

ҚАЗАҚ МЕМЛЕКЕТТІК АГРАРЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

**Самсаев М.Б., Деграф Г.А.,
Сыздықов О., Сыздықова Б.О.**

**МАТЕРИАЛТАНУ ЖӘНЕ
КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ
МАТЕРИАЛДАР ТЕХНОЛОГИЯСЫ
(оқу құралы)**

АЛМАТЫ 2001

Самсаев М.Б., Деграф Г.А., Сыздықов О., Сыздықова Б.О.-
Материалтану және конструкциялық материалдар
технологиясы /оқу құралы/.- Алматы, 2001.- 173 бет.

ISBN -9965-416-37-0

Оқу құралында ауыл шаруашылық өндірісінде қолданылатын негізгі конструкциялық материалдар мен олардың қасиеттері қаралған.

Материалдарды өндіру, оларды құю, қысымдау, пісіру арқылы дайындамалар алу, қолданылатын негізгі технологиялық жабдықтар мен құрал-саймандар сипаттамалары баяндалады.

Оқу құралы жоғары ауыл шаруашылық оқу орындарының 4406 -" Агротехникалық сервис", 4405- "Ауыл шаруашылық өндірісін механикаландыру", 2104 -"Ауыл шаруашылығын электрмен жабдықтау және электрификациялау", 0313- "Агроинженерлік ісі бойынша кәсіптік оқыту" мамандықтары студенттеріне арналған.

Қазақ тілінде мұндай оқу құралдарының тапшылығын ескерген авторлар ұжымы сол олқылықтың орнын толтыру мақсатын алға қойып отыр.

Рецензенттері: Т. Меңдібаев, техника ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық техникалық университеті " Машина жасау технологиясы" кафедрасының меңгерушісі;

П. Жүнісбеков, т.ғ.д., профессор, Қазмемағру;

Н. Балғабайұлы, т.ғ.к., доцент.

Ы. Алтынсарин атындағы Қазақ білім академиясы Кәсіптік білім беру институтының Ғылыми кеңесі оқу құралы ретінде ұсынған (№5 хаттама, 28 маусым, 2000ж.).

© "Агроуниверситет" баспасы, 2001

Машиналар мен механизмдердің кез-келген бөлшектерінің ұзақ мерзімді жұмыс атқаруы ол бөлшектердің қандай техникалық материалдардан жасалатынына тікелей байланысты.

Машиналар мен механизмдердің жұмысқа қабілеттілігі, сынбай, сенімді қызмет атқаруы олардың бөлшектері жасалатын конструкциялық материалдардың қасиеттерін пайдалану жағдайында (жүктеме күштер, жұмыс орталығы т.б.) қажетті жұмыс сипаттамаларына сәйкес келуімен байланысты. Машина бөлшектерін жасағанда олардың күрделі пішіндерін, мөлшерлері дәлдігін, жұмыс беттерінің кедір-бұдырлығын және экономикалық тиімділігін қамтамасыздандыратын өндеу технологиясын дұрыс белгілеу қажет.

Міндетті қызметіне орай машиналар бөлшектерінің конструкциялық беріктіктерін қамтамасыздандырумен бірге, олардың арнайы қасиеттерін мөлшерлеу қажет. Кейбір кезде, атқаратын қызметіне байланысты машиналар мен механизмдер бөлшектері жасалған материалдар жоғары немесе төмен (теріс) температуралардың, ылғалдың немесе әртүрлі агрессивті газдар мен сұйықтардың орта әсерінен өздерінің жұмыс сипаттамаларын жоғалтпауы және оған бейімделуі керек.

Тұтыну көлеміне қарай өндірістің машина жасау саласы материал сіңіргіш және пайдаланылатын конструкциялық материалдар түрлері өте көп әрі саны үздіксіз өсуде. Машина жасауда бөлшектердің дайындамаларын өндіру елеулі орын алады. Мысалы машина жасау үшін қажетті жалпы еңбектің 40-45 % дайындамалар өндіру үшін жұмсалады. Демек, дайындамаларды өндіру машина жасау технология жүйесінің маңызды бөлімі.

"Материалтану және конструкциялық материалдар технологиясы" пәнінің оқытатын мәселесі қазіргі замандағы өндірісте қолданылатын негізгі конструкциялық материалдармен, оларды өндіру тәсілдерімен, дайындамалармен машина бөлшектерінің пішіндерін құю, қысымдау тағы басқа тиімді технологиялық процестермен қалыптастыру әдістерімен және оларды іске асыру үшін қолданылатын әмбебапты жабдықтармен студенттерді таныстыру.

Оқу құралында қысқаша машина бөлшектері мен олардың дайындамаларын конструкциялық материалдардан

қалыптастырудың негізгі тәсілдері баяндалады. Машина жасау технологиясының жүйесіне сәйкес дайындамаларды өндіру жолдарына байланысты талқыланады.

Ұсынылып отырған оқу құралы жоғары техникалық оқу орындарына арналған "Материалтану және конструкциялық материалдар технологиясы" пәні бағдарламасына сәйкес жазылып келесі бөлімдерден тұрады:

1. Материалтану.
2. Металлургия өндірісінің негіздері.
3. Қорытпалар теориясы.
4. Өндірістік металдар.
5. Металды қысым арқылы өңдеу.
6. Құю өндірісі.
7. Металемес материалдар.

1.1. Металдар мен қорытпалардың құрылысы туралы жалпы мағлұматтар

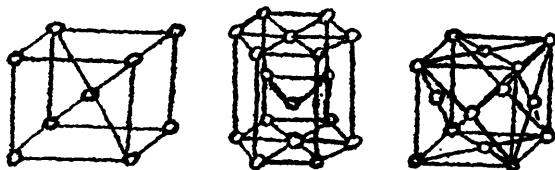
Барлық химиялық элементтер металл және металл емес болып бөлінеді. Табиғатта 100-ге тарта элементтер бар, соның шамамен 80-і металдар. Барлық металдардың жалпы өзіне тән қасиеттері болады: созымды, электр мен жылу өткізгіштігі жоғары, ерекше металдық жылтыры, температура жоғарылаған сайын электр кедергісінің артуы және т.б. Мұндай қасиеттер металл қорытпаларында да бар.

Металл қасиеттерін өздерінің ерекше ішкі құрылысы қамтамасыз етеді. Металл атомын схема түрінде қарағанда оң зарядталған ядро мен оның жан-жағында әр түрлі қашықтықта айналып тұратын электроннан тұратын зат деуге болады. Бұл ядроның сыртқы қабаттағы (валенттілік) электрондарды тарту әсері ішкі қабаттағы электрондардың тарту әсерімен теңбе-тең. Сондықтан валенттілік электрондар оп-оңай ажырап, ешқандай кедергісіз барлық бағытта орын ауыстырып, қозғалып тұратын электрондық газ құрады. Егер металда потенциал айырмашылығын жасаса, онда электрондар бір бағытта қозғалып, электр тоғы пайда болады. Электрондық газ металға қасиетті металдық типті байланыс екенін түсіндіріп, бұл байланыс өзінің табиғатында металл еместерде де кездесетін иондық және коваленттік байланысқа ұқсамайды. Заттардың атом аралық байланысының негізгі типтеріне иондық, коваленттік және металдық түрлері жатады. Техникалық таза металдардың беріктік қасиеттері төмен болғандықтан, машина жасауда негізінен олардың қорытпаларын пайдаланады. Темір негізінде алынған қорытпаларды қара металл деп атайды, оларға шойын мен болат жатады; алюминий, магний, титан және бериллий негізінде алынған тығыздығы төмен қорытпаларды - жеңіл түсті деп; мыс, қорғасын, қалайы т.б. - ауыр түсті; цинк, кадмий, қалайы, қорғасын, висмут т.б. металдар негізінде алынған қорытпаларды - тез балқығыш түсті қорытпалар; ал молибден, ниобий, цирконий, вольфрам, ванадий негіздерінде қорытылған қорытпаларды - түсті баяу балқитын деп атайды.

Барлық металдар кристалдық құрылысы бар заттар. Метал-

дардан басқа кристалдық құрылысы бар қатарына тұз, қант, алмас т.б. заттар жатады.

1. Металдардың кристалдық құрылысы. Барлық металдардың қатты күйінде кристалдық құрылысы және торы болады. Тор типтерінің көбірек кездесетін үш түрі болады (1.1- сурет):



а

ә

б

1.1.- сурет. Металдардың кристалдық торлары:

- а) көлемге шоғырланған;
- ә) жағына шоғырланған;
- б) гексагоналды.

көлемге шоғырланған тор (К.Ш.Т.), жағына шоғырланған тор (Ж.Ш.Т.) және тығыз гексагональды тор (Т.Г.Т.). К.Ш.Т. жүйесінде Cr, Mo, W, V; Ж.Ш.Т. жүйесінде - Ni, Al, Cu, Pb; Т.Г.Т.- жүйесінде - Be, Cd, Zn, Mg т.б. кристалданады.

Металдардың полиморфизмі. Кейбір металдарды қыздырғанда кристалдық торларының құрылысы өзгереді. Бір металдың түрі кристалды формасының болуын полиморфизм деп, ал бір модификациядан екінші модификацияға ауысуын полиморфты өзгеру деп атайды.

Металдардың жеке модификацияларын грек алфавитімен белгілейді: α , β , γ , δ және т.б. Мысалы, темір бөлме температурасында КШТ торлы болып, α - темір деп аталады. Ал, оны 768 °C-қа дейін қыздырғанда α - темір магниттік қасиетін жоғалтып, кристалдық торы өзгереді. 911 °C-да темірдің КШТ торы ЖШТ-ға айналады; ондай торы бар темірді γ - темір деп атайды. 1392 °C-да α - темір КШТ торлы γ - темірге айналады. Ол темірдің балқу температурасы 1539 °C-қа дейінгі аралықта болады. Полиморфты өзгерістерде кристалдық тордың өзгеруімен қатар металдардың қасиеттері едәуір өзгереді (көлемі, созылғыштығы, қаттылығы және т.б.). Сондықтан полиморфты өзгерістердің болуы көп жағдайда механикалық және термиялық өңдеуде, легірлеуде, төменгі және жоғарғы температура жағдайында жұмыс атқарғанда металл қасиетін

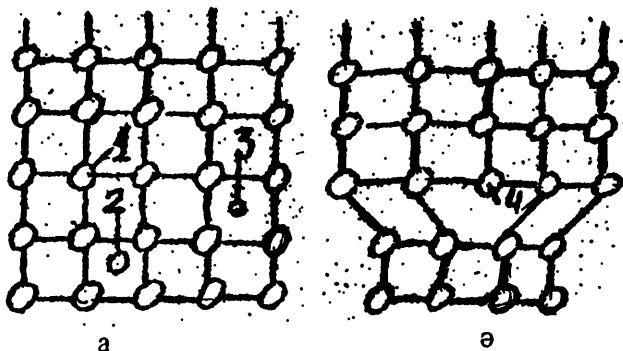
анықтайды.

2. Металдардың анизотропиясы. Мына 1.1-суретте көрсетілгендей түрлі жазықтықтағы кристалл торларының атом сандары мен арақашықтықтары әртүрлі. Осыған байланысты әртүрлі бағыттағы жеке кристалдардың (монокристалдар) қасиеттері бірыңғай болмайды. Мұндай құбылысты анизотропия деп атайды. Шын мәнісінде металдар мол кристалды болып, көптеген дәндерден (кристалдардан) тұрады.

3. Кристаллы құрылыстың ақаулары. Кристалл торларында көптеген ақаулар кездеседі, олар нүктелік, сызықтық, жазықтық ақаулар.

Нүктелік ақауларға (1.2а - сурет) кристалл торындағы бос торам 1, жылжыған атомдар 2, атом қоспалары 3 бос орындары жатады. Олар атомдардың жылу тербелістері, пластикалық деформация, металдарға қоспалар араласқанда пайда болып, бос орын болуына әсер етеді. Сызықтық ақаулардың негізгі түріне дислокация жатады. Дислокация дегеніміз, материалдардың кристалдануындағы өзгерістер. 1.2ә - суретте шеткі дислокация 4 кристаллографиялық жартылай жазықтықтың артқы жиегін көрсетеді. Мұндай ақаулардың мөлшері кішкентай, бірақ сопақша болып келеді.

Жазықтық ақаулары әдетте дәндер шекарасында бос жазықтықтарда пайда болады. Шекаралар ені 5-10 атомаралық қашықтықтай болады. Дәні ұсақ болған сайын кристалл беріктігі арта түседі.

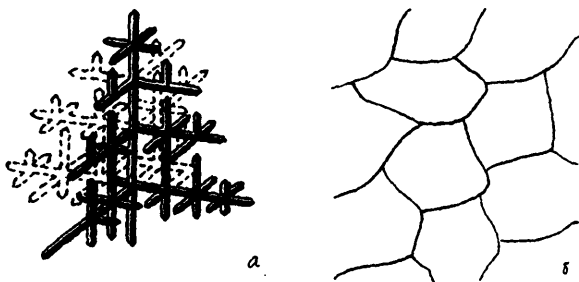


1.2. - сурет. Кристалл құрылымының ақаулары:
а) нүктелік ақаулар; ә) сызықтық, ақаулар.

1.2. Металдардың кристалдану

Кристалдану деп, металда кристалл торы пайда болып, сұйық күйден қатты күйге өту процесін айтады.

1. Металдардың катаю процесі. 1878 жылы орыс оқымыстысы металлург Д.К. Чернов металдардың катаюы кристалдану орталығының пайда болуынан басталатынын дәлелдеген. Олардан болашақ кристалдардың бастапқы /негізгі/, сонан соң оларға перпендикуляр осьтері түзіле бастайды /1.3а- сурет/.



1.3.-сурет. Дендриттің және сұйық металдың катаю нобайлары: а) дендриттің; б) сұйық металдың.

Осындай бастапқы кристалдар ағашқа ұқсас, дендрит деген атқа ие болады /гректің дендрен-ағаш деген сөзінен/. Дендриттердің өсуі мен кристалдардың түзілуі ось аралық кеңістіктерді сұйық металмен толтыру арқылы жүреді. Кристалдар мөлшері өсе келе белгілі моментте бір-бірінің әртүрлі бағытта өсуіне кедергі жасап, әрқилы сырт пішінге ие болады. Ондай кристалдарды дәндер деп атайды. Кристалдану соңында пайда болған дәндер мөлшері мен оның саны кристалдану жылдамдығы мен өсуіне байланысты. Суыну жылдамдығы өскен сайын түйірлер саны артып, ол өсін үлгермегендіктен металдағы дәндер саны азаяды.

2. Күйма құрылымы. Жоғарыда талқыланған кристалдану схемасы сом темірдің құрылысы біріңғай еместігін көрсетеді. Оның құрылысында үш аймақ болады (1.4 -сурет).

Сыртқы аймақ 1 сұйық металды жоғарғы жылдамдықпен құю нәтижесінде форманың суық қабырғаларымен жанасып, катаю бастағанда түзілетін ретсіз ұсақ дәндерден тұрады.



Сыртқы ұсақ дәнді аймақ түзілгеннен соң металдың қатаюы өзгеріп, суыну жылдамдығы төмендеп, жылу форма қабырғаларына перпендикуляр бағыттталып, ұзынша түрге (2) ие болады.

Сом темірдің ішкі жағы (3) сұйық металдың бірқалыпты суыну жағдайына осытері бір-ынғай болып түзіледі.

Бұл аумақта дәндер (1.3ә-суретте көрсетілгендей) белгісіз бағытта өседі. Қатаю процесінде сұйық металдың көлемі кеміп, (1.4- сурет) шөгу қуыстары пайда болады.

1.3. Қорытпалардың құрылысы туралы жалпы мағлұматтар

Металл қорытпалары дегеніміз электр және жылу өткізгіштігі жоғары, созылғыш және т.б. қасиеттері бар күрделі зат. Қорытпалар бірнеше металдардан немесе металдар мен басқа қосындылардан тұруы мүмкін. Қорытпалар құрамындағы элементтер санына байланысты екі, үш, төрт және көп компонентті болуы ықтимал. Қорытпалардың физикалық -химиялық қасиеттерін мейлінше реттеуге болады.

Қорытпалардың көпшілігі сұйық күйінде біртекті болып бір фазадан, қатайған соң бірнеше фазадан тұрады. Фазаның саны мен оның құрылысы компоненттердің қатаю кезіндегі әрекеттесуіне байланысты.

Егер қорытпаның компоненттері бір-бірінде еритін болса, онда қатты ерітінділер пайда болады. Кристалл күйіндегі қатты ерітінділер құрылысы жағынан орын басу, сіңу және шегеру ерітінділері деп үшке бөлінеді. Еритін компоненттің атомдары, не ерітіндінің кристалл торындағы атомдары орнын басады немесе оған сіңеді. Мұндай қорытпалар бір фазалы болып, еритін компоненттің кристалды торы бар қатты дәндерінен тұрады. Компоненттердің еруі шекті болған жағдайда екі фазалы қорытпа пайда болып, екінші фазасы таза

компонент немесе екінші компоненттен химиялық қосындысы болуы мүмкін.

Егер қатаю кезінде қорытпаның компоненттері бір-бірімен әрекеттеспесе, онда әр компонент дәндерінің механикалық қоспасы түзіледі. Онда компоненттер өз кристалдарын өзгертпей таза компоненттерден, химиялық қосылыстардан немесе қатты ерітінділерден тұрады

1.4. Металдардың қасиеттері

Құрылымы мен құрамының айырмашылығына байланысты металдардың қасиеттері әртүрлі болады, ал қолданылуына қарай оларға түрлі талаптар қойылады. Мысалы, кесу аспаптарын жасау үшін металдардың жоғары беріктілігі, қаттылығы, тозуға төзімділігі, ал ұшу аппараттарын жасау үшін металл беріктілігімен қоса ол жеңіл болуы қажет.

Металдардың механикалық, физикалық, химиялық, технологиялық және эксплуатациялық қасиеттері болады.

1.4.1. Механикалық қасиеттері

Механикалық қасиеттерге беріктік, қаттылық, созылғыштық және серпімділік жатады. Қатты денеге сырттан түсірілген күш онда кернеу мен деформация тудырады. Кернеу - түскен күштің көлденең қимасы ауданына қатынасы, МПа:

$$\sigma = P/F,$$

мұндағы, P - түсетін күш, МН.

F - көлденең қимасының ауданы, m^2 .

Металдағы кернеу нәтижесінде деформация пайда болады.

Деформация - күш түскендегі дененің формасы мен мөлшерлерінің өзгеруі. Деформация серпімді (күш алынғаннан кейін бұрынғы қалпына қайта келуі) және созылғыш (күш алынғаннан кейін өзгермеуі) болып бөлінеді. Күш мөлшері асқан сайын серпімді деформация созылғыш деформацияға айналып, күш әсері тым өскенде металл сынып кетеді.

Беріктік - қатты дененің статикалық немесе динамикалық күштер түскендегі қирамай қарсылық көрсету қабілеті. Беріктікті созу, сығу, ию және бұрау сияқты статикалық күштер түсіру арқылы анықтайды.

Динамикалық күш түскендегі беріктік соғу тұтқырлығымен анықталады, Дж/м²:

$$K_c = A/F,$$

мұндағы, A - үлгіні қиратуға жұмсалған жұмыс, Дж;

F - үлгінің тілінген ауданы, м^2 .

Қаттылық - металдың ішкі қабатына басқа қаттырақ дененің кіруіне қарсылық жасау қабілеті. Қаттылық саны сыққыш пресстің салмақ мөлшері оның дақ түсірген айдынына қатынасы (бөлу) арқылы анықталады.

Демек, **НВ Р/Ф кГ/м²**,

мұндағы, **Р**- шарикке түсетін күш, кг;

F - дақ айдыны, мм^2 .

Созылғыштық - материалдың қирамай, формасы мен мөлшерінің өзгеру қабілеті. Ол материалдың үзілгендегі салыстырмалы ұзаруын δ процентпен көрсетеді:

$$\delta = (1 - l_0) \cdot 100 / l_1,$$

мұндағы, **l** - үлгінің үзілгенге дейінгі ұзындығы, мм;

l₀ - үлгінің бастапқы ұзындығы, мм.

Серпімділік - металдардың күш түскенде өз пішінін өзгертіп, күш қайтқанда бұрынғы қалпына келу қабілеті.

1.4.2. Физикалық қасиеттері

Металдар мен қорытпалардың физикалық қасиеттеріне балку температурасы, тығыздығы, көлденең және көлемді ұлғаю коэффициенті, электрөткізгіштігі мен жылуөткізгіштігі жатады. Қорытпалардың физикалық қасиеттері олардың құрамы мен құрылысына байланысты.

1.4.3. Химиялық қасиеттері

Металдардың химиялық қасиеттеріне оның сыртқы ортадағы (қышқыл, сілті, су, ылғал, ауа, газ, жоғары температура т.б.). демек коррозияға (тоттанбау) қарсы беріктігі жатады. Барлық металдар әртүрлі ортада бірдей төзімділік көрсетпейді. Мысалы, қорғасын қышқыл мен сілтілерге жоғары бекемділік көрсетсе, темір мен мыс ондай төзімді емес. Алтын мен платина суда жоғары төзімділік көрсетсе, **Fe**, **Cu** және **Mg** суда тот басады.

1.4.4. Технологиялық қасиеттері

Металдардың технологиялық қасиеттеріне оның түрлі әдістермен өңделе алу қабілеті жатады (металл өңдеу станоктарында, соғу, штамптау, пісіру және сұйық ағымы). Мысалы, соғу, штамптау, пісіру әдістерімен тек болаттарды және түрлі коспаларды өңдеуге болады. Сұйық ағымы қасиетін құю өндірісінде болатқа қарағанда шойын көбірек иемденеді.

Металл өңдеу станоктарында болат пен шойын кесу аспаптары материалдарына байланысты өңделеді. Болатты титан-вольфрамкобальт, шойынды вольфрамкобальт қатты қорытпалы карбидтармен өңдейді.

1.4.5. Эксплуатациялық қасиеттері

Олардың қатарына металдар мен қорытпалардың төменгі және жоғары температурада, радиациясы жоғары жағдайларда жұмыс атқару қабілеті жатады. Қайсыбір механизм немесе машина болмасын оның жұмыс режимі бұзылмаса, қажетті май, су, эмульсия ретімен берілсе, онда оның эксплуатациялық қасиеті төмендемейді. Металдардың эксплуатациялық қасиеттерін арттырудың ең маңызды шаралары ретінде конструкциялық шешім дұрыс болып, қолданылатын материалдардың сапасы оның жұмыс жағдайына сәйкес болуы қажет.

Дегенмен эксплуатациялық қасиеттер қатарына мыналар жатады: тот баспау, суыққа және ыстыққа төзімділік, ыстыққа беріктілік, антифрикциялылық.

Тот баспау - қорытпалардың қышқыл мен сілтілер орталығында тот баспау қабілеті.

Суыққа төзімділік - қорытпаның 0° -тан төменгі температурада пластикалық қасиеттерін жоғалтпауы.

Ыстыққа төзімділік - қорытпаның жоғары температурада газды ортада тотықпауы.

Ыстыққа беріктілік - деп қорытпаның жоғары температурада механикалық қасиеттерін сақтау қабілетін айтады.

Антифрикциялық қасиеті дегеніміз, бір қорытпаның жұмыс барысында екінші қорытпамен нәтижелі жұмыс атқару мүмкіншілігі. Мысалы, болат пен қола, шойын мен болат (құрамы өртүрлі металдардан жасалған детальдар үйкеліс кезінде шыдамды келеді).

