындатумен $490.510^{\circ}C$ температурадан бастап өткізеді. Оны жете қыздырмағанда қажетті қасиеттерді алу қамтамасыз етілмейді – ал артық қыздыру – түйіршік жиектерінің тотығуы мен жартылай балқуын тудырады.

Шыңдаудан кейін дуралюминді жоғары беріктік пен қаттылықты алуды қамтамасыз ететін ескіруге ұшыратады. Кәдімгі температурада 5.7 тәулік бойы табиғи ескіру оның беріктігін 245 бастап 392 МПа дейін (25 бастап 40 кгс/мм² дейін) жоғарлатады. Жасанды ескіру 2.4 с бойы $150.180^{\circ}C$ кезінде орындалады.

Авиаль қорытпалары АВ ($Al - Mg - Si - Cu$) беріктігі бойынша дуралюминнен кем түседі. Олар қаңылтыр, құбыр және басқа өнімдер түрінде жеткізіледі. $515.528^{\circ}C$ температурадан бастап шыңдалады және суда салқындатылады.

Соғу және қалыптау үшін $450.475^{\circ}C$ соғу температурасында жоғары созылымдыққа ие алюминий қорытпаларын АК қолданады. оларды шыңдау $490.515^{\circ}C$ бастап суда, ал ескіру – 5.15 с бойы $150.160^{\circ}C$ кезінде өткізіледі.

Алюминидің құйма қорытпалары АЛ ($Al - Si$) силуминдер деп аталады. Құйма қорытпалардың құрылымы деформацияланғандарға қарағанда аса дөрекі және ірі түйіршікті.

Құрамында 10...13 % Si бар **АЛ2 қорытпа**, аз шөгу мен жоғары сұйық аққашқа ие. Жоғары механикалық қасиеттері қажет етілмейтін, күрделі пішінді құймаларды жасау үшін қолданылады. Механикалық қасиеттерін жоғарлату үшін қорытпаны модификациялайды, яғни құюды алдында оған сұйық металл салмағынан 1 % мөлшерде натрий тұзын енгізеді. Сонымен қатар ствжәне8түісініше 137 МПа (14 кгс/мм²) және 3 %-дан бастап модификацияға дейін және МПа (18 кгс/мм²) және8 % модификациядан кейін өседі.

Мыс, магний және марганец қосындыларымен силуминдер аса жоғары механикалық сипаттамаларға ие (мысалы, АЛ3, АЛ4 қорытпалары және басқаолары). Силуминдерді шыңдау $520...540^{\circ}C$ температурада, ал жасанды ескіру 10.20 с. бойы $150...180^{\circ}C$ температура кезінде орындалады.

Магний және титан қорытпаларды термикалық өндеу. Магний төмен қаттылыққа (1,70 г/см³), жақсы созылымдыққа ие,

4.1.кесте.Титан қорытпаларының термикалық өндеу түрлері және механикалық сипаттамалары

Қорытпа маркасы	Термикалық өндеудің түрі	σ_b , МПа	δ , % HB	KCU, Дж/м²	Қаттылық	Беріктік санаты
BT5	740... 760 °C кезінде күйдіру	686...942	10..15	0,003...0,006	240...260	Беріктігі орташа
BT5-1	860... 880 °C кезінде күйдіру	735... 942	10..15	0,004...0,009	240... 300	
OT4	670... 720 °C кезінде күйдіру	686...893	12..20	0,00350...0,00353	—	Созылымдығы жоғары
OT4-1	670... 720 °C кезінде күйдіру	588...735	20...40	0,0049... 0,0098	210...250	
BT4	700... 750 °C кезінде күйдіру	883..1030	10..15	0,0049... 0,0098	—	Беріктігі жоғары
BT6	840... 940 °C шыңдау және 500°C ескіру	1 080...1128 .	14..16	—	—	
BT14	860... 880 °C шыңдау және500°C ескіру	1 128...1373	6..10	0,0025... 0,0034	340... 370	
BT15	760... 800 °C шыңдау және450...480 °C ескіру	1 275.. 1471	3...6	0,0025...0,0030	—	
BT16	790 °C шыңдау және500 °C ескіру	1226... 1422	4...6	0,004...0,006	—	Ыстыққа төзімді
BT3-1	870, 650 °C кезінде изотермикалық күйдіру	1 080... 1 179	10..16	0,003...0,006	260... 340	
BT8	900... 950 °C шыңдау және 500... 600 °C ескіру	1 080. ..1 228	9..16	0,003...0,006	310...350	
BT9	900... 950 °C шыңдау және 500... 600 °C ескіру	1 118... 1 275	5..14	0,0020...0,0049	330... 370	

төмен беріктік 177 МПа (18 кгс/мм^3) және оттекке қатысты жоғары белсенділікке ие. Техниканың әртүрлі салаларында негізінде қорытпалар түрінде қолданылады.

Деформацияланған магний қорытпалары рекристалдау мен белсенділікті жоғарлату үшін (3.12 с бойы 340.400°C кезінде), ал құймалар – кернеуді шешу үшін күйдіріледі ($200... 250^\circ\text{C}$ кезінде). Құйма магний қорытпаларын шыңдау 380°C (МЛ4) немесе 415°C (МЛ5) 10.16 с бойы ұстаумен, ауада салқындатумен және 175°C кезінде 15.16 с бойы кейінгі ескірумен өткізіледі. МЛ4 қорытпа шыңдау мен ескіруден кейін 245 МПа қаттылыққа ие болады.

Титан қорытпаларын термикалық өңдеу түрлері мен механикалық сипаттамалары 4.1 кстеді келтірілген.

Тозу төзімділігін жоғарлату үшін титан қорытпаларын химиялық-термикалық өңдеуге – цементтеу немесе азоттауға ұшыратады. азоттау диссоциацияланған аммиакта немесе құрғақ оттектен тазартылған азотта 15.25 с бойы 850.950°C температурада өткізіледі, нәтижесінде қаттылығы 1 000.1 200 НВ азотпен байытылған жіңішке қабат (шамамен 0,1 мм) түзіледі.

БАЛЫҚАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Шыңдаудың сыни жылдамдығы дегеніміз не?
2. Күйдіру мен қалыптау нені білдіреді және оларды пайдалану мақсаты қандай?
3. Су, майлар және полимердердің су ерітінділері қандай салқындатқыш қабілетке ие?
4. Шынығушылық пен шынықтырушылық нені білдіреді?
5. Болатты термикалық өңдеу кезінде қандай шыңдау тәсілдері қолданылады?
6. Шыңдау кезінде бөлшектерде қандай кернеулер туындайды?
7. Шыңдау кезінде қандай ақаулар мен брак түзілуі мүмкін?
8. Болатты жасыту мен ескірудің пайдалану мақсаты қандай?
9. Суықпен өндеудің мақсаты қандай?
10. (Өндеу кезінде цементтеудің қандай түрлері қолданылады)
11. Болатты азоттау дегеніміз не?
12. Болатты циандау мен нитроцементтеу дегеніміз не?
13. Болаттың диффузиялық металдануы неде?
14. Индукциялық шыңдаудың үздіксіз-тізбекті тәсілі неде В?
15. Шойндарды күйдірудің мақсаты қандай?
16. Шойндардың ескіруді пайдалану мақсаты қандай?

17. Шойынды не үшін шыңдау мен жасытуға ұшыратады?
18. Түсті металл қорытпаларын жасанды ескіруін не үшін қолданады?
19. Қандай титан қорытпалары шыңдау және ескіруге ұшырайды?
20. Металл және қорытпалар коррозияның қандай түрлеріне ұшырайды?
21. Құрылымдар үшін коррозияның қандай түрлері қауіпті?
22. Коррозия ингибиторлары дегеніміз не?
23. Лак бояу жабындыларын қолданған кезде коррозиядан металды қорғау механизмі қандай?

ҚАПТАМАЛАРДЫ ГАЗТЕРМИКАЛЫҚ ТОЗАҢДАТУ

5.1. ҚАПТАМАЛАРДЫҢ ГАЗТЕРМИКАЛЫҚ ҮДЕРІСІНІҢ МӘНІ

Бетті қалпына келтіру немесе қосымша материалды - жабындыны жағу есесінен оған ерекше қасиеттер беру – қаптаманың түптөсемнің өзара берік әрекет ету қажеттілігімен байланысты. Осымен қатар қаптаманы жалату үдерісі кезінде түптөсем материалының беріктік және төзімділік деңгейі төмендемеуі тиіс.

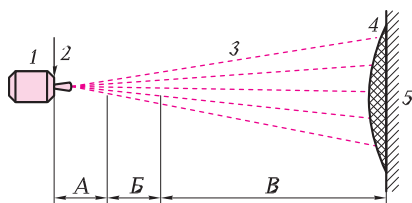
Осы талаптарға толықтай газтермиялық қаптама (ГТҚ) жауап береді, оның қабаты балқытылған немесе пластикалық күйде материалдың дискреттік бөлшектерінен қалыптасады.

Газтермиялық тозаңдату (ГТТ) әдісі үшін кең технологиялық мүмкіндіктер тән:

- қаптаманы кез келген өлшемді объектілерге жалатуға болады;
- жалатылған қаптаманың қалыңдығы 0, 0 1 бастап 10 мм дейін және одан көп тұруы мүмкін;
- Жалатылған қаптама берілген кеуектіліктер құралуы мүмкін (Обастап 30% артық).

Майда дисперсті конденсирленген бөлшектер түрінде жалату газтермиялық тозаңдату тәсілінің көмегімен орындайды, олар тозаңдатылатын материалдың кез келген жылу көзмен қыздыру немесе балқытудан және оны газ ағынымен қарқындатудан тұрады. Түптөсемнің бетіне тозаңдатылатын материал көпіршіктенген күйде майда балқытылған немесе пластиналанған бөлшек ретінде түседі, олар оған соғылады, деформацияланады және бір-біріне бастырылып бекітіледі және қабатты қаптама түзеді.

5.1. суретте ГТТ-нің жалпыланған сұлбасы ұсынылған. Жоғары температуралы жылу көзіне **1** тозаңдатылатын материал **2** ұнтақ, сым (шыбық) немесе шнур түрінде беріледі. Сым түрінде берілетін, қаптаманы жалатқан жағдайда, ол қыздырылады, балқиды және



5.1. сур. Газтермиялық тозаңдату үдерісінің сұлбасы:

1 — жылу көзі; 2 — тозаңдататын материал; 3 — тозаңдататын материалдың бөлшектері; 4 — тозаңдатылған қаптама; 5 — түптөсем; А, Б, В — газ ағының телімдері

жоғары температуралы қыздыру аймағында жатқан ұшынан бастап ыдырайды.

Ұнтақтарды тозаңдатқан кезде оларды жоғары температуралық ағынға қатты түрінде енгізеді, мұнда олар кейбір телімде *А* қозғалған уақытта қыздырылады. Біруақытта бөлшектер газ ағынында таралады және газ динамика заңынан сәйкес *Б* телімде қарқындайды. Әрі қарай *В* телімінде бөлшектер *3* түптөсемге қарай бағытты жылжиды және қаптаманы *4* түзеді. Тоzaңдату кезінде бөлшектер балқиды, жартылай буланады және қыздырылған газ және қоршаған ортамен химиялық өзара әрекетке түседі. Бөлшектердің соққысы және деформациясы оның шұғыл кристалдануы мен 106 ...108 К/с жететін жылдамдықпен салқындатуға әкеледі.

Газтермиялық қаптамалар тұтас және жеке элементтері ерекше құрылысымен сипатталады, себебі олар майда өлшемді жылдам кристалданатын бөлшектерден түзіледі. Газтермиялық тозаңдату технологиясының үлкен құндылығы бұл үдерісте материал құрамы мен қаптама құрылымын кәдімгіден майдакристалды және аморфтыға ейін реттеу мүмкіншілігі болып табылады, бұл қосымша оларға төтенше құнды қасиеттердің кешенін хабарлайды.

Қаптаманы түптөсеммен тұтастыру бірнеше қатар күштердің әрекетімен анықталады: механикалық тұтастыру, молекулааралық өзара әрекет (Ван-дер-Ваальс күштері) және химиялық байланыстар.

5.2. СТРУКТУРА ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИИ

Газтермиялық қаптама — бұл химиялық өзара әрекет ету өткен түйіспелі беттер бойынша өзара байланысқан, қатты деформацияланған тозаңдатылған бөлшектерден тұратын қабатты материал.

Химиялық өзара әрекет ету дағының диаметрін белгілейік D_x , сонда оның ауданын (5.2 сур.) формула бойынша анықтауға болады

$$F_x = \pi D_x^2 / 4.$$

F_x ауданды химиялық өзара әрекет ету дақтары бөлшектер арасындағы түйіспенің барлық ауданын (немесе түйісетін бетті) толтырмайды, сондықтан қаптамалардың беріктігі мен тығыздығы компакттілі күйде қаптама материалының беріктігі мен тығыздығынан төмен. Химиялық өзара әрекет ету дақтарының өзіндегі беріктік дақтың ауданында F_x түзілген және кішігірім өлшемді дәнекерлеу телімдерін ұсынатын тұтасу ошақтарының мөлшеріне байланысты.

Тұтасу ошақтары жоғары беріктікке ие және олардың бұзылуы бөлшек – түптөсем немесе бөлшек – бөлшек шекарасы бойынша емес, жалғастыратын материалды жұлып алумен өтеді. Тұтасы ошақтары соққы, деформация және бөлшект қатқанда туындайды, ал олардың саны түйіспедегі материалдардың химиялық өзара әрекет етудің дамуы деңгейімен белгіленеді. Сонымен бірге тұтасу ошақтары неғұрлым көп болса, соғұрлым қаптаманың түптөсеммен тұтасу беріктігі жоғары.

Бөлшектің температурасын T_1 деп, ал түптөсемнің температурасын T_2 деп белгілейік. Бөлшекті пәсіру түптөсемді белгілі температураға дейін қыздырған кезде басталады, оны T_2 деп белгілеп және химиялық өзара әрекет ету температурасы деп атайық. Бұл температура 40...70%-ға тұтасу ошақтары астында түйіспелі бетті толтыруға сәйкес келеді. Осындай толтыру кезінде жабынды бөлшектерінің түптөсеммен химиялық өзара әрекет етуі түйіспенің үлкен ауданында өткізіледі және оларды жою үшін елеулі күш салу қажет. При температуре подложки ниже Түптөсемнің T_2 төмен температура кезінде қаптама бөлшектері одан оңай ажыратылады, себебі химиялық өзара әрекет ету қажетті дамуын алмады.

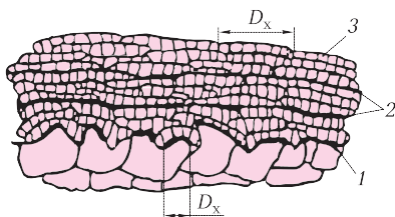
Берік тұтасу түзілетін T_2 температура, бөлшек және түптөсем барлық үйлесетін материалдар үшін бар: элементтер, қорытпалар, күрделі заттар, сондықтан тозаңдатумен балқытыла алатын

5.2.сур.ГТҚ құрылымының сұлбасы:

1—қаптама және түптөсем арасындағы шекара;

2 — қабаттар арасындағы шекара; 3 — қабаттағы бөлшектердің шекарасы; D_x - бөлшектердің дәнекерленген болатын контактілі беткі қабатының диаметрі

193



көптеген бейорганикалық, яғни қатты күйде ыдырамайтын және буланбайтын материалдардан қаптамаларды жалатуға болады. Материалдардың нақты жұбына байланысты T_2 температура теріс температура саласында жатуы және 1 000 °С және артық температураға жетуі мүмкін. Әсіресе тозаңдатуға түптөсемнің бөлме температурасында берік қаптаманы түзетін, баяу балқитын материалдар қолайлы, сондықтан осындай қаптамалар ішқабат ретінде қолданылуы мүмкін – қаптамамен түптөсемді байланыстыратын аралық қабат.

Қаптамада құрылымдық элементтерде оның қалыптасу үдерістерін бейнелейтін және белгілі қасиеттермен өзара бөлім шекараларымен бөлінген, құрылымдық элементтерді бөлуге болады.

Қаптама және түптөсем арасындағы ажырату шекарасы олардың арасындағы байланыстардың беріктігін белгілейді. Қаптаманың қасиеттері құрамындағы бөлшектердің ұстасу беріктігімен негізделеді.

Қаптаманы түптөсеммен ұстасуы адгезия деп аталады, ал бөлшектердің қаптамада өзара ұстасуы – *когезия деп аталады*.

Қаптамалардың бұзылуын біркелкі созуға сынаған кезде жиі адгезиялық-когезиялық сипатта өтеді, сондықтан осындай сынақтарды ұстасу беріктігіне сынақтар деп атайды және қаптаманың түптөсеммен байланыс беріктігінің сипаттамасы бұл жағдайда ұстасу беріктігі болып табылады, МПа:

$$\sigma_{\text{сц}} = P/F ,$$

мұндайғы P – бұзушы жүктеме, Н; F – үлгі бетінің ауданы, м².

Бір жүрісте қалыптасқан, құрылымның қабаты, біртексіз және қаптама мен газдың бөлшектерінен құралады ағынның перифериялық және орталық аймақтарындағы бөлшектердің өлшемі мен энергетикалық жағдайымен (температура және жылдамдықпен) анықталады. Сонымен бірге, орталық аймақтың бөлшектеріне қатысы бойынша перифериялық бөлшектердің экрандау әрекеті бақыланады, себебі перифериялық бөлшектер тозаңдатқыштың қозғалысы кезінде қапталатын бетке бірінші болып жалатылады. Бөлшектредің энергетикалық күйі мен өлшемдерінің әркелкілігі әртүрлі технологиялық амалдармен төмендетіледі.

Әртүрлі қаптамалар үшін қабаттың қалыңдығы құрамы, пайдалану мақсаты, жалату технологиясы және т.б байланысты өте кең шектерде ауытқиды.

Неғұрлым жиі 10 бастап 30 мкм дейін дара қабат (яғни бір жүрісте жалатылған қабат) қалыңдығымен қаптамалар кездеседі.

Қаптаманың қабаттары арасындағы және бөлшектердің арасындағы шекараларды түзу шарттары атмосферада бөлшектердің болу ұзақтығымен анықталады. Қаптамаға жалатылатын және өнімнің өлшемдері мен конфигурациясына және тозаңдатқыштың жылжу траекториясына байланысты қабаттарды жалату арасындағы «пауза» секунд және ондаған секундқа жетуі мүмкін. Қабаттарды жалату арасындағы кезеңде газдардың адсорбациясы, тозаңдататын материалдың және оның оксидтерінің шаң тәрізді фракциялардың тотығуы және шөгуі өтеді.

Көптеген деформацияланатын бөлшектерді тізбекті шөгулік қаптаманың түзілуі, және ең бірінші бөлшектердің жіктерінде микрокуыстардың пайда болуына әкеледі. Қаптама атмосферада қалыптасады, сондықтан микрокуыстар газбен толтырылады, бұл шекаралардың қасиеттерін, әсіресе адсорбацияланған газдармен анағұрлым байыған қабат араларында толтырылады.

Қаптаманың үлкен кедір-бұдырлығы салдарынан және бұрын жалатынған бөлшектердің бетімен түйіскен аймақтарда оның төтенше ағуы мен кристалдануы салдарынан балқытылған бөлшектерде ерітілген газдармен толтырылатын ақаулар мен қуыстарда түзіледі.

Қаптама бетінің атмосферамен (газдардың адсорбациясы және шар тәрізді фракциялардың шөгуі) өзара әрекет етуі оның қабат аралық шекараларының қасиеттерін нашарлатады. Қаптаманың құрылымы мен қасиеттері тозаңдатылатын бөлшектердің түйір өлшеуіш құрамына байланысты.

Бөлшектердің өлшемінің кемуімен қаптаманы толтыру жақсарыды: оның тығыздығы жоғарлайды, микрокуыс көлемі азаяды, құрылым неғұрлым біртектіге айналады. Алайда ауада қаптаманы тозаңдату үшін аса майда бөлшектер (1...10 мкм) қолданылмайды. Қаптама бөлшектерінің минималды өлшемдері келесі пікірлерден шыға тұра белгіленеді. Частицы размером менее Өлшемдері 10 мкм кем бөлшектерді тасымалдау және тоқандатуға енгізуге қиынға соғады. Мұндай ұнтақтарды алдын ала дайындап және елеуіштерде себуге болмайды, себебі олар елеуіштерде себілмейді. Майда ұнтақтар ылғалды сіңіру және молекулалық ұстасудың күшін көрсету салдарынан кесектеледі және оларды тасымалдаушы газ ағынымен берген кезде бірнеше бөлшектерден тұратын конгломераторларды түзеді. Қыздыру аймағына енгізілген болып майда бөлшектер толық буланып кетуі мүмкін.

Майда ұнтақтар тығыз қоршаған ортада жылдамдығын тез жоғалтады, қозғалыстың берілген траекториясынан ауытқып, тозаңдататын бетке жетпейді.

Өлшемдері 1 мкм кем ұнтақтар үлкен газдық молекулалар сияқты әрекет етеді және газбен бірге түптөсемнің бетінде «ағады».