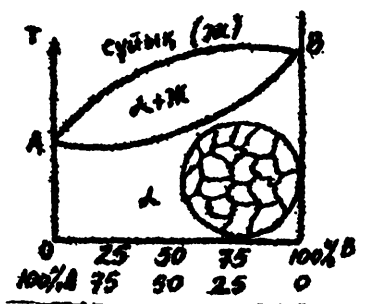
1.5. Қорытпалардың күй диаграммалары

Қорытпалардың агрегатты немесе фазалы күйлерінің оның құрамы мен температурасына байланыстылығын тәжірибе жолымен қорытпаның қызу (немесе салқындау) аумалы -нүктелерін табу арқылы анықтайды. Ол арқылы қорытпаның күйі, құрамы мен температурасы және қыздыру немесе суыту нәтижесінде болатын фазалық өзгерістердің байланысын көрсететін күй диаграммалары жасалады.

1.5.1.Ерітінділердің қатты күйіндегі күй диаграммалары

1.5- суретте бір-біріне шексіз еритін А және В компоненттері қорытпасының күй диаграммасы келтірілген. Ордината өсіне қорытпаның температурасы, ал абцисса өсіне компоненттер концентрациясы салынады. Диаграмманы осылай салғанда ол қорытпаның кез-келген концентрациясының кез келген температурадағы күйін көрсетеді.

Қатты ерітінді қорытпаның күй диаграммасы екі сызықтан тұрады: жоғарғы - ликвидус (латынша - *liquidus* - сұйық) және төменгі - солидус (*solidus* - қатты). Қорытпа ликвидус сызығынан жоғары бір фазалы сұйық, ликвидус пен солидус сызықтары аралығында екі фазалы (қатты ерітінді кристалдары мен сұйық) және солидустан төмен бір фазалы қатты күйінде болып, А және В компоненттері ерітіндісінің қатты дөңдерінен тұрады. Таза компоненттерге қарағанда қатты ерітінді қорытпасының балқуы мен катаюы ликвидус және солидус сызықтары аралығында температура интервалында болатындығын диаграммадан байқауға болады. Компоненттердің



1.5 - сурет. Компоненттердің сұйық және қатты күйінде бір-біріне шексіз еру диаграммасы
ерігіштігі шектелген жағдайда күй диаграммасының солидус сызығынан төмен сол ерігіштікті көрсететін тағы бір сызық болады.

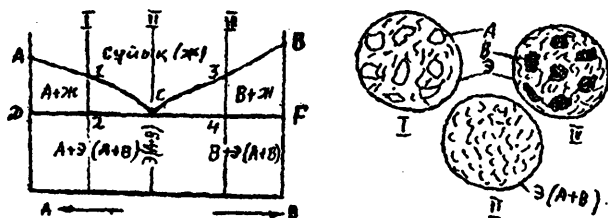
1.5.2.Қоспалы қорытпалардың күй диаграммалары

Қоспалы қорытпаларда ликвидус АСВ (1.6-сурет) және солидус ДСФ сызықтары аралығындағы температура интерва-

лында қатаяды да балқиды, тек қана **С** нүктесіне сәйкес концентрация тұрақты температурада таза компоненттер сияқты балқиды. Қатайғаннан соң бұл қорытпа (1.6- сурет) компоненттер **А** және **В**-ның ұсақ дәндерінен тұрады. Ондай қоспаларды эвтектика құрылымын эвтектикалық дейді, ал **С** нүктесін эвтектикалық нүкте деп, оған сәйкес қорытпаны эвтектикалық қорытпа деп атайды. Сол сияқты **С** нүктесінің сол жағындағы нүктелерге сәйкес қорытпалар эвтектикаға дейінгі, ал оң жағында жатқан нүктелерге сәйкес қорытпалар эвтектикадан кейінгі қорытпалар делінеді.

Эвтектикаға дейінгі қорытпаның (I) катаюы ликвидус **АС** сызығының 1-нүктесінде басталып, **А** компонентінің артық кристалдары бөлініп шығады. Сондықтан 1 және 2-нүктелер аралығы интервалында қорытпаның сұйық фазасында **А** компоненті азайып, **В** компоненті молая түседі. Қорытпа 2- нүктеге сәйкес температурада **А** компоненттері кристалдары мен сұйық фазадан тұрады. Оның концентрациясы эвтектикалық құрамды болғандықтан эвтектика түзіліп қатаяды (1.6 -сурет). Эвтектикадан кейінгі (III) қорытпаның катаю процесінің жоғарыда қаралған қорытпадан өзгешелігі, мұнда ликвидус сызығының **СВ** 3-нүктесінде **В** компонентінің кристалдары бөлінеді. Сондықтан қатайғаннан соң (4-нүктеде) бұл қорытпа **В** концентрациясының кристалдарымен эвтектикадан (1.6-сурет) тұрады. Қорытпаны қыздырғанда талқыланған процестер керісінше болады.

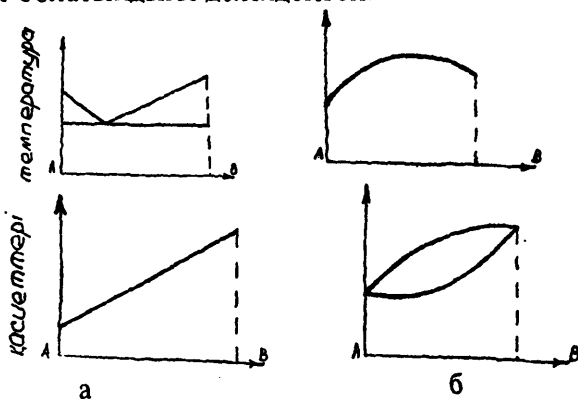
Күй диаграммаларының практикалық құндылығы қорытпаның агрегатты және фазалы күйлеріндегі қасиеттерінің өзгеруін қамтып көрсетуі. Осы байланысты тұңғыш рет кеңес физик-химигі, академик Н.С. Курнаков ашып, қорытпаның құрамы мен қасиетін диаграмма түрінде (1.7-сурет) көрсетті.



1.6- сурет. Қорытпалардың қатты күйінде механикалық қоспа түзу диаграммасы

Мысалы, қорытпа компоненттері механикалық қоспа түссе, олардың қасиеттері (қаттылығы, электрөткізгіштігі және т.б.) (1.7а -сурет) тік сызық бойымен өзгереді. Қатты қорытпа ерітінділерінің қасиеттері қисық сызықтар максимум немесе минимумы бойынша өзгереді (1.7б-сурет).

Қатты ерітінділердің созылғыштық қасиеті жоғары болғандықтан олар қысым арқылы жақсы өңделеді. Эвтектикалық қорытпалар морт келгенімен олардың құйылу қасиеттері жоғары болатындығы дәлелденген.



1.7- сурет. Қорытпаның құрамы мен қасиеттерінің байланыс диаграммалары.

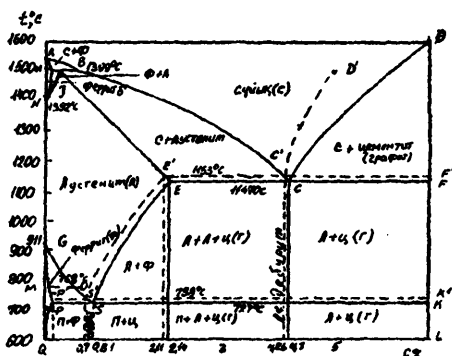
1.6. Көміртекті темір қорытпаларының күй диаграммасы
Көміртекті темір қорытпалары екі компоненттен тұратын

1.6. Көміртекті темір қорытпаларының күй диаграммасы

Көміртекті темір қорытпалары екі компоненттен тұратын қорытпалар деп қарастыруға болады, олар темір мен көміртегі.

Диаграмманың көлденең өсіне қорытпа құрамындағы элементтер процент мөлшерімен салынады (көрсетіледі). Бастапқы нүктеде (1.8-сурет)-100 (темір және О) көміртегі әрі қарай темір азаяды да көміртегі мөлшері арта түседі. Диаграмма қорытпа құрамындағы көміртегі мөлшері 6,67 %-ке тең болғанда бітеді, өйткені мұндай химиялық қосындысы бар қорытпалардың өмірде маңызы жоқ болғандықтан олар қарастырылмайды. Тік өсі бойынша температура көрсетіліп салынады. Былайша айтқанда бұл диаграммада темір мен көміртегінің қосындысы және олардың құрамының өзгеруі (балқығанда немесе қатайғанда) температураға байланысты. Жоғарыда айтылғандарды еске ала отырып, біз алдымен темір-цементит күй диаграммасын қарастырамыз.

Диаграмманың барлық пункттеріне сәйкес температурасы мен көміртегі концентрациясы 1.1 кестеде берілген. АВСД сызығы ликвидус деп, ал АНІЕСF - солидус деп аталады. АВСД - бойында қорытпаның кристалдану процесі басталады. Бұл сызықтан жоғары барлық қорытпалар сұйық күйінде болады. Суытқанда сұйық қорытпадан АВ бойында феррит, ВС - аустенит, СД- алғашқы цементит бөлініп шығады.



АНИЕСF - бойында кристалдану процесі аяқталады. Бұл сызыктан төменгі температурада барлық қорытпа қатты күйде болады әрі қарай жүретін процестер қатты күйінде жүреді. 1493 °C температурасында **НІВ** сызығында перитектикалық түрлену өтеді, оның нәтижесінде аустенит түзіледі. 1147 °C-да **ЕСF** сызығында эвтектикалық түрлену өтеді. Түзілген эвтектиканың атауы - ледебурит.

МО сызығында 768 °C температурасында темірдің магниттік түрленуі өтеді. 727 °C температурасында **PSK** сызығы бойында

1.1- кесте

Диаграмма нүктелері

Нүкте белгілеу- лері	Көміртегі Концен- Трациясы	° C	Нүкте белгілеу- лері	Көміртегі Концен- трациясы	° C
A	0	1539	F	6.67	1147
H	0.1	1493	G	0	911
I	0.16	1493	P	0.02	727
B	0.5	1493	S	0.8	727
N	0	1392	K	6.67	727
E	2.14	1147	O	0.006	25
C	4.3	1147	L	6.67	25

эвтектоидтық түрлену өтеді, былайша айтқанда 0,8% C бар перлит түзіледі.

Бұл диаграммадағы **шекті** нүктелерді **A** әрпімен белгілейді де, жанына сан индексін қояды. Қыздырғанда "r" әрпімен, суытқанда - c - мен белгілейді. Мысалы **GS** сызығын - Ac_3 және Ar_3 , **PSK** сызығын Ac_1 және Ar_1 , **ES** сызығын Ac_2 және Ar_2 деп белгілейді. Бұл диаграммадағы **шекті** нүктелерді **A** әрпімен белгілейді де, жанына сан индексін қояды. Қыздырғанда "r" әрпімен, суытқанда - c - мен белгілейді. Мысалы, **GS** сызығын - Ac_3 және Ar_3 , **PSK** сызығын Ac_1 және Ar_1 , **ES** сызығын Ac_2 және Ar_2 деп белгілейді.

Құрамында 0,8% C дейінгі қорытпаларды эвтектоидқа дейінгі болаттар дейді. Құрамында 0,8%С тең қорытпа эвтектоидты, ал құрамында 0,8- ден 2,14% C дейін бар қорытпалар

эвтектоидтан кейінгі қорытпалар деп аталады.

Диаграмманың сол жақ төменгі бөлігіндегі **PQ** - сольвус сызығы - темірдегі көміртегі ерігіштігінің өзгеруін көрсетеді. Бұл сызықтан төмен фериттен үшінші реттік цементит бөлінеді.

2-Бөлім. МЕТАЛЛУРГИЯ ӨНДІРІСІНІҢ НЕГІЗДЕРІ

2.1. Металлургия өндірісінің мәні

2.1.1. Жалпы мағлұматтар

Металлургия - металл мен металл қорытпаларын өндірістік тәсілдермен алу ғылымы, ол ескі заманнан бәрі белгілі ілім.

Адам б.э. бұрын VII-VI мың жылдарында бірінші рет алтын, күміс, мыс сияқты табиғи таза металдарды қолданған. Б.э. бұрын V-IV мың жылдарында олар рудадан мыс, қорғасын, қалайы қорытып ала бастаған. Мыс ғасыры басталған соң тастан жасалған қару құралдарын бірте - бірте шеттетті. Шамамен б.э. бұрын III мың жылдары сол уақыттағы басқа, белгілі металдарға қарағанда қаттырақ, және берік қола-мыспен қалайы қорытпасы қолданыла бастады. Бұл қола (заманы) ғасыры. Біздің эраға дейінгі II мың жылдары темір қолданыла бастады, былай айтқанда темір ғасыры басталды.

Біздің эрамыздың басталғанына дейін алтын, күміс, мыс, қола, темір, қорғасын, сынап белгілі болды, XVIII ғасырға дейін мырыш, висмут, сурьма, платина, мышьяк табылып ашылды, ал кәзіргі заманда белгілі металл саны 80-ге жуық. Кейбір металдар бұрын ашылса да қолдануы кейінге калды. Мысалы, титан 1791 жылы элемент ретінде ашылғанымен 1948 жылы ғана бірнеше тонна таза титан алынды.

Металдың қара және түсті болуы өндірістік классификациясы тарихи қалыптасқан жағдай. Қара металдарға шойын, болат және олардың қорытпалары жатса, басқа металдардың бәрі түсті металл тобын құрады. Алғашқыда руданы горн деп аталатын қарапайым пештерде тотықсыздандыру арқылы темір алынған. Горнның биіктігі өскен сайын темір көміртегімен қанықтырылып, күйе қасиеттері жақсы, морт келетін күйе алынған. Оны шойын деп атаған. XIII ғасырдан бастап, шойынның құрамында көміртегі, кремний, марганеці т. б. элементтері аз, пластикалық және беріктік қасиеттері жоғары болат алына бастады. Мұндай екі сатылы өндіру схемасы - домна пешінде шойын өндіру және оны болатқа айналдыру осы кездегі негізгі әдіс болып табылды.

Металдардың ішінде темір ерекше орын алады. Дүние-жүзінде металдың 90% көбі темір және оның өндірілуі арзанға түседі. Өндірістік көлемде металл алуға жарайтын табиғи

шикізаттар қорын кен деп атайды. Кендерден металлургия өнеркәсібінде металл өндірілді.

Металлургия өнеркәсібінде рудадан металдар алу үшін пиррометаллургия, гидрометаллургия, химияметаллургия, электрометаллургия әдістері қолданылады.

2.1.2. Металл өндірудегі қажетті материалдар

Металл өндіру үшін рудалар, флюстер, отын турлері және отқа төзімді материалдар қажет.

Руда. Табиғатта металдар жер қыртысында және әртүрлі косылыстар түрінде кездеседі. Руда құрамы металл немесе оның коспалары мен тау жыныстарынан тұратын минералдардан құралады. Мысалы, темір рудасы мынадай темір тотықтарының Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , Fe_2O_3 , Fe_2O_3 . H_2O және тау жыныстарынан тұрады.

Темір рудалары шойын қорытудағы негізгі материалға жатады. Руда минералы өзінше домнада балқытқанда бастапқы қалпына жақсы келетін темір тотықтары. Құрамындағы бос жыныс көбінесе кварцтан және сазбен аралас құмнан тұрады, былай айтқанда қышқылда болады.

Темір рудасы мыс және басқаларға қарағанда бай келеді. Бай рудалар құрамындағы темір 60% және одан да көп, кедей рудалары 30...40%.

Темір рудасы құрамында күкірт және фосфор сияқты зиянды коспалар болады.

Руда минералы құрамына байланысты келесі түрлерге бөлінеді:

Қызыл теміртас. Руда минералы гематит Fe_2O_3 (70% Fe) сусыз темір тотығы. Руда құрамында көбінесе 50...60% Fe. Бұл бүкіл әлемде ең көп тараған руданың түрі.

Магнитті теміртас. Рудалы минерал - магнитит, магнит теміртотығы Fe_3O_4 (72,4% Fe) руда құрамында 55...65% Fe.

Қоңыр теміртас. Руда минералы — темірдің сулы тотығы $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (52-66% Fe). Көбінесе рудада 30...50% Fe болады.

Шпатты теміртас. Руда минералы - сидіфит, темір карбонаты FeCO_3 (48,3% Fe), рудада көбінесе 30...40% Fe болады.

Темірлі кварциттер. құрамында 15...20% Fe бар. Кеңенді руда FeOTiO_2 илменит. Оны титан өндіруде қолданады.

Марганец рудасы. Домна пешінің шахтасында кейбір маркалы шойындарды және ферромарганец-п (82% Mn)

қорытқанда қолданады. Руда құрамындағы маргенец мөлшері 25...50%.

Флюстер. Руда қорытуды оңайлату және керекті металды тазарту үшін қосылатын зат, әк тас, құм т.б. Ол тау жыныстарымен және отын күлімен қосылып шлак түзеді. Шлактың салмағы жеңіл болғандықтан, ол металл қорытылғанда сұйықтың жоғарғы қабатында тұрады да металды газ бен ауадан қорғайды.

Металлургиялық отын. Отын - металлургиялық процестер жүру үшін және ол жоғары температурада өтетіндіктен металлургиялық агрегаттарда табиғи және жасанды отындардың қатты, сұйық және газ күйіндегі түрлерін пайдаланады. Отынның маңызды сипаттамаларына оның жылу шығарғыштығы жатады, ол отын бірлігінің толық жанғандағы бөлінетін жылу мөлшері. Отын сапасын анықтағанда оның бастапқы жану температурасын, күлділігін және басқа да сипаттамаларын ескеру қажет.

Металлургиялық отындардың негізгі түрлеріне кокс, мазут және газдар (табиғи, кокс-п және колошники) жатады.

Кокс - шойынды домна пештерінде қорытуда және құйма цехтарында шойынды. вагранка пештерінде балқытуда қолданылатын басты отыны, сонымен түсті металдарды агломерациялауда да қолданылады. Кокс кокстелінетін тас көмірінен ауа кірмейтін арнайы пештерде 950...1100°C температурасында құрғақ айдаумен 15... 18 с уақыт ішінде алынады.

Мазут - болат балқытатын мартен пештерінде, прокаттау және басқа цехтарынын қыздыру пештерінде отын ретінде кен түрде қолданылады. Ол мұнайды құрғақ айдау арқылы одан бензин, керосин және басқа жеңіл фракциялар алынғаннан кейін сұйық қалдық. Оның артықшылығы - жаққанда күлі жоқ, жануын реттеу оңай және жылу шығарғыштық қабылеттілігі жоғары 9500... 10500 ккал/кг (34,1...44,1 мдж/кг). Газ күйіндегі отындар қатарына мыналар жатады:

Табиғи газ - арзан жоғары калориялы отын. Ол негізінде метаннан тұрады CH_4 (92... 98%), оның жылу шығарғыштық қабылеті 8500 ккал/м³ У3,56 мдж/кг тең.

Кокс газы - құрамында сутегі 46...63%, метан 21...27%, көмір тотығы 2...7%, азот 4...18% болады. Оның жылу шығарғыш қабылеттілігі 3600...4500 ккал/м³ (15,12...18,9 мдж/кг).

Домна (колошник) газы - домна пештерінде шойын қорытудың қосалқы өнімі. Оны металлургиялық зауыттарында отын

ретінде таза күйінде немесе кокс газымен коспа ретінде қолданады.

Отқа төзімді материалдар. Отқа төзімді материалдардың негізгі сипаттамаларының бірі - оның отқа төзімділігі, балқымай, жоғарғы температураға шыдайтындығы. Металлургияда отқа төзімді материалдар отқа төзімділігі орташа ($1580...1750^{\circ}\text{C}$), жоғары ($1750...2000^{\circ}\text{C}$) және айырықша отқа төзімді (2000°C жоғары) болып бөлінеді. Отқа төзімді материалдар қабырға өретін кесек (кірпіш) және стакан, толке және түрлі оюлы түрде қолданылады.

Отқа төзімді материалдар химиялық құрамына қарай мынадай топтарға бөлінеді: қышқылды, негізді және бейтарапты.

Қышқылды отқа төзімді материалдарға құрамында SiO_2 көп диоксид кесегі (кірпіш), кварц ұнтағы және басқа материалдар жатады. Диоксид кесегі құрамында $93...95\% \text{SiO}_2$ бар, отқа төзімділігі жоғары 1700°C дейін. Оны қышқыл пештерді қалауда қолданады. Кварц ұнтағы мен кварц құмы ($95...97\% \text{SiO}_2$ пештің астын астарлау үшін қолданылады.

Негізгі тобы магнезит пен доломиттен тұрады MgO, CaO . Магнезит кесегі құрамында $90...95\% \text{MgO}$ болады, ал оның отқа төзімділігі $2000...2400^{\circ}\text{C}$. Магнезит үгіндісінің (ұнтақ) мартен және басқа пештерінің табанын астарлауға, индукциялық пештеріне арналған тигелдер жасауға және т. б. қолданылады. Ұнтақ бөлшектерінің мөлшері $8...15 \text{ мм}$.

Доломит - $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ тау жынысы күйдірілгеннен кейінгі ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 = \text{MgO} + \text{CaO} + 2\text{CO}_2$) құрамында MgO $35...40\%$ және CaO $52...58\%$ бар күйдірілген доломит ұнтағы магнезит ұнтағы сияқты қолданылады. Доломиттің отқа төзімділігі $1900...1980^{\circ}\text{C}$.

Бейтарапты отқа төзімді материалдарға көміртекті шамот және басқалар жатады.

Шамот металлургияда ең көп қолданылатын материал. Оның құрамы SiO_2 $50...60\%$ және Al_2O_3 $30...45\%$ тұрады, ал отқа төзімділігі жоғары ($1580...1750^{\circ}\text{C}$) және өте арзан. Шамот кесегі домна пештерін қалауға, болат құю шөміштерін астарлауда қолданылады.

2.1.3. Металлургиялық процестер

Қазіргі уақытта 80-ге жақын металдар белгілі екендігін жоғарыда айттық, олардың жер қойнауындағы жалпы массасы

25%-ке жақын. Ондағы кейбір элементтерінің құрамы мынадай:

Оттегі-47	Хром- $2 \cdot 10^{-2}$	Магний-2.1
Кремний-28	Мыс- $1 \cdot 10^{-2}$	Титан-1,2
Алюминий-8	Никель- $8 \cdot 10^{-3}$	Вольфрам- $1 \cdot 10^{-4}$
Темір-5	Мырыш- $5 \cdot 10^{-3}$	Күміс- $1 \cdot 10^{-5}$
Кальций-3,6	Қалайы- $4 \cdot 10^{-3}$	Алтын- $5 \cdot 10^{-7}$

Барлық металдар табиғатта химиялық; белсенділігіне байланысты әртүрлі тау жыныстары құрамында тотық, күкіртті, көмірқышқылды, кремнилі және басқа да химиялық қоспа түрінде болады. Бұлардың қатарына химияға төзімді таза алтын, платина, күміс сирегірек, мыс кірмейді.

Металдар және металл қорытпаларын рудадан немесе басқа негізді материалдардан алу металлургиялық, процесс деп аталады. Солардың негізгілерін қарастырайық:

Пирометаллургиялық процесс - рудадан металл немесе металл қорытпаларын алуға керекті жылуды отын жағумен қамтамасыз етуге негізделген. Пирометаллургияға темір рудасынан шойын қорытып алу домна процесін, шойынды болатқа айналдырудың мартен тәсілін, мыс рудасынан мыс қорыту және басқа да металлургиялық процестерді жатқызады. Пирометаллургиялық тәсілмен жер қыртысында кездесетін рудалардың көбісі өңделеді.

Гидрометаллургиялық процесс - еріткіштер көмегімен рудадан металдарды сілтісіздендіру және өрі қарай металды ерітіндіден бөліп алуға негізделген. Бұл тәсіл түсті металл рудаларынан мыс, мырыш, марганец және басқа металдарды бөліп алуға қолданылады.

Химия металлургиялық процесс - металдарды химиялық және металлургиялық тәсілдер көмегімен алу. Мысалы, титанды келесі схемамен өндіру титан рудасынан төртхлорлы титанды алу (TiCl_4), сонан соң магнимен титанды калпына келтіру.