Әдетте тозаңдату үшін бөлшектерінің диаметрі 20 бастап 70 мкм дейін ұнтақтар қажет. Алайда бұл орташа түйіршіктеу және пайдалану мақсаты мен жалату технологиясына қарай үлкен, сол сияқты кіші жаққа елеулі ауытқи алады. Мысалы, динамикалық вакуумда және жоғары жылдамдықты тозаңдатуда бөлшектерінің өлшемі 5...20 мкм ұнтақтардан қаптамалар жалатылады. Осындай қаптамалардың тығыздығы 100 %-ға жақындайды, құрылым жоғары біртектілігімен, қабатаралық шекаралардың болмауымен сипатталады, ал беті өте төмен бұлдырлықпен ерекшеленеді

Тәжірибеде металдарға жиі металл қаптамалары жалатылады. Сонымен бірге ауада тозаңдатқанда металл өнімдерді жылыту осы металдың тотықсыздануға төзімділігімен шектеледі, себебі ауада тіпті қалыпты температурада жаңа жалатылған металдардың беті жылдам тотыға бастайды. Оттектің монокабаты болаттың бетінде құймақұйғысыздаудан кейін 2 с кейін түзіледі, содан кейін тотығу жылдамдығы жылдам баяулайды және бірнеше сағаттан кейін металдың бетінде қалыңдығы 2.5 мкм оксидтің жіңішке қабаты түзіледі. Бұл үдерісті уақыт ішінде логарифмдік тәуелділікпен сипаттайды. Кейбір сыни температурадан жоғары металды қыздырған кезде (әдетте 100.300 °C) оксид анағұрлым тез түзіледі.

Қалын оксид қабықшалары өзара әрекет етуші металдарды бөліп, түптөсеммен металл бөлшектерді берік ұстасудың түзілуіне кедергі жасайды. Мысалы, никельден жасалған жылжылдатылған үлгіге ванадиді тозаңдатқан кезде берік ұстасу 20 °C температурадан бастап туындайды. Алайда егер бұл үлгіні ауа пеште 400.500 °C температурада 1.3 мин бойы алдын ала ұстаса, содан кейін 20 °C дейін салқындатса, онда қаптаманы кейінгі тозаңдату кезінде бөлшектерді дәнекерлеуге қалын оксидті қабықша NiO кедергі болады.

Мыстағы қалын оксидті қабықша оны 100.150 °C жоғары қыздырған кезде пайда болады. Әрине, сұрақ туындайды, неге қаптаманың металл бөлшектері түптөсемдегі қалын оксид қабықшасына дәнекерленбейді, металдар оксидтердің жеке алынған пластинкаларына тозаңдатқан кездетығыз байланыспай ма, мысалы кварц шынысына.

Байланыстың болмауы бұл жағдайда екі себеппен түсіндіріледі:

1. Оксидтерді белсендету энергиясы көптеген металдарды белсендету энергиясынан жоғары және олардың өзара әрекеттесуін жүзеге асыру үшін түйісу жерінде аса жоғары температура қажет.

2. Металдағы бөлшек — оксидті қабықша түйіспесіндегі температура тозаңдатылатын бөлшек пен сондай құрамды компакттілі

оксид арасындағы түйіспе температурасынан анағұрлым төмен, себебі бірінші жағдайда жоғары жылу өткізгіштікке ие металдың жақындығы қатты әсер тигізеді.

Бөлшекті түптөсемнен ажыратқаннан кейін соңғысының бетінде ұстасқан жерлерінде іздер қалады, олар ұстасқан ошақтары деп аталады. Электрондық сканерлеуші микроскоп көмегімен бақыланатын ұстасқан ошақтардың өлшемдері металдарда көлденең енінде 200...700 нм құрайды. Реакцияның дамуына қарай ошақтардың саны ұлғаяды және максималдыға жақын ұстасу беріктігінде олар тіпті деформацияланған бөлшектің барлық көлемін толтырып бірлеседі.

Қаптамалардың сапасын жоғарлатудың маңызды амалы тозаңдатылатын бөлшектердің жылдамдығын ұлғайту болып табылады, бұл түйіспеде физикалық-химиялық үдерістерді жылдамдату мен қанрқындратуға әрекет етеді, демек, беріктігін, тығыздығын жоғарлату және қаптаманың бір қатар басқа сипаттамаларын жақсартуға әрекет етеді.

Установлено, что при скорости частиц Бөлшектердің 5 м/с жылдамдығында олардың түптөсеммен ұстасу беріктігінің өсуі баяулайтыны белгіленді. Осылайша, берік газтермиялық қаптама, егер оны жалатқан кезде тозаңдатылатын бөлшектерді дәнекерлеудің қажетті жағдайлары қамтамасыз етілсе түзіледі.

5.3. ГАЗТЕРМИЯЛЫҚ ТОЗАҢДАТУДЫҢ ТӘСІЛДЕРІ

Қаптама бөлшектерін қыздыру энергияның түрі мен газ ағын-тасымалдағыштың құрамына байланысты гезтермиялық тозаңдатууды іске асырудың бірнеше тәсілдері ажыратылады. Осы тәсілдердің әрқайсысы қолданысқа құқығы барын тәжірибе көрсетті, себебі қаптама жасаудың әрбір түрі үшін қандай да тәсіл басқалармен салыстырғанда артығырақ сипатқа ие.

Электрдоғалық металдау салыстырмалы қарапайым жабдықты қолданған кезде тиімділіктің ең жоғары деңгейіне ие, бұл ірі объектілерге анодты типті коррозиялық-төзімді қаптаманы жалатқан кезде бірінші орынды қамтамасыз етеді (көпірлер, мұнай өнімдерін сақтау үшін ыдыстар және басқалары).

Плазмалық тозаңдату, баяу балкитын материалдардан (W, Mo, Nb) қаптамаларды жалатқан кезде тиімді, әмбебаптығымен сипатталады, яғни интерметаллидтерді, қатты қосылыстарды және керамиканы жалатқан кезде оның қолданылуы тиімді.

Жылдамдығы жоғары газдық ұнтақты тозаңдату машина бөлшектерінің тозған металл беттерін қалпына келтіру кезінде тиімді, себебі жалатылатын қаптамалардың жоғары тығыздығын қамтамасыз етеді.

ГТТ кезінде бастапқы материалдары ретінде бұрын металл сымы, керамикалық шыбықөтар, ұнтақты шнурлар мен ұнтақтар қолданылған. Соңғы уақытта қаптама үшін металл балқымалары қолданылмайды. Қазіргі кездегі барлдық қаптамалау тәсілдерін бірнеше бағыттар бойынша жіктеуге болады.

ГТТ тәсілдерін жіктеу 5.3 суретте келтірілген, қаптама материалын қыздыру үшін қолданылатын энергия түрлеріне негізделеді. Сұлбаның құрылымы қыздыру және бөлшектерді қарқындалу тәсілдерімен толықтыруға мүмкіндік береді, мысалы, қатты және сұйық қоспалардың детонацияларын, жарықтық лампыларымен қыздыруды қолданумен, конденсаторлық плазмалық разрядпен, аралас электрхимиялық әсер тигізуімен және т.б.

ГТТ тәсілдері ортаны ауыстырумен жетілдіріле алады, мысалы, бақыланатын атмосферада тозаңдату, төмен немесе жоғары қысымда, реакциялық камерада және т.б.

Тозаңдату жағдайларын өзгерту де (жылытумен, салқындатумен және балқытумен, жиілігі жоғары ауытқулармен, ұшқынды және доғалық разрядтармен өндеумен) ГТТ мүмкіншіліктерін ұлғайтады.

ГТТ қолданудың шекараларын кеңейту балқыма қаптамаларды (дәнекерлеумен шекаралас балқыма) және бу күйіндегі материалдардан (тозаңдатудың вакуумдық әдістерімен шекаралас облыстар) тығыз қаптамаларды алуға мүмкіндік берді.

Бұдан әрі өндеу арқылы қаптамаларды беріктендіруге ерекше назар бөлінеді, бұл машина бөлшектерін беріктендіру мен жөндеу технологияларында ГТТ тәсілдерін кеңінен қолдануға мүмкіндік берді.

Газ жалынды тозаңдату (ГТ). Бұл жағдайда отынның газ тәрізді жанудың экзотермиялық химиялық реакциясы жылу көзі болып табылады, ол ретінде ацетилен (C_2H_2), этилен (C_2H_4), метан (CH_4), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), сутек (H_2), керосин буы және т.б. қолданылады. жалының ең жоғары температурасы ацетиленоттек қоспаны қолдану кезінде жетіледі.

Газ жалынды тозаңдату қондырғысының сұлбасы 5.4 суретте келтірілген.

Жалын жылуын тиімді пайдалану мақсатында газ шүмегі ауа шүмегі ауа шүмегімен қоршалады (5.5 сур). Бұл жағдайда ауа кеңейіп оны қарқынды қыздыруға әрекет етіп, жалынды шыбықты материалға қысады.

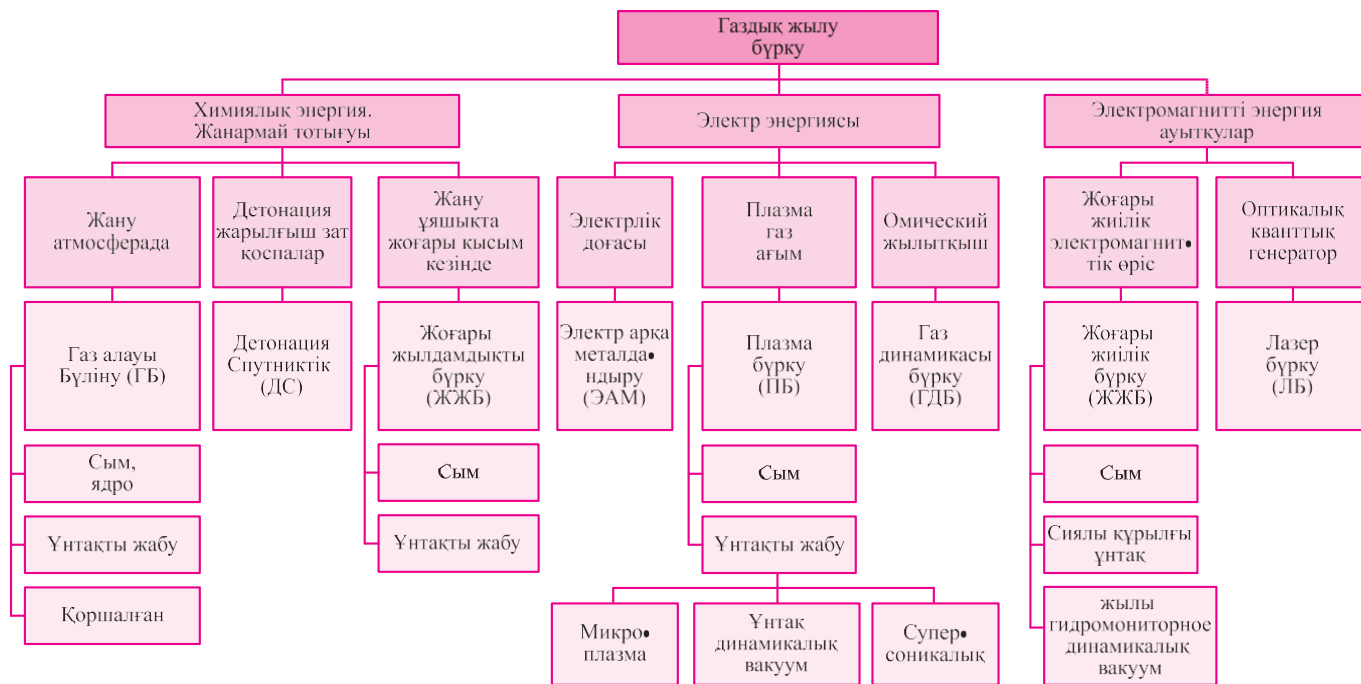
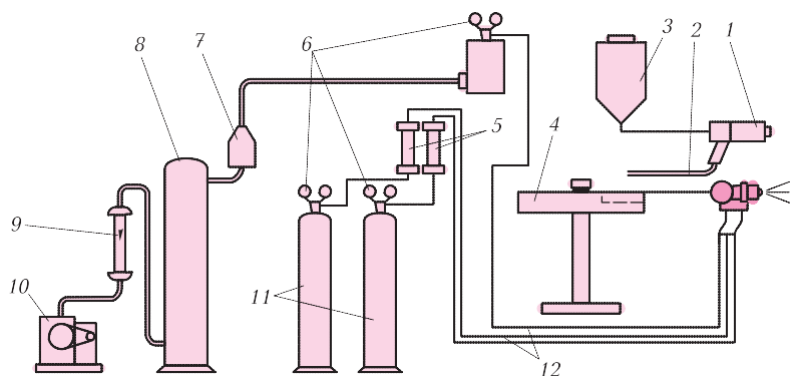


Рис. 5.3.
Газ-термиялық бүрку әдістерінің классификациясы

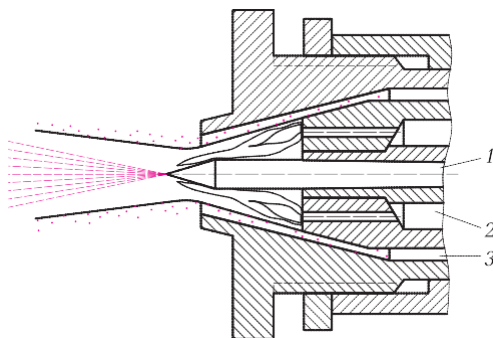


5.4.сур.Газ жалынды тозандату қондырғысының сұлбасы:

1 — ұнтақты тозаңдатқыш; 2 — сымды тозаңдатқыш; 3 — ұнтақты қоректенуші бункер; 4 — айналатын үстелдегі сым бұхтасы; 5 — газ ротаметрлері; 6 — газ редукторлары; 7 — сүзгі; 8 — ресивер; 9 — ауалық ротаметр; 10 — компрессор; 11 — газ баллондары; 12 — газ шлангылары

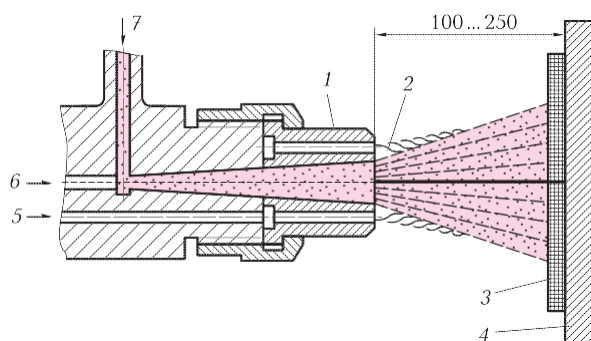
Көміртегі мен отын газдың арақатынасын өзгерте отырып, тотықтандырғыш, бейтарап немесе қалпына келтіргіш жалынды алады. Бұл жалынның құрамын қаптама материалы мен оның оттеппен ұқсастығына байланысты ауада тотықпаған қаптамаларды жалатуға мүмкіндік береді.

5.6 суретте сұлба түрінде көрсетілген ұнтақты тозаңдатқышта ұнтақты ағын жалын сақинасымен қоршалған. Жалын ағыны мен газ ұнтақты қоспаны араластырғанда ұнтақ бөлшектері балқыту температурасына дейін қыздырылады және түптөсемге



5.5.сур.Сымды тозаңдатудың сұлбасы:

1 —шыбық; 2 —оттеппен ацетилен; 3 —ауа



5.6.сур. Ұнтақ отын бүріккіш схемасы:

1 - шашатын; 2 - алау; 3 - жабу; 4 - субстрат; 5 - оттегі және отын газы; 6 - газды тасымалдау; 7 - шашатын ұнтақ

ауыстырылатын жылу алмасу өтеді. Ұнтақты қондырғылар оңай балқиты (балқу температурасы $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ дейін мырыш және термопластикалық пластмассалар) материалдарды және баяу балқиты ($2\text{ }050^{\circ}\text{C}$ дейін балқу температурасымен) материалдарды тозаңдату үшін арналған. Осы қондырғыда сусымалығы жақсы, майда қиын себілетін және түйіршіктелген ұнтақтар қолданылады.

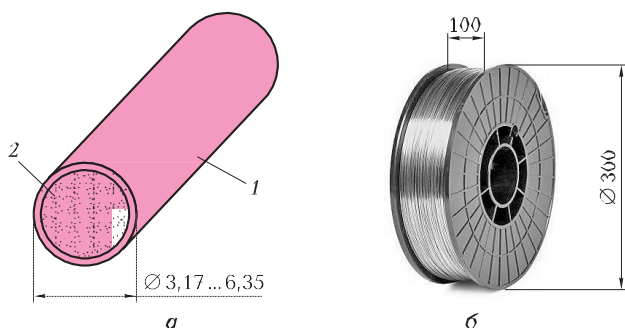
Сымды ГТаранйы әзірленген икемді сым материалдар - ИСМ қолданылатын газ жалынды тозаңдатуды дамытудың кезеңі болып табылады (5.7 сур.).

Сым материалдары мен тозаңдатқыштарды әзірлеу олар үшін газ жалынды тозаңдатуды дамытудағы жаңа бағыттарды ұсынады. Сымды беру өзекті берудің кемшіліктерінен арылған:

- 1) бұл жағдайда тозаңдату үдерісі үздіксіз;
- 2) сымның қыртысы тозаңдатқыштың шүмекті блокты тозудан қорғайды;
- 3) сымдардың байламы мен қыртысы целлюлоза негізінде жасалады, ол $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ кезінде қыздыру үдерісінде толығымен буланады және қаптама материалды кірлетпейді.

Икемді сымдарды жасау экструзия әдісімен жүзеге асырылады және материалдардың үйлесуінің шексіз мөлшерін алуға мүмкіндік береді, оларды металлургиялық әдістермен мүмкінсіз немесе қиындатылған немесе үнемсіз.

Детонациялықтозаңдату (ДТ). Тозаңдатылатын материалды бөлшектерін қарқындату немесе қыздыру үшін газ қоспаларын детонациялау энергиясы қолданылады және сондықтантәсіл жылдамдығы жоғары импульсті ұнтақты тозаңдатуға жатады.

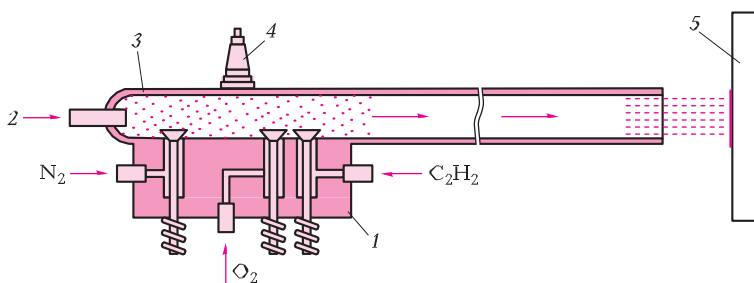


5.7.сур. Икемді сымды материалдар:

а — құрылымы; б — жеткізу кезіндегі түрі; 1 — қыртысы; 2 — байланыстырғыштармен ұнтақты толықтырғыш

Қаптамаларды алу детонациялық қондырғы көмегімен жүзеге асырылады (5.8 сур.), газдарды мөлшерлеу және араластыру үшін арналған оқпан арнасына 3жаңғыш 1қоспа беріледі, мысалы ацетилен және оттектен құралатын. Мөлшерлегін 2аркылы синхронды оқпанға тозаңдатадын материал берілледі. Алынған қоспа электр білтек 4 көмегімен оталдырады.

Оқпанда газ қоспаларының жану үдерісі ұлғаятын жылдамдықта өспелі қысым кезінде өтеді де детонацияға ауысады.туындайтын детонациялық толқын және оның соңынан келетін детонациялық өнімдер ұнтақ бөлшектерін тарқатады және жылытады, олардың жылдамдығы секундына бірнеше жүздеген метрге жетуі мүмкін. Қалыңдығы 3...15 мкм дара қабат қалыптасқаннан кейін детонация



5.8.сур.детонациялық тозаңдату үшін қондырғының сұлбасы:

1 —газ мөлшерлегіші; 2 —ұнтақ мөлшерлегіші; 3 —оқпанның арнасы; 4 —электр білтек; 5 — бөлшек

өнімдерін жою үшін оқпан және жылжу камерасы газдарды мөлшерлеу құрылғысы арқылы азот немесе ауамен үрленіп шығарылады, содан кейін жарылғыш қоспаның жаңа мөлшерімен толтырылады және цикл қайталанады. Қондырғының құрылымына байланысты осы циклдардың жиілігі 8.10 Гц жетуі мүмкін, алайда көптеген жағдайларда ол 3... 4 Гц тең.

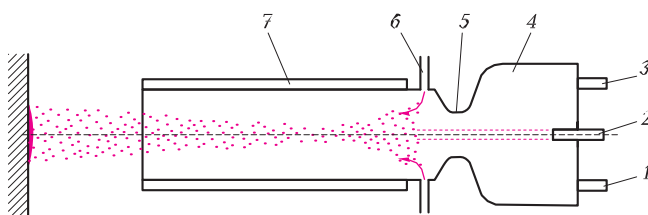
Ацетиленнен басқа жанармай ретінде басқа газдар да қолданылуы мүмкін, мысалы метан немесе пропан-бутан. Сонымен бірге газ қоспаның детонацияға өту аймағының ұзақтығы ұлғаяды. Кейде тозаңдатылатын материал бөлшектерінің қыздыру температурасын төмендету үшін жарылғыш қоспа азот немесе ауамен араластыру арқылы флегматталады. Ұнтақ бөлшектерін пластикалық немесе сұйық күйге дейін қыздырылуы олардың иемденетін елеулі кинетикалық энергиясы ұстасуы беріктігі жоғары (250 МПа дейін) және кеуектілігі төмен (1,5.2% кем) қаптамаларды алуға мүмкіндік береді. Осы тозаңдату тәсілі ұнтақты материалдардың өте кең шеңберінен қаптамаларды алуға қолданыла алады: металдар, қорытпалар, карбидтер, боридтер, оксидтер және әртүрлі композициялар. Сонымен бірге қаптамалар қаттылығы қақталған, цементтелген болаттар, керамика және шыныны қоса кез келген металдарға жалатыла алады.