Электрометаллургиялық процесс - металл мен оның қорытпаларын доғалы, индукциялы және басқа электр пештерінде қорытып алу. Одан басқа кейбір металдарды электролиз жолымен химиялық қосылыстар ерітінділерінен (мысалы алюминиді сазбалшықтан Al_2O_3 алу) немесе тұздардың су ерітінділерінен (мысалы, түйірлеу, былай айтқанда CuSO_4 күкіртқышқылды мыс ерітіндісінен таза мыс алу) өндіру.

Бұл негізгі тәсілдерден басқа металл мен қорытпаларды ұнтақты металлургия әдісімен плазмалы балқыту және басқа да тәсілдермен алу дамып келеді.

2.2. Шойын өндірісі

2.2.1. Руданы қорытуға дайындау

Домна пешінің өнімі, кокстың шығымы, алынатын шойынның сапасы шихтаның (темір рудасы, кокс, флюс) құрамына байланысты. Домна пешінің шихтасында темір 60-61% болуы керек.

Шын мәнінде рудалардың құрамында темір азырақ болады да, табиғи зиянды қоспалар (S,P) шойын мен болат сапасын төмендетеді. Сондықтан темір рудалары қорытудан бұрын арнайы дайындықтан өткізіледі. Оның нәтижесінде шихта темірге байиды, көлемдері мен химиялық құрамы бірыңғай болады. Бұл дайындық негізінен мыналардан тұрады:

- ұсақтау мен сорттау;
- байыту;
- сумен жуу;
- агломерат жасау;
- кесектеу.

Ұсақтау мен сорттау - руданың үлкен түйірлерін жақты және конусты дробилкаларда ұсақтау. Көлденең қимасы 30-100мм-ге дейін ұсақталған руда домна пешінде шикізат ретінде шихта құрамына кіре алады. Ұсақ рудалар алдың ала байыту мен агломерациялауға пайдаланылады. Домна пешіне ірі және ұсақ рудаларды бірге салса, ол пештің жұмысын нашарлатады. Рудаларды елеу арқылы ұнтақтау-сорттау фабрикаларында сорттайды.

Байытуды шихтадағы темір құрамын көбейту үшін жасайды. Мысалы Кривой Рогтың 20-45% Fe бар рудасын байытқанда, одан 60-65% Fe бар концентрат алынады. Темір рудасын байыту магнитті сепарация арқылы жасалады.

Сумен жууды руда құрамында кездесетін құмбалшықтардан ажырату үшін жасайды. Құм-балшықты ылғалы мол руда домна пешінің жұмысын нашарлатады.

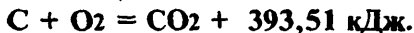
Агломерат жасау - құрамында 40-50% руда, 15-20% әк тасы, ұнтақталған агломерат пен кокстың қалдықтарын 1300-1500 °C температурада арнайы агломерациялық машиналарында пісіру арқылы алынады. Бұл кезде руда, құрамындағы қос-

ласқан. Сондықтан да домна процесінде алынатын газды колошник газы немесе домна газы деп атайды. Колошниктің төменгі жағында қиық конус формалы шахта (II). Онда руда кебеді және темірдің тотықсыздану процестері жүзеге асады. Шахтадан төменгі кеңірек, цилиндрлі бөлігі распарда (III) металл еріп, шлак түзіле бастайды. Одан төмен кері конус формалы пеш иінінде (IV) шойын қорытылып, бөлінеді. Домна пешінің негізгі бөлімдерінің бірі - көрік (V). Көріктің жоғарғы жағындағы шеңбер бойымен орналасқан бөлік фурма (I) деп аталады. Оның саны пеш көлемі мен өнімділігіне байланысты 12-ден 24-ке дейін болатын шілтерлер жиынтығы. Түтік 2 арқылы келетін ыстық ауа (1200-1300°C) осы шілтерлерден өтіп пештегі болатын физикалық - химиялық процестердің дұрыс жүруін қамтамасыз етеді.

Көріктің төменгі жағында шлак ағатын (3) жоғарғы және шойын ағатын (4) төменгі науалар бар. ТМД-де пайдалы көлемі 5000 м³, тәулігіне шығаратын өнімі 6000 тонналық домна пештерінде шойын ағатын науалардың саны 3-4-ке жетеді. Көріктің ұлтаны - лешадь ірге тасқа орналасқан. Шлак ағатын жоғарғы науа пештің ұлтанымен 1,5 м ал шойын ағатын төменгі науа 0,5 м биіктікте ғана орналасады. Бұл жағдайда шойынға қарағанда шлақтың мөнімікті салмағының төмен екендігі ескерілген. Пеш көрігінің диаметрі 10 метрге дейін болады.

Домна процесі. Шойын алу - күрделі химиялық процесс. Домна пешінде үздіксіз қарама-қарсы қозғалыс болады: жоғарыдан түсетін шихта материалдары және төменнен жоғары көтерілетін отынның (кокстың) жанған қалдықтары.

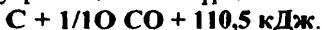
Отынның жануы. Фурма маңында кокстың көміртегі оттегімен әрекеттесіп жанады.



Реакция нәтижесінде түзілген көміртегінің қос тотығы жоғары қарай көтерілуі жолында шихта құрамында кокспен әрекеттесіп мынадай реакция жүреді:



Сол кезде фурмадан біраз қашықтықта кокс көміртегінің жартылай жану реакциясы жүреді:

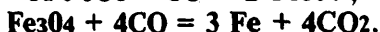


Кокстың жануы нәтижесінде домна пешінде қызу көбейеді де, CO, CO₂ газдары бар қозғалыс пайда болады. Ал, пештің фурма деңгейінен жоғарырақ аумағында температура 2000°C

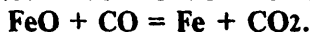
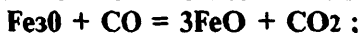
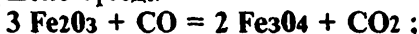
дан да асады. Ыстық, газ жоғары көтерілген сайын шихта материалдарын қыздырып, колошникке жеткенде 400-300°C-ға дейін төмендейді.

Шихта материалдары газдың үздіксіз қозғалысы нәтижесінде қызатындықтан түрлі химиялық өзгерістер болады: ылғал буланып, отыннан ұшқыш заттар бөлінеді, ал шихта температурасы - 570°C-ға кетершгенде темірдің тотықтануы басталады.

2. Темірдің тотықсыздануы. Темір екі түрлі жолмен тотықсызданады. Темірдің көміртегі арқылы тотықсыздануын тікелей, ал газбен тотықсыздануын жанама тотықсыздану деп атайды. 570°C-ға дейінгі температурада темірдің тотықсыздануы мына реакциялар бойынша жүреді:

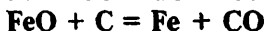
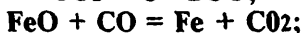
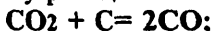


Температура жоғарылаған сайын (750-900°C) темірдің тотықсыздануы күшейе түседі:

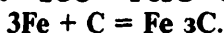
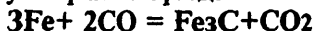


Осы температураларда домна пеші шахтасының төменгі аумағындағы рудадан кеуекті темір пайда болады.

Темір тотығының таза темірге дейін тотықсыздануы негізінен тікелей тотықсыздану реакциясы бойынша жүзеге асады:



Шихта түсе келе пештің 1000-1100°C температуралы аумағына келгенде рудадан тотықсызданған қатты темір көміртегі тотығымен, кокспен және күйелі көміртегімен өрекеттеседі, көміртегімен қанығуы күшейе түседі:



Көміртегімен қанықтырғанда темірдің балку температурасы төмендеп, пеш күймесі мен иіні деңгейінде ол балқиды. Сонымен темірдің көміртегімен күрделі қорытпасы - шойын пайда болады. Оның құрамында марганец, кремний, күкіртті және фосфор қоспалары бар. Дәлірек айтқанда шойын дегеніміз, құрамында 2,14%- тен астам көміртегі бар күрделі темір қорытпасы.

Шойын құрамында 92%-ке дейін темір, 2,14%-тен 5%-ке дейін көміртегі, 4,3%-ке дейін кремний, 2,0%-ке дейін марганец, 0,07 %-ке дейін күкірт, 1,2%-ке дейін фосфор болады.

3. Домна процесінің өнімдері. Домна пештерінде екі сұйық, өнім (продукт) - шойын мен шлак және колошник газы алынады. Шойын домна пешінің негізгі (басты) өнімі. Қолданылуына байланысты домна пешінде шойын түрлі химиялық құрамда алынады да ақ шойын (томас, бессемер, мартен шойындары) және сұр (құйма) шойын болып екіге бөлінеді.

Ақ шойыннан конвертор және мартен пештерінде болат алынады. Оның құрамында 4,0-4,4%С; 0,6-0,8%-ке дейін Si; 0,25-1,0%-ке дейін Mn; 0,15-0,3%P және 0,03-0,07% S бар.

Ақ шойынның құрамында темір көміртегі химиялық қосылыс түрінде (Fe₃C-цеменит) кездесетіндіктен, ол қатты болып, сынығы ақ түсті, өзі морт келеді, өңделуі өте қиын. Домна пештерінде қорытылатын шойынның 80-90% -і ақ шойын түрінде қорытылып, ол болат өндірісіне жіберіледі.

Құйма шойынның құрамында кремнийдің мөлшері жоғары болғандықтан (2,75-3,25%), көміртегі графит (механикалық қоспа) түрінде кездеседі. Бұл шойынның сынығы сұр түсті, жұмсақтау болғандықтан, оны конструкциялық материал ретінде жиі қолданады.

Құйма шойын құю машиналары арқылы салмағы 15-25 кг-дық чушка-қорытпаға айналады. Домна пешінде алынатын құйма шойындардың мөлшері 8-18%.

Ферроқорытпа деп, құрамында белгілі бір элементтің(Si, Mn, Cr, Mo т.б.) мөлшері шектен тыс көп болып келетін шойындарды айтады. Олар болат қорыту мен легірлеу үшін қолданылады.

FeSi - 9-13% Si , 3% -ке дейін Mn ;

FeMn - 70-75% Mn және 2%-ке дейін Si.

Айналы шойын 10-25% Mn, 2%-ке дейін Si. Домнадан алынатын өнімнің 2-3% осы ферроқорытпалар.

Домна пешінде қосымша өнім ретінде шлак пен колошник газы алынады. Шлактан шлаковата (жылу өткізбейтін материал), шлакоблок, цемент алынады. Тазартылғаннан кейін колошник газы домна пешіне үрілетін ауаны қыздыруға және металлургиялық зауыттарға отын ретінде қолданылады.

4. Домна пешінің техникалық - экономикалық көрсеткіштері:

а) домна пешінің пайдалы көлемін пайдалану коэффициенті (ПКПК) деп, оның пайдалы көлемінің V пештің орташа тәулікті өнімділігіне P қатынасын айтады:

$$ПКПК = V/P;$$

мұндағы, V - пештің пайдалы көлемі, m^3 ;

P - пештің орташа тәуліктік өнімділігі, т.

Бұрынғы кеңес еліндегі домналардың ПКПК-і 0,5-0,7 т тең.

ә) кокстың меншікті шығымы K :

$$K=A/P,$$

мұндағы, A - кокстың тәулік шығымы, т; P - пештің орташа тәуліктік өнімділігі, т.

б) Бір кг шойын алу үшін қажет шикізат мөлшері мынадай: орта есеппен 2 кг шамасында темір рудасы, 0,7-0,9 кг кокс, 0,25-0,4 кг флюс және 5 кг ауа қажет. Ал, 1 кг қорытылған шойыннан 0,5-0,7 кг шлак және 3,5-5,0 m^3 газ алынады. Домна пештері үздіксіз 7-10 жыл бойына жұмыс істей алады.

2.3. Болат өндірісі

2.3.1. Өндірістің мәні

Болат - өнеркәсіптің басты материалы. Оның сұр шойыннан негізгі айырмашылығы құрамында көміртегі мен зиянды коспалардың аз болуында. Сонымен, болат дегеніміз - құрамында 2,14%-ке дейін көміртегі, аз мөлшерде Si , Mn , S , P және Cr , Ni , V , Ti сияқты легірлеуші элементтері бар күрделі қорытпа.

Болат алу үшін негізгі материалдар ақ шойын мен болат сынықтары (скрап).

Көміртегі мен коспалар шойынға қарағанда болатта аз болатындығын 2 - кестеден көруге болады.

2-кесте. Ақ шойын мен көміртегісі аз болаттардың құрамы, %.

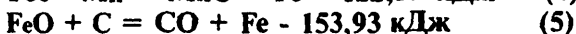
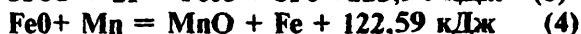
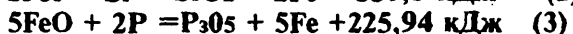
Материал	C	Si	Mn	P	S
Ақ шойын	4-4,4	0,76-1,26	1,75-кейін	0,15-0,3	0,03-0,07
Көміртегі	0,14-0,22	0,12-0,3	0,4-0,65	0,05	0,055
Аз болат					

Сондықтан қайсыбір металлургиялық өндеу жолы болсын шойынды болатқа айналдыру - ондағы көміртегі мен қоспалардың мөлшерін ерудің нәтижесінде (кезінде) тотықсыздандыру және газ бен шлакқа көшіру болып табылады.

Шойын құрамында темір көп болғандықтан, болат қорыту пешінде ол шойын мен оттегі әрекеттесуі арқасында тотықтана бастайды.



Темірмен Si, P, Mn, C т.б. тотықтанады. Пайда болған (құрылған, түзілген) темір оксиді жоғарғы температурада темірмен канығып оттегін шойындағы қоспаларға беріп, оларды тотықтырады.



Сұйық металда (қорытпала) темір оксиді қаншамалықтыкөп болған сайын қоспалар жылдамырақ тотықтанады.

Қоспалардың тотықтануын жылдамдату үшін болат ерітілетін(қорытылатын) пешке темір рудалары, темір қағы бар темір оксидтерін қосады. Сонымен қоспалардың дерлігі темір оксидінің оттегісімен тотықтанады.

Қорытудың бас кезінде, металдың температурасы төмен уақытында, кремний, фосфор, марганец қарқынды тотықтанып жылу шығарады, ал көміртегі тек жоғары температурада (қорытудың орта шенінде және соңында) қарқынды тотықтанады.

Болат қорыту пешінде шихта ерігінен кейін екі бірікпейтін орта пайда болады: сұйық металл мен шлак. Металл мен шлак олардың әртүрлі тығыздығына байланысты бөлініп тұрады. Ерімейтін қоспалар олардың тығыздығына байланысты, не шлакқа, не металға қосылады. Шлакты алғаннан кейін, қажетті мөлшерде флюс қоса отырып металдан зиянды қоспаларды (күкірт, фосфор) шлак арқылы бөліп алуға (азайтуға) болады. Сондықтан шлак құрылымын флюс арқылы реттеу металлургиялық процестердің басты жолы.

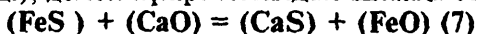
Осы заңдылықтарды пайдалана отырып, болат өндіру мына кезеңдерден тұратынын талдайық.

Бірінші кезең - бұнда металдың температурасы жоғары емес; темір жылдамырақ тотықтанып, (1)-(4) реакциялар түзіледі де Si, P, Mn тотықтанады. Ең басты мәселенің бірі болатқа

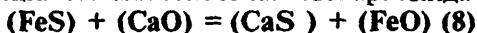
зиянды қоспа фосфорды бөліп алу. Фосфорангидридті темір оксидімен нашар қоспа. $(\text{FeO})_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ құрады. Ол төменгі температурада кальций оксидімен қосылғанда P_2O_5 ангидридті шлакқа өтіп кетеді.



Екінші кезең- температура көтерілген сайын сұйық, металл қайнай бастайды. Бұнда металдан күкіртті бөліп алу мүмкіншілігі туады. Болаттың құрамында күкірт FeS (сульфид) болып кездеседі. Температура жоғарылаған кезде FeS шлакта балқиды(ериді), демек күкірт металдан шлакқа өтеді.



Бұл реакция металл мен шлак шекарасында да етеді:



Үшінші кезең- балқу кезінде қоспаларды тотықтандыру үшін оттегінің көп болғаны жақсы, ал болат дайын болғанда ол зиянды қоспа болып, болаттың механикалық қасиетін төмендетеді.

Болатты тұндыру және диффузиялық әдістерімен қышқылсыздандырады (раскисляют). Тұндыру әдісіне сұйық болатқа көміртектес, ерігіш қышқылдарды қосады. $(\text{FeMn}, \text{FeAl})$. Нәтижесінде темір тотықтанып MnO , O_2 , Al_2O_3 түзіледі, олардың салмағы темірден тотықтанып шлакқа қосылады.

Диффузиялық әдіспен шлакты ашытады. Ферромарганец, ферросилиций ұсақталып шлактың бетіне себіледі. Темірдің шала тотығы болатта әріп (балқып) шлакқа ауысады. Қышқылсыздандыру дережесіне қарай болаттарды тыныш, қайнау және жартылай тыныш етіп құяды. Пеште және шөміште толық қышқылдандырса **тыныш**, ал пеште толық қышқылдандырмаса **қайнау** болаты алынады. Қайнау болатының қышқылдануы металдағы FeO мен көміртегінің әрекеттесуі нәтижесінде қатаю кезінде де жалғаса береді.



Реакция кезінде көміртегі тотығы ажырап, болаттан азот пен сутегінің бөлінуіне әсерін тигізеді. Газ көміртектеніп шығып, болатты қайнатады. Қайнау болаты құрамында металл емес бегде бөлшектер болмайтындықтан, оның созылғыштық қасиеті жоғары.

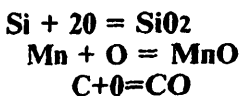
Қышқылдануы тыныш және қайнау болаттары аралығындағы болаттарды жартылай тыныш болат деп атайды.

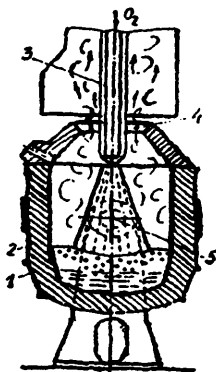
Болат өндірудің негізгі әдістеріне оттегілі конвертерлерде, мартен пештерінде және доғалы электрпештерінде өндірулер жатады.

2.3.2. Болат өндірудің конвертер әдісі

Болат өндірудің бұл әдісі Бессемер және Томас конвертерлерінде сұйық шойынды ауамен үрлеу арқылы өндіруге негізделген. Пештің пайдалы көлемінің 1/6 бөлігі ғана пайдаланғандықтан соңғы кезде конвертерге жоғарыдан үрлеу арқылы болат өндіріле бастады. Конвертер қалыңдығы 15-25 мм болат темірмен капталған (1), жоғарғы жағында мойынша (4) бар, ішкі жағы (2) динас кірпішімен астарланған алмұрт тәрізді, көлемі 100-350т ыдыс (2.2 сурет). Сұйық шойынды құйғанда және дайын болатты төккенде. Көлденең өстен 3600 айналдыруға болатын цапфаларға (5) орналасқан. Осы күшті 250 тонналық конвертерлердің биіктігі 9м, диаметрі 11 м. Ауа үру үшін конвертер тік жағдайға келтіріледі. 1-1,5 МПа қысыммен үрілетін ауа сумен салқындататын фурма (3) арқылы беріледі. Бір тонна болат өндіру үшін 50-60м³ техникалық оттегі жұмсалады. Фурма тік орналасқан, оны арнаулы механизммен көтереді. Фурманы сыртқа шығарғанда ғана конвертерлерді айналдыруға болады. Дайын болған болатты құйып алғаннан кейін конвертерді еңкейтіп, мойын арқылы шихта материалдарын салады (ақ шойын, 5-7 болат сынықтары, әк тасы, темір рудасы).

Ол кезде шойын 1250-1400°С температурада болады. Одан кейін конвертерді бұрып, тік жұмыс жағдайында келтіріп, қорытпадан 0,7-3 м биіктікте фурма арқылы оттегі үріледі. Конвертерге үлкен қысыммен берілген қарқынды оттегі металды аралап тарайды да оны шлакпен араластырады. Шойын қорытпалары тотығуының күшейе түсуі нәтижесінде фурманың төменгі жағында температура 2400°С-ге жетеді. Балқыған металдағы шойын қоспаларының оттегімен тотықтануы, мына реакциялар арқылы жүреді

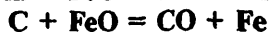
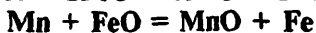
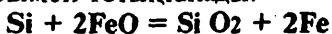




2.2 – сурет. Оттегілі конвертордың жұмыс но-
байы.

Тотықтанудың бұл өнімдері шлакқа қосылып кетеді.

Қоспалардың кейбір бөлігі металл мен шлак шекарала-
рында шлактағы темір тотық-
тарымен тотықтанады:



Болаттың құрамында көмір-
тегі тиісті мөлшерге жеткен
кезде оттегімен үруді тоқта-
тады. Ол үшін металдың
құрамын балку кезінде ЭЕМ-
ді пайдаланып, автоматты ба-
қылау жасайды. Одан кейін
конвертерді бұрып, дайын
болған болатты шөмішке
құйып алады.

Оттегілі конвертерлерде жылдам тотықтанатын легірлеуші
элементтері бар легірленген болаттарды алу қиын. Сондықтан
бұл конвертерлерде 2-3 легірленген болаттар қорытылады. Ле-
гірлеуші элементтерді бөлек электропештерде ерітіп, шөмішке
құйып қосады.

Оттегілі конвертерлерде қоспалардың тотықтануы өте жыл-
дам жүреді. Мысалы, 250 тонналық конвертерде болат өндіру
уақыты 50-55 мин. ғана. Көлемі 300 тонналық конвертерде
сағатына 400-500 тонна болат өндіруге (алуға), ал мартен
және электр пештерінде 80 тонна ғана болат балқытуға
болады.

2.3.3. Болат өндірудің мартен әдісі

Болат өндірудің мартен әдісі кеңінен таралған, осы әдіспен
біздің елде болаттың 80% өндіріледі. 1864 жылы француз
инженерлері әкелі- балалы Пьер және Эмиль Мартендер өн-
дірістің механикалық қалдықтары мен шойынды қосып бал-
қытып, болат алу жолын ұсынады. Солардың құрметіне
"Болат өндірудің мартен әдісі", "Мартен процесі", "Мартен
болаты" деп аталады.

Бұл процеске қажет жоғары температураны жылуда реге-
нерациялау (жанудан белшген заттардың қызуын пешке үрле-

нетін ауа мен газды алдын ала жылытуға пайдалану) әдісімен алуды 1856 жылы неміс инженері Ф. Сименс ұсынған болатын. Жалынды пештерде шойын мен болат сынықтарынан құйма болат өндіруді 1722 жылы Реомюр ұсынды.

Ресейде алғаш мартен пешін 1869-1870 жылдары Сормово зауытында әйгілі металлургтер Износков пен Кузнецов басшылық етуі мен салынды. Тұңғыш салынған пештің сыйымдылығы 2,5 тонна болып, өндірістік пештердің сыйымдылығы 20 тоннадан аспайтын. Осы кезде сыйымдылығы 900-950 тонна, жылына 1 млн. тоннаға жуық болат өндіретін мартен пештері бар.

1894 жылы орыс металлургтері ағайынды Горяинтовтар алғаш рет мартен технологиясына балқыған шойын, қосып балқытып сапалы болат өндіруді жетілдірді.

Бұл пештерге шихта материалы ретінде шойын, болат сынықтары, темір рудасы, балқыған шойын, легірлеуші элементтер, ферроқорытпалар пайдаланылады. Отын ретінде табиғи газ, мазут, кокс және домна газы пайдаланылады. Әр түрлі тотықтар (FeO , Fe_2O_3 , CaO , SiO_2 , MnO_2 , P_2O_5 т.б.) мен үрленген пеш қаламалары өзара әрекеттесіп шлак түзеді. Шлак жылу алмасу процесін реттеуге, металға ауа беруге, балқымадан бөлінетін қоспаларды байланыстыруға пайдаланылады. Отқа төзімді пеш қаламалары құрамына сәйкес мартен процесі негіздік (пеш ұлтанының қаламалары CaO , MnO т.б. тотықтардан жасалған) және қышқылдық (пеш ұлтаны SiO_2) процесс деп екіге ажыратылады.

Шихта құрамына сәйкес мартен процесі негізінен екіге бөлінеді:

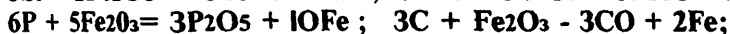
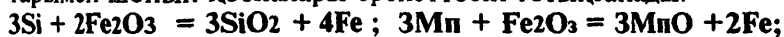
Скрап-рудалы процесс. Шихта құрамы 55-75% сұйық шойыннан, қалғаны металл сынықтары мен темір рудасынан тұрады. Бұл әдіс домна пеші бар металлургиялық зауыттарда қолданылады.

Скрап-процесс. Мұнда шихта құрамына болат сынықтары және 25-45% қатты шойын жатады. Болат өндірудің бұл әдісі өзінде домна пеші жоқ металл сынықтары мол, өндіріс шоғырланған жерден зауыттарда қолданылады. Осы екі процесте де флюс ретінде әк тас CaCO_3 (металл массасынан 8-12%) қолданылады.

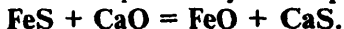
Негізді мартен пешінде болат балқытатын скрап-рудалы процесс кеңінен қолданылады. Пешке алдымен темір рудасы мен әк тас салынып қыздырылады, болат скрап (металлургия

өндірісі қалдығы, ол қайта қорытылып іске жаратылады) қосып, сұйық, шойын құяды.

Балқу процесінде темір рудасы және скрап шала тотықтарымен шойын қоспалары әрекеттесіп тотықтанады:



Күкіртті темір мен әк әрекеттесуінен күкірт бөлініп шығады:



SiO_2 , MnO , P_2O_5 , CaO тотықтары мен күкірт сульфидінен шлак түзіліп, мезгіл-мезгіл пештен шығарылып тұрады.

Балқу процесін қарқынды жүргізу және қоспаларын тотықтандыру үшін сумен салқындайтын фурмалар арқылы ваннаға оттегі үріледі. Оттегін үру нәтижесінде балқу процесінің уақыты 2-3 есе азайып, отын мен темір рудасының шығыны кемиді. Шихта ерігеннен кейін қайнау мезгілі басталады. Осы кезде металдағы көміртегінің тотықтануы күшейе түседі. Көміртегі қажетті мөлшерге жетіп, күкірт пен фосфор азайғанда, қайнату тотықталып болатқа ферромарганец, ферросилиций және алюминий қосып қышқылсыздандырады. Болатты пештен құйып алған соң, шөміште алюминий және ферросилициймен біржолата қышқылсыздандырады.

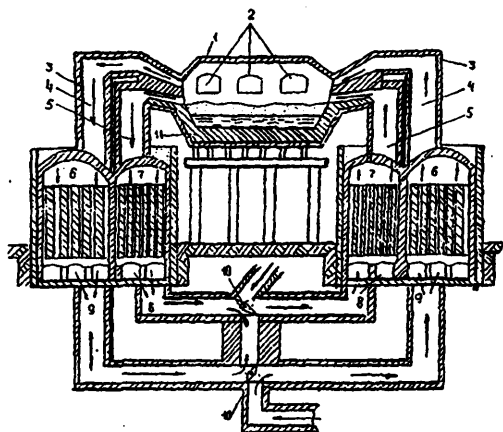
Негізді мартен пештерінде көміртегілі конструкциялық, аз және орташа легірленген (марганецті, хромды) болаттар қорытылады.

Қышқылды мартен пештерінде балқытатын шихта құрамында фосфор мен күкіртті аз болуы қажет. Негізді пешке қарағанда қышқылды пеште балқыған болаттың құрамында сутегі мен оттегі аз болады. Сондықтан қышқыл болаттардың механикалық қасиеттері жоғары, ірі двигательдердің иінді біліктерін, қуатты турбиналардың роторларын, шарикті подшипниктер жасауға қолданылады.

2.3.4. Мартен пешінің құрылысы мен жұмыс істеу принципі.

Газбен жұмыс істейтін мартен пешінің нобайы 2.3 -суретте көрсетілген. Пештің жұмыстық немесе балқыту кеңістігі көлденең соғылған камерада тұрады да төменгі жағы ванна құрамдас. Жұмыс кеңістігі оның күмбезі 1 мен ұлтаны 2, алдыңғы және артқы қабырғалармен, бүркеншектермен 3 айнала қоршалған. Пештің алдыңғы жақ қабырғасында жапқышпен жабылатын шихта түсіруге, шойын құюға, процесті бақылауға және сынамалар алуға арналған терезелер 2 бар. Артқы

кабырғасында болат ағызатын науа бар. Пеш табаны болат ағар жаққа қарай қия жасалады. Пеш бүркеншіктерінде газ (немесе мұнай) және ауа өтетін әрі жану өнімдерін шығаратын симметриялы орналасқан 4, 5 каналдары бар. Газ бен ауаны қыздыратын 6, 7 регенератор саптамалары, оның төменгі жағы газ бен ауа жүретін және жану өнімдерін шығаратын 8, 9 каналдарымен байланысқан. Жанатын газбен ыстық, ауа қызып тұрған 6, 7 регенераторлар арқылы пешке



2.3- сурет. Газбен жұмыс істейтін мартен пешінің құрылысы.

барады. Газ жанғанда шихта мен пеш маңдайшасын қуатты қыздырып шихтаны ерітеді.

Жылжымалы клапанды 10 мезгіл-мезгіл 30-40 минөт сайын ашып-жабу нәтижесінде газ бен ауаның және жану өнімдерінің қозғалу бағытын өзгертіп тұрады. Ауа мен газ бірде оң жақтағы бүркеншіктен келсе, енді бірде сол жақтан енеді. Пешке енетін ауа мен газдың температурасы 1100-1200°C шамасында болып, пешті қыздырғанда температура 2000°C-қа жетеді. Мартен пешінің жұмыстық кеңістігінде отын жанғанда оның түтіні бүркеншік, шлак ұстауыш, регенератор саптамалары арқылы өтіп оларды қыздырады. Онан соң түтін мұржа арқылы сыртқа шығады.

Пеш сыйымдылығына, қорытылатын болат маркасына, шихта сапасына және басқа факторларға байланысты, ондағы балқыту уақыты 3-тен 18 сағатқа дейін өтеді. Мартен пештері-

нің күрделілігі мен алынатын болаттың өзіндік құнының жоғарылығы және балқу уақытының ұзақтығы ескеріліп соңғы жылдары ондай пештерді салу азайды. Мартен пештерінің негізгі көрсеткіштері болып, оның сөткесіне ұлтанының әрбір м^2 аумағынан тонна есебімен алынатын болат мөлшері мен отын шығыны саналады.

Сыйымдылығы 900 тонна пештердің жұмыстық ұлтан аумағы $115\text{-}120 \text{ т/м}^2$. Орта есеппен сөткесіне бұл пештерде $9\text{-}12 \text{ т/м}^2$ болат өндірілсе, отын шығыны әрбір тонна болатқа шаққанда $100\text{-}200 \text{ кг}$.

2.3.5. Электр пештерінде болат өндіру

Балқытудың басқа агрегаттарымен салыстырғанда электр пештерінде балқытудың артықшылықтарына мыналар жатады:

1. Жылдам қызып 2000°C -ка. дейін жылудың тұрақты болуы.
2. Тотықтанатын, бұрынғы қалпына келетін немесе бейтарап атмосфера және вакуум жасау мүмкіншілігі. Соның арқасында электр пештерінде сапасы жоғары және арнайы қасиеттері бар, зиянды қоспалары аз болаттар қорытуға болады. Металлургиялық электр пештері доғалы және индукциялы болып бөлінеді

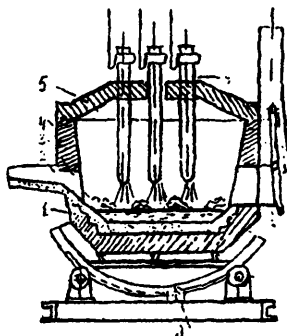
Электрдоғалы болат өндіру пеші 2.4 - суретте көрсетілген.

Болат цилиндр 4 пешінің сфералық ұлтаны бар, оның астары отқа төзімді кірпіштен 1 қаланған. Корпус қабырғасында шихта салатын терезе 7 мен дайын болат ағатын науа 2 бар. Төбесіндегі күмбез 5 тесігінен графиттелген электродтар бөтеді. Механизм 8 жәрдемімен шихта материалдарын салу және дайын болған сұйық болат пен шлақты құйып алу үшін еңкейтіледі. Диаметрі $350\text{-}500 \text{ мм}$ электродтар мен шихта 3 арасында пайда болатын электр доғасы жылу көзі болып саналады. Электродтарға берілетін тоқ кернеуі $200\text{-}600 \text{ В}$, күші $1\text{-}10 \text{ кА}$. Электрдоғалы пештердің сыйымдылығы $0,5\text{-}400 \text{ т}$ аралығында.

Болатты көбіне негізді электр пештерінде қоспаларын тотықтандырып және тотықтандырмай қорытады.

Тотықтандырып қорыту көп жағдайда мартендік скрап процесіне ұқсас. Әдетте оны көміртегілі болат алу үшін қолданады. Бұл жағдайда шихта құрамына болат сынықтары, домна шойыны, кокс және $2\text{-}3\%$ әк тасы иреді. Балқыту тотықтандыру және бұрынғы қалпына келтіру кезеңдерінен тұрады.

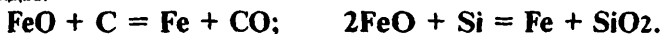
Тотықтандыру кезеңдерінде кремний, марганец, көміртегі, темір ауадан келетін оттегімен тотықтанады. Пайда болған тотықтар әк тасымен шлак түзеді. Кальций тотығы бар болғандықтан, шлак фосфорды біріктіреді.



2.4 – сурет. Электрдоғалы пеш құрылысының нобайы.

Қалпына келтіру кезеңіне болатты қышқылдандыру, күкірттен тазарту және басқа құраушыларының нөмірін реттеу жатады.

Ол үшін пешке әк тасынан, плавик шлагынан CaF_2 ; ұнтақталған кокстен және ферросилицийден тұратын флюс қосады. Кокс пен ферросилиций, шлак қабатынан баяу өтіп, темірді тазартады:

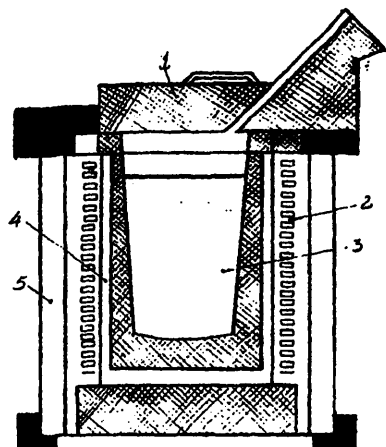


Қалпына келу шлакта және шлак пен металл шекарасында да болады. Сондықтан металл бөгде бөлшектер қоспаларынан (SiO_2 , MnO , Al_2O_3) таза келеді.

Шлакта кальций тотығы мол болғандықтан, металдан күкірттің бөлінуі күшейе түседі. Сондықтан мартен болаттарында күкірттің ең аз мөлшері 0,020% болса, электр-болаттарында оның мөлшері 0,015% - тен аспайды.

Тотықсыздандырмай балқытуды скрап пен қалдықтардан легіріленген болат алу үшін қолданады. Шын мәнінде бұл жағдайда болат өндіру шихтаны балқыту болып табылады. Балқыту процесінде қоспалардың тотығу мен керек болған жағдайда түрлі қоспалар қосылуы мүмкін. Электриндукциялық пеш (2.5 - сурет) корпус 5 ішіндегі тигель 4, оның қақпағы 1 және сумен салқындайтын индуктордан 2 тұрады. Индуктор арқылы жиілігі 500-2000 кГц ток өткенде магнитті қозғалыс

шихтаны 3 балқуға дейін қыздыратын күшті құйын тәрізді қозғалыс пайда болады.



2.5-сурет. Электроиндукциялы пешінің нобайы.

2000 кГц ток өткенде магнитті қозғалыс шихтаны 3 балқуға дейін қыздыратын күшті құйын тәрізді қозғалыс пайда болады.

Индукциялық пештер сыйымдылығы бірнеше килограмнан 5 тоннаға дейін, кейбір жағдайда 25-30 т дейін етіп салынады.

Доғалы пештермен салыстырғанда индукциялық пештердің біраз артықшылықтары бары:

а) доғаның болмауы металдарды көміртегі мен газдары аз мөлшерде балқытуға болады;

ә) пайда болған электродинамикалық күштер сұйық металды араластырып, химиялық құрамын реттеп, бөлшектердің қалқып шығуына әсер етеді;

б) индукциялық пештердің шағын болуына байланысты, оларды арнайы камераларға қойып, әртүрлі атмосфера немесе вакуум жасауға болады.

Индукциялық пештерде легіріленген болаттардың жасауға болады. Индукциялық пештерде легіріленген болаттардың қалдықтарын немесе күкірті мен фосфоры жоқ көміртегілі скрапты және феррокорытпаларды балқытады.

Шихта балқығаннан соң металл айдынына шлак төгеді: негізді пештерде - әк тасы мен плавик шпатын, қышқылды

пештерде -шыны сынықтары мен кремнеземі SiO_2 мол басқа материалдар. Шлак металды тотығудан және атмосфера газдарымен канығудан қорғайды, легірлеуші элементтердің жануы мен жылу шығынын азайтады.

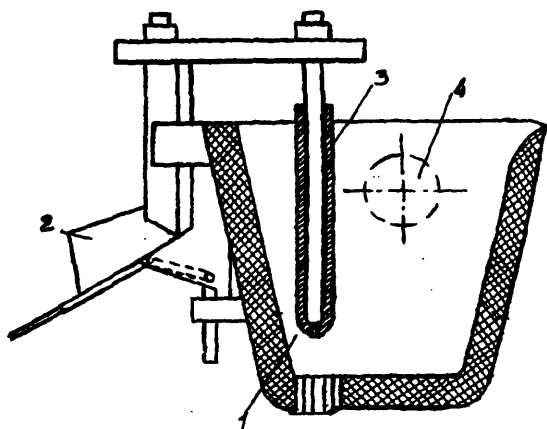
Вакуумда балқыту арқылы құрамында газдары мен бөгде элементтері өте аз қорытпалар алуға және оларды түрлі элементтермен легірлеуге болады.

Сыйымдылығы 1т индукциялы пештің балқу уақыты 45 минут шамасында, 1 т болат алу үшін 600-700 кВт.с. электр қуаты жұмсалады.

2.3.6. Қорытылған болатты құйып алу тәсілдері

Балқу пештерінде қорытылған болатты шөміштерге (2.6 сурет) құйып алып, көпір кранмен оны сом темір құятын жерге жеткізеді. Ол шөміштердің сыйымдылығы 5-250 т аралығында. Ірі балқыту пештерінде болат қорытқанда шөміш сыйымдылығы 450 тоннаға дейін болады (диаметрі мен биіктігі 6 м-ге дейін). Болатты шойын қалыптарға немесе үздіксіз құю қондырғысының кристаллизаторына құяды.

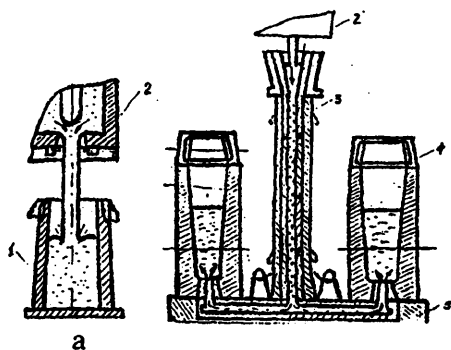
1. Шойын қалыптарының формасы арқылы болып жасалады. Прокатталатын сом темірлердің массасы 10-12 т, ал



2.6 – сурет. Болат құятын шөміш.

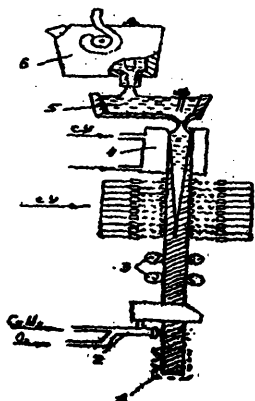
поковка жасау үшін 250-300 т етіліп құйылады. Мұндай қалыпка құюдың екі тесті бар; жоғарыдан және сифонды құю. Жоғарыдан құюда - (2.7а-сурет) болатты шөміштен 2 әрбір қалыпка жеке құяды. Болат жоғарыдан құйылғандықтан, сұйық болат шашырап, тотық, қабыршықтарымен араласып, тазалығы нашарлайды.

Болат құюдың сифонды әдісінде (2.7ә-сурет) еденге 5 қойылатын қалыптардың саны 2-60 аралығында болады. Орталық құю жүйесінен құйылған болат қалып табанындағы каналдар арқылы (қатынас ыдыстары заңына сәйкес) барлық қалыптарды бірқалыпты, шашырамай толтыратындықтан құйма беті таза болады. Болат, жалғанған қондырғыда 4, сұйық күйінде сақталып, қуыстары азырақ қатайды. Көміртегілі болаттарды жоғарыдан, ал легірленген болаттарды сифонды әдістерімен құяды. 2.



2.7-сурет. Болатты қалыптарға құю.
а) жоғарыдан; ә) сифонды

Болатты үздіксіз құю (2.8-сурет) арнайы қондырғы жәрдемімен жасалады. Сұйық болат шөміштен 6 аралық шөміш 5 арқылы үздіксіз жабылған кристалдандырғышқа 4 құйылады. Кристалдандырғыштан аққан болат сумен салқындатылып, ұйытқымен (затравка) жанасып, жылдам қатайды да айналатын шығыршықтардың 3 жәрдемімен 1-2,5 м/мин жылдамдықпен төмен қарай тартылады. Одан соң ол белгілі өлшеммен газ шілтерлері арқылы кесіліп, көмкергіш 1 жәрдемімен роликті конвейерге түсіп, прокаттау стандартына жеткізіледі.



2.8-сурет. Болатты үздіксіз құю қондырғысының нобайы.

Үздіксіз болат құю қондырғыларында қимасы тік бұрышты, өлшемдері 150x150 - ден 300x200 мм-ге дейін сом темірлер, 150-ден 400 мм-ге дейін шаршылы дайындамалар және қабырғасы қалың құбырлар жасалады.

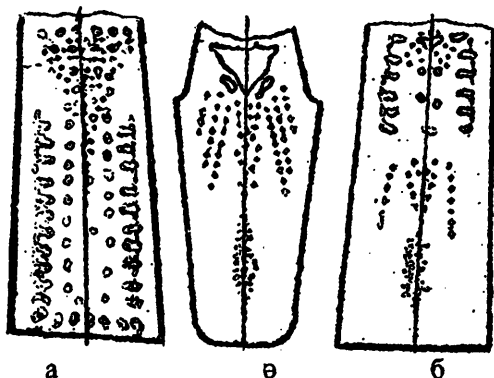
2.3.7. Құйманың кристалдануы мен құрылысы

Сом темірдің қатаю процесі мен құрылысы жоғарыда қаралған. Оның құрылысы суыну жағдайынан басқа, тотықсыздандыру дережесіне сәйкес. Осыған орай оларды қайнау, тыныш және жартылай тыныш деп бөледі.

1. Қайнау болаты деп балқыған күйінде пеште толық тотықсызданбаған болатты айтады. Оның тотықсыздануы шөміште темір оксиді FeO мен көміртегінің әрекеттесуі нәтижесінде болады. Ағызған кезде болаттың құрамында оттегі молырақ болып, қатаю кезінде ол көміртегімен жарым - жартылай өзара әрекеттесу нәтижесінде CO түрінде шығып, басқа да газдардың (азот, сутегі) шығуына әсерін тигізеді, сөйтіп сұйық металл қайнағандай болып көрінеді. Мұндай болаттың аталуы да осыған сәйкес берілген. Газдар қатаю кезінде де шыға береді, сондықтан қуыстар, газ көпіршіктері мол болады (2.9a-сурет). Оларды ыссы прокаттау нәтижесінде жоюға болады.

1. Тыныш болатты пеште және шөміште толық тотықсыздандырады. (2.9.ә-сурет). Қатаю кезінде газ шықпайтындықтан құрылымы тығыз болып, отыру қуыстары құйманың жоғарғы бөлігіне шоғырланады.

2. Жартылай тыныш болат ферромарганецпен және шамалы ферросилициймен немесе алюминиймен тотықсыздандырғанда пайда болады. Құйманың отыру қуыстары шоғырланбай, төменгі жағы тыныш, ал жоғарғы жағы қайнау болаттарының құрылымын қайталайды. (2.96-сурет).



2.9-сурет. Болат құрылысының нобайы.

а) қайнау болаты; б) тыныш болаты; б) Жартылай тыныш болаты.

2.3.8. Домна пешінен тыста болат алу тәсілі

Барлық шойынның 80% болатқа қайта өндеуге жұмсалатынын жоғарыда айттық. Сондықтан болатты бірден, домна пешінсіз, рудадан алу өте маңызды мәселе.

Қайнау қабатында қалпына келтіру тәсілінде майда түрлі руданы торға салады да, олар арқылы 15 ат қысыммен сутегі беріледі. Пайда болған "қайнау қабатында" қалпына келтіругазбен, темір тотығы түйірлерімен жақсы түйісу қамтамасыз етіледі. Өндіріс қондырғыларында 1 т қалпына келтірілген темір ұнтағын алу үшін $600...650\text{ м}^3$ сутегі жұмсалады.

Капсулды көуекті темір алу көптеген елдерде қолданылады. Біздің елде диаметрі шамамен 500 мм, биіктігі 1500 мм тең карбидті кремнилі капсулдар қолданылады. Шихта қабат-қабатымен тиеледі. Капсулдың ішкі жағы қалпына келтіргішінен – майдаланған қатты отын және күкірттен тазартуға арналған әк (10...15)% қабатынан тұрады. Екінші қабатта қалпына келтірілетін майда руда мен концентрацияланған қабатты қалпына келтіргіш әк. Вагонеткаға қойылған капсулдар

баяу жылдамдықпен ұзындығы 140 м пеш туннелімен жылжиды, мұнда олар қызады. 1200°C температурада біраз уақыт ұсталады да, 100°C дейін салқындатылады.

Қалпына келтірілген кеуекті темір қалың қабырғалы құбырлар түрінде алынады, оларды тазартып, ұсатып, майдалап, құрамында 97... 99% Fe және 0,1... 0,2% C бар темір ұнтағын алады.

2.4. Түсті металдарды өндіру

Темір және оның қорытпалары мен хром, марганецтен басқа металдардың бәрі түсті металдарға жатады. Қара металдарға қарағанда түсті металдар жер қойнауында аздау кездеседі де, өндірілуі күрделі болғандықтан және таза күйінде беріктілігінің төмендігінен машина жасау өндірісінде негізінен олардың қорытпалары қолданылады. Түсті металдардың негізгілері мыс, алюминий, магний, титан, цинк никель, қорғасын және қалайы.

2.4.1. Мыс өндіру

Мыс рудаларының құрамында 1-5% мөлшерінде мыс болады. Мыс рудалары күкіртті қоспалар CuS , Cu_2S , CuFeS оксидтер CuO , Cu_2O және карбонаттардан тұрады. Бұл рудалар құрамында мыстан басқа никель, цинк қорғасын, алтын, күміс т. б. металдар кездеседі.

Мысты негізінен сульфид рудаларынан пирометаллургиялық әдіспен өндіреді. Мыс рудалары балқытудан бұрын байытылып концентрат алынады. Концентраттағы күкірттің мөлшерін азайту үшін 750-800°C температурада күйдіріледі.