Детонациялық тозаңдату үдерісі технологиялық параметрлердің елеулі санымен сипатталады, олардың негізгілері:

- ұнтақты салу тереңдігі, яғни ұнтақты оқпанға орнатуға енгізу жерінен бастап оның қимасына дейінгі қашықтық;
- газ шығындарының арақатынасы (жанармай, араластыру үшін оттегімен флегматтаушы газдың), яғни жұмыс жарылғыш қоспаның құрамы;
- оқпанды толтыру дәрежесін анықтайтын, жарылғыш қоспалардың жиынтық газ шығындары (бір циклға жиынтық газ шығындарының оқпанның жиынтық көлеміне және жылжу камерасына қатынасы);
- тозаңдату қашықтығы– тозаңдатылатын бет пен оқпанның қимасы арасындағы арақашықтық.

Жоғары жылдамдықты тозаңдату (ЖЖТ). Жоғары жылдамдықты тозаңдатушының энергетикалық торабының прототипі (рис. 5.9) сұйықтықты реактивті қозғалтқыш болып табылады, себебі отын ретінде онда жиі керосинді қолданады.

Бұл жағдайда тозаңдатудың мәні, отының жануы жалынды қоршап тұрға ауа ағыны жағдайларында шүмектің қимасының



5.9.сур. Жоғары жылдамдықты тозаңдатудың сұлбасы:

1 —отынды беру; 2 —ұнтақты өстік беру; 3 —оттегіні беру; 4 —жану камерасы; 5 —шүмек; 6 — ұнтақты радиалды беру; 7 — оқпан

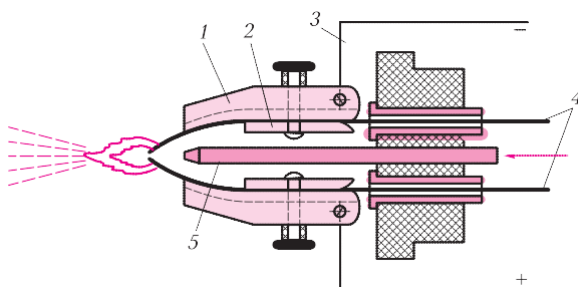
артында, ауаның артық қысымы (0,35 МПа) кезінде өтеді. Осы тозаңдатқыштағы газдың жылдамдығы қима шүмегінен 50; 100; 150 мм қашықтықта тиісінше 80; 50; 30 м/с тең. Тозаңдататын бөлшектердің жылдамдығы бұл жағдайда 50...60 м/с кем.

Электродоғалық металдау (ЭДМ). Электрдоғалық тозаңдатудың сұлбасы 5.10 суретте көрсетілген.

Осы тәсілдің мәні доғалық разряд қоздырылатын екі шығынды электрд сымдары ауасымен тозаңдату арқылы қаптаманы жалатуда болып табылады.

Сығылған ауа ағыны электрөткізгіштерден балқытылған металл бөлшектерін эвакуациялайды және оларды өнделетін бетке ауыстырады.

Плазмалық тозаңдату (ПТ). Тарихи плазмалық тозаңдату газ жалынды тозаңдатудан кейін дами бастады және олардың сымды модификациялары неғұрлым сәтті болды. Мұндағы тозаңдатқыш бір шүмекті болғандықтан, ал жаңғыштың орталық бөлігі катодпен бос



5.10.сур.Электрдоғалық тозаңдату сұлбасы:

1 —бағыттаушы пластина; 2 —қысатын тақтайша; 3 —тоқты әкелу; 4 —электрондық шығын сымдары; 5 — ауа шүмегі

болмағандықтан, сымды материалды (шыбықты) беру бұл жағдайда шүмектің осіне радиалды бағыттауда ғана мүмкін.

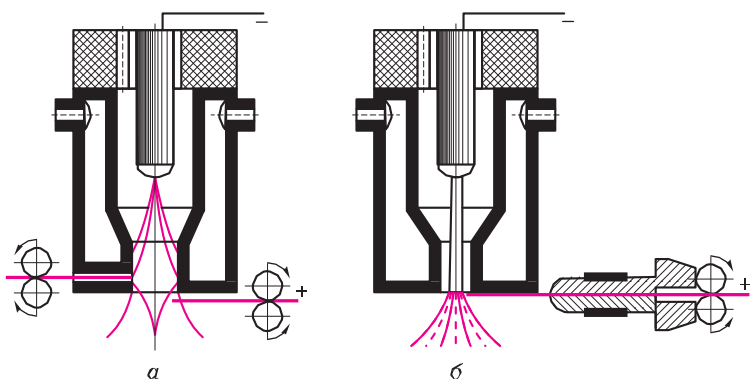
5.11,а сур. бірдоғалық сымды тозаңдатқыштың сұлбасы ұсынылған, ал 5.11,б – сым – анод сұлбасы бойынша қосылған сымды тозаңдатқыштың суреті берілген. Сымды электрлік тізбекке қосу (сым - анод) тозаңдату үдерісінің жоғары өнімділігін қамтамасыз ететін, тиімді шешім. Бұл сұлба ЭДМ сұлбасына ұқсас: доға сымды анодтың дақпен балқытады, ал балқыту аймағындағы қосымша қыздыруды плазмалық ағын қамтамасыз етеді, ол да металл бөлшектерін ұнтақтайды және қарқындатады.

Ұнтақты плазмалық тозаңдатқыштарды жасаған кезде ұнтақ бөлшектерін толық оның көлемінде балқытуды қамтамасыз ету мақсатында зерттеулер өткізілді. Алайда толық катод арқылы ості бойлай енгізу кеңінен қолдануға ие болмады, ал доғаның магниттік айналуы плазматронды қатты күрделендірді және сонымен бірге оны ауыратты.

Заманауи ұнтақты плазматрондарда (5.12 сур.) ұнтақ плазмалық ағынға беріледі, ал бөлшектердің балқымасы тозаңдатқыштың қуатының ұлғаюымен қамтамасыз етіледі. Мұндай сұлба шүмекте ұнтақтың балкуынжөкқа шығарады және ағынның қалыптасуына әсер тигізбейді.

Газодинамикалық (суық) тозаңдату (ГДТ). Плазмалық тозаңдатудың (ыстық) тәсіліне қарама-қарсы қаптамаларды жалатудың газдинамикалық тәсілі (суық) әзірленді.

Осы тәсілдің мәні суық пластикалық бөлшектер толық қаптаманы түзген кейбір шекті жылдамдық белгіленді. Өндеу кезінде қаптама



5.11.сур.Плазмалық тозаңдатқыштардың сұлбасы:

а — бір доғалық сымды; б — сым-анод сұлбасы бойынша қосылған сымды

5.12.сур.Шүмектің анодқа дейін аймағына ұнтақты енгізумен ұнтақты плазмалық-тозаңдатқыштың сұлбасы

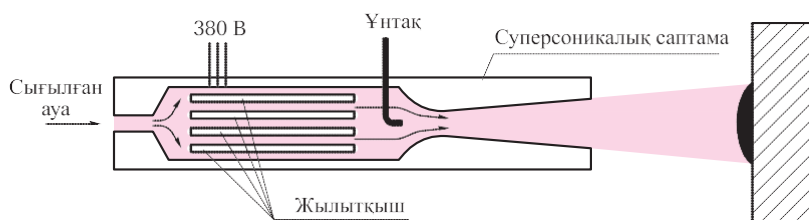
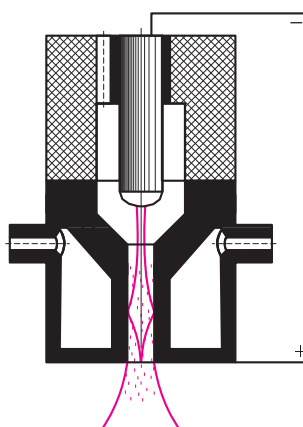
материалының әртүрлі түйіршіктенуі кезінде (ірі және майда бөлшектер бір ағында) жоғары жылдамдыққа ие ең майда бөлшектері түптөсемде шөгілген, ал жылдамдығы төмен аса ірі бөлшектер беттен кері серпіп қаптаны түзуге қатыспаған.

Бөлшектердің осындай тәртібі қаптама материалының ағынына абразивтің ірі бөлшектерін енгізуге мүмкіндік берді, осылайша біруақытта «құмағыншасыздануды» және қаптаманы жалатуды қамтамасыз етті. Бетті дайындау жайғасымынан, тозаңдату кідірту кезінде бетте газдың адсорбациясы салдарынан ювеналды түптөсем беті өз белсендігін жоғалтқан кезде, мұндай қаптаманы жалату оғтайлы болып табылады.

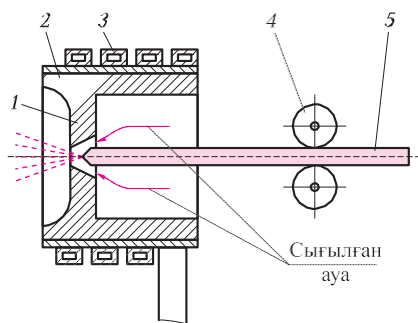
Газтермиялық тозаңдатқышта (5.13 сур.) газ (ауа, азот) металл иректүтікте дәнекерлеу трансформаторынан одан өтетін электр токпен 2,5...3,5 МПа қысымы кезінде 350...600°C дейін қыздырылады.

ГДТ негізгі қолданылуы – алюминий және мырыш негізінде протекторлық типті коррозияға қарсы қаптамаларды жалату. Сондай-ақ осы тәсілмен пластиналық материалдар – баббит, мыс, никель және басқалары негізінде тозу төзімді қаптамалар жалатылады. ГТ және ЭДМ-мен салыстырғанда, металл балқыған және газдармен, оның ішінде қаптаманың протекторлық қаптамаларын нашарлататын сутекпен байытылғанда, ГДТ осы кемшіліктен бос.

Жоғары жиілікті тозаңдату (ЖЖТ). Жоғары жиілікті (ЖЖ) ұнтақты тозаңдатқыштардың дамуы қаптамаларға қойылатын



5.13.сур.Газдинамикалық тозаңдатқыштың сұлбасы

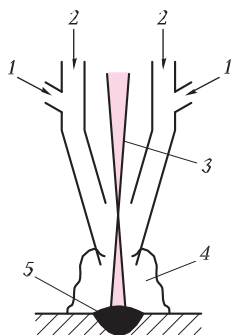


5.14.сүр. Жоғары жиілікті сымды тозаңдатқыштың сұлбасы:

1 —концентратордың шегі; 2 —концентратордыңастары; 3 — индуктор; 4 — сымды беретін аунақшалар; 5 —тозаңдатылатын сым

талаптарға сәйкес әртүрлі бағыттарда өтеді. Мысалы, бұл тығыз қаптаманы алу мақсатында ЖЖТ газ жалынды қондырғылары мен плазма жоғалық қыздырғыштарда жасалатындай разрядты камерада қысымды жоғарлату және оған Лаваль шүмегін қосы арқылы плазмалық ағының жылдамдығының ұлғайту, сондай-ақ біруақытта плазмалық өндеумен ЖЖ-плазматрондарды ағындардың көмегімен төмен қысымды камерада тозаңдату. Сонымен бірге ұнтақ буланады және тығыз қаптама материалдардың иондары мен бу фазасындағы бейтарап бөлшектер есебінен өтеді.

Қыздыру кезінде деструкцияға бейім, физиологиялық белсенді материалдарды жалатқан кезде қарастырылып отырған тәсілдің жоғары тиімлігіні ерекше атап кетуі қажет. Осындай материалдарды жалатқан кезде олардың ерекше тазалық талаптарын сақтау қажет, сондай-ақ бастапқы құрылымын міндетті сақтау, мысалы, титан имплантанттарын ендіру кезінде резервті сүйек тіні ретінде стоматология және ортопедияда қолданылатын гидроксипапатит үшін $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$ сияқты.



5.15.сүр.Лазерлік ұнтақты тозаңдатқыштың шүмегінің сұлбасы:

1 —қорғаныс инертті газды беру; 2 —ұнтақты беру; 3 — лазерлік сәуле; 4 — газдық завеса; 5 — қаптаманы қалыптастыру аймағы

Жоғары жиілікті сымды тозаңдатқыштың сұлбасы 5.14 суретте көрсетілген. мұнда тозаңдатқыш бастиек құйынды токтардың шоғырландырушысы ретінде және жоғары жиілікті трансформаторды ұсынады. Бастапқы көп айналмалы орам – индуктор 3 ЖЖ-трансформатордың екінші ретгі бір айналымды орамы болып табылатын астарды 2 қамтиды. Индуктордың магниттік ағыны концентратордың шегі деп аталатын 1 астардың орталық бөлігінде шоғырланады. Бұл саңылауға тозаңдатылатын сым беріледі 5.Сымның беті кішігірім тереңдікке балқиды. Сымды бойылай тозаңдатқыш газ, жиі – ауа беріледі.

Тозаңдатылатын бөлшектердің ағыны сымның бетінен балқыған металдың жылжуымен және тозаңдатылатын ағынмен ұсақтаумен жасалады.

Индуктор және концентратор сумен салқындатылады. Тозаңдатқыштың жылулық КПД 0,24...0,4 құрайды.

Лазерліктозаңдату (ЛТ). Материалдарды өндеу үшін лазерлік энергияны қолдану заттың лазерлік сәулененуін сіңіруге негізделген. Сонымен бірге сәуленену материалға елеусіз қалындағына енеді және энергия қалыңдығы 0,1... 1 мкм жіңішке беттік қабатта бөлінеді.

Түптөсемнің бетіндегі лазер сәулесін әртүрлі энегия тығыздығымен даққа фокустауға болады.

Бұл қасиет затты қыздыру, балқыту және буландыру үшін тар когерентті монохромды сәулені қолдануға мүмкіндік береді.

Түптөсемді белсендетумен лазерлік тозаңдату кіші өлшемді бөлшектерге қаптама жалату үшін, басқа тәсілдер тиімсіз өнеркәсіптерге енім келеді. Бұл тәсіл бөлшектердің өз материалдарынан немесе ұнтақтың 4.5 г/мин шығындаған кезде аса жоғары қасиетті материалдардан авиациялық бөлшектердің беттерін қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Осы тәсілмен сондай-ақ плазмалық тозаңдату кезінде сияқты электрод материалдарымен ластау қауіпсіз ортопедия және стоматологияда титан және титан импланттарынан ішқабаттарды жалатуға мүмкін болады.

5.15 суретте қаптамалардың ұнтақты жалатуы үшін лазерлік қондырғының шүмегі көрсетілген. CO₂ негізіндегі үздіксіз әрекет ететін лазерлік сәуле осы қондырғыда артықшыл қолданыс табады, себебі максималды қуатқа ие, жақсы фокусталады, қауіпсіз және арзан болып табылады.

Ұнтақты балқыма сәуле бойынша инжекторланады, қыздырылады және түптөсемге бағытталады, мұнда беттік балқытылған қабатта кристалданады. Осылайша қаптамааның түптөсеммен металургиялық химиялық байланысы жүзеге асырылады. Тасымалдаушы инертті газ (АГ, Не) қаптама материалының шүмекті құрылығдан шыққан

кезде атмосфералық қорғаныс рөлін атқарады.

ГТТ тәсілдерінің сипаттамалары. 5.1 кестеде Еуропа елдеріне қолданылатын қаптамалардың газтермиялық жалатудың негізгі тәсілдерінің сипаттамалары ұсынылған.

5.1.кесте.ГТТ негізгі тәсілдерінің сипаттамалары				
Газплазмалық (ГП): сымды ұнтақты	3160 3160	100 < 50	6...8 2...6	2 500 2 500
Детонациялық (ДТ)	> 3160	600	3...6	5
Жоғары жылдамдықты (ЖЖТ) (HVOF)	3160	600	2...8	135
Электрондық-доғалық металдану (ЭДМ)	4 000	150	8...20	550
Плазмалық (ПТ)	До 20 000	450 (дина- микалық вакуумда 1000 дейін)	4...15	230
Микроплазмалық	5 000	15 ...60	0,25...2,5	> 20
Газодинамикалық (ГДТ)	< 500	550...800	4...8	3
Лазерлік (ЛТ)	> 10 000	> 1	1...2	3

5.1 кестеде көрсетілгендей құрылымдар мен құбырларды коррозиядан қорғау үшін газ-жалынды тозаңдату тәсілдері кеңінен, содан кейін электрондық-доғалық металдау (сол мақсатта, анағұрлым тиімді ретінде), плазмалық тозаңдату мен жоғары жылдамдықты (HVOF) қолданылады.соңғы тәсіл тозуға төзімді қаптамалар үшін жылдам дамуда.

Микроплазмалық және лазерлік қондырғылар миниатюралық техникада қолданысты тапты: аз энергия жұмсауда қаптаманың ұстасу беріктігі мен тығыздықтың жоғары деңгейлері қамтамасыз етіледі.

Керамикалық қаптамаларды жалату үшін ұнтақты плазмалық тозаңдату әдісі тиімді болып шықты.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Газтермиялық тозаңдату үдерісі дегеніміз не?

2. Тозаңдатылған қабаттың типтік құрылымына қандай телімдер кіреді?
3. Газтермиялық тозаңдату тәсілдерін қандай белгілер бойынша жіктейді?
4. Газ жалынды тозаңдату үдерісінің мәні неде?
5. Газ жалынды тозаңдату үшін қондырғыға қандай элементтер кіреді?
6. Шыбықты тозаңдату сұлбасының құрылымына қандай элементтер кіреді?
7. Ұнтақты газ жалынды тозаңдатудың ерекшеліктері неде?
8. Сымды газ жалынды тозаңдатудың ерекшеліктері қандай?
9. Детонациялық тозаңдату үдерісінің ерекшеліктері неден құралады?
10. Жоғары жылдамдықты тозаңдату дегеніміз не және ол қандай салада қолданылады?
11. Электр доғалық металдау дегеніміз не, оның сұлбасы және үдерісінің ерекшеліктері қандай?
12. Плазмалық тозаңдатудың қандай түрлері әзірленген?
13. Газ динамикалық тозаңдатудың (суық) принципшік ерекшеліктері қандай?
14. Жоғары жиілікті тозаңдату дегеніміз не және оның қандай түрлерін білесіндер?
15. Лазерлік тозаңдату үдерісінің мәні қандай?

ҚАТТЫ ҚОРЫТПАЛАР, МИНЕРАЛҚЫШЖӘНЕБЕЙМЕТАЛЛ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ МАТЕРИАЛДАР

6.1. ҚАТТЫ ҚОРЫТПАР ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

Қатты қорытпалар – металл тізбекпен байланысқан, баяу балқитын металдардың карбид немесе карбонитрит түйіршіктерінен құралатын материалдар.

Кескіш қыш тек қана қатты химиялық қосылыстардан – оксидтер, карбиттер және нитриттерден құралады. Осы материалдардан өнімдерді жасаудың негізгі әдісі – ұнтақтық металлургия. Құймадан бұл технология қатты қорытпаның бір құрауышы жентектеу үдерісінде, яғни соңғы әрекетте, қатты күйде болады, бұл осы құрауыштардың жоғары балқу температураларымен байланыты.

Ұнтақтық металлургияның негізгі үдерістері ұнтақтарды алу, қоспаларды дайындау, қоспаларды қалыптастыру, жентектеу болып табылады.

Бастапқы құрауыштардың ұнтақтағын алу үшін шикізаттың табиғатына байланысты әртүрлі технологияларды қолданады.

Көптеген қатты қорытпалардың негізгі құрауышы вольфрам карбитті алу үшін құрамында көмітек газы бар ортада ұнтақ тәрізді металл вольфрамның кардиттелуін қолданады. металл вольфрамды екі кезеңді түрде алады. Бірінші кезеңде вольфрам қышқылының ыдырау кнәтижесінде вольфрам оксиді түзіледі, оны екінші кезеңде сутек ортасында қалпына келтіруге ұшыратады.

Қатты қорытпалардың да, кескіш қыштың да құрауышы болып табылатын титан карбидін титан оксидің қалпына келтірумен алады.

Қыштың кейбір түрлерінің негізі болып табылатын алюминий оксидің, бокситтерді қайта өнлеумен алады, боксидте оның құрамы 50-ден 100% дейін болады, сондай-ақ алюминий тотығын күйдірумен алады.

Кремний нитритін кремний ұнтағын азоттау арқылы алуға болады.

Көптеген қатты қорытпалардың байланыстығышы болып табылатын металдық кобальтті, сутек ортасында кобальт оксидін қалпына келтірумен алады.

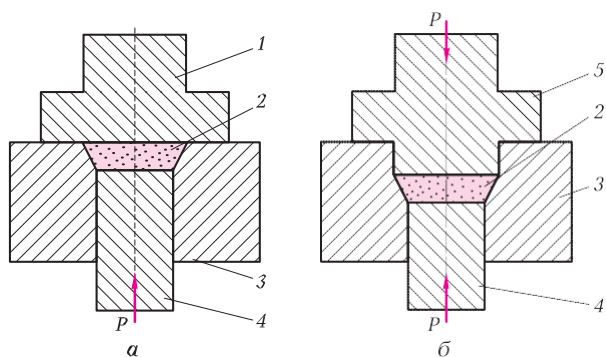
Қоспаларды дайындаудың анағұрлым таралған әдісі шарлы диірменде ұнтақтау болып табылады. Сонымен бірге біртекті қоспа алу мақсатында ұнтақтарды майдалау мен оларды араластырады. Ұнтақтың дисперстілігіне қойылатын талаптарға байланысты ұнтақтау уақыты екі-үштен төрт-бес тәулікке дейін уақытты құрайды.