Пирометаллургиялық әдісте концентратты шағылдырғыш немесе электр пештерінде балқытылады. 1250-1300°C температурада мыс оксиді (CuO) мен жоғарғы темір оксидтері қалпына келтіріледі. Пайда болған мыс (Cu_2O) оксиді FeS -пен әрекеттесіп Cu_2S түзеді. Мыс сульфаттары және темір еріп, қосылып штейнге айналады, ол темірдің балқыған силикаттары басқа оксидтерді ерітіп шлак түзеді. Одан кейін мыс сульфидтері мен темірдің тотықтандыру үшін пайда болған темір оксидтерін шлакқа күкіртті SO_2 -ға жіберіп, қара мыс алу үшін балқыған мыс штейінді конвертерлерге құйып ауамен үрлейді.

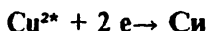
Қара мыстың құрамында 98,4-99,4% Si және аздаған қоспалар болады. Зиянды қоспалар мен газдарды шығару мақса-

тында кара мысты рафинирлейді (тазарту). Алдымен шағыл-дырғыш пештерінде отпен тазартады, S, Fe, Ni, As, Sb және басқа қоспалар балқытылған кара мысқа салынған болат труб-калары арқылы жеткізілетін ауа оттегісімен тотықтанады. Онан соң газдардан тазарту үшін шлакты алып, мысқа дым-кыл ағаш салынады. Судың буы мысты араластырып, SO₂ және басқа газдардан тазаруға мүмкіншілік береді.



Отпен тазартқанда 99-99,5% мыс алынады. Электролитті әдіс тазалығы 99-99,5% мыс алу үшін қолданылады. Электро-лизды ішінен винипластпен немесе қорғасынмен қапталған ванналарда жүргізеді. Анодтарды отпен тазартылған мыстан жасайды да, катодтар жұқа таза мыс қаңылтырдан тұрады. Электролит ретінде күкіртті қышқыл ерітіндісі және күкірт-қышқыл мыс пайдаланылады.

Тығыздығы 100-400 А/м², кернеуі 2-3В ток өткенде анод әріп, мыс катион ретінде ерітіндіге айналып, катодтарда мыс ионы ажырайды:



Қоспалар (мышьяк, сурьма, висмут т.б.) ванна түбіне шлам ретінде шөгеді.

Кейде шлам құрамында 35%-ке дейін Ag, 6%-ке дейін Se, 3%-ке дейін Fe, 1%-ке дейін Au т.б. құнды элементтер болады. Сондықтан сол элементтерді алу мақсатында шламдарды қай-та өңдейді (ұқсатады).

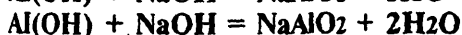
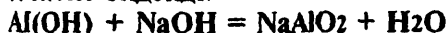
2.4.2. *Алюминий өндіру*

Алюминий рудалары ретінде бокситтер, нефелиндер, апа-титтер, каолиндер, алуниттер саналады.

Олардың құрамына алюминий глинозем (сазбалшық) Al₂O₃ немесе ылғалды оксидтер Al(OH)₃ және AlO(OH) түрінде енеді.

Алюминий өндіру екі процестен тұрады: рудадан глинозем алу және оны электролиздеу.

Бокситтерді сілтімен өндеу арқылы глинозем алынады. Ол үшін ұсақталған бокситтерді қойылтылан NaOH сілті ерітіндісімен өңдейді:



Мұнда жақсы еритін натрий алюминаты NaAlO₂ еріп, қос-палар (темір оксиды, титан т.б.) шөгеді.

Онан соң алюминат натриінен NaAlO_2 алюминий гидрокси́ды $\text{Al}(\text{OH})_3$ ажыратылады. Айналмалы пештерде 1150-1200°C температурада алюминий гидроксидының су ажыратылып глиноем Al_2O_3 алынады.



Криолит алу үшін алдымен плавикті шпаттан фторлы сүтегі, одан кейін плавикті қышқыл алынады.

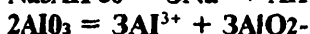
Плавикті қышқыл ерітіндісіне $\text{Al}(\text{OH})_3$ құйғанда фторалюминийлі қышқыл түзіліп, оны содамен нейтрализацияланғанда криолит алынады да ол шөгеді.



Оны фильтрмен кептіргіш барабандарда құрғатады.

Көміртегілі материалдардан жасалған астауларда (ванналарда) глиназемді Al_2O_3 электролиз деп алюминий алады.

Алюминий мен натрий фториді (Na_3AlFe_6) криолит электролиз қызметін атқарады. Балқыған криолитте глинозем жақсы еритін болғандықтан оларды 250-300 мм қалыңдықты астауда араластырып, ток көзінің оң полюсіне көмір электродтар (анод) жалғастырылады, ал астаудың түбінде катод шіндері бар. Кернеуі 4-4,5В, күші 70-150А тұрақты ток астау тізбегі бойынша жібергенде электролитті 1000°C температураға дейін қыздырады. Нәтижеде электрохимиялық процесс жүріп, криолит әріп иондарға ыдырауы мына реакциялар арқылы жүреді:



Катион Al^{3+} катодта ыдырап астау табанына сұйық, алюминий жиналады, ал анион O^{2-} бөлінген оттегі анодпен әрекеттесіп (Co, Co_2) газ күйінде астаудан ұшып шығады.

Астауға жиналған сұйық алюминийдің үстіңгі қабатында электролит тұрады. Сұйық алюминий 1-2 тәулік ішінде құйылып алынады да, астаудың бірқалыпты жұмыс атқаруы үшін оның түбінде аздаған алюминий қалдырылады.

Электролизбен 1 тонна алюминий өндіру үшін шамамен 16 мың кВт/сағ электр қуаты және 0,6 тонна көмір аноды қажет.

Өндірілген алюминий құрамында темір, кремний, мыс, глинозем қоспалары болады. Сондықтан оны тазартады. Тазарту ұшын сұйық металды 10-15 мин. уақыт хлормен үрлеу қажет. Буланған хлорлы алюминий AlCl_3 металл қорытпасынан өткенде зиянды қоспалардың; бөлшектерін біріктіріп, сұйықтың

үстінгі қабатына шлак ретінде шығады. Аллюминийді хлорлау нәтижесінде Na , Ca , Mg және аллюминийде еріген газдардан (оттегі, көміртегі тотығы) тазартылады.

Сонан соң сұйық аллюминийді шөміште немесе электр пешінде 30-45 минут $690-730^{\circ}\text{C}$ температурада газдар мен металл емес қоспалар көтерілуі үшін ұстап тұрады. Тағыда тазартудың нәтижесінде тазалығы 99,5-99,85% аллюминий алынады.

Тазалығы бұдан да жоғары аллюминий қажет болғанда электролит тазарту арқылы тазалығы 99,99% аллюминий алынады.

2.4.3. Магний өндіру

Магний өндіретін рудалар: карнолит $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, магнезит MgCO_3 , доломит $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$, бишофит $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Магний өндіру кенінен тарағаны электролит төсіл, ол екі процестен тұрады - хлорлы магний MgCl_2 алу және оны электролиздеу. Сусыз карнолит ($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl}$) электролит ретінде пайдаланады.

Ішінен шамот кірпішімен қаланған электролиздерде электролиздейді. Графидті пластинадан анод, болат пластинадан катод жасалады. Электролиздерге құйылатын электролит ерітіндісі 10% MgCl_2 , 45% CaCl_2 , 30% NaCl , 15% KCl , аздаған NaF және CaF_2 -ден тұрады. Хлорлы магнийдің электролит бөлінуі үшін электролит арқылы ток жіберіледі. Оның күші 30-50 кА, кернеуі 3В шамасында. Электролизде 720°C температура жүреді. Демек электролит балқып, магний хлориды диссоциацияланып, катодта магний, ал анодта хлор бөлінеді. Бір тонна магний алу үшін 15-17 мың кВт/сағ, электр қуаты қажет. Электролитке қарағанда магнийдің тығыздығы төмен. Сондықтан ол жоғары қалқып шығады да оны мезгіл-мезгіл вакуум ожауымен құйып алады. Астаудың астында ішкім жиналады. Жоғарыдағы төсілмен алынған магнийдің құрамында 2-5%- ке дейін түрлі зиянды қоспалар кездеседі. Сондықтан оны тазарту үшін құрамында магний, барий, калий, натрий т. б. хлориды бар флюстермен қосып қайта қорытады. Қайта қорыту 720°C температурада 1 сағатқа дейін уақытта электр пештерінде жүргізіледі. Флюстер магнийдің құрамындағы қажетсіз қоспалармен өрекеттесіп, шлакқа қосылады. Тазартылған магнийдің тазалығы 99,9%-ке дейін жетеді. Одан да таза магний өндіру үшін вакуумда сублимация (айдау) қажет.

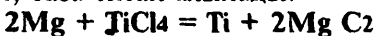
2.4.4. Титан өндіру

Титан рудаларына негізінен ильменит $\text{TiO}_2 \cdot \text{FeO}$ және рутил TiO_2 жатады. Ильменитті титаномагнетиттен $\text{FeTiO}_3 \cdot \text{Fe}_3\text{O}_4$ алады. Ильменитті концентрат құрамында 40-45% TiO_2 , 30% FeO , 20% Fe_2O_3 және 5-7% бос жыныс болады. Ильменитті концентратты темір мен титан оксиді тотықсыздандырып, руда балқытатын пештерде 1700°C температурада ағаш көмірмен, антрацитпен қосып балқытады. Пайда болған темір көміртектеніп шойынға айналады да, титан тотығы TiO_2 шлакқа айналады. Шойын мен шлакты бөлек құйып алады. Бұл процестің негізгі өнімі титанды шлакта 80-90% TiO_2 , 2-5% FeO және SiO_2 , Al_2O_3 , CaO т.б. қоспалары. Алынған титанды шлак арнаулы пештерде хлорланады. Пешке электр тоғы берілгенде оны қыздыру үшін астыңғы жағынан көмір қалайды. Пешке брикеттелген титанды шлак салып, фурма арқылы хлор жеткізіледі. $800-1250^\circ\text{C}$ температурала көміртегімен әрекеттесіп, төртхлорлы титан және CaCl_2 , MgCl_2 т.б. хлоридтер түзіледі.



Төртхлорлы титаннан $950-1000^\circ\text{C}$ температуралы реакторларда титанды ажыратады. Реакторға чушкалы магний салып, ауаны сорып алған соң, аргонмен реактор кеністігі толтырылып, бу түстес төртхлорлы титан салады.

Сұйық магниймен төртхлорлы титан арасында мынадай реакция түзіліп, таза титан алынады:



Титанның қатты бөлшектері қуысты масса губка болып бірігеді, ал сұйық реактордың науасы арқылы құйып алынады. Титан губкасында 35-40% магний және хлорлы магний болады.

Титанды губкаларды мыс су салқындатқышы бар тигельдермен вакуумды электрдоғалы пештерде балқытады. Прес-телген титанды губкадан жасалтан түтік және балқыған металл екі электродтың қызметін атқарады. Доға жанғанда түтік балқып, титан тамшылары тигельге ағып құйма болып қатады. Вакуум металды тотығудан сақтап, еріген газдардан тазартады. Губкадан қайта қорытқан титанның тазалығы 99,6-99,7%. Төртйодты титанды TiI_4 жоғары температурамен қыздырғанда йодпен өте таза титан алуға болады. $\text{TiI}_4 \rightleftharpoons \text{Ti} + 2\text{I}_2$. Ол үшін титан сымы арқылы 1400°C температурада электр тоғын откізу қажет. Пайда болған титан жіңішке титан сымына жабы-

сып жуандай береді. Титанды тазартудың бұл тәсілі өте құнды, бірақ өндіріс өнімділігі төмендеу. Сондықтан йодты титан құндылығы жоғары.

3-Бөлім ҚОРЫТПАЛАР ТЕОРИЯСЫ

3.1. Қорытпалар туралы түсініктер

Металл қорытпалары деп, металл айрықша қасиеттерімен көрінетін екі және одан да көп элементтерді қорыту арқылы алынатын қосылыстарды айтады. Оның негізгі элементі металл болуы керек. Металл қорытпалары таза металлға қарағанда арзандау, механикалық қасиеттері жақсы және көбінесе бойында өте бағалы химиялық және физикалық қасиеттері болады. Олар көбінесе жақсы технологиялық қасиеттерімен сипатталады, мысалы кесу аспаптарымен жақсы өңделуі, пісірілгіштігі, шындалуы және құйылу қасиеттері. Қорытпа дайындаудың басқа да тәсілдері болуы мүмкін - біріктіріп пісіру, электролиздеу, возгонкалау және тағы басқалар.

3.1.1. Қорытпалар құрамының негізгі құраушылары

Сұйық түрінде қорытпа элементтері көбінесе бір-біріне шексіз ериді. Бір метал атомдары екінші метал атомдарының арасында бірқалыпты орналасқан біртекті сұйық ерітінді пайда болады. Жартылай немесе толық ерімейтінділік атом диаметрлері мен балқу температураларының үлкен айырмашылығынан болады, ол кейбір металдарда байқалады. Мысалы мыс-қорғасын, темір-қорғасын қорытпаларында байқалады. Осыған байланысты қатайғаннан кейін бұл элементтер қорытпада механикалық қоспа, қатты ерітінді және химиялық қосылыс түзуі мүмкін.

Механикалық қоспа. Егер қорытпаның компоненттері қатты күйінде өзара ерімесе немесе химиялық қосылысын түзбесе, онда қорытпа қатайғанда механикалық қоспа түзеді. Мұнда компоненттер өз кристалл торларын өзгертпей сақтайды. Қорытпа құрылымы (структурасы) таза элементтердің механикалық қоспасынан, қатты ерітінділерден немесе химиялық қосылыстардан түзілуі мүмкін. Мұндай қорытпалар, егер оның құрамына кіретін металдардың қасиеттерінде үлкен айырмашылық болатын болса ғана түзіледі.

Химиялық қосылыстар бір-біріне ұқсамайтын және құрылысы мен қасиеті жағынан біраз айырмашылығы бар элементтерден түзіледі. Химиялық қосылыстарға тән қасиет олардағы элементтер атомдарының дәл белгілі қатнаста болуы A_nB_m формуласына сәйкес; бұл қосылыс түзетін элементтердің кристалдық торынан өзгеше өз кристалдық торы болуы керек. сондықтан қасиеті бастапқы элементтерге қарағанда өт

өзгеше, қаттылығы мен морттылығы және электр кедергісі үлкен, балқу температурасы тұрақты. Химиялық қосылысты көбінесе металдар мен металлоидтар түзейді. Мысалы, карбидтер-металл мен көміртегінің химиялық қосылыстары (темір, хром карбидтері), нитридтер-азотпен металдардың химиялық қосылыстары (темір, алюминий нитридтері т.б.).

Қатты ерітінді. Қатты ерітінді деп, еритін элементтің атомдары еріткіш кристалл торында орналасқан қорытпа құрылымын айтады. Былайша айтқанда еріткіш өзінің кристалл торын сақтайды да, ал ерігіш элемент өзінің торын бұзады. Егер қорытпа элементтерінің кристалл торлары бір типтес және олар бір-бірінде шексіз ерісе, онда қорытпа құрамындағы мөлшері 50% асқан элемент ерігіш деп аталады. Ерігіш атомдарының еріткіш кристалл атомдары торында орналасу өзгешелігіне байланысты алмасушы, енуші, шегеруші ерітінділерге бөледі.

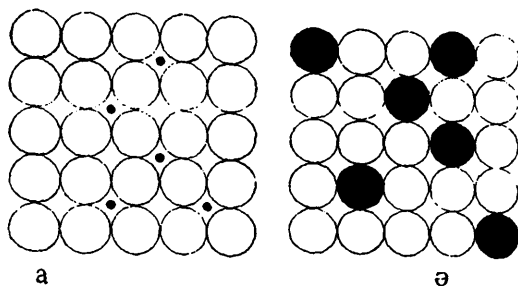
Алмасушы қатты ерітінділерде ерігіштің атомдары еріткіш кристалл торының кейбір түйіндеріндегі атомдарын ығыстырып жібереді немесе орнын басады (3.1а-сурет). Егер ығыстырып жіберу кез-келген жерде өтетін болса, онда мұндай қатты ерітінділерді реттелмеген дейді. Температура төмендеген сайын алмасушы қатты ерітінділердің ерігіш атомдары қайта бөлінеді де, кристалл торында белгілі орын алады, мысалы мыстың никелмен қорытпалары. Мұндай қатты ерітінділерді реттелген дейді. Олардың өте жоғары қаттылығы мен сынғыштық айырмашылығы бар.

Бұларды қатты ерітінді мен химиялық қосылыс арасындағы аралықтарда деп қарауға болады.

Енуші қатты ерітінділерде ерігіш элементтерінің атомы еріткіш торы түйіндерінің арасында орналасады (3.1б-сурет).

Енуші кристалл торының атом арасындағы қуыс мөлшерінің аздығынан оған атом мөлшері кішкене элементтер орналасады. Мұндай қатты ерітінділер элементтері бірі екіншісінде шекті және шексіз еруі мүмкін.

Егер қорытпа элементтері кристалл торларының өлшем айырмашылығы 8%-тен аспаса, элементтердің бірінің екіншісінде ерігіштігі шексіз болатын алмасушы қатты ерітінділер пайда болады, ал егер айырмашылығы 8...15% аралығында болса, онда бір-біріндегі ерігіштігі шекті болып, енуші қатты ерітінді түзіледі. Егер атом



3.1. –сурет. Қатты ерітіндінің атомды – кристалды схемасы:
а) алмасушы қатты ерітінді; б) енуші қатты ерітінді.

диаметрлерінің айырмашылығы 15%-тен асса, онда қатты ерітінді түзілмейді.

Шегеруші қатты ерітіндісі сирек кездесетін болғандықтан оны қарастырмаймыз. Қатты ерітінділер түзілу кезінде еріткіш металдың қасиеті мен тордың ауқымы өзгеруі қабаттаса жүреді. Қатты ерітінділердің құрамы айнымалы болады.

3.2. Фазалар ережесі (Гиббс ережесі)

Кристалдану мен балқу процестерін түсіну үшін, металл қорытпаларының суыту мен қыздыру қисық сызықтарының және күй диаграммасының дұрыстығын тексеру үшін фазалар ережесін қолданады.

Фазалар ережесі жүйенің фаза, компонент және еркіндік дәрежесі арасындағы сандар байланысын орнатады.

Система деп, белгілі жағдайда (температура, қысым) бақылау және зерттеу үшін тандап алынған металдар мен металл қорытпаларын айтады. Система жәй және күрделі болады. таза металл жәй систем (темір немесе Fe_3C_9), химиялық қосылысты қорытпалар күрделі. Мысалы, **Pb-Sb** жұпталған қорытпа, **Pb-Sb-Sn**- үштік қорытпа және т.б.

Компонент деп, система құрамының тәуелсіз бөлігін айтады. Қорытпаларда компонент ретінде элементтер мен химиялық қосылыстар болуы мүмкін. **Pb-Sb** системасындағы компоненттер қорғасын мен сурьма, **Al-Mg-Si** системасында компоненттер болып алюминий мен **MgSi** химиялық қосылыс.

Фаза деп, системаның басқа бөліктерінен белгілі шекарамен шөктелген біртекті бөлігін айтады. Фаза өз шекарасынан өткенде оның қасиеті қатты өзгереді. Фазалар қатты, сұйық және газ түрінде болады. Мысалы таза металл кристалданғанда системада екі фаза болады: сұйық (балқытылған металл) және қатты (катайған металдың түйірі). Қатты қорытпаларда фазаға таза металдың қатты ерітінділерінің және химиялық қосылыстарының түйірлері жатуы мүмкін.

Системаның еркіндік дәрежесінің саны (варианттылығы) деп системаның фаза санын өзгертпей күйін өзгерте алатын сыртқы және ішкі себептердің санын айтады (температура, қысым, концентрация).

Еркіндік дәрежесі (C) мына формуламен анықталады.

$$C = K + P - \Phi$$

Сыртқы факторларға температура мен қысым жатады. Металл қорытпаларында барлық айналулар тұрақты атмосфералық қысымда өтеді де, сыртқы факторға температура ғана жатады. Сондықтан фазалар ережесі бұл жағдайда былай жазылады:

$$C = K + I - \Phi$$

Егер тепе-теңдік фаза саны максималды болса, онда $C=0$ және система вариантсыз делінеді. $C=1$ болғанда фаза санын өзгертпей, температураны белгілі мағынаға дейін өзгертуге болады. $C=2$ болғанда системаның фаза құрамын өзгертпей (температура мен концентрация) өзгертуге болады.

3.3. Кесінділер ережесі

Кристалдану кезінде фазалар концентрациясы мен әр фазалар саны (сұйық фаза азаяды, қатты фаза көбейеді) өзгереді. Диаграмманың кез келген күйінде бір мезгілде екі фаза болған нүктесінде, оның концентрациясы мен екі фазаның санын анықтауға болады. Ол үшін рычаг ережесі немесе кесінділер ережесі қолданылады. "а" нүктесінде қорытпасының күйін t температурасында көрсетіп тұрған 3.2 сурет, қорытпа "в" кристалдарынан және сұйықтан тұрады. Фазалар санын табу үшін "а" нүктесі арқылы берілген температура деңгейінде көлденең сызық ликвидус қисығымен

үшін термиялық құрылымдық (структуралық) ренгенқұрылымдық зерттеу тәсілдерін қолданады. Қосымша қорытпаның кейбір механикалық және физикалық қасиеттерін анықтайды. Диаграмманы салу және зерттеу үшін көбінесе негізгі термиялық әдісті қолданады. Ол сұйық қорытпаның суыту қисығының сериясын алуға негізделген және бұл арқылы аумалы кезек нүктесін, яғни фазалық айналу температурасын табады.

Қорытпаның кристалдана бастайтын нүктесін ликвидус нүктесі деп атаған, кристалданудың соңы - солидус (қатты).

Таза металдардан механикалық қоспа түзейтін қорытпалар күй диаграммасы (I типті диаграмма) делінеді. Бұл диаграммада компоненттер сұйық күйінде шексіз ериді де, ал қатты күйінде ерітінді және химиялық қосылыстар түземейді. Мұндай системаларға **Pв - Св** қорытпалар жатады. **АСВ** сызығын ликвидус (сұйық) деп атайды да, мұның бойында кристалдану басталатынына сәйкес нүктелері жатады. **АСВ** сызығынан жоғарыда қорытпа - сұйық күйінде болады. Суытқанда **АС** сызығында таза қорғасын кристалдары, ал **СВ** бойында - таза сурьма кристалдары бөлініп шығады.

ДСЕ сызығын солидус (қатты) деп атайды, оның бойында қорытпалардың кристалдану процесінің соңғы температурасына сәйкес нүктелері жатады. Бұл сызықтан төмен жатқан қорытпалар қатты күйінде болады. **С** нүктесінде (13%Св, 87%Рв) 246°С температурасында қорғасын мен сурьма кристалдары бірден бөлініп шығып механикалық қоспа – эвтектика түзейді. Бұл құрамда 13% Рв бар, оны эвтектикалық қорытпа дейді. Эвтектикалық қорытпаның сол жағындағы қорытпаларды эвтектикаға дейінгі, ал оң жағындағы – эвтектикадан кейінгі қорытпа делінеді.

Эвтектикаға дейінгі қорытпалар құрамында **АС** сызығында бөлінген қорғасын түйірлері мен эвтектика болады, ал эвтектикадан кейінгі **СВ** сызығында сурьма түйірлері мен эвтектика бөлінеді.

Күй диаграммасы арқылы балқудың басталу және аяқталу температурасын табуға болады және суыту сызығын салады. Әртүрлі концентрациялы қорытпалардың суыту процесін қарастырайық.