Кейінгі жентектеу үшін *дайындамаларды қалыптастыру* әртүрлі әдістермен жүзеге асырылады: прессқалыптарда пресстеу, гидростатикалық пресстеу, мүштіктік пресстеу (піспектеу немесе қысып шығару әдісімен) және шыланқұрамдық құюмен (суспензияны құю).

Ұнтақты металлургияда қалыптаудың анағұрлым таралған әдіс пресс-қалыптарда пресстеу болып табылады.

Пресстеу бір жақты (6.1, а сур.) екі жақты (6.1, б сур) қолданылады. Пресстеу қысымы 500... 600 МПа құрайды. Пресстеу кезінде көлемі бойынша қоспаның жоғары және біркелкі тығыздығын қамтамасыз ету маңызды. Қоспаның беріктендіру дәрежесіне кейінгі жентектеу кезінде оның шөгу өлшемі байланысты: дайындаманың кеуектілігі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым шөгу үлкен болады, яғни жентектелген өнімнің өлшемдері қатты өзгереді.

Көлемі бойынша қоспаның анағұрлым біркелкі тығыздығын алу үшін екі жақты пресстеуді қолданады (6.1, б сур. қара), ол кезінде қысым **P** беріктендіретін ұнтаққа екі жақтан басылады.



6.1.сур.Бір жақты (а) және екі жақты (б) престеу сұлбалары:

1 —қозғалмайтын пуансон; 2 —пресстелетін өнім; 3 —матрица; 4 —төменгіпуансон; 5 — қозғалатын пуансон

Қатты қорытпалардың дайындамаларын пресстеген кезде бір-біріне қатысты және прессқалып қабырғаларына қатысты бөлшектердің сырғуын жеңілдетуді қамтамасыз ететін, қоспаға пластификациялаушы заттарды – пластификаторларды енгізеді, бұл қоспаның беріктенуіне үлкен дәрежеде әрекет етеді. Поастификаторлар ретінде бензин немесе парафинде синтетикалық каучуктың ерітіндісін қолданады. Сонымен бірге пластификаторлар өзінің желімдік қабілеті есебінен кейбір беріктікті береді.

Осындай түрде алынған дайындамаларды үлкен кеуекті кезінде, олардың кесуін жеңілдететін, тікелей қалыптаудан кейін, немесе 800... 1 000°C кезінде алдын ала жентектеуден кейін кесумен өндеуге болады. Бұл күрделі пішінді өнімдерді дайындауға мүмкіндік береді, алайда дайындама материалдың жоғары сынғыштығы салдарынан кескен кезде олардың үгілуі немесе тіпті сынуы болуы мүмкін.

Жентектеу ұнтақтық металлургияның қорытынды технологиялық өндеуі болып табылады. Жентектеу үдерісінде кеуекті зат компактті кеуекті немесе идеалда кеуексіз матеиалға айналуы өтеді. Жентектеу үдерісінде кеуектіліктің сұйықталуы салдарынан қоспаның тығыздығы жоғарлайды, яғни бастапқы мөлшерленген қоспаның көлемі азаяды немесе оның шөгуі өтеді.

Жентектеу (Ж) суық пресстаудан кейін (СП + Ж әдіс) пресстеу және жентектеу процестерін біріктіру – ыстық изостатикалық прстеу әдісімен (БИП), кезінде жүк-салмақты салусыз орындалады. Сонымен бірге БИП негізгі әдіс ретінде де, СП + Жнемесе ГП кейін қосымша өндеу ретінде де қолданылуы мүмкін. БИП-ді бейтарап газды беру есебінен жетілетін, жоғары қысымды (300 МПа дейін) пештерде жүзеге асырады.

СП + Ж әдісі ең арзан болып табылады. Ыстық пресстеу әдістері анағұрлым энергия сыйымды және беріктігі жоғары графиттен қымбат тұратын пресс әбзелдерін қолдануды талап етеді. Демек, жаппай өнімді дайындау үшін СП + Ж әдісі негізгі болып табылады. Қатты қорытпалардан кескіш пластиналарды солай СП -+ Ж әдісімен дайындайды.

ГП әдісі басты негізде үлкен габаритті өлшемді өнімдерді жасау үшін қолданылады – сымдауыш және ұнтақтау шар. БИП әдісі ауыр жүктелетін қалыптау аспаты дайындау үшін қолданады.

Қышты дайындау кезінде ГП әдісті қолдану оның төмен беріктігімен байланысты аса өзекті. ГП әдісін СП+Ж әдісінің орнына қолдану қоспаның кеуектілігін 2-ден 0,5 % -ға дейін төмендетеді және оның механикалық қасиеттерін жоғарлатады.

БИП әдісімен алынған өнімдерде тығыздық анизотропиясы болмайды, яғни теңтығыздықты (бұл СП + Ж және ГП әдістері үшін тән,

бір бағытты жүктеуде қол жетпес). БИП әдісімен алынған қыш, барынша төзімділікке ие, алайда бұл технология өте қымбат.

Қатты қорытпалардың негізі фазасы 80 % және артық мөлшерде карбидтер мен карбонитриттер болып табылады. Қатты қорытпалар жоғары қаттылық (87...92 HRA, сонымен қатар HRC = 2 HRA - 104) және жылу төзімділікке (800... 1 100°C) ие, сондықтан қатты қорытпалы аспаптарды қолдану кезіндегі кесудің рұқсат етілген кесу жылдамдықтары да жоғары (100.300 м/мин).

Қатты фазаның түріне (карбидтер, карбонитриттер) және тізбектерінің түріне байланысты қатты қорытпалар келесі төрт түрге бөлінеді: вольфрамкобальтты (ВК типті); титанвольфрамды (типа ТК); титанотанталвольфрамкобальтты (ТТК типті); карбид және титан карбонитрид (ТН және КТН түрлері) негізінде вольфрамсыз.

ВК типті қорытпалар. Осы типті қорытпалар «ВК» әріпімен және кобальттің құрамын көрсететін, санмен маркаланады, себебі осы қорытпалардың қасиеті кобальттың құрамымен анықталады. Кобальттың мөлшерін ұлғайту қорытпалардың беріктігін жоғарлатуға әкеледі, алайда олардың қаттылығы мен тозу төзімділігі төмендейді. Осы топ қорытпаларының жылу төзімділігі шамамен 900 °С құрайды. Олар сондай-ақ басқа қатты қорытпалармен салыстырғанда ең үлкен беріктікке ие.

рамында кобальті бар қорытпалар қолданылады, яғни негізінде төменкобальтты (ВК4, ВК6, ВК8 маркалы). 10.15% кобальтті бар қорытпаларды бұрғылау аспапты, ал жоғарыкобальтті – қалыптау құрал-саймандарды жасау үшін қолданады. оыс типтің қорытпалары элементті жоңқалы (жарықшақ жоңға) материалдарды кесумен өндеу үшін қолданылады және бірінші кезекте шойындарды, сондай-ақ түсті металдарды және шыны пластиктерді, себебі кесу кезінде динамикалық жүктемелер туындауы беріктігі жоғары қорытпаларды қолдануды талап етеді.

ТК типті қорытпалар. Осы типті қорытпалар әріптік-цифрлік белгіленеді. «Т» әріпінен кейінгі сан қорытпада титан карбидінің құрамын көрсетеді, ал «К» әріпінен кейінгі сан – кобальттің. ВК типті қорытпалармен салыстырғанда олардың жыду төзімділігі– 1 000 °С жоғары, ал беріктігі төмен. Кобальттің құрамын ұлғайту біруақытта қаттылық пен жылу төзімділікті төмендетумен беріктіктің жоғарлауына әкеледі.

ТК типті қорытпалар (Т30К4, Т15К6, Т5К10 марка) құйма жоңқалы материалдарды, болатты өндеу үшін қолданылады. Болатты өндеген кезде жарықшақ жоңқалы шойынға қарағанда аспап өнделетін материалмен тұрақты байланыста болады, бұл

6.1.кесте.Қатты қорытпалардың қасиеттері туралы жалпы мәліметтер

Қорытпа тобы	Марка	Химиялық құрам, %				Бүгіліс кезіндегі беріктік шегі, МПа, кем емс	Тығыздық, г/см ³	Қаттылық HRA
		WC	TiC	TaC	Co			
Вольфрам-дық	ВКЗ	97	—	—	3	1 200	15,0. .15,3	89,5
	ВКЗ-М	97	—	—	3	1 200	15,0. .15,3	91,0
	ВКЗ-МЛ	97	—	—	—	1 200	14,9. . 15,2	91,5
	ВК4	96	—	—	4	1550	14,9. . 15,2	89,5
	ВК6	94	—	—	6	1550	14,6. .15,0	88,5
	ВК6-М	94	—	—	6	1450	14,8. . 15,1	90,0
	ВК6-0М	94	—	—	6	1 300	14,7. .15,0	90,5
	ВК6-С	94	—	—	6	1 600	14,8. . 15,0	88,0...91,0
	ВК8	92	—	—	8	1 700	14,5. . 14,8	88,0
	ВК8-В	92	—	—	8	1 850	14,4. . 14,8	86,5
	ВК8-ВК	92	—	—	8	1 800	14,5. . 14,8	87,5
	ВК8-КС	92	—	—	8	2 300	14,6. . 14,8	87,0...88,5
	ВК10	90	—	—	10	1 800	14,2. . 14,6	87,0
	ВК10-КС	90	—	—	10	2 400	14,2. . 14,6	85,0
	ВКЮ-ОМ	90	—	—	10	1500	14,2. . 14,6	88,0
	ВК11-ВК	89	—	—	11	1 900	14,1. . 14,4	87,0
	ВК12-КС	88	—	—	12	2 500	14,2. . 14,4	86,5
	ВК13	87	—	—	13	2 600	14,1. .14,3	86,5

Ескерту. МҚ тобының қатты қорытпаларында көрсетілген химиялық элементтерден басқа ниобий (1,5... 3 %), көміртек (6... 8 %) және азот (0,85 %) болады. Осы элементтердің жаппай үлесі қатты қорытпаның маркасына байланысты

	BK15	85	—	—	15	1 900	13,9. . 14,4	86,0
	BK20	80	—	—	20	2 100	13,4. . 13,7	84,0
	BK20-KC	80	—	—	20	2 150	13,4. . 13,7	82,0
	BK25	75	—	—	25	2 200	12,9. . 13,2	82,0
Титан-вольфрам-дық	T5K10	85	5	—	10	1450	12,5. . 13,1	88,5
	T14K8	78	14	—	8	1 300	11,2. . 11,6	89,5
	T15K6	79	15	—	6	1 200	11,1. . 11,6	90,0
	T30K4	66	30	—	4	1 000	9,5. . 9,8	92,0
Титантан-талволь-фрамдық	TT6K8	86	4	2	8	1 650	13,4. . 13,7	88,0
	TT7K9	84	4	1	9	1 500	13,4. . 13,8	90,0
	TT7K12	81	4	3	12	1 700	13,0. . 13,3	87,0
	TT8K6	86	5	3	6	1 350	12,8. . 13,3	90,5
	TT20K9	71	14	6	9	1500	12,0. . 12,5	91,0
	TT21K9	70	14	7	9	1500	11,6. . 11,9	91,0
	TC1	87	2	2	9	1 800	14,6. . 15,0	91,5
Титантан-талволь-фрамдық	BP322	89	—	3	8	1 700	14,6... 15,0	90,5
Металқыш (МК)	MC111	51,5	15,5	9,5	11,5	1 200	10,2... 10,4	91,0
	MC137	65	8	5	11	1 400	11,7... 11,8	90,5
	MCI 46	71	3	6	11	1 800	13,0...13,2	89,0
	MC221	80	2	3,5	5,5	1 650	13,8...13,9	91,0

оның үлкен қызуын анықтайды. Демек, аспаптық материалдан жоғары жылу төзімділік талап етіледі.

ТТК типті қорытпалары (ТТ7К12, ТТ8К6, ТТ20К9 маркалар). Осы қорытпалардың белгілеуінде екі «Т» әріптерден кейінгі сан титан TiC және TaC тантал карбидтерінің жиынтық құрамын көрсетеді.

Тең жылу төзімділік кезінде (1 000 °C) ТТК типінің қорытпалары ТК қорытпаларының қаттылық және беріктігінің үйлесуі бойынша басым түседі. Мысалы, кобальттың бірдей құрамында ТТ8К6 маркасының қорытпасы қаттылық пен беріктігі бойынша Т15К6 маркалы қорытпалардан басым келеді. Тантал карбидімен қоспалаудың ең үлкен әрекет тигізуі циклдік жүктемелерде көрініс алады: соққы қажу ұзаққа жарамдылығы 6 – 25 есе жоғарлайды. Құрамында тантал бар қорытпалар негізінде үлкен күштік және температуралық жүктемелермен ауыр жағдайлар үшін, яғни тіліктің үлкен қималары, үзілді кесуде және ауыр өнделетін (ыстыққа төзімді) материалдарды кескен кезде қолданылады.

ТН және КНТ типті қорытпалар. Никель-молибден тізбекті карбид және карбонитрит негізіндегі вольфрамсыз қатты қорытпалар (ВСКҚ). Мысалы, 16 маркалы КНТ типті қорытпа мына құрамға ие: TiCN – 74%, Ni – 19,5%, Mo – 6,5%, ал маркасы 20 ТН типті қорытпа құрамға ие: TiC – 79 %, Ni – 15 %, Mo – 6 %. ВСКҚ жылу сыйымдылығы бойынша (800 °C) құрамында вольфрамы бар қорытпалардан кем келеді. Олардың беріктігі мен иілмдік модулі де төмен.

ВСКҚ жылусыйымдылығы мен жылу өткізгіштігі дәстүрлі қорытпаларға қарағанда төмен, демек, кесу кезінде бөлінетін бірдей жылу мөлшерінде ВСКҚ-дан аспаптың кескіш жиегі қатты қызыйды, бұл төме жылу төзімділігімен қатар кесудің жоғары жылдамдықтарында осындай аспаптыңаса төмен төзімділігін белгілейді. ВСКҚ аса төмен беріктігінен үлкен жіберу және кесу тереңдігімен күштік кесу кезінде дәстүрлі қорытпалардан кем келеді.

Ескерту. МҚ тобының қатты қорытпаларында көрсетілген химиялық элементтерден басқа ниобий (1,5... 3 %), көміртек (6... 8 %) және азот (0,85 %) болады. Осы элементтердің жаппай үлесі қатты қорытпаның маркасына байланысты.

Аса төмен бағасына қарамастан, кескіш аспапты жасау үшін ВСКҚ-ны кеңінен қолдану проблемалы. Бұл қорытпаларды өлшеуіш және сымдайтын аспапты жасау үшін пайдаланған анағұрлым дұрыс.

Қатты қорытпалардың қасиеттері туралы жалпы мәліметтер 6.1. кестеде келтірілген.

«Қыш» сөзі Афина—Серамі ауданының атауынан шыққан, мұнда қышшылар өз өнімдерін өндірген (*keramos* күйдірілген материалды білдіреді). Дәстүрлі қыш – бұл фарфор, фаянс, жабынқыш, кірпіш.

Қазіргі кезде қыш еркше химиялық, фрикциялық және жылуфизикалық қасиеттерімен құрылымдық материал ретінде кеңінен қолданылады. Өнеркәсіпте қышты аспапты материал ретінде қолданады.

Құрамы бойынша келесі кескіш керамиканы қолданады:

- магний оксидтері мен цирконий қосылыстарымен оксидтік (99 % Al_2O_3) (ақ);
- баяу балқитын материалдардың оксидті-карбидті (60...80% Al_2O_3) (қара);
- оксидті-нитридті (40.60% Al_2O_3 и 60.40% TiN) (кортинит);
- Si_3N_4 (силинит) кремний нитритінегізіндегі нитридті.

Қатты қорытпаларға қарағанда қыш құрамында металлтізбектік болмайды, оның құрамына тек қана қатты құрауыштар – оксидтер, карбидтер, нитридтер кіреді, және сондықтан қыш аса жоғары жылу төзімділігіне (1 200.1 400 °C) және қаттылыққа (96 HRA дейін) ие, бұл 400.600 м/мин жылдамдықтарымен кесуді орындауға мүмкіндік береді. Қыш құрылымыда пластиналық фазаның болмауы оның жоғары сыңғыштығы мен төмен беріктігін анықтайды.

Оксидтіқыш. Тек қана алюминий оксидінен Al_2O_3 құралатын қыштың механикалық қасиеттері төмен. Оның беріктік шегі 200.350 МПа құрайды. Қыштың механикалық қасиеттерін жоғарлату, сығу кернеуін жасау мен арқаулайтын талшықтармен беріктендіру, құрылымды жақсырату есебінен жетіледі. Қыштың беріктігі кеуектілігінің кемуімен жоғарлайды. Кеуектіліктің кемуі суық престоуден (СП+Ж) ыстыққа (ЫП) көшкен кезде жетіледі. Түйіршіктердің өлшемі жентектеу температурасына байланысты, оның төмендеуі MgO қосындылары есебінен жетіледі

Беріктікті жоғарлату үшін аса тиімді қыш құрамына цирконий оксидін ZrO_2 (5... 15 мас. %) ендіру.

Қышты ақрқаулау сызаттардың таралуын ұстайтын, кремний карбидінің SiC монокристалдық талшықтарды («мұрттарды») енгізумен жүзеге асырылады. Құрамында 30 % SiC кезінде қыштың 25.30% беріктігінің жоғарлауы басталады, сонымен қатар жылу өткізгіштің жоғарлайды.

Оксидтік-карбидтіжәне оксидті-нитридті қыш. Олардың құрамына алюминий оксидінен басқа баяу балқитын элементтердің

карбидтері немесе нитриттер кіреді. Осы элементтерді енгізуден тиімділігі бөлшектерді жентектеу және нәтижесінде майда түйіршікті құрылымды (түйіршіктердің өлшемі шамамен 2 есе төмендейді) алу кезінде рекристалдану үдерісін басумен анықталады, бұл қыштың берктігін жоғарлатуға әкеледі.

Нитридті қыш. Осындай қыштың негізі—кремний нитриді Si_3N_4 . Таза кремний нитридінен тығыз материалды қалыпты қысым кезінде оның термикалық ыдырауы температурасына дейін алуға болмайды. Бұл оның атомдарының төмен диффузиялық жалжымалығымен және дислокациялардың жылжуына жоғары кедергісімен түсіндіріледі. Қажетті тығыздық белсендетуші қосындыларды қолданумен жетіледі, себебі кремний нитридінің және белсендеткіштің ұнтақ қоспаларын қыздырған кезде, сұйық фаза түзіледі. Осындай қосынды кезінде магний оксиді анағұрлым тиімді, оны аз мөлшерлерде енгізу материалдың толық беріктенуіне жетуге мүмкіндік береді.

6.3. АЛМАЗДАР ЖӘНЕ БОРДЫҢ ТЕКШЕ НИТРИТІ НЕГІЗІНДЕ АСА ҚАТТЫ МАТЕРИАЛДАР (АҚМ)

Алмаз бордың текше нитриті 18 атомнан құралатын кристалдық торкөзге ие, атомдар келесі түрде орналасқан: 8 – текшенің жоғарысында; 6 – орталық жиекте; 4 – жиек орталықтары арқылы өтетін, үш өзара-перпендикуляр жазықтықтармен қарапайым текше ұяшығының бөлінуімен түзілген, төрт және сегіз текше орталықтарында.

Алмаздың торкөзінде барлық атомдар – бұл көміртек атомдары. Бордың текше нитритінің торкөзінде текшенің бұрыштарында және оның жиектерінің орталықтарында бордың атомдары орналасады, ал өзара-перпендикуляр жазықтықтарымен түзілген, сегіз текшенің төртеуінің орталығында – азот атомдары.

Сонымен бірге қарапайы ұяшыққа азоттың төрт атомы және бордың төрт атомы тиесілі. Осындай текше торкөз сфалеритке де (минерала, являющегося одной из модификаций цинковой обманки ZnS) тән, сондықтан бордың текше нитритін «B№ф» белгілейді.

Алмаз табиғаттағы барлық материалдардан ең қаттысы болып табылады және алмаздың иілімдік модулі барлық белгілі қатты заттардың иілімділігінен жоғары. Осы қасиеттері бойынша алмазға бордың текше нитриті кем келеді. Жоғары қаттылық материалдардың елеулі сынғыштығын анықтайтындықтан, бор нитритінің беріктігі алмаздың беріктігінен төмен.

Аспаптық материал ретінде бор нитритімен салыстырғанда

алмаздың артықшылықтарына аса жоғары жылу өткізгіштік және термикалық кеңейтілімнің төмен коэффициенті жатады, алайда алмаз да, бортдың текше нитриті де осы параметрлер бойынша басқа спаптық материалдардан артық келеді.

Алмаз және бор нитритінің синтезі өте жоғары қысым (5 000 МПа жоғары) мен температураларда (2 500°C және жоғары) арнайы камераларда өткізіледі. Жүзді аспапты жасау үшін негізінде жасанды АҚМ және сирек табиғи алмазды қолданады. аса қатты материалдарды кристалдар түрінде қолданады немесе ұнтақтарды жентектеу арқылы алады.

Бор нитриті негізіндегі аса қатты материалдар «композит» атауына ие болды.

Композит-01 (эльбор), композит-02 (белбор) және композит-09 (ПТНБ)— бұл поликристалдар.

Композиттер-05 және композиттер-10 (гексанит-Р) бор текше нитриттің бөлшектерін жентектеп алады (шетелде бор нитрит негізіндегі АҚТ-ты тек қана осы технологиямен алады). АҚМ ұнтақтарын жентектеумен алатын материалдардың тобы, ең сансын болып табылады, себебі бұл жағдайда олардың әртүрлі қасиеттерін қамтамасыз ететін әртүрлі технологиялық нұсқалар (тізбектеу, жентектеу технологиясы) мүмкін, сонымен қатар үлкен өлшемді дайындамаларды алуға мүмкіндік бар.

Алмаздық поликристалдардан АСПК (карбонадо) және АСБ (баллас) маркалы АҚМ жасайды.

Алмаз түйіршіктерін жентектеумен алған материалдардан СВБН және СКМ (карбонит) маркалы АҚМ өндіреді.

АҚМ дайындамалырының бекітуін оларды аспаптың корпусына бекітілетін, металқыш ендірмелерге пресстеумен, сондай-ақ корпустың ойығына нақыштау және дәнекерлеумен жүзеге асырады.

6.4. ПЛАСТМАССАЛАР

Өнеркәсіп қолданылатын негізгі полимерлік материалдардың (пластмасс, талшық, синтетикалық каучуктар және лак бояу қаптама) пластикалық салмағы бірінші орын алады. Пластмассалар (пластиктер) қыздырған кезде жұмсаруға қабілетті және қысым астында белгілі тұрақты пішін алатын полимерлер негізінде органикалық материалдарды ұсынады. Кәдімгі пластмассалар бір химиялық полимерлерден құралады. Күрделі пластмассалар полимерлерден басқа толықтырғыштар, пластификаторлар, бояғыштар, қатайтқыштар, катализаторлар және басқа қосындылардан тұрады,

сонымен бірге осы пластмассаларда полимерлер байланыстырғыш және матрицалық құраушы рөлін атқарады.

Толықтырғыштар полимерге қатысты инертті заттар болып табылады: ағаш ұны, қағаз, мақта-мата кездемесі және көмір шаңтозаңы, сондай-ақ слюда, асбест, графит, кварцты ұн, темір ұнтақ және шынымата жатады. Толықтырғыштардың пластмассалардың механикалық қасиеттерін жақсарту және әртүрлі орталарда оның төзімділігін жоғарлату үшін ғана емес, сонымен қатар дайын өнімді арзандату үшін қолданылады.

Пластификаторлар (күрделіэфирлер,стеарин,олеинқышқылы,дибутилфталат) пластмассаларға иілгіштікті, жеңілдікті, оларды өндеуді оңайлату, аязға төзімділікті және отқа төзімділікті беру үшін 10.20% мөлшерінде қосады.

Пластмассалардың өміршендігін арттыру үшін оларға тұрақтан дырғыштарды(фотоқышқылдануды алдын алатын жарықтұрақтан дырғыш,жәнетермикалық қышқылдану реакциясын алдын алатын тотықсыздандырғыш) енгізеді.

Қатайтқыштар (аминдер)және катализаторлар(асқын тотығу қосылыстар) молекулалық байланыстарды жасау үшін және қатайтқыштың молекулаларын ортақ молекулалық торға ендіру үшін пластмассаларға бірнеше пайыз мөлшерінде енгізеді.

Майлағыш заттар (стеарин,олеинқышқылы) өнімдердің өндірісінде және пайдаланған кезде пластмассаның жабысуын алдын алу үшін қолданады.

Бояғыштар (минералды пигменттер,органикалық бояулардың спирттік ерітінділері) пластмассаларға белгілі бояу береді және олардың құнын төмендетеді.

Газ толтырыған пластмассаларды өндіру үшін кеуек түзуші немесе көбіктенгіш агенттерді қолданады, олардан қыздырған кезде газдар бөлінеді.

Пластмассаларды бірнеше өлшемшарттары бойынша: синтез тәсілі бойынша, толықтырғыш түрі, қыздыруға қатынасы, құрылымы және қолданылуы бойынша жіктейді.

Синтез тәсілі бойынша полимерлеу, поликонденсация және химиялық түрлендірумен алатын полимерлерді ажыратады.

Полимерлеу кезінде мономер молекулалары жана өнімдерді түзусіз қосылады. Поликонденсаттау кезінде бастапқы заттар құрамынан ерекшеленетін полимерлер алады, себебі реакция үдерісінде қосымша төмен молекулалы өнімдер түзіледі.

Химиялық түрлендіру әдісі сутек атомдарын немесе басқа элементтерді полимерлік тізбектің өзінде жаңа атомдар мен топтарға ауыстыруда.

Толықтырғыштың түрі бойынша ұнтақтар түрінде қатты толықтырғышпен (графит, ағаш ұны, кварц, гипс басқалары), талшытар (мақта және зығыр қыл-қабыны, шыны және асбесттен талшықтар) немесе қабатты материалдар (мақта-мата кездемесі, шыны, асбесті және қағаз), сондай-ақ газ тәрізді толықтырғышпен пластмассалары ажыратады.

Қыздыруға қатысы бойынша пластмассаларды **термопластикалық (термопласты)** және **термореактивті (реакто-пласты)** бөледі.

Термопластикалық пластмассалар қыздырған кезде жұмсарады, ал салқындатқанда – қатады. Қыздырған жән есалқындатқан кезде бұл полимерлерде ешқандай қайтымсыз әрекеттер болмайды. Жиі осы таза полимерлер немесе полимерлер композициялары пластификаторлар және тогыздырмастармен. Термопластар төмен шөгуге ерекшеленеді (1 ...3 %).

Термореактивті полимерлер (шайыр) негізіндегі термореактивті пластмассалар жылумен өндегеннен кейін (қатайытқан) термотұратқы күйге ауысады. Термореактивті пластмассалардың ығытығымен ерекшеленеді, жоғары шөгуге ие (10.15%) және құрамында толықтырғыштар бар.

Қолданылуы бойынша пластмассалар күштік күштік (құрылымдық, фрикциялық, антифрикциялық) және күштік емес (оптикалық мөлдір, радиомөлдір; химиялық төзімді; электр- және жылу оқшаулағыш, сәнлік, тығыздағыш, қосалқы) бөлінеді. Алайда мұндай бөліну шартты, себебі бір пластик бірнеше топқа тән қасиеттерге ие болуы мүмкін.

Құрылым бойынша аморфты және кристалдық полимерлерді ажыратады. Полимердің өсіп келе жатқан кристалға кристалдануы кезінде дереу бір қаптама макромолекулалар қоылады. Макромолекулалардың аз қозғалғыштығынан полимерлер кристалданусыз аморфты күйге (шыны тәрізді) өзгеріп оңай бөлме температурасына дейін жеңіл салқындайды.

Термопластикалық пластмассалар. Термопластикалық пластмассалардың (термопластардың) негізін сызықтың немесе тармақталған құрылымды полимерлер құрайды. Термопластар 70 °C жоғары емес температурада жұмыс істеуге қабілетті. Основу термопластичных пластмасс (термопластов) составляют полимеры с линейной или разветвленной структурой. Алайда кейбір тұрақты пластмассалар 200 °C дейін тұрақты, қатты тізбектері мен циклдік құрылымды термотөзімді полимерлер – 600 °C дейін.

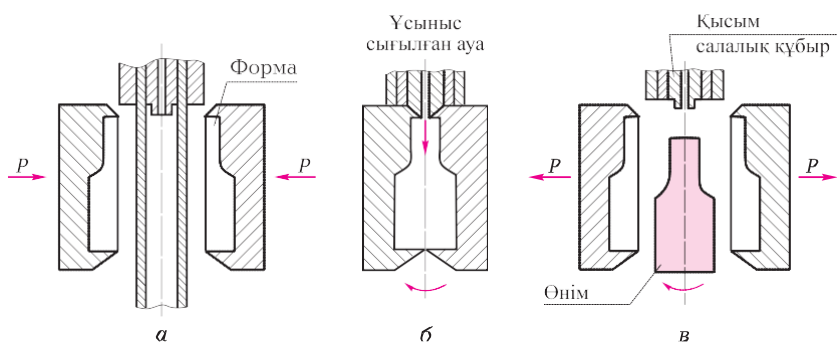
Термопластардың беріктік шегі серіпімділік модулі (1,8...3,5) 10³ МПа кезінде 10... 100 МПа диапазонында өзгереді, төзімділік шегі 0,2-0,3 құрайды.

Термопластарды өріссіз және өрістілерге бөледі. Өріссіз термопластар полиэтилен, полипропилен, полистирол және фторопласт-4 тұрады.

Полиэтилен – этилен газын полимерлеу өнімі кристалдаушы полимер болып табылады. 20 °С кезінде оның кристалдану дәрежесі 50.90% жетеді және алу тәсіліне байланысты. Жоғары қысым және температураларда 200.300 °С полимерлеумен алынатын полиэтиленді жоғары қысымды полиэтилен (ЖҚПЭ) деп атайды, немесе тығыздығы төмен полиэтилен (ТППЭ) деп атайды. Төмен қысым (200 МПа төмен) және 80 °С төмен температуралы салада төмен қысымды полиэтилен алады (ПЭНД), немесе тығыздығы жоғары (ТЖПЭ). 300.400 МПа қысымда, шамамен 150 °С температурада орташа қысымды полиэтилен (ОҚПЭ) алады.

Полиэтилендер су төзімлікке, химиялық тұрақтылыққа және жақсы диэлектрлік қасиеттерге ие. Электроқшаулаушы материал ретінде полиэтиленді электр- және радиотехникада, кабель өнеркәсібінде, маталарды, қағазды және ағашты ылғалдандыру үшін (қысым кабельдерінің қорғаныс қыртыстрын, жоғары жиілікті бөлшектердің қондырғыларын оқшаулау үшін және коррозиялық төзімді бөлшектерді – құбырларды, төсемдерді, шлангларды дайындау үшін) қолданады.

Полиэтиленді қабықша, қаңылтыр, құбыр және блок түрінде шығарады. Полиэтилен қабықшалары жақсы газ өткізгіштікке ие, алайда су булары олар арқылы нашар өтеді, сондықтан оны өнімдердің қаптамасы үшін қолданылады. Полиэтилен экологиялық зиянсыз болғандықтан, оны медицинада, тұрғын үй құрылысында,



6.2.сур.Дайындамадан үрлеп шығару әдісімен қуыс өнімдерді алу кезеңдері:

а — пресс-материалды беру ; б — қалыпты қабыстыру, сығылған ауаны беру, өнімді қалыптау және салқындату; в — қалыпты ашу және өнімді алу

азық-түлік машинажасауда және халық тұтынатын тауарлардың өндірісінде қолданады. полиэтиленнің кемшілігі ескіруге бейімдігі. Ескіруден қорғау үшін полиэтиленге 2...3 % күйе енгізеді, бұл ескіру үдерісін 30 есе баяулатады.

Полиэтиленнен өнімдерді кейінгі үрлеумен қысым астында немесе экструзиямен алады. Орталықтан тепкіш құймамен полиэтиленнен құбырлар жасайды. Қалыптанған өнімдерді 130.150 °С кезінде қалыптайды. Полиэтиленнен өнімдер дәнекерлеу және пісірумен жалғаса алады.

Термопластан өнім алғанда пресс-материал қысым астында тұтқыраққыш күйге дейін қыздырылады (бұл оның біркелкілігін қамтамасыз етеді), содан кейін құюжол саңылауы арқылы ашық құйма қалыпына бүркіледі (6.2, а сур.). содан кейін қалып Рқүшімен қабысады және оған жоғары қысым астында сығылған ауа айдалады. Термопласт қалыптың қуысын толтырады, содан кейін салқындау басталады (6.2, б сур.). Әрі қарай қалып ашылады және одан дайын өнім шығарылады (6.2, в сур.).

Қысым астындағы құю циклдік үдеріс болып табылады, ол аяқталғанда дайын өнім алады, сондықтан бұл әдіс дара өнімдерді жасау үшін қолданылады.

Термопластарды қайта өндеудің тағы да бір кең таралған әдісі экструзия болып табылады – әртүрлі конфигурациялы өнімді алу үшін қажетті саңылаулары әртүрлі пішінді экструзиялық бастиекке – қалыптастырушы орган арқылы тұтқыр аққыш күйдегі, материалды үздіксіз басып шығару арқылы өнімді жасау үдерісі.

Бұл әдіспен шлангаларды, құбырларды, әртүрлі профильдік өнімдерді, кабель өнімдерінің электр оқшаулағыш қаптамаларын ыдыс, орама-бума материал (линолеум, ламинатталған қағаз, термопласттардан қаптама матлар) жасайды. Үрлеумен экструзия әдісімен қуыс өнімдерді алады (өрт сөндіргіштердің корпустары, канистарлара, құтылар), қалыңдығы әртүрлі полиэтилен үлдірін және басқа өнімдері алады.

Пластмассаларды экструзиямен қайта өндеу артықшылығы технологиялық үдеріс үздіксіз болып табылады және дәл өлшемді және жоғары сапалы өнімдер алуға мүмкіндік береді.

Полипропилен пропиленді полимерлеу өнімі болып табылады.

Полипропилен өндірісінің технологиялық үдерісі көбінесе төмен қысымды полиэтилен өндірісіне ұқсас. Полиэтиленмен салыстырғанда полипропилен аса жылу төзімді (150°С дейін), сондай-ақ аса жоғары беріктік пен соққы тұтқырлығына ие. Сонымен қатар тұрақтандырылмаған полипропилен жылдам ескіруге бейім және төмен аяз төзімділікке (-30 °С дейін) ие.

Полипропиленнен өнімдерді қалыптау, қысым астында құюмен, пневматикалық және вакуумдық престеу алады. Оны металға, матаға, картонға пісіруге және тозаңдатуға болады, сондай-ақ ол механикалық өндеуге оңай беріледі. Полипропиленді құбырларды, үлдірлерді, синтетикалық талшықты жасау үшін қолданады. полипропилен талшықтары иілгіш, берік және химиялық төзімді, тұрмыстық, техникалық маталар мен арқанарды, сондай-ақ кеуекті материалдар – пенопластарды жасау үшін қолданылады.

Полистирол – қатты, қатаң, мөлдір, аморфты полимер. Ол бензолда жақсы боялаты және ериді. Оның кемшіліктері кішігірім жылу төзімділік, сондай-ақ ескіру мен сызаттардың түзілуіне бейімділік.

Соққыға бері полистирол каучукты сополимер-стиролл блогын ұсынады. Кәдімгі полистиролмен салыстырғанда мұндай материал 3 – 6 есе артық жоғары соққы тұтқырғына ие және 10 есе артық жоғары салыстырмалы ұзарту, жоғары химиялық төзімділікке және жарықтермотұрақтылыққа ие, алайда оның диэлектрлік қасиеттері нашар.

Полистиролдардан аспаптардың, машиналардың бөлшектерінг су ыдыстарын, электр оқшаулау үшін үлдірлерді жасайды.

Фторопласт-4 (фторлон-4, политетрафторэтилен) түрлендірілген полимерлердің қатарына жатады. Ол кез келген еріткіштерге, сілтілерге, қышқылдарға ерекше төзімдікке ие және ерітілген сілтілік металл мен қарапайы фтор әсерімен ғана бұзылады. Фторопласт-4 сумен суланбайды, төмен үйкеліс коэффициентіне, жақсы электр оқшаулаушы және диэлектрлік қасиеттерге ие. Оның жұмыс диапазондары -269... +260 °C.

Фторопласт-4 кемшіліктері жоғары температурада улы фторды бөлуі, оны өндеу күрделігі (иілгіштің болмауынан), сондай-ақ төмен қаттылық, сырғыштыққа бейімділік және түйіспелі жүктеу кезінде бөлшектердің қатпарлануы .

Фторопласт-4 құбырларды, шұраларды, крандарды, мембраналарды, беріктендіргіш төсемдерді, манжеттерді, сильфондарды, тұрақты қаптамаларды, үлдірлерді, талшықтарды, мойынтіректерді (майлауды қажет етпейтін), электртехникалық және радиотехникалық бөлшектерді жасау үшін қолданады.

Өрісті термoplastар фторопласт-3, органикалық шыны, , поливинилхлорид, полиамидтен, полиуретан, полиэтилентерефталат, поликарбонат, полиарилат, пентапласт, полиформальдегидтен құралады.

Фторопласт-3 (фторлон-3) полиэтиленді хлорлау және фторлау кезінде алады. Хлор атомы енгізу макромолекула буындатқының

симметриясын бұзады, матеиал өрістіге айналады, оның диэлектрлік қасиеттері төмендейді, сонымен қатар созылымдыз пайдал болып, өнімді қайта өндеу жеңілдейді. Жұмыс температуралары -105. +70 °С диапазонында, алхимиялық төзімділігі бойынша фторопласт-4-тен кем келеді.

Фторопласт-3 жоғары температураларда жұмыс істейтінэлектр оқшаулағы бөлшектерді, коррозияға төзімді құбырларды, мембраналар мен қорғаныс қаптамаларды жасау үшін қолданылады.

Органикалық шыны – акрил және метакрил қышқылдарының күрделі эфирлері негізіндегі мөлдір аморфты термопласт. Органикалық шыны 1,18.1,19 г/см³тығыздығындажоғары механикалық беріктікке ие, шамамен -60 °С температураға дейін сыңғыштың болмауымен ерекшеленеді.

Қалыңдығы 3 мм органикалық шыны 92 % дейін ультракүлгін сәулені, инфрақызыл сәуленің көп бөлігін және 75 % дейін жарықтың көрінетін бөлігін өткізеді. Ол жақсы диэлектрлік қасиеттерге және табиғи жағдайларда ескіруге төзімділігіне ие

Сыртқы күштердің әсер тигізуімен органикалық шыныда жарықтар пайда болуы мүмкін, олар жиі ішкі шағылыстың қуыстарын түзеді, бұл оның мөлдірлігі мен беріктігін төмендетеді. Жарылуға төзімділігін жоғарлату үшін органикалық шыныны қыздырылған күйінде екі өзара перпендикуляр бағытта созуға ұшыратады, бұл оның соққы тұтқырғын 7– 10 есе ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Органикалық шыны араласқан қышқыл мен сілілердің, көмірсутек отын мен майлағыш материалдардың әсер тигізуіне төзімді. Ол жеңіл пісіріледі және желімделеді.

Органикалық шыны табиғи жағдайларда баяу ескіреді, а кемшілігі – биік емес беттік қаттылығы.

Органикалық шыныны жарық аппаратураны өндіргенде қолданады, одан ұшақ пен автомобильдердің шыныларын, білдектердегі қорғаныс қалқандарды, саған өнеркәсібінде шыны мен оптикалық линза жасау үшін қолданылады.

Поливинилхлорид аморфты полимер болып табылады. Ол жақсы электр оқшаулағыш сипаттарға, химикаттарға және атмосфераға төзімділікке ие, жануды қолдамайды.

Поливинилхлоридтенпластмассалардың екі түрін – вини-пласт және пластикат жасайды.

Винипласт пластификатталмаған қатты поливинилхлоридті ұсынады, жоғары беріктік пен серіпімділікке ие. Сонымен қатар жақсы өнделеді, қалыптасады, майысады, басылады және үрленім шығарылады, пісіру мен желімдеуге беріледі. Қаңылтыр, құбыр, үлдір және пісіру шыбықтары түрінде шығарылады.

Винипластанқұбырлар, желтешкі қондырғыларының бөлшектері, жылу алмастырғыштар, құрылыс қаптау материалдары жасалады. Құрылымдық материал ретінде ол түсті металдарды алмастыра алады.

Үлдірлі винипласт қыздырған кезде металл және бетонмен желімделеді.

Оны коррозияға қарсы қаптама ретінде химиялық аппаратураны футерлеу үшін сымдарды оқшаулау үшін дәрі-дәрмектерді және тағамдарды қаптау үшін, кітаптардың тыстары жасау үшін және т.б. мақсаттарда қолданылады.

Кемшіліктері кіші ұзақ беріктік және төмен температураларда сыңғыштық.

Пластикат пластикланған поливинилхлоридті ұсынады, жоғары аяз төзімділікті (-50 °C дейін) және ескіруге жақсы төзімділігімен.

Оны үлдір, түйіршік, таспа және түсіктер (кабельдік пластикат) ретінде шығарады.

Үлдір пластикат иілгіш, ылғал өткізбейтін, жаңғыш емес, жақсы диэлектрлік көрсеткіштерге ие, бензин және әртүрлі майлардың әсеріне төзімді.

Пластикат кабельдерді оқшаулау мен құбырларды жасау үшін кеңіне қолданылады.

Полиамидтер амиадты және метилен топтарынан құралатын күрделі тізбекті полимерлерді ұсынады. Олар жоғары меншікті беріктікке, иілімдікке, деформациялайтын қабілетіне, жоғары коррозиялық төзімділікке, электр оқшаулағыш және антифрикциялық қасиетке ие. Тозу төзімділікті жоғарлату үшін және үкелудің коэффициентін төмендету үшін полиамидке антифрикциялық толықтырғыш – графитті, молибден дисульфид және т.б. ендіртеді.

Полиамидтердің кемшіліктеріне төмен аяз төзімділік, кейбір гигроскопиялық, ескіруге бейімділік, 100 °C жоғары температурада беріктіктің төмендеуі жатады.

Полиамидтерден сырғы мойынтіректерін, төлкелерді, муфталарды, ескіш бұрандалардың қалақшалары, электр оқшаулағыштар, медициналық аспаптар және т.б. жасалады. Оларды сонымен бірге үлдір, талшық, лак қаптамаларын, сіңіргіш материалдар мен әртүрлі өнімдерді жасау үшін қолданады.

Толтырғышымен термопластар. Термопластар үшін толтырғыштар ретінде шыны талшығы, асбест, органикалық талшықтар мен маталар қызмет атқарады.

Жиі майда кесілген шыны талшықпен толтырылған полиамид және поликарбонат қолданылады. Мұндай материалдар жоғары беріктік пен жылу төзімділік, ескіруге қарсылық пен тозу төзімділігі ие.

Синтетикалы талшықтар түріндегі толтырылған термопластар болашағы бар болып табылады.