Бірінші қорытпа (95%Рв, 13%Св, 87%Рв) 1 аумалы кезең нүктесінен жоғарыда бір фазадан - сұйық ерітіндіден тұрады. Бұл күй аумағы еркін дәреже саны мынаған тең.

$$C = H + I - \Phi = 2 + 1 - 1 = 2$$

Екіге тең еркін дәрежесі болуы құрамы мен температурасын өзгертуге жағдай жасайды, бірақ фаза саны өзгермейді. I нүктеге сәйкес температурада ерітіндіден қорғасын (**Pв**) кристалдары бөліне бастайды, екі зат пайда болады (сұйық және қорғасын).

Бұл күй аумағында еркін дәрежесінің саны тең.

$$C = 2 + 1 - 1 = 1$$

Бір еркін дәрежесінде қорытпаның екі фазалы система-сына екінші аумалы кезең нүктесіне - 2-ге дейін суытуға болады. Мұнда сұйық фазаның концентрациясы 1- деп 2 дейінгі нүктелер арасында 1-С кесіндісіне пропорциональды өзгереді. Қорғасын кристалдары түзілгендегі шыққан жылу әсерінен 1 мен 2 нүкте арасында суыту азаяды.

Суыту сызығы шамалы дөңестеу, 2 нүктеге сәйкес температурадағы қорытпа, қорғасын кристалымен С нүктесіне сәйкес концентрациясы сұйық фазадан, яғни 13% **Pв** және 87% **Св** тұрады. Әрі қарай сұйықтан эвтектика (**Pв+Св**) кристалданады (үшінші фаза-сурьма кристалдары бөлініп шығады).

Бұл аумағына еркін дәреже саны тең болады. $C=2+1-3=0$. Еркін дәрежесі нольге тең болғанда фаза саны өзгермей, қандай да болмасын, факторлардың өзгеруі мүмкін емес. Сондықтан эвтектика (**Pв+Св**) түзілу процесі тұрақты температурада өтеді (2-2¹ кесіндісінде). Біраз уақыттан кейін (2¹ нүктесінде) қорытпа қатайды. Бұл облыстың еркін дәреже саны бірге тең болады да, қорытпа әрі қарай сұйық. III қорытпа (50%**Pв**, 50%**Св**) кристалдануы осыған ұқсас тәсілмен жүреді. 3 нүктеде сурьма кристалы бөлінеді, ал 4-4¹ түзуінде – эвтектика (**Pв+Св**) кристалданады.

АДЕВ сызығы солидиус деп аталады. Қорытпа суыған кезде **АС** сызығында сұйықтан **В** элементі атомдарының **А** элементінің кристал торында енуші қатты ерітінділердің кристалы бөлінеді (α). **ВС** сызығында сұйықтан қорытпаның **А** құраушысының атомдары **В** элементінің кристал торында енуші қатты ерітінді кристалданады (β).

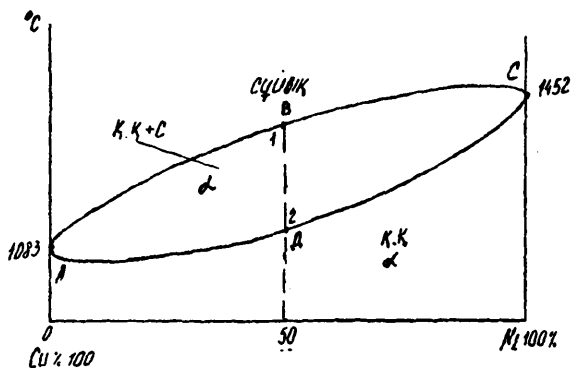
Диаграммадағы **С** нүктесіне сәйкес концентрациялы қорытпадан эвтектика $\alpha+\beta$ кристалданады. Қорытпа **Д** мен **С** нүктесі суық ерітіндіден бірден кристалданғаннан кейін α кристалы мен $\alpha+\beta$. Концентрациясы **Д** нүктесіне қарағанда аз

қорытпалардағы сұйық ерітінділерден кристалдану АВ сызығында бітеді де, α кристалынан тұрады. Температура төмендегенде (ДФ сызығы) бұл кристалдар В компоненті атомдарымен толады, сондықтан қатты ерітіндісінен $\beta_{\text{т}}$ қатты ерітінді түйірлері кристалданады. Қатты ерітіндіден кристалдануды екінші дейді. Сұйық ерітіндіден - бірінші концентрациясы Е нүктесіне қарағанда көп қорытпаларда солидус сызығын төмен температурада β кристалынан EG сызығынан $\alpha_{\text{т}}$ кристалы бөлініп шығады.

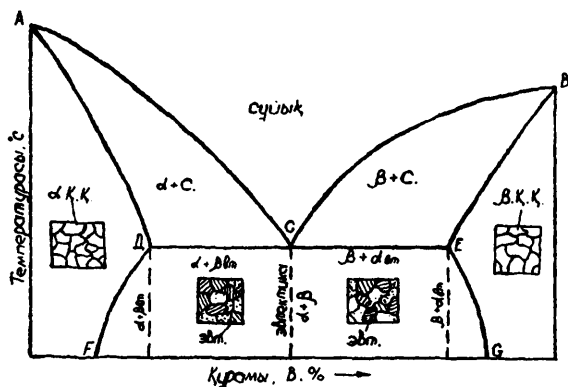
3.5 Күй диаграммаларының басқа түрлері

Cu-Ni қорытпаларының күй диаграммасы екінші типті диаграммалар (3.3-сурет) қатарына жатады АСВ қисығы ликвидус, АДВ қисығы солидус деп атлады.

Суыту процесінде никель мен мыстың әртүрлі қараушылары қатты ерітінді түрінде кристалданады. Диффузия нәтижесінде қорытпа құрамы қалыпты орналасады. Суыту жылдамдығы төмендеген сайын диффузия толығырақ әсер етеді. Суыту жылдамдығы артқан сайын ликвация күшейе түседі. Ондай ақау болғанда, оны жасыту арқылы түзетеді.



3.3 – сурет. Cu-Ni қорытпасының күй диаграммасы.

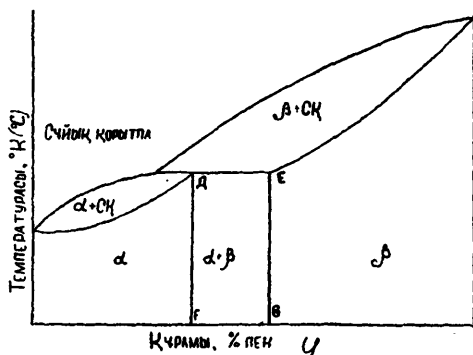


3.4-сурет. Шектеулі ерітінді қорытпаларының күй диаграммасы.

Шектеулі ерітінді қорытпаларының күй диаграммасы ретінде **Cu-Ag** (3.4 –сурет.) диаграммасын қарастыруға болады. Мұндай диаграммалар 3- типті диаграммалар қатарына жатады. Бұл диаграммадағы **АСВ** қисығы ликвидус, ал **АДЕВ** қисық сызығы солидус деп аталады. Мыс-күміс диаграммасының **АС** сызығы деңгейіндегі температураға сәйкес келгенде **В** компонентінің атомдары қатты ерітінді кристалдары бөлінеді, **СВ** сызығына сәйкес температурада **А** компонентінің атомдары қатты ерітінді түрінде кристалданады. Диаграммаларының **С** нүктесіне сәйкес қорытпа **α+β** эвтектикасынан тұрады.

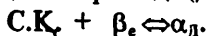
3.6. Перитектикалық диаграмма

Перитектикалық айналымда сұйық кристалдануы екі қатты фаза түзеу арқылы жүреді. Мұнда нонвариантты (үш фазалы тепе-теңдік) басқа типті айналым болуы мүмкін, онда сұйық бұрын бөлініп шыққан кристалдармен әрекеттесіп, жаңа түрлі кристалдар түзейді. Мұндай типті реакцияны перитектикалы дейді. Перитектикалық түрлену диаграмма 3.5-суретте көрсетілген. Бұл диаграмма үш бірфазалы аумақтардан **α** және **β** қатты ерітінділері мен **L** сұйықтан тұрады. **АСВ** сызығы лик-видус деп аталады да, **АДЕВ** - солидус. Бұл диаграмманың ерекшелігі **СДF** сызығында перитектикалық айналу болуы, мұнда **β** кристалы (**Е** нүктесінде шексіз толған)

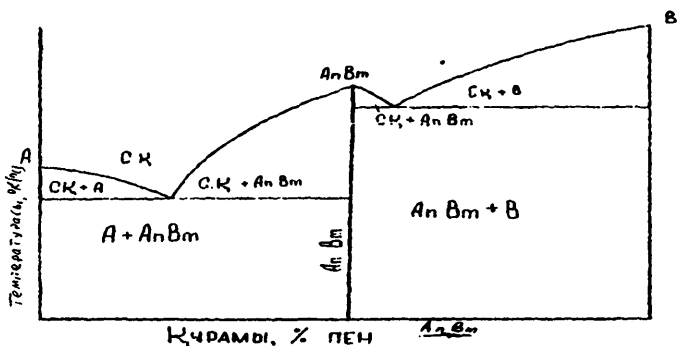


3.5-сурет. Перитектикалық түрлену күй диаграммасы.

сұйықпен құрамы С нүктесіне сәйкес әрекеттесіп, жаңа фаза берді - α қатты ерітінді (Д нүктесінде шексіз толған)



Химиялық қосылыс түзейтін қорытпалар күй диаграммасы (IV типті диаграмма). Қорытпа элементтері сұйық күйінде бір-біріңде толық еріп, қатты күйінде химиялық қосылыс түзейді Ni-Al, Ag-Si және т.б. Мысалы, 3.6 – суретте көрсетілген диаграмма магний, кальций. Бұл қоспа құраушылардың концентрациясы белгілі мөлшерге жеткенде (Mg_2Ca_3) (AmB_n) химиялық қосылыс түзейді. Түзелген қосылыстың балқу температурасы А мен В элементтерінің балқу температурасынан не жоғары, не төмен болуы мүмкін. Сондықтан бұл күй диаграммасын екі бірінші типті диаграммасынан тұрады деуге болады: $Mg-Mg_4-Ca_3(A-AmB_n)$ және $Mg_4Ca_3, Ca(AmB_n)$. Мұнда АЕ сызығында Mg(A) бөлінеді, Е,С - $Mg_4Ca_3(AmB_n)$ химиялық қосылыс Е1 және Е2 нүктелерінде өзіне төн эвтектикалар пайда болады Е1 нүктесіне сәйкес келетін эвтектика құрамы $Mg-Mg_4-Ca_3(A-AmB_n)$ тұрады да, ал Е2 - $Mg_4Ca_3 - Ca(AmB_n-B)$.



3.6-сурет. Химиялық қосынды түзетін қорытпалар күй диаграммасы.

Күй диаграммаларының типтері мен қорытпалар қасиеттері арасындағы байланыс. Диаграммалар типі мен қорытпалар қасиеттері арасындағы байланысты Н.С. Курнаков ашты, ал А.А. Бочвар бұл ілімді әрі қарай дамытты. 3.7 -суретте негізгі диаграммалар мен қаттылығы мен электр кедергілері қарастырылған.

Белгілі диаграмма типі екі компонент қандай фаза түзейді, соған байланысты болады. Қорытпа қасиеті де компоненттер қандай фаза түзуіне байланысты. Сондықтан бірден диаграмма типі мен қасиеттері арасында белгілі байланыс бар деп айтуға болады:

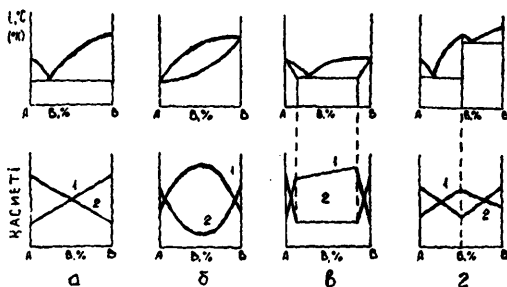
1. Механикалық қоспа түзілгенде қорытпа қасиеттері түзу сызықты заңдылық бойынша өзгереді, мұнда қасиеттер айырмашылығы онша көп емес.

2. Қатты ерітінділер түзілгенде қорытпа қасиеттері қисық сызықты заңдылықпен өзгереді. Мұнда қаттылығы мен электр кедергісі күрт өзгереді.

3. Шекті қатты ерітінділер түзілгенде бір фазалы қатты ерітінді облысында қисық сызықты, ал екі фазалы диаграмма облысында түзу сызықты заңдылықпен өзгереді.

4. Химиялық қоспа түзілгенде қорытпа қасиеттері түзу сызықты секірмелі заңдылықпен өзгереді. Ең жоғары нүктесі химиялық қоспаға сәйкес болады да, ол сингулярлы нүкте деп аталады.

Бұл байланыстарды зерттеу іс жүзінде жана қорытпаларды өндіру жұмыстарында өте зор роль атқарады.



3.7-сурет. Қорытпалар қасиеті күй диаграммасы.

3.7. Көміртекті -темір қорытпалары.

Көміртекті темір қорытпалары (шойын мен болаттар) ең көп тараған металл материалдарына жатады. Шойындар мен болаттар өндіру көлеміне қарай басқа металдардан 10 есе артық.

Бұл системадағы қорытпалардың температуралық өзгеруіне байланысты болатын өзгерістерін қараудан бұрын, компоненттер мен фаза қасиеттері және құрамын қарастырайық.

3.7.1. Таза темір қисық сызығы

Таза темір - күміс түсті, жылтыр металл, атомдық салмағы 55,85. Техникалық таза темірдегі барлық қоспалар саны 0,1...0,15%.

Лабораторияда алынған ең таза темірде 99,9917 % Fe болады. Темірдің балқу температурасы 1539°C (+ 5 град) немесе тығыздығы 7,85 г/см³. Темірдің қаттылығы мен беріктігі онша жоғары емес $HV=80$ кгс/мм²/ $HV=800$ мн/м², $\sigma=25$ кгс/мм²/250мПа/, $\sigma_{0,2}=12$ кгс/мм²/120 мПа/ және созымдылығы $\delta=50\%$, $\psi=80\%$.

Темір екі аллотропиялық түрде болады. Бірінші 911 °C дейін темір көлемді центрленген куб торлы (K8) болады, ал 911...1392 ° C температуралар аралығында қабырғаға центрленген куб торлы темір болады, (K12) (3.8- сурет). Температураның алғашқы тұрақтануы 1539 °C, бұл жерде темір сұйық күйінен қатты күйге өтеді. Параметрі $a=2,93$ Å көлемді центрленген куб торынан тұратын $\delta(\alpha)$ темірі (Fe_α) түзіледі. 1400 °C да Fe_α параметрі $a=3,64$ Å қабырғаға центрленген куб торлы

γ - темір (Fe_γ) аллотропиялық формасына өзгереді γ - темір 2%С көміртегін өзінде ерітеді және магнитсіз болады.

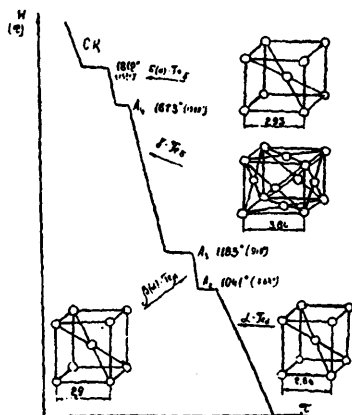
Темір қаттылығы мен беріктігі онша жоғары емес $\text{HB}=80$ кгс/мм²/ $\text{HB}=800$ мн/м², $\sigma=25$ кгс/мм²/250МПа/, $\sigma_{0,2}=12$ кгс/мм²/120 МПа/ және созымдылығы $\delta=50\%$, $\psi=80\%$.

Темір екі аллотропиялық түрде болады. Бірінші 911 °С дейін темір көлемді центрленген куб торлы (**K8**) болады, ал 911...1392 °С температуралар аралығында қабырғаға центрленген куб торлы темір болады, (**K12**) болады (3.8-сурет).

Температураның алғашқы тұрақтануы 1539 °С, бұл жерде темір сұйық күйінен қатты күйге өтеді. Параметрі $a=2,93$ А көлемді центрленген куб торынан тұратын $\delta(\alpha)$ темірі (Fe_γ) түзіледі. 1400 °С да Fe_α параметрі $a=3,64$ А қабырғаға центрленген куб торлы γ - темір (Fe_γ) аллотропиялық формасына өзгереді γ - темір 2%С көміртегін өзінде ерітеді және магнитсіз болады. Темір бір аллотропиялық түрден екіншісіне өткенде қатайғанға қарағанда өте көп жылу шығармайды, сондықтан қисық сызығындағы алаңы кішкентай болады, ал 911 °С температурасында γ - темірі параметрі $a=2,93$ А тең көлемге центрленген куб торлы Fe_β (**K8**) өтеді. Fe_β темір магнитсіз. Әрі қарай 768 °С келесі тоқтауда магнитсіз Fe_β темірден, параметрі $a=2,86$ А тең көлемге центрленген торлы магнитті Fe_α өзгереді. Мұнда Fe_α өзінде 727 °С температурасында 0,02%С ерітеді де, тоқталыс кезіндегі тор өзгеруіне байланысты емес, өйткені $\text{Fe}_\delta\text{Fe}_\alpha$, $\text{Fe}_\beta(\alpha)$, (α) темірлердің бәрінің торы бірдей, оның ішіндегі өзгерістерге байланысты. α - темір 768 °С (1041°) дейін ферромагнитті, ал одан жоғары температурада парамагнитті болады.

Көміртегі табиғатта екі түрлі модификацияда болады. Күрделі куб торлы алмаз түрінде және жәй параметрі $a=1,48$, $C=3,4$ А тең гексогонольды торлы графит түрінде болады.

Графит тығыздылығы 2,25 г/см³ (2,25.10³ кг/м³). Баска материалдарға қарағанда графиттің беріктік шегі температура өскен сайын арта береді. Мысалы, 20 °С, $\delta=2$ кгс/мм² (20МПа), ал 2500 °С тең болғанда, $\delta=4$ кгс/мм² (40 МПа) дейін артады. Графит 3650 °С да қатты күйінен газға айналады.



3.8 – сурет. Таза темірдің салқындау қисық сызығы.

3.7.2. Көміртекті темір қорытпалары микрoқұрылымының негізгі элементтері

Феррит - темір деген латын сөзінен алынған көміртегінің Fe_α темірдегі ену қатты ерітіндісі. 727 °C температурасында көміртегінің Fe_α темірдегі ерігіштігі 0,02% тең, ал температура қалыпты температураға дейін төмендегенде 0,006% жетеді. Ол көлемге центрленген куб торлы болады және 768 °C дейін ферромагнитті.

Ферриттің қаттылығы мен механикалық қасиеттері құрамындағы элементтер санына байланысты болады. Егер феррит басқа қоспалардан бос болса, онда қаттылығы $\text{HB}=60$ кгс/мм² (7,84 мн/м²), беріктігі $\sigma_s = 30$ кг/мм² (294 мн/м²).

Цементит - Fe_3C темір карбиді құрамында 6,67% көміртегі болғанда түзіледі. Онын орторомбылық торы бар элементі ұясында темірдің 12 атомы мен көміртегінің 4 атомы бар. Цементит қаттылығы $\text{HB}=800$ кгс/мм² ($\text{HB}=8000$ мн/м²), морттылығы мол және 217°C дейін төмендегенде ферромагнитті болады. Ол өте морт келетіндіктен оның беріктігін анықтау қиын.

Аустенит - көміртегінің Fe_γ темірдегі ену қатты ерітіндісі. Оны Fe_γ (C) деп белгілейді. Мұнда көміртегі қабырғаға центрленген куб торының центрдегі қуысында орналасады.

Аустениттегі көміртегінің ерігіштігі 1147°C $2,14\%$ тең, ал 727°C ерігіштігі $0,8\%$. Аустениттің қаттылығы мен морттылығы жоғары $\text{HB}=170\ldots 220 \text{ кгс/мм}^2$ ($1700\ldots 2200 \text{ мн/м}^2$). Аустенит парамагнитті (магнитсіз) болады. Аустенит ағылшын ғалымы В.С. Роверти - Аустен құрметіне аталған.

Перлит - құрамында феррит түрлері мен цементиттен тұратын механикалық (эвтектоидтық) қоспа. Эвтектоид деп бірқалыпты түйірлі микроқоспаны айтады, ол эвтектикаға ұқсас, айырмашылығы қатты күйіндегі айналымдарда түзіледі. Таза перлит құрамында көміртегі $0,8\%$ болады. Перлиттің қаттылығы $\text{HB}=160\ldots 250 \text{ кг/мм}^2$ ($1600\ldots 250 \text{ мн/м}^2$), ұзаруы $\delta=5\ldots 20\%$ (цементит түйірлерінің майдалығына байланысты), беріктігі $\sigma_s=55\ldots 1330 \text{ кг/мм}^2$ ($550\ldots 13300 \text{ мн/м}^2$).

Ледебурит - құрамында $4,3\%$ көміртегі бар аустенит пен цементиттің эвтектикалық қоспасы (ол неміс металлургі А. Ледебур есімімен аталған). Ледебуриттің қаттылығы мен морттылығы жоғары. Ол көбінесе ақ шойындар мен жартылай (половинчатый) шойындар құрамында кездеседі. Оның қаттылығы $\text{HB}=700 \text{ кг/мм}^2$ (7000 мн/м^2).

Графит - еркін түрлі пішінде бөлінетін көміртегінің бір түрі. Көміртекті темір қорытпаларда графиттің түзілуі графиттену деп аталады. Графит гексогональды торлы болып меншікті салмағы $2,2$ тең, атом аралығы $1,42\ldots 3,4 \text{ \AA}$. Графит шойын мен графиттелген болаттар құрамында кездеседі.

Темір - болаттың негізгі құраушысы, қатты күйінде ол α және γ екі модификациялық түрінде болады.

Көміртегі - екінші негізгі құраушы, ол болат құрамына және барлық қасиеттеріне, оның беріктігіне, өндіру мен пайдалану сипаттамасына әсер етеді. Мысалы болат құрамындағы көміртегі мөлшері артқан сайын оның қаттылығы, беріктігі артады да, пластикалық қасиеті азаяды.

Болатта кездесетін қоспаларды келесі шартты төрт топқа бөлуге болады:

Тұрақты қоспалар - марганец, кремний, фосфор және күкірт егер олар болат құрамында келесі шакта $\text{Mn}=0,3\ldots 0,7\%$, $\text{Si}=0,2\ldots 0,4\%$, $\text{P}=0,01\ldots 0,05\%$ және $\text{S}=0,01\ldots 0,05\%$ болатын болса.

Жасырынды қоспалар - оттегі, сутегі және азот. Олар болатта өте аз мөлшерде болады.

Кездейсоқ қоспалар - мысалы мышьяк, қорғасын және

басқа элементтер. Олардың болаттағы мөлшері болат өндіру, технологиялық процесіне байланысты.

Арнайы қоспалар (қоспалы элементтер)- оны болат құрамына, пайдаланудағы керекті қасиеттерін алу үшін қосады.

Марганец - пайдалы қоспа. Болат құрамына шамамен $Mn = 0,3...0,8\%$ қосылады. Ол фериттерін Mn_3C карбидін түзейді де, оның механикалық қасиеттерін арттырады, әсіресе серпімді және күкіртті марганец (MnS) түзеді, күкірттің болатқа зиянды әсері болмайды.

Кремний де пайдалы қоспа болады, оның мөлшері $Si = 0,2...0,4\%$ тең. Кремний фериттерін қатты ерітінді түзіліп, оның серпімділігін арттырады.

Күкірт зиянды қоспаға жатады, оның құрамында $S = 0,01...0,05\%$ болады. Күкірт қорытпа құрамында көп болса, ол болатта балку температурасы (985%) төмен $Fe-FeS$ эвтектика түзеді. Ол қысыммен өндеуде болатты (1200 °C дейін) қыздырғанда түйір шекараларында орналасқан эвтектика $Fe-FeS$ ериді де, оның жоғрғы температурада сынғыштығын арттырады. Сондықтан болат құрамындағы күкірттің мөлшері 0,05% аспауы керек.