Қатпарлы термопластардан сырғу мойынтіреткреді, тісті доңғалақтарды, құбырларды, бұрандаларды, агрессивті орта ыдыстарын және басқаларын жасайды.

Термореактивті пластмассалар. Термоактивті пластмассалар(реактопласттар), құрамындағы байланыстырғы элементпен қатар (шайыр) әртүрлі толықтырғыштар (ұнтақты, талшықтынемесеқатпарлы), термопластардан жоғары жылу төзімділігімен, кәдімгі температураларда жүк-салмақ астында сырғыштықтың толықтай болмауымен және оларды қолданатын температурала диапазонында физикалық-механикалық қасиеттерінің тұрақтылығымен ерекшеленеді. Көптеген термоактивті пластмассаларды фенол-формальдегидті және фенол-альдегидті полимерлер негізінде алады. Осындай негіздегі алуан түрлі пластмассалар фенопластар атауын алған. отличаются от

Өнеркәсіпте пресс-ұнтақтар, талшықты прессматериалдар мен табакты толықтырғыштармен прессматериалдарға бөлінетін фено-формальдегид негізінде престелген материалдарды кеңінен қолданылады.

Пресс-ұнтақтарды техникалық және тұрмыстық өнімдерді жасау үшін қолданады. Осындай материалдардың қажетті қасиеттері әртүрлі полимерлерді, қатайтқыштарды, сондай-ақ бояғыш заттар мен арнайы қосылыстарды қолдану есебінен жетіледі. Органикалық толықтырғыштардан неғұрлым жиі ағаш ұнын қолданады. Минералды толықтырғыштар (слюда, кварц, балқыма шпат, каолин) жылу төзімділік пен су төзімділігі бойынша органикалықтардан артық келеді. применяют для изготовления технических изделий.

Пресс-ұнтақтаршамалы физикалық-механикалық қасиеттерге ие және қолданыста шектеулі.

Талшықты пресс-материалдар пресс-ұнтақтарға қарағанда, аса жоғары физикалық-механикалық қасиеттерге ие. Олардың толықтырғыштары ұзын талшықты асбест, мақта-мата целлюлоза, шыны талшығы.

Талшықтар деп аталатын, мақта-мата целлюлозадан толтырғыштарды негізінде техникалық мақсатта пайдаланатын бөлшектерді жасау үшін қолданады. Сығу кезіндегі талшықтардың беріктігі кемінде 1 200 МПа, алсоққы тұтқырлығы – 90 жәнеодан көп кДж/м²құрайды, сонымен бірге бұл қасиеттер талшықтың ұзындығына байланысты. Корд жіптерін үшін арналған, аса беріктігі жоғары талшықты кәдімгі мақта-мата целлюлозаны талшықты

целлюлозамен алмастырғын кезде алады. Автошендерді жасаған кезде мақта-матаның ең үздік сұрыптарынан алынған жіптерді қолданады. талшықтардан жақсы антифрикциялық қасиеттерге ие бөлшектерді жасайды (алуартүрлі фланецтер, жұдырықшалар, айналдырықтар, бағыттаушы төлкелер).

Асбест талшықты деп аталатын, асбест толтырғышынан материалдар жақсы фрикиялық (тежегіш) қасиеттер мен жылу өткізгіштігіне ие, алайда су төзімділігі мен диэлектрлік қасиеттері бойынша пресс-ұнтақтардан кем келеді.

Шыны талшықтары толтырғышынан материалдарды шыныталшықтар деп атайды. Шыны талшығы оларға физикалық-механикалық қасиеттерді, ал шайыр – жақсы диэлектрлік қасиеттер мен химиялық төзімділікті қамтамасыз етеді. Шыны талшықтар жоғары меншікті беріктікке ие, діріл және айнымалы таңба жүктемелерге, коррозияға, микроағзалардың әсер тигізуіне кедергісі жақсы.

Табақты толықрығышты пресс-материалдар (қабатты пластиктер) ретінде мақта-мата кездемелер (текстолит), қағаз (гетинакс), асбест (асбестті текстолит) және шыны кездемелер (шынытекстолит), шынытекстолитті шпон (шыныталшықты анизотропты материалдар – ШТАМ) және ағаш шпон (ағаш-қабатты пластиктер – АҚП), механикалық беріктігі бойынша барлық басқа пресс-материалдардан артық келеді. Оларды радио-және электроникады, машинажасауда, химиялық өнеркәсіпте және құрылыста қолданады.

Текстолит терді мойынтіректерді, айналдырықтарды, төсем сақиналарды жасау үшін қолданады. текстолиттен жасалған мойынтіректер арнайы майлағыш материалды қолдануды қажет етпейді (су немесе су эмульсияны қолдануға болады). Үйкеліс коэффициентін төмендету және жылуөткізгіштікті жоғарлату үшін текстолитке графит қосады.

Гетинакс тардыэлектр- және радиоөнеркәсібінде, әсіресе радиоқабылдағыштар мен теледидарлардың баспа сұлбалары өндірісінде, сондай-ақ бағдарламалық және есептік-шешу құрылғыларын жасау үшін қолданады.

Асбесттекстолиттер жоғары жылу төзімлігімен ерекшеленеді. Оларды тежегіш құрылғыларды, төсемдерді, төмен кернеулер мен жоғары температураларда жұмыс істейтін турбиналы генератор мен құрылғыларды жасау үшін қолданады.

Шыны текстолиттер білдектерде жақсы өңделеді және желімденеді. Оларды ұшаққұрылысында, кемежасауда, радиотехника және электртехникалық өнеркәсіпте қолданады.

Шыныталшықты анизотропты материалдарды шыны шпонды ыстық престоумен алады. Табақтарда жіптердің бағдарын өзгертіп, ШТАМ-ның қасиеттерін кеңінен түрлендіруге болады.

Ағаш–қабатты пластиктерді әдетте тақталар немесе жұқа қаңылтыр пішінінде жасайды. АҚП өндірісінде жиі қайыңды немесе бүк ағашының шпоның қолданады. АҚП-нің химиялық төзімділігі шамалы, алайда кәдімгі ағашпен салыстырғанда жоғары. АҚП-нің жылу төзімділігі 140 °С-қа дейін жетеді. Олардың кемшілігі суды сіңіру салдарынан ісініп кетуі болып табылады.

АҚП-ні кемежасауда, теміржол көлігінде, машинажасауда және электртехникалық өнеркәсіпте құрылымдық және антифрикциялық материал ретінде қолданылады. Олардан сондай-ақ айналдырықтарды, мойынтіректердің төсемдері, төлке және басқа материалдар жасайды.

Газбен толтырылған пластиктер. Бұл оқшаулаушыларға жататын материалдар, пенопласт және поропластарға бөлінеді. Пенопластарда газбен толтырылған микроскопиялық ұшықтар бір-бірімен хабарласпайды, осындай материалдардың тығыздығы, әдетте 300 кг/м³ құрайды. Поропластарда ұшықтар өзара хабарласады, олардың тығыздығы 300 кг/м³ жоғары. Пенопластармен поропласттар полистирол, поливинилхлорид және түрлі эфирлық полимерлер негізінде шығарылады.

Термопластикалық пенопластарды шынылау температурасынан 10...20°С –қа жоғары температура кезінде көпіртумен алады. Ең таралған және берік пенополистирол және пенополивинилхлорид болып табылады.

Эмульсиялық полимерден алынатын, пенополистирол қатып қалған көпіршік құрылымына ие, ылған және агрессивті минерал орталарының әсеріне төзімді болып табылады (шоғырланған азот қышқылынан басқа). Пенополистиролды теміржол вагондары мен тоңазытқыштарды жылылықтан оқшаулау үшін қолданады. тағам өнімдерімен түйісетін өнімдерді жасау үшін, термо- және оқшаулағыш материал ретінде өнеркәсіп салаларында қолданылатын, әдетте суспензиялық полистиролды пайдаланады.

Көбіне пенополистиролдалға ұқсас газбен толықтырылған пенополивинилхлоридтер қатты, жартылай қатты және иілімді болады. Қатты пенополивинилхлоридтер тақталар түрінде шығарылады.

Соңғы кезде шамалы тығыздық пен жоғары беріктікті үйлестіруге мүмкіндік беретін арқауланған газбен толтырылған пластмассаларды қолданады. Арқаулау үшін металл табақ немесе аса берік пластмассадан жасалған табақтарды қолданады.

6.5. РЕЗЕҢКЕ

Резеңке – сиректорлық құрылымды подимерлі материал, онда жоғары иілгіш полимер: табиғи каучук (ТК) немесе синтетикалық каучук (СК) байланыстырушы болып табылады. Каучуктардың сызықтық және әлсіз тармақталған молекулалары ирек-ирек немесе спираль тәрізді конфигурацияға ие және үлкен иілімдігімен ерекшеленеді. Таза каучук бөлме температурасында сорғалай бастайды, сондай-ақ органикалық еріткіштерде жақсы ериді.

Серіпімді және басқа физикалық-механикалық қасиеттерін жоғарлату үшін вулканизациялау арқылы, яғни каучуктың макромолекулаларының буындары арасындағы көлденең химиялық байланыстарды түзетін химиялық заттарды вулкандатушыларды енгізіп сирек торкөзді молекулалық құрылымды қалыптастырады. Вулканизациялау кезінде туындаған көлденең байланыстардың санына байланысты қаттылығы әртүрлі резеңкелерді алады (жұмсақ, орташа қаттылық, қатты).

Резеңкенің механикалық қасиеттерін созу мен қаттылыққа сынақ жасаудың нәтижелері бойынша анықтайды. Қаттылықты резеңкеге үшкір емес инеті немесе диаметрі 5 мм болат кіші шарды басу кезінде туындайтын деформацияны өлшеп бағалайды. Созуға сынаған кезде беріктікті мегапаскальдарда белгілейді, пайыздарда үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзарту және пайыздарда қалдықты салыстырмалы ұзарту.

Пайдалану кезінде сыртқы факторлардың әсер тигізуімен (жарық, температура, озон, оттек, радиация және басқалары) резеңке өз қасиеттерін өзгертеді (ескіреді). Резеңкенің ескіруі ескіру коэффициентімен бағаланады, оны стандартты үлгілерді 144 с бойы -70 °С температура кезінде термостатта ұстап анықтайды. Аязға төзімділікті сыңғыш температурасы бойынша анықтайды, ол кезінде резеңке иілгіштігін жоғалтады және соққы жүктеме кезінде морт сынады.

6.6. БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ШЫНЫ

Бейорганикалық шыныны алу үшін шыны түзетін (кремний, бор, германий, күшән, фосфор оксидтері, ал кейбір жағдайларда алюминий, қорғасын, бериллий, титан, темір оксидтері) және физикалық-химиялық қасиеттерін өзгерту үшін қызмет ететін түрлендіруші (сілті және сілті-жер металдарының оксидтері) деп бөлінетін әртүрлі оксидтерді балқытады.

Шынылардың термикалық төзімділігін жоғарлату үшін олардың құрамынан сілтілік оксидтерді қоспайды.

Механикалық қасиеттерін жоғарлату үшін шының беттік қабатын химиялық, термикалық (шыңдау) немесе теромеханикалық өндеумен беріктендіреді. Шыңдау үшін шыныны 620...650°C дейін қыздырады, содан кейін екі жағынан бірдей жылдам және біркелкі салқындатады. Сонымен қатар шының беттік қабаттарында қалдық кернеулер сақталады, ал шының беріктігі статикалық жүктемелерде 4-6 есе, соққыға беріктігі 5-7 есе, ал термикалық төзімділігі 2-3 есе өседі.

Беріктендірудің химиялық әдісі сызаттармен бедерленген ақау қабаттарын жоюда болып табылады. Полимерлі кремний органикалық сұйықтықта шыңдау және кейін балқытатын қышқылда химиялық өндеуден құралатын аралас әдіс ең үлкен беріктендіретін әсерді қамтамасыз етеді.

Химиялық және термикалық төзімділіктің жоғары көрсеткіштеріне таза кремнеземнен құралатын кварцты шыны ие. Кварцты шыныдан химиялық ыдысты, теможұптарға тыс, оқшаулағыштарды және басқа өнімдерді жасайды.

6.7. АБРАЗИВТІ МАТЕРИАЛ

Абразивті материал ретінде қаттылығы жоғары табиғи және жасанды материалдарды қолданады, яғни карбид, оксид, нитрит және алмаздар.

Абразивтералуан түрлі материалдарды ажарлау және жылтырлату үшін арналады. Осы операцияларды еркін күйдегі абразивті ұнтақпен немесе абразивті құрал-сайманмен (дөңгелектермен, сегменттермен, қайрақтармен, абразивті қағазбен) жүзеге асырады.

Абразивті ұнтақтар олардың ірілігіне байланысты, яғни негізгі фракция түйіршіктерін ажарлаушы түйіршік (2000.160 мкм), ажарлайтын ұнтақ (125.40 мкм) және майда ұнтақтар (63.3 мкм).

Металлөндеудеңтаралғанэлектркорунд(Al_2O_3)гкремнийкарбиді (SiC), аса қатты материалдар (бордың текше нитриті – BN) және алмаздар.

Ажарланған эталон материал салмағымен бағаланатынабразивтердің абразивтік қабелті –шамамен оның қаттылығына пропорционал (6.2 кесте). Осылайша, алмаздың абразивті қабілеті бойынша алмаз басқа абразивті материалдардан анағұрлым жоғары.

Электркорундты боксит немесе алюминий тотығын балқыту

арқылы алады. Электркорундтың келесі түрлері шығарылады: қалыпты, ақ, қоспаланған, монокорунд және сферокорунд.

Құрамында 92...96% Al_2O_3 бар қалыпты электркорунд, 1900.2000 HV қаттылыққа ие. Al_2O_3 құрамы ақ электркорундте, монокорундте (мұнда алюминий оксиді монокристалдармен ұсынылған), сондай-ақ сферокорундте (мұнда алюминий оксиді қуыс сфералы тәрізді) 97.99% жоғары (қалғаны қоспалар) кездеседі. Ақ электркорунд және сферокорундтың қаттылығы 2 000.2 100 HV құрайды, монокорундтың – 2 300.2 400 HV құрайды. Қоспаланған корундтар (хромды, титанды, цирконилі), алюминий оксидінен басқа металл оксидтерінен құралады және неғұрлым біркелкі құрылымға және неғұрлым жоғары механикалық қасиеттерге ие, ал олардың қаттылығы 2 000.2 400 HV құрайды.

Қалыпты электркорундты органикалық тізбектегі шеңберлерді және көміртексіз қақталмаған болаттарды, шойындарды және түсті металдарды өндеу үшін қолданылады.

Ақ электркорунд көміртегілі, қоспаланған және жылдам кесетін болаттары өндеу үшін қолданылады. Одан абразивті аспап өндірген кезде қолданылатын ажарлағыш түйіршікті, ажарлағыш ұнтақтарды және майда ұнтақтарды, жасайды. Көміртегілі, қоспаланған және жылдам кесетін болаттарды өндеу үшін қолданылады.

6.2. кесте Абразивті материалдарың салыстырмалы абразивті қабілеттілігі

Материал	Салыстырмалы абразивтік қабілет	Қаттылық HV
Алмаз	1,0	10 000
Бордың текше нитриді	0,58.0,60	9 250
Бор карбиді	0,50.0,60	4 200
Кремний карбиді	0,25.0,45	3 500
Монокорунд	0,15.0,25	2 300
Электркорунд	0,14.0,16	2 000

Монокорунд ауыр өнделетін болат және қорытпаларды өндеу үшін қолданылады. Өндеу кезінде монокристалдар шеңберлердің жоғары кескіш қасиеттерін және кесудің қажетті кіші күштерін қамтамасыз етіп жарылады. Монокорундтан қыш тізбегінде шеңберлерді және ажарлағыш қажакты жасайды.

Қоспаланған корундтардан беріктігі жоғары шеңберлерді қақталған болаттарды өндеу үшін қолдану ұсынылады, бұл ақ

электркорунды қолданумен салыстырғанда 1,5-2 есе өнімділікті арттырумен қамтамасыз етіледі. Қоспаланған корундардың шеңберлерін қаттылығы жоғары шындалған болаттарды өнеу үшін қолданылады, бұл ақ электркорундты қолданумен салыстырғанда 1,5-2 есе өнімділікті жоғарлатуды қамтамасыз етеді.

Әртүрлі тізбектердегі сферокорунд аспаптарын жұмсақ және тұтқыр материалдардың өндеу үшін қолданады: тері, резеңке, пластмасса, түсті металдар. Ажарлау үдерісінде сфералар үшкір кескіш жиектерін жалаңаштатып және жоғары өнімділікте шамалы жылу бөлуді қамтамасыз етіп бұзылады.

Қаттылығы 3 300...3 600HV кремний карбидті 800.2 100°C кезінде кремний қышқылы бууларында көміртекті кремнилеу арқылы алады. Химиялық таза SiC түссіз және мөлдір, алтехникалық – құрамы мен қоспаларының құрамына байланысты ақшыл-жасылдан қараға дейін түске ие. Өнеркәсіп кремний карбидтің екі түрін шығарады: қара (ҚК) және жасыл (ЖК). Жасыл кремний карбид құрамында қоспалар шамалы, бірнеше үлкен қаттылық пен сыңғыштыққа ие және қатты қорытпалар, керамикалардан аспапты өндеу, сондай-ақ ажарланған шеңберлерді түзету үшін қолданылады қара кремний карбидті шойындарды, түсті металдарды және бейметалл материалдарды өндеу үшін қолданылады.

Абразивті аспапты жасау үшін алмаздар және бордың текше нитриті негізінде АҚМ-ы қолдану олардың жоғары абразивтік қабілеттігімен негізделеді. Бұл материалдар өндеу өнімділігін жоғарлатуға және басқа абразивті материалдармен салыстырғанда аспаптың елеулі ең төмен меншікті шығыны кезінде өнделетін материалдардың сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Олардан әртүрлі түйіспелерде шеңберлер, пасталар және майда ұнтақтар шығарылады.

Құрал-сайманды жасау үшін негізінде жасанды алмаздарды қолданады, алайда үгінді түріндегі ең арзан табиғи алмаздар да қолданылуы мүмкін.

Алмаздар және бор нитриті негізіндегі абразивті шеңберлер олардың жоғары қаттылығы салдарынан кескіш аспапты ұштау және бабына жеткізу үшін кеңінен қолданылады.

Сонымен бірге алынған ұшталған беттің кедір-бұдырлығы, басқа абразивті материалдарды қолданумен салыстырғанда төмен, ал қолданылатын ұштайтын аспаптың төзімділігі жоғары.

АҚМ негізінде абразивті аспапты қолдану, осы материалдардың химиялық қасиеттерінің әртүрлілігімен анықталады: темір негізіндегі қорытпаларға бор нитридтің бейтараптығымен және керісінше, осы қорытпалардағы көміртектің елеулі еріткіштігімен.

Осыған орай бор нитриді негізіндегі АҚМ кара металдан өнімдерді өндеу үшін қолданылады. Қатты қорытпаларды, қаттылығы жоғары тау жыныстарын, түсті металдарды өндеу үшін қаттылығы аса жоғары алмазды қолданады.

Ажарлауыш шарықтарды жасау үшін органикалық, қыш, металл байланыстарын қолданады: органикалық және қыш – абразивті шарық және АҚМ негізіндегі шарықтар үшін, ал металдық – тек қана АҚМ негізіндегі шарықтар үшін. Байланыс бастапқы күйінде ұнтақ түрін ұсынады, бұл оны абразивпен бірге араластырғанда құралдың көлемі бойынша құрауыштардың біркелкі таралуын қамтамасыз етеді.

Бакелитті және вулканитті *органикалық байланыстарды* қолданады.

Бакелитті байланыстормореактивті фе-нолформальдегидті шайыр, қатайтқыш ретінде уротропин және толтырғыш ретінде алебастрдан құралады. Көрсетілген қоспаны даярлаған және қалыпқа құйғаннан кейін, оны термикалық өндеуден өткізеді. 50...100°C дейін қыздыру шйырды жұмсартады және абразивті байланыстырады, ал температураны 180.200 °C дейін жоғарлатқанда қатаяды – өнімге аяқталған қасиетті беретін бакелдеу.

Шарықтың жұмыс үдерісінде толтырғыштың бөлшектері боялады және сонымен қатар түзілетін кеуектер кескен аймақтан ажарлау өнімдерін жоюды жеңдетеді. Бакелит негізіндегі шарықтар жақсы өздігінше ұстанады, берік әрі серіпімді келеді. Олар сыдыру және кара жұмыстар үшін, сондай-ақ таза ажарлауда қолданылады. Бакелит негізіндегі арқауланған шарықтар жылдамдығы жоғары (60 м/с дейін) ажарлауды орындауға мүмкіндік береді.

Вулканитті байланыстың негізі синтетикалық каучук болып табылады, сондай-ақ оның құрамына беріктігін жоғарлататын толтырғыштар (күл, мырыш оксиді), каучукты ұнтақ құрауыштарымен араластыруды жеңілдететінжұмсартқыштар (стеарин) кіреді. Соңғы қажетті қасиеттерді байланыстырғыш вулкандату (араластыру) үдерісінде алады. Вулкандату кезінде алынған күкірттің мөлшеріне байланысты, байланыстырғышәртүрлі қасиеттерге ие болады. Құрамында 15% дейін күкірт болғанда байланыстырғыш жоғары иілгіштікке, алайда төмен қаттылыққа ие болады. Құрамында 20...60% күкірт болғанда қатты және берік материал - эбонит алынады. Осылайша, вулканиит негізіндегі шарықтар не иілгіш не қатты болуы мүмкін.

Қатты вулканитті байланыстырғыш бакелиттіге қарағанда үлкен қаттылыққа ие, сондықтан ол жіңішке шарықтарды жасау үшін қолданылады. Таза өндеу үшін бакалиттіге қарағанда үлкен

иілгіштікке ие шарықтарды қолданады. Бұл жағдайда кесетін күштерді жоғарлатқан кезде түйіршіктері боялмайтын, басылатын, яғни байланыстырғыштарда бататын байланыстырғыштардың ақаулануы орын алады, бұл өнделетін беке жылтырлататын әсер тигізеді.

Қыш байланыстырғыштар органикалыққа қарағанда беріктігі, қаттылығы және химиялық төзімділігі жоғары. Олардың құрамына отқа төзімді саз, тальк, дала шпаты және шыны кіреді. Балқымалы байланыстырғыштар электркорунд құралын жасағанда қолданылады. Кремний карбиді сұйық фзамен өзара әрекетке түткенде ыдырайды, сондықтан балқымалы байланыстырғыштарды олармен қолдануға болмайды. Жентектеліп жатқан байланыстырғышта абразивті ұстау беріктігі, балқымалыға қарағанда төмен, сондықтан құралдағы оның мөлшері 2-3 есе көп болуы тиіс.

Қын байланыстырғышы негізіндегі құралдар өз профльдерін жақсы сақтайда және жылуды қайтарады, алайда қынқа тән жоғары сыңғыш есесінен соққы жүктемелер кезінде нашар жұмыс істейді.

Металл байланыстырғыштарды тек қана АҚМ негізіндегі шарғыларды жасау үшін қолданады. алмаз шарқыларын жентектеу алмаздың жануын немесе графиттелуін тудырмайтын температураларда жүзеге асырылуы тиіс. Қалайы қола мен оксид және силикаттардың дисперсті ұнтақтарына құралатын байланыстырғыштарды кеңінен қолданады. Бор нитридінің жоғары жылу өткізгіштігі темір, кобальт және қатты қорытпа негізіндегі байланыстырғыштарды қолдануға мүмкіндік береді. Абразив түйіршіктері қыштарға қарғанда металл байланыстырғыштарынада берік ұстанады, бұл АҚМ-нан қабаттың үлкен тозу төзімділігін анықтайды.

Металл байланыстырғыштарындағы құралды жоғары абразивті қабілеттігі бар, сондай-ақ кесетін түйіршіктер жоғары жүктемелерді кешетін материалдарды өндеу үшін қолданылады.

АҚМ негізіндегі абразивті шарғылардың принципшіл құрылымдық ерекшелігі, жентектеуден кейін алмазды (BN) қабат қосылатын корпус болып табылады (шамалы өлшемді шарықтарды ескермегенде). Корпустың материалы жоғары жылу өткізгіштікке ие болуы тиіс, сондықтан металл корпустары анағұрлым таралған. Органикалық байланыстырғыш құралы үшін корпустар АҚ6 маркалы алюминий қорытпасынан, ал металл байланыстырғышы негізінде – болаттан жасалады. Кесетін қабатты және корпусты біріктіру желімдеу немесе жентектеу, дәнекерлеу және басқаларымен жүзеге асырылатын баспақтамамен жүзеге асырылады.

Абразивті пасталар абразивтерден басқа майлағыш қасиеттерге

ие байланыстырғыш заттардан құралады. Бұл қасиеттер абразивті түйіршіктерді ысқылағыш бетінде ұстайды және ысқылағыш және бөлшек бетінде тікелей түйісуге кедергі жасайтын майлағыш үлдірді жасайды. Осындай баланыстырғыштарға майлар (жануарлар және өсімдік), парафиндер және балауыздар жатады. Байланыстырғыштың құрамына беттегі белсенді зерттер болып табылатын және өндеудің аса жоғары өнімділігін қамтамасыз ететін қышқылдар (олеин, стеарин) ендіріледі.

Абразивті пасталар жеткізуші және өндейтіндерге бөлінеді. Жеткізуші пасталар кескіш құралдарды бабына жеткізу, конустарды үйкеу және т.б. үшін арналады. Бұл пасталардың құрамында аса қатты абразивтердің – Al_2O_3 , SiC , АҚМ ұнтақтары бар. АҚМ негізінде паталарды қолдану өндеудің өнімділігін 2-3 есе, ал өнделетін беттің кедір-бұдырлығын 2-3 есе төмендетеді.

Ұнтақтарының ірілігі бойынша пасталарды абразив түйіршіктерінің өлшемдері 20...100 мкм дәрежі, орташа – түйіршіктерінің өлшемдері 5... 14 мкм және түйіршіктерінің өлшемдері 1.3 мкм жіңішке ларге ажыратады.

Өндейтін ұнтақтар қаттылығы шамалы металдардың – темір оксиді және хром майда дисперсті ұнтағынан (түйіршіктерінің өлшемдері 1 мкм) құралады. Абразивті пасталар дайындамалардың беттік кедір-бұдырлығын төмендету мақсаттарындағы үйкесі жұмыстарын орындау үшін қолданылады.

6.8. ҮЛДІРТҮЗГІШ МАТЕРИАЛДАР

Үлдіртүзгіш материалдарға өнделетін бетке жалатқаннан кейін осы бетпен байланысты үлдірді түзетін материалдар жатады. Бұл материалдар өнделетін бетке қатысты жоғары адгезиялық қабілетке (жүтасу) ие болуы тиіс.

Қабықша түзуші материалдардың құрауыштары мыналар:

- қабықшаның негізі болып табылатын және оның қасиеттерін анықтайтын қабықша түзуші заттар (полимерлер немесе бейорганикалық заттар);
- белгілі тұтқырлықты жасайтын еріткіштер;
- қабықшаның шөгуін төмендететін толықтырғыштар;
- композициялардың иілімдігін жоғарлататын, сондай-ақ шөгуді төмендететін пластификаторлар;
- қабықшаны термотұрақты күйге ауыстыру үшін қажетті қатайтқыштар мен катализаторлар.

Желімдер. Қабықша түзуші заты бойынша желімдер шайырлы

және резеңкеліге бөлінеді. Шайырлы желімдердің негізіне термопластикалық немесе терморективті полимерлер жатады.

Терморективті полимерлер, қабықшаның беріктігін және жылу төзімділігін қамтамасыз ететін көтегіш құрылымдарда қолданылады. Терморективті шайыр негізіндегі желімдер қалыпты немесе жоғары температурада катализаторларда немесе қатайтқыштарда қатады. Суықта желімделетін желімдердің беріктігі төмен, әсіресе жоғары температураларда.

Резеңке желімдердің негізі жоғары иілімділікті қамтамасыз ететін каучук болып табылады.

Әртүрлі полимерлер негізіндегі шайырлы желімдерді қарастырайық.

Фенолформальдегидті шайыр негізіндегі желімдер (КБ-3 маркалы), әртүрлі материалдарға жақсы адгезиялы, металл, шыныпластик және сол сияқтыларын күштік байланыстыру үшін қолданылады.

Фенолкаучукті композиция (ВК-32-200, ВК-3, ВК-4 маркалы) металдарға жақсы адгезиямен жоғары иілімді жылу төзімді қабықшаларды алуды қамтамасыз етеді.

Фенолполивинилацетален композиция әртүрлі материалдарды желімдеу үшін қолданылатын, әктасты желімдердің негізі болып табылады БФ (БФ-2, БФ-4 маркалы).

Фенолкремний органикалық желімдер (ВК-18, ВК-18М маркалы) ыстыққа төзімді болып табылады (пайдалану температурасы 500...600°C дейін), жақсы діріл төзімділігіне және ұзақ беріктігіне ие. ВК-18М желімдер желімдерге аспаптың құрылымдарында қолданылады.

Эпоксидті шайыр негізіндегі желімдер жоғары пайдалану және технологиялық қасиеттерге ие: барлық материалдарға жоғары адгезиямен, жақты беріктігімен (беріктік шегі тиісінше 30 және 60 МПа жетеді), атмосфераға төзімділігіне және май бензин төзімділігіне ие.

Осындай желімдердің қатуы жана өнімдерді бөлусіз қатайтықыштардың көмегімен қатады, сондықтан олардың шөгуді минималды. Қатаюу суық (Л-4, ВК-9, ЭПО маркалы желімдер және басқалары) немесе ыстық (ВК-32-ЭМ, К-153, ВК-1 маркалы желімдер және басқалары).

Эпоксидті шайын негізіндегі желімдерді әртүрлі материалдарды қосу үшін қолданады, сондай-ақ ойықтар мен кеуектерді «емдеу» үшін жөндеу мақсаттарында қолданылады.

Резеңке желімдер—бұл органикалық ерітінділердегі каучук немесе резеңке қоспаларының ерітінділері. Вулкандату кезінде желімделеді.

Ыстық вулканизациялы резеңке желімдерді (вулкандау және желімдеудің 140... 150 °С температурасымен) және өздігінен вулкандалатын (құрамына белсендеткіштер кіретін, қалыпты температурада вулкандалуды қамтамасыз ететін) резеңке желімдерді ажыратады.

Резеңке желімдер резеңкені әртүрлі материалдармен желімдеу үшін қолданылады: резеңкемен, металмен, шынымен, керамикамен. 9М-35Ф және ФЭН-1 маркалы желімдер майбензин төзімді болып табылады. Жылу төзімді желімдер кремниорганикалық шайырдан тұратын желімдер. КТ-15, КТ-30 маркалы желімдер 200...300 °С дейін өо қасиетерін сақтайды.

Бейорганикалық желім, жоғары температуралы болып табылатын, фосфорлы, керамикалық, силикатты желімдерді ажыратады.

Фосфатты желімдер - инертті немесе белсенді эксципиенттері бар фосфаттардың ерітінділері. АХФС жабысқақ бренді су және қышқылға төзімді, көптеген материалдарға жақсы жабысады және температурасы 1 800 °С дейін.

Керамикалық желімдер - судағы оксидтердің жұқа суспензиясы болып табылады.Бұндай желімдер жабыстырылатын беттер үшін қолданылады, кептіріледі және содан кейін компоненттердің балку температурасына дейін 15 шегінде. 20 мин. қызады Бұл адгезияларды қолданатын қосылыстар олардың беріктігін 500.1000 °С дейін сақтайды.

Силикатты желімдер исұйықшыны түріндегі негізге ие. Алюмо-силикаттытізбек (АСТ) әртүрлі толтырғыштармен 120 °С қататын желімдерді түзеді. Мұндай желімдер металл, шыны және керамиканы байланыстыру үшін қолданылады.

Герметиктер. Герметиктер герметикалауды (өткізбеушілікті) қамтамасыз ететін полимерлер негізіндегі композициялар болып табылады. Герметиктердің қабықша түзуші полимері жеткілікті беріктікке, иілгіштікке, бу, газдарды өткізбеушілікке, сондай-ақ түйісетін материалдарға қатысты химиялық инерттілікке ие болуы тиіс.

Металл, ағаш, бетонға жоғары адгезияға ие және май-бензин төзімді болып табылатын, полисульфидті каучук негізіндегі тиокол герметигі(У-30М, УТ-31 маркалы) аса үлкен қолданылуды тапты.

Кремнийорганикалық герметиктер (виксинит және эластосил) жоғары жылу төзімділігіне ие (200...250°С дейін). Олардың макромолекулаларының негізгі тізбегіне кремни кіретіндігімен түсіндіріледі. Кремний атомдары оттект атомдарымен қосылады да, жоғары жылу төзімділігіне ие силексан байланысын түзеді.

Бұл герметиктер діріл төзімді және металл, шыны және бетон қосылыстарды (шегеленген, дәнекерленген) герметикалау үшін қолданылады.

Эпоксидті герметиктерсуықта қатайған 60.75°C температура диапазоңдарында, ал ыстықта қатайғанда 60.140 °C температура диапазоңдарында жұмыс істей алады. УП-5-122АТ маркалы герметик май бензин төзімді болып табылады.

Фторкаучукты герметиктер (СКФ-260НМ,СКФ-260НМ-2 маркалы)май бензин төзімді, 300 °C дейін температурада агрессивті орталарда жұмыс істей алады. Олардың кемшіліктері – төмен аяз төзімділік (-20 °C дейін) және жеткіліксіз созылымдылық

Анаэробты герметиктеракрил және метакрил қосылыстар негізінде сипаттық ерекшелікке ие: оттек қатысуында ұзақ уақыт бойы бастапқы қасиеттерін сақтайды және оттек болмағанда немесе аз мөлшерде келіп тұрған кезде берік қабықша түзілумен жылдам полимерленеді. Бұл герметиктер газ және сұйықтардың ағып кетуін, тіпті кішігірім қысымдарда алдын алады.

Лак боя қаптамалар. Қабықша түзуші заттар негізіндегі қаптамалар, әртүрлі қоспалы ерітінділерді ұсынады. Өңделетін бетке жалатқаннан және кептіргеннен кейін қатты қабықшаны түзеді. Бұл анағұрлым таралған қорғаныс және сәндік қаптамалар.

Лак бояу материалдарына (ЛБМ) грунт, тегістегіш, бояулар, лактар және эмальдар жатады.

Грунтовка лак бояу қаптаманың төменгі қабатын түзеді. Ол боялған бетпен қаптаманың сенімді ұстасуын қамтамасыз етеді және металдан жасалған өнімді коррозиядан қорғайды.

Тегістегіш пигменттері мен толықтырғыштары бар қабықша түзетін қоспадан құралатын қою тұтқыр қоспаны ұсынды. Тегістегішті бояудың алдында бұдырлы, кеуекті немесе толқынды бетті тегістеу үшін грунт қабатына жалатады.

Бояу олифада, майда, эмульсияда немесе латексте ерітілген, пигменттен немесе бірнеше толықтырғыш пигменттерден құралатын суспензияны және кепкеннен кейін біркелкі қабықшаны ұсынады.

Лак қабықша түзуші заттар ме органикалық еріткіштер немесе судан құралатын және кепкеннен кейін қатты мөлдір біркелкі қабықшаны түзетін ерітіндіні ұсынады.

Эмаль лак бояу қаптаманың сыртқы қабатын ұсынады, сәндік сол сияқты қорғаныс мақсатында жағылады. Эмаль өнімді коррозиядан, қажалудан, жоғары температуралардың және басқа факторлардың әсер тигізуінен қорғайды.

Лактар ұшқыш емес заттардан (қабықша түзушілер) және ұшқын заттардан (еріткіштерден) тұрады. Лактар мөлдір, бояумен қапталған

немесе қапталмаған бетке жалатылуы мүмкін.

Түсті анықтайты, ерімейтін пигменттермен (темір оксиді, марганец, тау жыныстары) лак қоспалары эмаль бояуларын ұсынады. Пигменттер бояуларға түс береді, олардың механикалық беріктігін жоғарлатады, өткізгіштікті төмендетеді, ал кейбіреулері бояулардың коррозияға қарсы қасиеттерін жоғарлатады. Эмальдардың құрамында 100... 150 пигменттер болады (қабықша түзетін заттың 100 % есептегенде).

Лактың тәртібіне байлынысты эмаль бояулары майлы – негізі майлы лак болып табылатын, нитроэмальдар – целлюлоза эфирлерінен қызмет ететін лактар (сүректің табиғи полимер) және *спирттік* – негізі ретінде спирттік лактар қызмет етеді.

Майлы қаптамалар жоғар ыадгезияға, иілгіштіік және діріл төзімділікке ие. Олардың кемшіліктері төмен су төзімділік, зимиялық төзімділік және баяу кебуі. Нитроэмальдар майлы бояулардың кемшіліктерінен арытылған, алайда олар аса сыңғыш. Спиртті эмальдар жоғары қаттылыққа ие және сондықтан жақсы жылтырлатылады, алайда олар аз иілімді және су әсеріне нашар қарсылық білдіреді.

Грунттар және тегістегіштер де полимерлер базасында композициялар болып табылады. Құрамында 70.80% пассивтейтін пигменті бар грунттар, қаптаманың бірінші қабатын түзеді, өңделетін бетпен сенімді ұстасып, кеуектерін толтырады, сондай-ақ коррозиядан қорғайды. 200 % дейін толықтырғыштар мен пигменттері бар тегістегіш бетті тегістеу үшін қызмет етеді және грунтқа жалатылады.

Грунт және тегістегішпен өңделген бетке бояудың бір немесе бірнеше қабаты жағылады.

Металөндеуші жабдықты бояу үшін нитроцеллюлозды эмальдар мен тегістегіштерді қолданады, олар минералды майлар мен майлағыш-салқындатқыш сұйықтықтарға төзімді. Қолдануға НЦ-256, НЦ-2127 эмаль маркаларын, сондай-ақ полирхлорвинил негізінде материалдар кешені: эмаль ХВ-238, тегістегіш ХВ-050, тегістегіш ХВ-0015 қажет.

6.9. КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР

Композицилық материалдар деп шекарамен бөлінген, қасиеттері бойынша ерекшеленетін құрамына құрылымдық материалдар кіретін материалдарды атайды, мысалы, пластиналық матрица және берік (жіі сыңғыш) беріктендіргіш.

Композициялық материалдардың қасиеттері құрамына кіретін құраушылардың қасиеттері мен көлемдік үлестерімен, сондай-ақ олардың арасындағы байланыс беріктігімен анықталады. Алайда ортақ жағдайда, жоғары температуралық беріктік, қажуға кедергі әне меншікті беріктік сияқты композициялық материалдардың осындай қасиеттері кәдімгі құрылымдық қорытпаларға қарағанда жоғары.

Жасанды композиттерді ажыратады, олардың қасиеттерінің деңгейі құрауыштарды таңдаумен іске асырылады және табиғи құрылым түзу арқылы алынатын, табиғи композиттер ажыратылады. Жасанды композиттер әртүрлі матрицаға ие болуы мүмкін: металдық (қорытпа немесе монометалл) және бейметалл (полимерлі, көміртектілі, керамикалық). Сонымен қатар полиматрицалық материалдар әзірленген, оларда матрицаның кезектесетін қабаттары әртүрлі құрамды болуы мүмкін.

Композиттің матрицасын біркелкі таратылған құрауыштар, арқаулаушы толықтырғыштар немесе беріктендірушілер деп аталады. Толықтырғыштың пішініне байланысты дисперстік-беріктендірілген, талшықты және қатпарды композиттерге ажыратылады.

Дисперсті-беріктендірілген композиттарда толықтырғыштың тепе-тең бөлшектері ретсіз бағдарланған. Талшықты композиттарда талшық остері бірнеше бағыттарда бір бағытты бойлай бағдарлана алады (бір бағытталған композиттер) немесе белгілі бағытта (бағдарланбаған композиттер) бағдарға ие болуы тиіс. Қатпарлы композиттарда қабаттар жаппай пластина болуы міндеті емес: олар жазықтықта біріңғай реттелген бөлшектермен толтырылуы немесе параллель жазықтықта талшықтармен толтырылуы мүмкін. Кейде бір композициялық материалда бірнеше әртүрлі толтырғыштарды қолданады.

Осындай композициялық материалдарды полиарқауланған деп атайды.

Беріктендірушінің орналасуына байланысты композициялық материалдарының анизотропия қасиеттері айқындалады. Негұрлым беріктендіру жүк-салмақы салу бағытына бағдарланған талшықтардың бір осьтік орналасуы кезінде қамтамасыз етіледі.

Беріктендірушілерге белгілі талаптарды қояды: олар жоғары сіріпімділік модуліне, термикалық төзімділікке және матрицаға қатысты химиялық инерттілікке ие болулары тиіс.

Дисперстік-нығайтқыш композициялы қматериалдарда толықтырғыш ретінде оксид, карбид, нитрит, борид және басқа қосылыстардың бөлшектері (Al_2O_3 , BeO , SiC , BN , B_4C)**қызмет** атқарады.

Әдетте осындай материалдарды ұнтақты әдіспен дайындайды. Олардың ыстыққа төзімділігі $1\ 200\ ^\circ\text{C}$ құрайды.

Алюминий негізінде дисперсті-нығайтқыш материалдардың қатарынан ҚАҰ (қақталған алюминий ұнтақ) деп аталатын өнеркәсіптік қолдануды алды. Мұндай қорытпалар алюминий матрицасынан құралады, онда алюминий оксидінің Al_2O_3 бөлшектері таратылған. Өртүрлі ҚАҰ Al_2O_3 бөлшектерінің өлшемдері $10\ldots 50$ мкм шегінде өзгереді, ал олардың көлемдік үлесі 6-дан $\ldots 8\ 18.22\%$ дейін құрайды. ҚАҰ беріктігі оксидтің көлемдік үлесінің ұлғаюымен өседі.

Өнеркәсіпте сонымен бірге матрицалары титан, никель, алюминий негізіндегі дисперсті-нығайтылған ыстыққа берік композиттерді қолданады. композициялық жемірілуге төзімді қорытпалар әзірленген.

Жасанды композиттерді құрған кезде оларға кіретін құрауыштардың үлесімдігі туралы мәселе маңыздылардың бірі болып табылады. Жемірілуге төзімді композиттердің жұмыс істеу сипат тізімі олардың құрауыштарының электр химиялық үлесімдігін талап етеді.

Талшықты композициялық материалдарда бейметалл материалдарының талшықтары (C, B), баяу балқитын қосылыстар (Li_2O_3 , ThO_2 , SiC) немесе баяу балқитын металдардан сымдары (W, Mo және басқалары) нығайтқыштар болып табылады. Сонымен бірге талшықтардың диаметрі 1.50 мкм (жіп тәрізді монокристалдар), ал сым диаметрі әдетте миллиметр үлесін құрайды. Талшықтардың ұзындығы он есе олардың диаметрінен артады. Талшықты материалдар анизотропты. Нығайтқыштың бірдей көлемдік үлесінде аса жоғары беріктікті үлкен ұзындықты талшықтар қамтамасыз етеді. Жоғары температураларда дисперсті-нығайтылған немесе ескіретін ыстыққа төзімді қорытпаларға қарағанда, талшықты композиттердің ұзындық беріктігі жоғары.