Фосфор фериттің қатты ерітіндісінде болып, оның төменгі температурадағы сынғыштығын арттырады. Былайша айтқанда фосфордың атом диаметрі мен құрылымы темірден айырықша болады да, оның кристалл торын қатты қисайтады. Сондықтан оның мөлшері 0,04% артық болмауы керек.

Оттегі болаттағы өте зиянды қоспа. Оттегі болатта 0,1% мөлшерде болса, ол оған морттық қасиет беріп кескіш аспаптарымен өндеуге кедергі болады.

Азот болатта өте қатты және мортты нитридтер түзейді.

3.8.Көміртегі болаттарының таптастырылуы

Көміртекті болаттар қолдануы және қсиеттеріне байланысты келесі түрлерге бөлінеді: жалпы мұқтаждық, конструкциялық, аспаптық.

Жалпы мұқтаждық қарапайым қасиетті болаттар МЕСТ380-94 бойынша химиялық және механикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді.

Бұл болаттар қасиеттеріне қарай үш топқа бөлінеді:

А тобы - механикалық қасиеттерімен қамтамасыз етілген (болат ыстықпен өңделмейді).

Б тобы - химиялық қасиеттерімен қоса қамтамасыз етілген

(болат ыстықпен өңделеді).

В тобы - механикалық және химиялық қасиеттерімен қоса қамтамасыз етілген (пісірілу конструкцияларға қолданылады).

А тобының болаттары **Ст** әріптерімен және **0,1,2,3,4,5,6,7** нөмірлерімен маркаланады. Нөмір саны артқан сайын оның беріктігі жоғары болады, ал пластикалығы төмендейді. Болат қасиеттері мына кестеде көрсетілген.

Б тобының болаттары **М,К** өндіру тәсілін көрсетеді (мартен, конвертер, Бессемер) әріптерімен маркалайды. Мысалы. **МСт0, МСт1, КСт1, МСт2, КСт2, МСт3, МСт4, КСт4, МСт5, МСт6, МСт7.**

3.1 - кесте

А тобы болаттарының қасиеттері (МЕСТ 380-94)							
Болат маркасы	σ_b , кгс/мм ²	σ_b , кгс/мм ²	σ_b , %	Болат маркасы	σ_b , кгс/мм ²	σ_b , кгс/мм ²	σ_b , %
Ст 0	32	-	22	Ст 3	38...47	24	21...27
Ст 1	32...40	-	33	Ст 4	42...52	36	25
Ст 2	34...42	22	31	Ст 5	50...62	28	15...21
				Ст 6	60...72	31	11...16

В тобының болаттары (мартен немесе конвертер тәсілімен алынады) **В** әрпімен және санмен маркаланады. Мысалы **ВСт1, ВСт2, ВСт3** және т.б. Құрамындағы бұл болаттарды тазартылуына байланысты қайнайтын (**КП**), қайнамайтын (**СП**), шала қайнайтындарға (**ПС**) бөлуге болады. Мысалы. **Мст1кп**;

3.8.1. Конструкциялық болаттар

Бұл болаттар көбінесе химиялық құрамына қарай қолданылады, өйткені олар термиялық әдіспен өңделеді. Бұл болаттар мартен және электр пештерінде қорытылады да, екі топқа бөлінеді:

1 - топқа құрамындағы марганец элементінің мөлшері әдеттегідей болаттар;

2 - топқа құрамындағы марганец мөлшері әдеттегіден жоғарылары жатады.

Көміртекті болаттар құрамындағы көміртегі орташа мөлшерін процентпен алынған жүзден үлесін көрсететін қос

санмен белгіленеді. Марка соңында берілген Г әрпі болат құрамында орташа шама мөлшерінен артық марганец барын көрсетеді.

I - топтағы болаттарды МЕСТ 1050 - 88 бойынша келесі марка-лармен белгілейді: 08 кп, 08,10,15, 20кп, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 75, 80, 85.

Бұл болаттарды марганецпен легірлеу арқылы болаттың екінші тобы мына маркалары жасалады- 15Г, 20Г, 25Г,30Г6, 35Г, 40Г, 45Г, 50Г, 60Г, 65Г және 75Г, мұнда әр қайсысының құрамында 0,7...1,0% марганец болады.

3.8.2. Аспапты көміртекті болаттар

Жұмыс аспаптарын жасауға қолданылатын болаттар У әрпімен құрамындағы көміртегі мөлшері процентпен алынған ондық үлесін көрсететін бір екі санды жазумен белгілейді. Бұл болаттар келесі маркалармен шығарылады У7,У8,У9,У10,У11, У12,У13. Былай айтқанда құрамындағы көміртегі мөлшері бұл болаттарда 0,7- ден 1,3% аралығында. Бұл болаттар оның сапалы тобына жатады да, құрамындағы зиянды қоспалар мөлшері мен басқа ақаулар белгілі мөлшермен шектелген болаттарды жоғары сапалы болаттар деп, оның маркасына А әрпі қосылады. Мысалы У7А, У8А, У9А, У10А, У11А, У12А, У13А.

Бұл маркалы болаттардан басқа көміртегі болаттарына А12, А20, А30, А40Г маркалы автоматты болаттар жатады. Бұл болаттан машина жасау автоматты цехтарында бұрандалар, болаттар, гайкалар және т.б. жасалады. Бұл болаттарда өңделуі жақсарылуы үшін мұндай болаттар фосфор мөлшерін 0,08 - ден 0,5% дейін, ал күкірт мөлшерін 0,08 - ден 0,3% дейін арттырады. Бұдан басқа кейбір кезде өңделуін жақсарту үшін күкіртке химиялық жағынан ұқсас - селен мен теллур қосады, шамалы корғасын (0,1...0,2%Р) қосса да болат өңделгіштігі жақсара түседі. Мысалы А40Г маркалы болатта көміртегі 0,37...0,45%, марганец 1,20...1,55%, кремний 0,15... 0,35%, күкірт 0,18...0,3%, фосфор 0,5% - тен артық.

3.9. ШОЙЫНДАР

Шойын деп құрамында көміртегі 2,14% артық көміртегі-темір қорытпаларын айтады. Оның болаттан негізгі айырмашылығы құрамындағы көміртегі санының көптігі ғана емес, құйылғыштығы жақсы, құны болаттан арзан, ал пластикалық қасиеті едәуір төмен.

Құрамында көміртегінің қалыптасу жағдайына қарай шойындар былайша сұрыпталады. Ақ шойын, сұр шойын, берік-тігі жоғары шойын, шыңдалу шойыны және арнайы шойындар.

Шойында көміртегі мен темірден басқа марганец, кремний, күкірт, фосфор және басқалар болады, бұлардың мөлшері мен әсері болатқа қарағанда басқаша.

Кремний шойын құрамына графитизациялану процесін күшейтіп қатты әсер етеді. Оның мөлшері 0,5 - тен 5% дейін болады.

Марганец графитизация процесінің өтуіне кедергі жасап, шойынның ағаруына көмектеседі. Шойын құрамындағы марганец мөлшері 0,4...0,6% аспауы керек.

Күкірт бұл да марганец сияқты шойынның ағаруына көмектеседі, оның құю қасиетін нашарлатады, сондықтан шойындағы мөлшері шектеледі, 0,15% аспауы керек.

Фосфор шойынның сұйық аққыштығын жақсартып, графитизация процесіне әсер етпейді. Шойын құрамында оның мөлшері 0,5% аспайды.

Ақ шойын да көміртегі химиялық қосылыс темір карбиді түрінде болады. Ақ шойынның қаттылығы мен морттылығы жоғары, сондықтан кескіш аспаптармен өндеуге келмейді. Сол себептен одан механикалық өңделмейтін құймалар алады. Ақ шойынға қоспаны қосып "**Сормайт - I**" деген соқа пышақтарының бетіне балқытып жапсыратын қорытпа алады. Диірмендердің шарларын және шыңдалу шойынын алуға қолданылады.

Сұр шойын көміртегінің біразы немесе барлығы бос күйінде пластикалы графит формасында (қалпында) болады. Мұндай шойындар құрамында графит болғандықтан сынығы сұр түсті болады.

Көміртекті темір қорытпаларындағы графиттің кристалдануын графиттену деп атайды. Графитті шойын қатайғанда сұйық базадан кристалдануы мүмкін және қатты фазадан әуспениттенуі (суынуы) мүмкін.

Шойынның графиттену процесі кристалданудың жалпы заңына бағынады да, графиттену орталықтарын түзеуге әкеледі. Түзілген графит туындылары әрі қарай өседі. Графит туындылары түзілу үшін көміртекті атомдарының әжептәуір диффузиясы болуы керек. Бұл жәймен өтетін процесс, себебі тағы да темір атомдарының өздік диффузиясы қажет - бұл

атомдарды графит кристалдану шебінен алып кетеді. Цементит графитке қарағанда тұрақтылығы аз фаза және жоғары температурада былай $\text{Fe}_3\text{C} = 3\text{Fe} + \text{C}$ ажырайды. Егер кристалдануға арнаулы жағдай туғызбаса, сұйық қорытпадан көбінесе цементит пен аустениттің қоспасы бөлінеді. Графиттену процесіне химиялық құрамы, суыну жылдамдығы және ерімейтін қоспалардың болуы әсер етеді.

Сұр шойынның құрылымы металл негізі (эвтектоидқа дейінгі, эвтектоидты немесе эвтектоидтан кейінгі болаттар) мен графит пластинкаларынан тұрады.

Графиттің механикалық беріктігі төмен, сондықтан оның қосындыларын металл негізінің тұтастығын бұзатын қорытпаның беріктігін азайтатын ішіндегі тілік ретінде қарау керек. Сұр шойынның беріктігі графитті қоспаларының мөлшері, формасы және санымен анықталады. Кішкене иірілген графит қабыршағы шойынның беріктігін арттырады. Графиттің мұндай формасын модификациялау арқылы алады. Сұр шойындарда модификатор ретінде алюминий, ферросилиций және ферромарганец қолданылады.

Шойынның химиялық құрамын онша өзгертпеу үшін, оларды шамалы мөлшерде қосады. Модификаторлар графиттің қосымша кристалдану орталығы (центрін) болатын ерімейтін Al_2O_3 , AlN , SiO_2 сияқты қоспалар түзеді. Жәйменен, суынғанда графиттену оңай, толықтау өтеді. Сондықтан тез суитын жұқа кесіктерде графиттену қиындайды.

Сұр шойын автотрактор және ауыл шаруашылық машина жасау саласында көп қолданылады. Олардың демпферлік және антифрикциялық қасиеті жақсы және оны құрал-саймандармен кесу арқылы өндеу оңай өтеді.

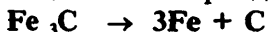
3.9.1. Беріктігі жоғары шойын

Беріктігі жоғары шойында графит шар формасында болады, оны магнимен модификациялау арқылы алады (0,5% дейін). Графиттің бөлек және шар түрінде болуы, шойынның сиымдылығы мен беріктігін арттырады. Беріктігі жоғары шойын иінді білік, тісті дөңгелек, кронштейн және басқа машина детальдарын жасауда қолданылады.

Беріктігі жоғары шойын 7293 - 93 МЕСТ арқылы ВЧ әріптерімен және сандармен маркаланады, бұлардың бірінші екі цифры созуға беріктік шегін белгілейді, ал қалғаны салыстырмалы ұзаруын, мысалы ВЧ 42.

3.9.2. Шыңдау шойыны

Шыңдау шойынында графит жалпақ түрде болады, арнаулы термиялық өндеу арқылы алынады, соның нәтижесінде цементит мына реакциямен ажырайды:



Оңашаланған жалпақ формалы графит шойынның тұтқырлығы мен беріктігін арттырады. Графиттің саны мен мөлшерін азайту, жоғарғы беріктік сипаттамасын көтеру және құйма кристалданғанда пластинкалы графит пайда болу үшін, созылғыш шойын құрамындағы көміртегі мен кремний мөлшеріне шек қойылады (2,2 %-C, 0,7...1,5 %Si, 0,2...0,6%-Mn, P- 0,2 % S- O).

Шыңдау шойынын жасыту тәсілі. Бұйымдарды босандату үшін пеш табанына салады немесе тотықтанбау үшін ішінде құмы бар жәшікке салады. Графиттену процесі (3.3-сурет) 60°C созылатын екі сатыдан тұрады. Графиттенудің бірінші сатысы 950...1050 °C өтеді, мұнда аустенит тең салмақты қаныққан цементит, графит пен ферритке ыдырайды. Графиттенудің екінші сатысы 700...740 °C жүреді, мұнда эвтектиод құрамды аустенит графит пен ферритке ыдырайды. Графиттенудің екінші сатысының созылғандығына байланысты феритті - феритті - перлитті немесе перлитті созылған шойын алуға болады.

Созылғыш шойынды босандату уақытын азайтудың әртүрлі варианттары бар: құйманы жоғары температурада тұзды астауда ұстау; шойынды алюминиймен модификациялау; құймаларды алдын-ала шынықтыру. Созылғыш шойын, жұмыс процесінде соғу күші түсетін бөлшектерін жасауға қолданылады.

Арнайы шойындар. Арнайы шойынға төзуге, ыстыққа және тот басуға төзімді шойындар жатады.

Төзімді шойынның тозуға қарсы тұру қасиеті жоғары. Жұмыс жағдайына байланысты оларды фрикционды, антифрикционды және аққышталған деп бөледі.

Фрикционды шойынның қажалу коэффициенті, тозуға төзімділігі және үлкен температура интервалында сыдырылуға қарсылығы жоғары. Фрикционды шойынға перлитті негізді сұр және созымды шойындар жатады. Фрикционды шойын құрамындағы никель, хром мен молибден және басқа қоспалы элементтері шойынның беріктігі мен тозуға төзімділігін

арттырады.

Поршень шығыршығына керекті шойын тозуға төзімділікпен бірге үлкен серпімділік көрсетуі қажет. Бұндай талапқа металды пластинкалы, перлит негізді фосфоритті, сұр шойын сай келеді.

Антифрикционды шойындар - подшипникті және басқа қажалу тораптарының жұмысына арналады. Бұл шойындар металмен қажалуда жақсы қажалу бетімен жұмыстарға ыңғайлы болуы керек. Антифрикционды материал түрінде сұр қоспасыз, созылғыш, беріктігі жоғары және легіріленген АСЧ1, АСЧ2, АСЧ3, АСЧ4-1, АВЧ-2, АКЧ-1, АКЧ-2 және басқа (МЕСТ 1585 - 85) шойындар қолданады.

Аққышталған шойын белгілі тереңдікте ақ шойын, ал ішкі жағы сұр болып келеді. Мұндай шойынды жұмыс істейтін тозғыш бөлшектер жасауға пайдаланады. Шойын құймасындағы аққыш-талған қабатын оның бетін тазарту арқылы алады, мысалы металл формасына құюмен.

Ыстыққа төзімді шойын тотбасуға жақсы қарсы тұрады. Ыстыққа төзімді шойын ретінде (МЕСТ 7769- 85) құрамында көп алюминий бар (ЖЧ-10 маркалы) немесе хром қосқандары (ХЧХ-1,5; ЖЧХ-30 маркалары) қолданылады.

Тотқа төзімді шойын агрессивті ортада жұмыс істейді, оларды люминиймен, хроммен, никельмен, мыспен (4НХТ, 4Н15, Г1Х2, Д7Х2 және басқалармен 11849-85 МЕСТ) қоспалайды.

4.1. Көміртекті болаттар

Болат деп құрамында 2,14% дейін көміртегі бар көміртекті темір қорытпаларын айтады. Қара металлургияның негізгі өніміне болат жатады. Ол өнімнің шамамен 90% көміртекті және 10% қоспалы болаттар болады. Көміртекті болаттардың химиялық құрамы күрделі қорытпаларға жатады. Оның құрамына темірден басқа (97... 99,5% Fe) марганец, кремний, фосфор, оттегі, азот, сутегі және тағы басқа элементтер (C, Ni, Si және т.б.) кіреді. Құрамындағы бұл элементтердің мөлшері болатты қорыту тәсіліне байланысты әр түрлі болады.

Іс жүзінде қолданылатын болаттар құрамына көміртегітен басқа 0,4% -ке дейін Si, 0,5-0,8% Mn және 0,02-0,05% - тен S және P кіреді. Кремний мен марганец пайдалы қоспалар болып саналады: феритте еритіндіктен олар болаттың беріктігін арттырады. Күкірт FeS қосындысын түзіп қызғанда сынғыштық, ал фосфор керісінше, феритте еріп, болатты суықта сынғыш етеді.

Болаттың құрылысы мен қасиетіне негізгі әсер ететін компоненті көміртегі болып қала береді. Болаттың құрамында көміртегі мөлшері артқан сайын оның қаттылығы мен беріктігі де арта түседі, ал созылғыштығы мен соққы тұтқырлығы едәуір төмендейді.

Қолданылуына қарай көміртегілі болаттар конструкциялық (C < 0,8%) және аспап (C > 0,7%) болаттарына жіктеледі.

Көміртекті темір қорытпаларының жалпы сипаттамасы. Мұндай қорытпалардың күй диаграммасы үшінші бөлімде келтірілген. Ол темір құрамында көміртегі 0-ден 6,67% аралығын қамтиды. Демек темір карбиды Fe_3C химиялық қосынды құрылатын аумаққа дейінгі интервалға салынған. Сондықтан теміркөміртегі қорытпасының құраушылары темір және оның карбиды деп қараған жөн. Темір - жұмсақтау, созылғыш металл. Оның беріктігі 250 МПа, қаттылығы 60 ÷ 80 HB, созылғыштығы $\delta = 45\%$. Қалыпты температурадағы α темірінің құрамында 0,005% - ке дейін көміртегі болады. Ол феррит деп аталады. Қасиеттері жағынан техникалық таза темірден айырмашылығы жоқ.

Темір карбиді Fe_3C өте қатты болады, HB ≈ 800 , бірақ морт келеді. Оны цементит (Ц) деп атайды. Көміртегі

көбейген сайын цементит молайып, қатты және морт болады.

Fe-Fe₃C күй диаграммасы. Диаграммадағы АСД сызығы ликвидус, **AEGF** - солидус деп аталады. **GS**, **SE** және **PSK** сызықтары қорытпа қатайғаннан кейінгі өзгерістерді көрсетеді.

Құрамында 2,14% С бар **E** нүктесі теміркөміртегілі қорытпаны структурасына қарай екі топқа бөледі. Нүктенің сол жағында қатайғанда көміртегінің γ - темірдегі аустенит (**A**) деп аталатын құраушысын түзетін қатты ерітіндісі жатады. Бұл қорытпалар созылғыш, қысым арқылы жақсы өңделеді, оны болат деп атайды. **E** нүктесінің оң жағында құрамында 2,14%-тен жоғары көміртегі бар, созылғыштығы кем, құю қасиеттері жақсы эвтектикалық болып қатайтын шойын деп аталатын қорытпалар жатады.

Болаттардың структурасы. Құрамында 0,8% С бар болатты 727°C (**S** нүктесі) - қа дейін салқындатқанда аустенит, феррит пен цементиттен тұратын ұсақ қоспаларға ыдырайды. Ол қоспаны эвтектоид деп атайды. Сонда **S** нүктесін және эвтектоид құрылымы бар болатты эвтектоидты болат деп атайды.

Теміркөміртегілі қорытпалардағы эвтектоидты перлит (**П**) деп атайды. **S** нүктесінің сол жағында орналасқан болаттарды эвтектоидқа дейінгі, оң жағындағысын эвтектоидтан кейінгі болаттар дейді.

Эвтектоидқа дейінгі болаттарды суытқанда **GS** сызығында феррит бөліне бастайды. Сондықтан аустениттегі көміртегі концентрациясы молайып, 727 °C (**PSK** сызығы)- да 0,8%-ке жетеді. Бұл жағдайда аустенит перлитке айналады. Сонымен эвтектоидқа дейінгі болаттарда барлық құбылыстар аяқталғаннан соң оның структурасы феррит пен перлиттен тұрады.

Эвтектоидтан кейінгі болаттардың түрленуі аустенитте көміртегінің еру шегін көрсететін **SE** сызығында басталады. Сондықтан **SE** сызығынан төменгі температурада аустениттен цементит бөлінеді. Ол кезде аустениттегі көміртегі мөлшері азайып, 727 °C-да эвтектоидты концентрацияға жетіп, перлитке айналады. Осы құбылыстар нәтижесінде эвтектоидтан кейінгі болаттарда перлит пен цементиттен тұратын структура түзіледі.

Шойындардың структурасы. Диаграмманың **S** нүктесінің оң жағы эвтектикалық нүкте болып табылады. Қатайғаннан соң шойындағы эвтектика аустенит пен цементиттен тұрды да, оны ледебурит (**Л**) деп атайды. 727 °C-та аустенит

перлитке айналады, сондықтан қалыпты температурада ледебурит перлит пен цементиттен тұрады. Эвтектикаға дейінгі шойындар катайғаннан соң аустенит пен ледебуриттен, ал эвтектикадан кейінгі шойындар ледебурит пен цементиттен тұрады. 727°C -тан төмен температурада аустенит перлитке айналады.

Сонымен темір-цементит күй диаграммасынан шойындардың структурасы екі фазадан - феррит пен цементиттен тұрады, ондағы көміртегі біріккен күйінде цементит құрамында болады. Ондай шойынның сынығы ақ түсті болғандықтан, оны ақ шойын деп атайды. Құрамында цементит көп мөлшерде болғандықтан олар өте қатты болып, кесу арқылы өңделуі қиындайды.

Шойындардың құрамында көміртегі бос күйінде - графит түрінде кездеседі. Ондай шойындардың сынығы сұр түсті болғандықтан сұр шойын деп аталады.

4.1.1. *Легірленген болаттар мен қорытпалар*

Болатқа керекті қасиеттерін беру үшін арнаны қосатын элементтерді легірлеуші элементтер дейді де, ал құрамында элементтері бар болаттарды легірленген болаттар дейді. Ондай элементтерге Cr, Ni, Mn, Ti, Si, Cu, W, Nb т.б. жатады. Бұл элементтер өз қасиетіне қарай болатқа әртүрлі әсер етеді. Бұл легірленген элементтер темірдің аллотропиялық формаларына әсер етуі нәтижесінде болады. Барлық легірлеуші элементтерді темірдің аллотропиялық түрлену температурасына, былай айтқанда олардың α фазамен γ фазалары тұрақтылығына байланысты екі топқа бөлуге болады.

Бірінші топ - никель, марганец, көміртегі, азот, мыс аустениттің (Fe_γ) тұрақтылығын арттырады, яғни A_4 нүктесін жоғарыға көтеріп A_3 нүктесін төмендетеді. Осы топқа жататын кобальт A_3 және A_4 нүктелерін жоғарылатады.

Екінші топ - хром, кремний, алюминий, молибден, вольфрам, ванадий, титан, бор және басқалар - ферриттің тұрақтылығын (Fe_α) өсіреді, яғни A_4 нүктесін төмендетіп, ал A_3 нүктесін жоғарылатады.

Бірінші топтың элементтері белгілі мөлшерден артық болғанда γ - түріндегі күйі қалыпты температурадан балқу температурасына дейін тұрақты болады. Мұндай болаттарды аустениттік дейді. Егер қорытпа құрамында екінші топтың элементтері болса, онда α түріндегі күйі тұрақты болады. Мұндай

болаттарды фериттік дейді.

Аустенитті және феритті болаттар басқа көміртекті темір қорытпаларына қарағанда қыздырып және суытқанда түрленбейді. Қоспалы элементтері феритте, аустенитте және цементитте ериді немесе арнаулы карбидтер түзеді.