Өнеркәсіпте талшықты композиттерді негізінде кәдімгі пішінді бөлшектерді жасау үшін қолданады (пластиналар, сыналар, сақиналар және со сияқтылар).

Талшықты композиттер алюминий матрицамен, жемірілуге төзімді болаттардан немесе борлы және көміртегілі талшықтармен арқауланған сымдарда қолданылады. Алюминий композиттерінде, диаметрі $0,15$ мм арқауланған болат сымда беріктік $3\ 600$ МПа дейін жетіледі. Алюминий талшықтарының серіпімділік модулін арттыру үшін борлы талшықтарды қолданады.

Титан қорытпалары негізінде талшықты композиттерді қолданады. оларды нығайту үшін молибден сымды, сондай-ақ

көлемдік үлесі 25...30 % WC және Al_2O_3 қолданады. арқауланған титан қорытпалары 540 °C температураға дейін жұмыс істей алады.

Алюминий және титан негізіндегі композициялық қорытпалар авиацияда және ғарыш техникасында кеңінен қолданылады, мұнда материалдардың жоғары үлестік беріктігі талап етіледі.

Оларды машинажасау, химиялық және өнеркәсіптің басқа салаларында қолданады.

Бейметалл матрицамен жасанды жасанды композит.

Бейметалл матрицалар ретінде полимерлі, көміртектілі, керамикалық материалдарды қолданады. полимерлі матрицалардан эпоксидті, фенол-фор-мальдегидті және полиамидті ең кең таралған. Көмір матрицаларын пиролизге ұшыратылған синтетикалық полимерлерден алады. Матрицаның қасиеттері жылжыту, қысу және тозғаннан бұзылу кезінде композициялардың беріктігін анықтайды.

Осындай композиттардағы нығайтқыштар ретінде жіп тәрізді кристалл негізінде (оксид, карбид, борид, нитрид және басқалары) шыны, көміртекті, борлы және органикалық талшықтар қызмет атқарады. Арматуралы материалдар талшықтар, ширатылған жіптер, жіптер, таспа және көп қаатты маталар түрінде қолданылады.

Бағдарлаған композиттарда нығайтушының құрамы олардың көлемінен 60.80% құрайды, ал бағдарланбаған композиттерде (дискретті талшықтар және жіп тәрізді кристалдармен) – 20.30%. нығайтқыштың түрі бойынша композициялық материалдарды шыны талшықтар, көміртегілі талшықтармен карботалшықтар, бороталшықтар және органоталшықтарға бөлінеді.

Байланыстырушы, қабатты материалдарда талшықтар, жіптер және таспаларды төсеу жазығында бір-біріне параллель қояды.

Жазықтық қабаттарды пластиналарға жинайды. Сонымен бірге изотропты, сол сияқты анизотропты қасиетті материалдарды жасауға болады. Композициялық материалдардың қасиеттерін түрлендіре отырып, талшықтарды әртүрлі бұрыштарда төсеуге болады. Пакеттің қалыңдығы бойынша қабаттарды төсеу тәртібінен материалдың иілімді және бұрайтын қаттылықтары байланысты.

Үш өзара перпендикуляр жіптерден, остік, радиалды және шеңберлік бағытта орналаса алатын нығайтқыштардан тұратын құрылым неғұрлым көп қолданылады. Үш өлшемді материалдар кез келген қалыңдыққа ие бола алады.

Карбоволокниттер (көміртекті пластиктер) полимерлі байланыстырғыш (матрица) және көміртек талшықтары (карботалшық) түрінде беріктендірушілерден құралатын, кеңістікті арқауланған құрылымдарды ұсынады.

Көміртек талшықтарының жоғары байланыс энергиясы оларға

әртүрлі температураларда беріктігін сақтауға мүмкіндік береді. Карбонталшықтың бетін тотығудан қорғаныс жабындармен сақтайды. Шыны талшықтарына қарағанда карбонталшықтар байланыстырғышпен жаман дымданады, сондықтан оларды өндеуге ұшыратады.

Карботалшықтардағы байланыстырғыштар пиролизге ұшыраған синтетикалық полимерлер (полимерлі карботалшықтар); пиролиттікөміртек.

Полимерлік каботалшықтарды кеме- және автомобильжасауда (жарыс машиналардың шанақтарын, шасси, еспелі бұрандалар жасау үшін), сондай-ақ олардан мойынтіректерді, спорт инвентарді, жалыту панельдерді, ЭЕМ бөлшектерін жасау үшін қолданылады. Жоғары модульду карботалшықтардыавиация техникасының бөлшектерін, химия өнеркәсібінің аппаратурасынғ рентген жабдықтарды және басқаларды жасау үшін қолданады. көміртегілі матрицалы карботалшықтарды әртүрлі графиттерді алмастырғыш ретінде қолданады. оларды сондай-ақ авиациялық тежегіштің дискілерін қорғау және химиялық тұрақты аппаратура үшін қолданылады.

Бороволокниттер беріктендіруші ретінде полимерлі байланыстырғыш және бор талшықтарынан композицияларды ұсынады. Үздіксізборталшығынанбасқакешендіборостеклониттерді қолданады, оларда материалға пішін тұрақтылығын беретін, бірнеше параллель борлы талшықтар шыны жіптерімен шырмалады. Бороволокниттер қысу, қозғау және кесу кезінде жоғары беріктігімен, төмен сырғыштығымен, жоғары қаттылығымен, созылғыш кедергісімен, жылу өткізгіштігімен және электр өткізгіштігімен, сондай-ақ радиация, органикалық еріткіштер, су және жанар-жағар материалдардың әсер тигізуіне төзімділігімен ерекшеленеді. **247**

Бороволокниттерден өнімдерді профильдерді, панельдерді, роторлар мен компрессор қалағын, бұранда қалақшаларын және вертолеттардың трансмиссиялық біліктерін және т.б. жасау үшін авиациялық және ғарыш техникасында қолданылады.

Органоволокниттер синтетикалық талшықтар түрінде полимерлі байланыстырғыш және беріктендірушілерден құралатын, композициялық материалдарды ұсынады. Олардың салмағы жеңіл, салыстырмалы жоғары меншікті беріктік пен қаттылыққа, айныма таңбалы жүктеме әрекеті және температураның күрт өзгеруі кезінде тұрақтылыққа, агрессивті ортада және ылғалды тропикалық климатта төзімділікке ие.

Осындай материалдардың кемшіліктері қысу кезінде салыстырмалы төмен беріктік пен жоғары сырғыштық.

Органоволокниттерді электр- және радио өнеркәсіпте,

авиациялық техникада, автомобиль құрылысында қолданады. Олардан құбырларды, реактивтерге арналған ыдыстарды, кемелердің қаңқа жабындыларын және т.б. қолданады.

Табиғи композиттер. Композициялық материалдардың жасанды және табиғиға бөлінісі, біріншілерін жеке алынған беріктендірушілер мен матрицаларды жасанды біріктірумен алынатындықтарымен, екіншілерін – табиғи құрылым түзу үдерісі кезінде талшықтардың, пластиналардың немесе беріктендіруші фаза бөлшектерінің бөлінуі нәтижесінде алынатындығымен негізделеді.

Табиғи композициялық материалдарда беріктендіруші фаза инелер (жіптәрізді кристалдар), пластинкалар немесе түйіршікті қосындылар түрінде кристалданады.

Табиғи композициялық материалдар бірнеше өлшемшарттар: матрицалық сипат және беріктендіруші фазалар, геометриялық пішіні және беріктендіруші фазаны қосуды орналастыру, композиттерді алу тәсілі бойынша жіктеледі.

Матрицалық фазалардың сипаты бойынша:

- пластиналық матрица және берік қатты, алайда беріктендіруші фазаның аса сыңғыш енгізулермен композициялар;
- сыңғыш матрица және пластиналық талшықтармен композицияларға бөлінеді.

Сыңғыш матрицалы композицияның мысалы ретінде ұялы леде-бурит қымет ете алады.

Онда цементит матрицаның рөлін атқарады, ал арқауланған талшықтарды неғұрлым тұтқыр құраушы – аусстенит немесе оның ыдырайтын өнімдері, жиі екінші ретті цементпен перлит түзеді. Мұндай құрылымдарда пластиналық және талшықтары жоғары беріктікке ие еместерге қарағанда беріктік әркезде төмен, сондықтан табиғи композиттерді пластиналық және тұтқыр матрицамен алған жөн.

Беріктендіруші фазаның геометриялық формасы бойынша композициялар талшықты, пластиналық және түйіршіктілерге (дисперсті-беріктелген) бөлінеді.

Талшықты композициялық материалдар жоғары жоғары беріктік шегіне және жеткілікті бұзылудың жоғары тұтқырлығына ие. Сонымен қатар олар жоғары берік қорытпалармен салыстырғанда кернеулерді шоғырлағышға аса төмен сезгішке және тозғаннан бұзылуға сас жоғары қарсылыққа ие.

Пластиналы композициялар беріктендіруші фазаның үлкен көлемді мазмұнымен ерекшеленеді. Алайда беріктендіру әсері бойынша мұндай композициялар талшықтылардан кем келеді, әсіресе пластина жазықтықтарына 45 және 90° бұрышында созған

кезде. Бағыттар, перпендикуляр пластиналары бойынша осындай композициялардың үлкен сынғыштығы, жарықтар беріктендіруші фазалардың тілімшелерін және фаза бөлімінің шекарасын оңай қиып өтетінімен түсіндіріледі. Пластиналы композициялардың мысалы ретінде тілімшелі перлит қызмет ете алады.

Беріктендіруші фазаларды қосуды орналастыру бойынша композиттердібір бағытты және бағытталмағандарға (әртүрлі бағдарланған) бөлуге болады.

Беріктейтін фазаның бір бағытты қосу композиттарында созу күштерінің әрекет бағыты бойынша бағдарланған. Бұл жағдайда композициялық беріктеудің максималды әсері жетіледі. Бір бағытты композициялық құрылымдарды жиі эвтектика бағытталған кристалдануымен (ЭБК) алады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қатты қорытпалы материалдарды алудың қандай әдістерін білесіндер?
2. Металл ұнтақтардың атауларын, қысқаша сипаттамалары мен қолданылатын салаларын атандар.
3. Металл ұнтақтары өндірісінің негізгі технологиялық әдістерін атандар және осы әдістерге қысқаша сипаттама беріндер.
4. Өнімдердегі металл ұнақтарды қайта өндеуді қандай тәсілдермен жүзеге асырады?
5. Қақаталған қорытпалар қалай бөлінеді?
6. Қатты қорытпалардың қандай қасиеттері бар?
7. Бұрғы құрал-сайман мен тау-кен жұмыстарында қолданылатын, қатты қорытпа өнімдер қалай жіктеледі?
8. Вольфрамсыз қатты қорытпалардың ерекшеліктері қандай?
9. Бейметалл материалдардың артықшылықтары мен кемшіліктері неде?
10. Полимер молекулалардың құрылыс ерекшеліктері неде?
11. Полимер макромолекула пішіндері олардың механикалық қасиеттеріне қалай әсер тигізеді?
12. Полимерлер қандай өлшемшарттар бойынша жіктеледі? Полимерлердің жіктелу мысалдарын келтіріндер.
13. Термопластикалық және терморектив полимерлердің түбегейлі айырмашылығы неде?
14. Пластмассалар дегеніміз не? Олардың құрамы және қасиеттері қандай?

15. Байланыстырушы және толықтырғыш бойынша пластмасс жіктелуіне мысалдар келітіріңдер.
16. Ұнтақты толықтырғыш пластмассалардың түрлері мен қасиеттерін атандар.
17. Газ толықтырылған пластмассалардың түрлері мен қасиеттері.
18. Резеңке дегеніміз не, оның құрамы және жеке ингредиенттерінің пайдалану мақсаты қандай?
19. Вулканизация үдерісі неде және резеңкенің қасиеттеріне қалай әсер етеді?
20. Силикаттық шыныны алу үшін қандай бастапқы материалдар қолданылады?
21. Шынылардың механикалық қасиеттерін қалай арттырады?
22. Тегістеу үдерісі нені білдіреді?
23. Абразивті құрал-сайманға қысқаша сипаттама беріңдер.
24. Абразивті құрал-сайманның өндіріс технологиясы қандай?
25. Абразивті құрал-сайманның сапасын бақылауды қандай әдістермен жүзеге асырады?
26. Лак бояу материалдары қандай өлшемшарттар бойынша жіктеледі?
27. Лак бояу материалдары пайдалану мақсаты бойынша қалай бөлінеді?
28. Лак бояу материалдардың түстері қалай белгіленеді?
29. Лак бояу материалдарын таңбалау қағидаты қандай?
30. Композициялық материалдар дегеніміз не және кәдімгі материалдармен салыстырғанда олардың артықшылықтары неде?
31. Нығайту және матрица түрлері бойынша композициялық материалдар қалай бөлінеді?
32. Күйдірілген алюминий ұнтақтары (КАҰ) нені білдіреді және олардың қасиеттері қандай?
33. Металл матрицасы бар қандай талшықтарды білесіндер және оларға қандай нығайтқыштарды қолданады?
34. Табиғи композиттердің ерекшеліктері неде, қалай олар жіктеледі және оларды қалай алады?

1. *Андриевский Р. А.* Наноматериалдар: тұжырымдама және қазіргі мәселелер // Ресей химиялық журналы. – 2002. – Т. XLVI. – № 5. – Б. 50–56.
2. *Ван Флек Л.* Теориялық және қолданбалы материалтану : ағылш. тілінен ауд. / Л. Ван Флек. – М. : Атомбаспа, 1975. – 472 б.
3. *Геллер Ю. А.* Материалтану / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт. – М. :Металлургия, 1983. – 384 б.
4. *Гуляев А. П.* Металтану /А. П. Гуляев. – М.: Metallurgia, 1986. – 542 б.
5. *Журавлев В. Н.* Машинажасау болаттары: анықтама / В.Н.Жу-равлев, О.И.Николаева. – М. : Машинажасау, 1981. – 391 б.
6. *Золотаревский В. С.* Металдардың механикалық қасиеттері / В. С. Золо-таревский. – М. : Metallurgia, 1983. – 351 б.
7. *Качанов Н. Н.* Болаттарды шынықтыру / Н.Н.Качанов.– М. : Метал-лургия, 1978. – 136 б.
8. Конструкциялық материалдар : анықтама / [Б. Н. Арзамасов, А. Брострем, Н.А. Буше және басқ.] ; Б. Н.Арзамасованың жалпы редак. – М. : Машинажасау, 1990. – 688 б.
9. *Лахтин Ю. М.* Материалтану / Ю. М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М. :Машинажасау, 1990. – 528 б.
10. *Любарский И. М.* Үйкеліс металфизикасы / И.М.Любарский, И. С.Палатник. – М. : Metallurgia, 1976. – 176 б.
11. Болат және қытпа таңбалауы / [В.Г. Сорокин, А. В.Волосникова, А. Вяткин және басқ.]. – М. : Машинажасау, 1989. – 640 б.
12. Материалтану / [Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов және басқ.]. – М. : Машинажасау, 1986. – 383 б.
13. Материалтану және металдардың технологиясы / [Г. П.Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин және басқ.]. – М. : Жоғ. мек., 2001. – 640 б.
14. *Матюнин В. М.* Механикалық және технологиялық сынақтар мен конструкциялық материалдардың қасиеттері / В. М. Матюнин. – М. : МЭИ баспасы, 1996. – 124 б.

15. Машинажасау болаттары : анықтама. – 3-шібас., қайта жасалған және толықт. – М. : Машинажасау, 1981. – 391 б.
16. *Новиков И. И.* Металдардың кристалл құрылыстарының ақаулары / *И. И.Новиков.* – М. : Металлургия, 1975. – 208 б.
17. *Сильман Г. И.* Материалтану : зертханалық практикум / *Г. И.Сильман.* – 2-шібас., қайта жасалған және толықт. – Брянск : БГИТА баспа, 2001. – 123 б.
18. *Сильман Г. И.* Конструкиялық болаттар:оқу құралы/ *Г.И.Сильман.* – Брянск : БГИТА баспа, 1999. – 70 б.
19. *Сильман Г. И.* Шойындар: оқу құралы/*Г.И.Сильман.* – Брянск:БГИТА баспа, 1999. – 55 б.
20. *Травин О. В. Материалтану / О. В. Травин, Н. Т. Травина.* – М. :Металлургия, 1989. – 384 б.
21. *Федорченко И. М.* Композициялыққақталған үйкеліске қарсы материалдар / *И. М. Федорченко, Л. И. Путина.* – Киев : Наукова думка, 1980. – 404 б.
22. Шойын : анықт. баспа / *А.Д.Шермана және А. А.Жукованың* ред.жетекшіл. – М. : Металлургия, 1991. – 576 б.

Алғы сөз.....	4
1 - тарау. Металл және қорытпалардың құрылысы, қасиеттері және сынау әдістері	6
1.1. Металдардың жіктеулі және құрылысы	6
1.2. Металдардың кристалдық құрылысы.....	8
1.3. Кристалдық дене құрылыстарының ақаулары.....	11
1.4. Металдардың кристалдануы.....	17
1.5. Металдардың және қорытпалардың физикалық қасиеттері	23
1.6. Металдардың механикалық қасиеттері және олардың анықтау әдістері.....	26
1.7. Металдардың және қорытпалардың технологиялық қасиеттері	36
1.8. Металдардың және қорытпалардың жемірілуге төзімділігі...44	
2 - тарау. Темір көміртекті қорытпалар.....	46
2.1. Темір-көміртек қорытпаның қалып диаграммасы.....	46
2.2. Шойын	54
2.3. Шойын өндірісі	62
2.4. Шойын өндірісінің тәсілдері	65
2.5. Жоғары қосынды болатты балқытудың арнайы тәсілдері.....	70
2.6. Болатты құю тәсілдері.....	73
2.7. Болат құймакесектің құрылысы және оның ақаулары	75
2.8. Болаттардың жіктелуі.....	77
2.9. Көміртекті болаттар.....	78
2.10. Болаттарды легирлеу	85
2.11. Өзегі тұтқыр кезінде аса қатты беттік бөлшектерді дайындау үшін болаттар.....	87
2.12. Өнімнің барлық қимасы бойынша құрылымдық беріктігі жоғары болаттар	95
2.13. Технологиялық қасиеттері ерекше құрылымдық болаттар.....	101
2.14. Функционалдық мақсаттағы құрылымдық болаттар	108

2.15. Физикалық қасиеттері ерекше болаттар және қорытпалар.....	117
3 - тарау. Түсті металдар және қорытпалар.....	121
3.1. Түсті металдар мен қорытпалардың жіктелуі.....	121
3.2. Мыс және мыс қорытпалар.....	122
3.3. Алюминий және алюминий қорытпалары	135
3.4. Магний және магний қорытпалары	146
3.5. Титан және титан қорытпалары	150
3.6. Үйкеліске қарсы (мойынтірек) қорытпалар	153
4 - тарау. Металл және қорытпалардың коррозияға ұшырауы және термикалық өндеу	156
4.1. Коррозияның түрлері.....	156
4.2. Коррозиядан металл және қорытпаларды қорғау тәсілдері	162
4.3. Термикалық өндеудің мақсаты және түрлері	166
4.4. Болат бөлшектердің беттік беріктендіруі.....	174
4.5. Шойынды термикалық өндеу	181
4.6. Түсті металдардың қорытпаларын термикалық өндеу	183
5 - тарау. Қаптамаларды газтермикалық тозаңдату.....	188
5.1. Қаптамалардың газтермикалық тозаңдату үдерісінің мәні .	188
5.2. Газтермиялық қаптамалардың құрылымы	189
5.3. Газтермиялық тозаңдатудың тәсілдері.....	194
6 - тарау. Қатты қорытпалар, минералқыш және бейметалл конструкциялық.....	208
6.1. Қатты қорытпалар туралы жалпы мәліметтер	208
6.2. Қыш кескіш	215
6.3. Алмаздар және бордың текше нитриті негізінде аса қатты материалдар (АҚМ)220	216
6.4. Пластмассалар.....	217
6.5. Резеңке	228
6.6. Бейорганикалық шыны	228
6.7. Абразивті материалдар	229
6.8. Үлдіртүзгіш материалдар.....	234
6.9. Композициялық материалдар	238
Әдебиеттер тізімі	246

Оқу басылымы

Овчинников Виктор Васильевич

Дәнеркелеушілер үшін материалтану негіздері

Оқулық

Редактор *В. Н. Махова*

Техникалық редактор *Е. Ф. Коржуева*

Компьютерлік беттеу *Е. Ю. Назарова*

Корректорлар *С. Ю. Свиридова, Н. В. Савельева*

№ 101116630 басылым. 19.06.2014 баспаға қол қойылды. Формат 60х90/16.
«Балтика» гарнитурасы. Офс. қағаз № 1. Офсеттік баспа. Шарт. баспа п. 16,0.
Таралым 2 500 дана. № тапсырыс

«Академия» баспа орталығы» ЖШҚ. www.academia-moscow.ru

129085, Мәскеу, Мира даңғ., 101В, 1 құр.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарлық-эпидемиологиялыққорытынды № РОСС RU. АЕ51. Н 16591 от 29.04.2014.

Баспаның электрондық тасымалдауыштарынан басылып шығарылды.

«Тверской полиграфический комбинат» ААҚ, 170024, Тверь қ., Ленин даңғ., 5.

Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факс: (4822) 44-42-15

Home page — www.tverpk.ru. Электрондық пошта (E-mail) — sales@tverpk.ru