Қоспалы элементтері феритте еріп кристалл торларын да темір мен қоспалы элементтердің атом өлшемдерінің айырмашылығы неғұрлым көп болса, соғұрлым көп дәрежеде өзгертеді. Кристалл торының бұрмалануы ферит қасиетінің өзгеруіне әсер етеді. Практикада барлық қоспалы элементтерінің бәрі егер олардың мөлшері 1% - тен асса, феррит беріктігін асырады, оның қаттылығын көтереді және соғу тұтқырлығын төмендетеді. Бұлардың қатарына кірмейтін никель мен молибден феррит беріктігін арттырады да, тұтқырлығын азайтпайды. Хром, марганец және никель болаттың суыну жылдамдығы өскенде ферриттің беріктілігін көбейтеді. Суынуды жылдамдату мартенситтің түзілуіне әкеледі. Бұнда фазды соғыла тығыздалу орын алады, дислокация тығыздылығы көбейеді, блокты құрылымы өзгереді, мұның бәрі болаттың қаттылығын арттырады.

Легірлеуші элементтер аустенитте еріп, оның суынғандағы тұрақтылығын өсіреді. Сорбит, троостит, мартенсит, аустенит-структураларын болат құрамындағы қоспалы элементтерін көбейту арқылы жәйменен суытқанда алуға болады. Қоспалы аустенит парамагнитті, тот басуға, ыстыққа, тозуға төзімділігі және механикалық беріктігі жоғары. Периодтық системада темірдің оң жағында орналасқан қоспалы элементтері (никель, кремний, мыс, кобальт және т.б.) карбид түзбейді, олар тек қана аустенит пен феритте ериді: ал сол жағында орналасқан элементтер (титан, ванадий, хром, марганец, цирконий, ниобий, молибден, вольфрам (аустенит немесе феррит) жартылай еріп, легірленген болатта карбидтер түзеді. Карбидтер түзейтін элементтердің шамалы пасадкалары цементитте еріп, қоспалы цементит түзеді $(\text{Fe}, \text{C})_3\text{C}$, $(\text{Fe}, \text{W})_3\text{C}$ және тағы басқалар. Егер құрамындағы элементтерді көбейтсе арнаулы карбидтер түзіледі. Бірінші топ карбидтері Cr_7C_3 , Mn_3C , Fe_3C . Екінші топ карбидтері Cr_{23}C_6 , TiC , WC , VC , Mo_2C , W_2C . Қоспалы элементтері бар карбидтер жәй цементитке қарағанда өте қатты болады, сондықтан олар болат құрамында болса оның беріктігі мен қаттылығын арттырады. Бұл қоспалы карбидтер олардың аспапты болат пен тозуға төзімді қорытпалар

құрамында болуы өте қажет.

Қоспалы болаттарға мынадай күрделі кемшіліктер тән: флоксидтер және дендридиті ликвация.

4.1.2. Легіріленген болаттардың сұрыпталуы

Легіріленген болаттарды қолдануына байланысты үш топқа бөлуге болады: конструкциялық және аспапты легіріленген болаттар, айырықша физикалық - химиялық қасиетті болаттар мен қорытпалар.

Легіріленген болаттардағы элементтер мына әріптері мен белгіленеді: **Х** - хром, **Н** - никель, **Т** - титан, **Д** - мыс, **М** - молибден, **П** - фосфор, **Г** - марганец, **Ц** - цирконий, **В** - вольфрам, **Ю** - алюминий, **К** - кобальт, **Б** - ниобин, **Р** - бор, **С** - кремний, **Ч** - сирек кездесетін элементтер т.б.

Болат маркасын санмен және әріп қосындысымен белгілейді. Конструкциялық болаттар алдында қойылған екі сан құрамындағы көміртегінің орташа проценттегі өлшемі (жүзден бір бөлігі).

Егер құрамындағы қоспалы элементтің өлшемі 1% асса, онда әр әріп соңында оның мөлшеріне сәйкес санын қояды. Егер сан болмаса, онда қоспалы элемент мөлшері 1%-тен аз болғаны. Мысалы, **12ХН2** құрамында шамамен 0,12% **С**, 1% дейін және 2%-і **Ni** немесе **18ХГТ** құрамында шамамен 0,18%**С**, 1% **С**, 1% **Мп**, 1% **Ti**. Маркелеудің соңында қойылған **А** әрпі болат құрамындағы зиян қоспалар өлшемі аз екенін көрсетеді және сапасы жоғары болаттарда қойылады. Айрықша физикалық және химиялық қасиетті аспапты болаттардағы көміртегі мөлшері проценті ондық өлшемі бір сандармен белгіленеді. Мысалы, **9ХС** құрамында 0,9%**С**. Егер аспапты болаттардағы көміртегі мөлшері 1% асса, онда маркада көміртегі белгіленбейді. Мысалы, **ХРТ** құрамында көміртегі 0,9...1,05% тең. **О** әрпі болат маркалануында айрықша қасиетті болаттардағы көміртегі мөлшері аздығын көрсетеді, былай айтқанда 0,1% төмен. Мысалы, **ОХ13** құрамындағы өлшемі 0,1% аз. Кейбір қоспалы болаттар айрықша топтарға бөлінеді де, өзіне сәйкес келесі шартты әріптермен белгіленеді: **Р**, **Ш**, **А**, **Е**, **Э**. Бұл әріптер маркалар басында тұрады. **Р** әрпімен тез кескіш болаттарды, **Ш** - шарик-подшипникті, **Е** - магнитті жоғары эрцитивті, **Э** - электр техникалық магнитті жұмсақ болаттарды. Мұндағы белгілейтін әріптен кейінгі әріппен сан әрдайым берілген болаттың химиялық құрамын дұрыс

анықтауға болмайды. Мысалы, ШХ15 шарик подшипник болатты құрамында 15% Cr емес шамамен 1,5% Cr бар. Стандартқа кірмей қалған болаттар әртүрлі маркаланады. Мысалы, ЭП 395, ЭИ 347, ЭП398 және т.б. Бұл болаттар химиялық құрамы кестелерде беріледі. Мұндағы Э әрпі бұл болат «Электросталь» зауытында қорытылғанын көрсетеді де, ал «И» әрпі зерттелетін болат, «П» әрпі сыналатын болат. Белгілеудің сандары химиялық құрамына катынасы жоқ, олар тек рет санын көрсетеді.

4.2. Конструкциялық легіріленген болаттар

Легіріленген болаттардың механикалық қасиеттері көміртекті болаттарға қарағанда (термиялық өңдеуден кейін) жоғары. Бұл болаттар аз легіріленген (құрылыс болаттары) және легіріленген болаттар (машина жасау) болып екіге бөлінеді.

Аз легіріленген болаттардың пісірілгіштігі, тотбаспайтындығы жоғары болады. Бұл болаттар пісірілу конструкцияларын, құбырларды, ірі құрылыс бұйымдарын, көпірлерді, үйлердің, крандардың негізгі қаңқаларын жасау үшін қолданылады. Бұл топ болаттарындағы негізгі қоспа элементтерін марганец пен кремний құрайды. Олардың соғу тұтқырлығын азайтпау үшін марганец пен кремний мөлшері 2% аспауы керек. Құрамындағы көміртегі мөлшері 0,1...0,2% аспайды. Жоғарыда айтылған элементтерден басқа болат құрамында онша көп емес, шамамен мөлшері 0,3...0,5% тең хром, никель және мыс болады. Болат өндірісінде мұндай маркаларға 18Г2С, 25Г2С, 30ХГ2С, 15ГС және т.б. жатады.

Легіріленген болаттарды термиялық, болмаса термиялық-химиялық өңдеусіз машина жасауға қолданбайды. Мұнда термиялық-химиялық өңдеу ретінде цементтеу қолданылады, соған сәйкес легіріленген болаттар цементтелетін және жақсартатын деп бөлінеді.

Цементтелетінге аз көміртекті (0,1...0,25%С) болаттар жатады, ал жақсартатын болаттар құрамында 0,5%С дейін болады. Мұндағы негізгі элементтерге беріктік сипаттамасын біраз арттыратын хром жатады. Оның мөлшері 2%-тен аспайды. Хром одан басқа болат құрамында карбид түзіп, жұмсартылған болаттың қаттылығы мен беріктігін арттырады да, созымдылығына әсер етпейді. Молибден, вольфрам, ванадий де хромға ұқсас әсер етеді. Бірақ оларды қымбаттығына байланысты тек арнайы қасиетін арттыру үшін ғана қосады. Аса

үлкен аумақты бөлшектердің механикалық қасиетін арттыру мақсатымен марганец пен никель қосады, шынықтырылатын болат үшін мұның маңызы зор.

Легірленген болаттарда көміртегі мөлшері 0,4% шамасында. МЕСТ бойынша легірленген болаттар 14 топқа бөлінеді, олардың аттары құрамындағы элементтермен анықталады: хромды, марганецті, хроммарганецті және т.б. Осылардың ішінде машина жасауда көп қолданылатындарын қарастырайық.

Хромды болаттар - термиялық өңдеуден кейін беріктік сипаттамасы көміртекті болаттарға қарағанда жоғары. 15X, 15XA, 15XP, 15XPA, 20X, 20XP маркалы цементтелетін болаттар тозуға төзімді және орташа қысым мен жылдамдықта жұмыс істейтін саусақ (пальцы) осьтер, итергіштер, плунжерлер, тісті дөңгелектер сияқты бөлшектер жасауға қолданылады.

Жақсаратын болаттар деп орташа көміртекті (0,3...0,5%С) шынықтырылып және жоғарғы температурасы жұмсартылып өңделетін конструкциялық болаттарды айтады. Мұнда өңдеуден кейін болаттың құрамы сорбиттен тұрады да, соққы күштерін жақсы қабылдайды. Жақсаратын болаттар 30X, 30XPA, 35X, 35XPA, 38XA, 40X, 40XP, 45XC, 45X, 50X біліктер, осьтер, төлкелер, саусақтар, шатундар, тісті дөңгелектер жасауда қолданылады. 40X, 38XA, 40XP маркалы болаттардан муфталар, кривошиптер, фрик-ционды дисклер, турбокомпрессор турбиналарын жасайды.

Марганецті болаттар құрамына мыналар кіреді: 10Г2, 35Г2, 40Г2, 25Г2, 50Г2, 10Г2 маркалы болаттың пісірілгіштігі мен созымдылығы жақсы, сондықтан фланцтерді, штуцерді, құбырларды және бекіткіш бөлшектер жасауға қолданылады. 35Г2, 40Г2, 50Г2 болаттардың тозуға төзімділігі жоғары, олардан осьтер, цапфалар, иінді біліктер, штоктар, тісті дөңгелектер жасайды.

Хроммарганецті болаттарды біріктіріліп пісірілетін негізгі қосындылар мен тозуға төзімді машина бөлшектерін жасауда қолданады. Бұл болаттар 20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГСА, 35ХГСА маркалы болып шығарылады. Термиялық өңделуі шынықтыру мен төменгі температуралы жұмсартудан тұрады.

Хромникельді болаттар құрамында никель болғандықтан оның шынықтыру тереңдігі артады, сондықтан бұл болаттардан көп күш түсуге төзімді бөлшектер жасалады. Зауыттарда беріктігі мен тұтқырлығы жоғары 12Х12, 12ХН3А,

12Х2Н4А, 20ХНЗА, 20ХН, 30ХНЗА, 40ХН, 45ХН, 50ХН маркалы болаттар шығарылады.

Арнайы қолданылатын легірленген болаттар рессорлар, серіппелер, шарикті подшипниктер, құбырлар, лемехтер жасауда қолданылады. Бұл болаттар термиялық өңдеуден кейін аққыштық, серпімділік және төзімділік шегі жоғары, ал тұтқырлығы жеткілікті болу керек. Құрамындағы оттегі мөлшері рессорлы-серпімді болаттарда 0,5% кем, ал шарикті подшипникті болаттарда 1% аспауы керек.

Рессорлы-серпімді болаттар құрамына кіретін негізгі элементтерге кремний (Si), марганец (Mn), хром (Cr) және ванадий (V) жатады. Жоғарыда айтылған бөлшектерді жасауда мына маркалы **55ГС, 55С2, 50ХГА, 50ХФА, 55Х** болаттар қолданылады. Бұл маркалы болаттардың құрылымы 820...850°C температурада шынықтыру мен 400...470°C температурасындағы жұмсартудан кейін троостит және сорбиттен тұрады. Мұндай құрылымды болаттардың қаттылығы **HRC 40...44**, ал аққыштық шегі 125...155 кгс/мм² тең болады.

Күрделі күштерді қабылдай алатын бөлшектер, былай айтқанда, домалау подшипниктерін жасауға келесі маркалы **ШХ6, ШХ9, ШХ15, ШХ15СГ** және басқа болаттарды термиялық өңдеуіне шынықтыру мен жұмсарту жатады. Өңдеуден кейін қаттылығы **HRC=50...65** тең болады. **ШХ15СГ** маркалы болаттан үлкен подшипниктер жасалады.

4.3.Ерекше қасиетті арнайы қолданылатын болаттар мен қорытпалар

4.3.1. Легірленген аспап болаттар мен қорытпалар

Аспап жасайтын болаттардың қаттылығы, тозуға, беріктігі мен жылуға төзімділігі де жоғары болуы керек. Шынықтырылуы оңай өтуі қажет. Бұл қажеттеріне қарай болаттардан кескіш, соғу штампын және өлшеу аспаптарын жасауға болады.

Кескіш аспаптар жасайтын легірленген аспап болаттары. Кесу кезінде кескіш аспаптар жиегі 500...900°C дейін қызады, қызғанда аспап кесу қабылеті мен жоғарғы қаттылығын жоғалтпауы керек. Бұл қасиет аспаптық болаттардың негізгі қасиетіне жатады да оны жылуға төзімділігі (қызылды төзімділік) дейді. Бұл болаттардың жылуға төзімділігі 300°C аспайды.

Аз легіріленген аспап болаттары құрамында қосып есептегенде қоспалы элементтер мөлшері 1- 6%, ал көміртегі 0,9 - 1,2%-ке дейін болады. Бұл болаттардың шынықтырылғыштығы жақсы болады да, МЕСТ 5950 - 83 бойынша Х, 9ХС, ХВСГ, ХГ, ХВГ, 9ХВСГ, 9ХВГ, 9Х5ВФ, ХВ5 маркалар шығарылады. Мұндағы негізгі қоспалы элементтерге хром, вольфрам, ванадий, кіреді.

Бұл қоспалы элементтер карбид түзейтіндерге жатады, болаттың шынықтыру қаттылығын жоғарылатады және оның тозуға төзімділігін арттырады.

Бұл болаттардың термиялық өңдеуіне 800...850°C температурасындағы майда шынықтыру мен 150...200°C төменгі жұмсартудан тұрады, бұл температураны соғу аспаптарына 300 °C көтереді. Жоғары берілген болаттардан кеңейткі бұрғы (развертка), фрезауңгі, бұрғы (зенкер), таңбалағыш (метчик) протыжка, пуансон, тескіш, штамп, қол ара пышағы, темір кескіш, фильер және басқалар жасалады.

Тез кескіш болаттар жоғарғы жылдамдықта жұмыс істейтін аспаптар жасауға қолданылады, былай айтқанда кескіш жылдамдығы болаттарға қарағанда 3...4 есе артық. Бұл болаттардың негізгі қоспалы элементіне вольфрам жатады, ол 18% дейін, 0,7...1,5% дейін оттегі, 4,5% дейін хром, 5% дейін молибден, 10% дейін кобальт. Тез кескіш болаттардың көп тараған маркаларына МЕСТ 265-73 бойынша P18, P9, M3, P9M5, P12, P6M3Ф2, P18Ф2, P9K5, P9K10, P10, K5Ф5, P18Ф2K5, P4, P7T жатады.

Марка белгілеуіне Р әрпі «Рapid» - жылдамдық деген сөзден алынған, одан кейінгі сан құрамындағы вольфрамның орташа мөлшерін көрсетеді, ал қалған әріптерден кейінгі сандар құрамына кіретін элементтер мөлшері.

Тез кескіш болаттар кесу қасиетіне байланысты үш топқа бөлінеді: қалыпты өнімділікті, көтеріңкі өнімділікті, өнімділігі төмен. Қалыпты өнімділікті болаттарға P18, P9, P18Ф2, P12, P6M3Ф2 маркалары жатады. Бұл топқа кіретін болаттардың жылуға төзімділігі 620°C дейін болады (қызыл төзімділігі), мұндай температурада қаттылығын HRC=60 төмен түсірмей сақтайды.

Бұлар жақсартудан өткен конструкциялық болаттар мен қаттылығы HB=300 аспайтын шойындарды кесуге қолданылады. Өнімділігі жоғары болаттардың қызылды төзімділігі

650°C дейін және қиын өңделетін материалды кесуге қолданылады. Бұл топтағы болаттар құрамына вольфрамнан басқа әжептәуір мөлшерде ванадий мен кобальт кіреді. Бұл болаттарға **P9K5, P9K10, P10K5Ф5, P18Ф2K5** маркалары кіреді.

Өнімділігі төмен болаттардың қызылды төзімділігі 600°C дейін болады. Бұл болаттарға **P4** мен **P7T** маркалары жатады, олардан метчиктер (таңбалағыштар), темір кескіш ара пышақтары, ағаш өңдеу аспаптарын және т.б. жасалады.

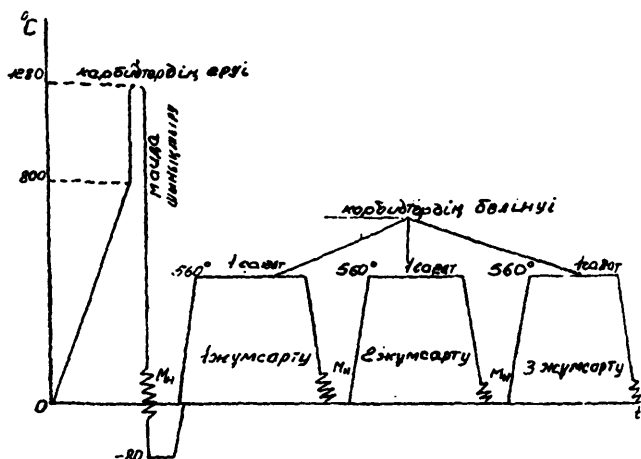
Бұл болаттардың жоғарғы кескіш қасиеттері термиялық өңдеуден, яғни шынықтыру мен жұмсартудан кейін пайда болады. Бұл болаттар құрылымы бойынша ледебуритті класқа жатады. Алынған құйманы әуелі шындайды, сосын 860...900°C температурасында босандатады. Босандатудан кейін болаттың құрылымы сорбиттен, аустениттен бөлінген екінші майда карбидтен және эвтектикаға кіретін өте ірі алғашқы карбидтерден тұрады. Ең соңғы термиялық өңдеуден кейін керекті қасиетті болат алынады. Мысалы, **P18** болат шынықтыруын 1250...1280°C температурасына дейін қыздырып, май ортасында суытады. Қыздыру температурасы жоғары болған сайын, қоспалы элементтер аустенитте ериді, сондықтан мартенситтегі қоспалы элементтер мөлшері көп болады.

Тез кескіш болаттардың жылу өткізгіштігі өте төмен, сондықтан оларды қыздыру сатылы жүргізіледі: аспапты әуелі 500...600°C температуралы тұзды астауда, сосын температурасы 800°C-қа тең астауда және содан кейін үшінші астауда 1200°C дейін қыздырады (4.1- сурет). Шынықтырылғаннан кейін болаттың құрылымы мартенситтен және қалдықты аустениттен (30% дейін) тұрады. Қаттылығы **HRC=60...62**. Құрамындағы аустенит кескіш қасиетін төмендетеді, сондықтан аспап 560°C температурасында үш ретті жұмсартудан (4.1-сурет) өтеді. Бұл өңдеуден кейін қалдықты аустенит саны 2 – ден 3% дейін азаяды да қаттылығы **HRC=64...65** дейін артады. Шынықтыру мен жұмсарту арасында суықпен өңдеу (-80°C...-100°C) жүргізіледі, ол аспап дайындау процесін қысқартады.

Тез кескіш болаттардан оның қымбаттылығына байланысты кескіштің жұмысшы бөлігін ғана жасайды, ал аспап тұлғасы көміртекті аспап болаттан жасалады.

Соғу штампты аспаптар жасауға арналған легірленген болаттар. Бұл болаттың қаттылығы мен тозуға төзімділігі жоғары болуы қажет. Штампты болаттар МЕСТ 5950-73 бойынша маркаланады. Суықтай штамптау штамптарын жасауға қолданыла-

тын болаттар жоғарыда айтылған қасиеттерден басқа термиялық өндеуде аз деформациялануы қажет, өйткені штамп өзгереді.



4.1 – сурет. Тезкескіш болаттарды термиялық өндеу схемасы.

Штампты дайындау үшін Х, Х9, 9ХС, Х12М, ШХ15, ХВ2, Х12Ф, ХГЗСВ және т.б қолданылады. Егер штампқа соққы күштері әсер ететін болса, онда штамптар жасауға 4ХС4, 4ХВС, 5ХНМ, 5ХГМ маркалы болаттар қолданылады. Бұл болаттардың тұтқырлығы жоғары.

Егер штамптар тозу мен қысым жағдайында жұмыс істесе, онда штамптарды Х12, Х12Ф, ХГЗСВ болаттарынан жасайды. Бұл болаттардың қаттылығы шынықтырумен 480...580°C температурасында жұмсартудан кейін $HRC=38...45$ -ке тең болады. Ыстықта деформацияланатын штамптар жасауға арналған болаттардың жоғарыда айтылған қасиеттерден басқа жылуға, ыстыққа төзімділігі, термотөзімділік қасиеттері және жылу өткізгіштігі жоғары болуы қажет. Бұл қасиеттер болатты 600°C дейін қыздырғанда сақталуы тиіс, ол үшін болаттарға хром, молибден және вольфрам, ал шынықтырғыш қасиетін арттыру үшін никель мен марганец қосады. Құрамындағы көміртегі онша көп емес (0,5...0,6%С), ол соғу тұтқырлығын қамтамасыз етеді.

Шынықтыру мен жоғарғы жұмсартудан кейін мұндай болаттардың қаттылығы $HB=350...450$ тең болады. Бұл болат-

тарға **5XНМ, 5ХГМ, 5ХНВ** маркалары жатады.

Өлшеуіш аспап өз формасы мен өлшемін ұзақ уақыт сақтауы, беріктігі, қаттылығы, тозуға төзімділігі жоғары және сызықша ұлғаю коэффициенті төмен болуы керек. Өлшеуіш аспаптар үшін маркалары **У8, У12, Х, Х19, ХГ** көміртекті және т.б. цементтейтін, азоттайтын болаттар қолданылады. Шынықтырудан соң аспаптарды төмен температурада жұмсартады.

4.4. Тотбаспайтын болаттар

Металдардың тотығуы. Тотығу деп, металдардың қоршаған орта әсерінен бұзылу процесін айтады. Тот басу бұйымның қызмет ету уақытының қысқаруына әкеледі де, металдың бастапқы қасиетін жояды. Металдың тотығуы химиялық және электрохимиялық болып екіге бөлінеді.

Химиялық тот басу - металдың газды ортада тотығу нәтижесінде пайда болады.

Электрохимиялық тот басу - металдың электролитпен өзара қатынасынан пайда болады. Электролит деп тұздар, қышқылдар және сілтілердің сулы ерітінділерін айтады. Электрохимиялық тот басу процесі жүруі үшін металдың электролитпен беттесу бетінде потенциал айырмашылығы тууы керек. Металдардың электролиттерде еру қасиеті электрод потенциалымен сипатталады (В). Оны ноль деп есептелінетін сутектік потенциалға қатысты анықтайды.

Элементтердің потенциалдары мынадай ретпен орналасады.

Aa	A	Cu	H	Pb	Ni
+1,5	+0,79	+0,34	0	-0,12	-0,22
Fe	Cr	Zn	-	Ti	Al
-0,44	-0,51	0,76	-	1,21	-1,66

Сутегіден кейін орналасқан металдар теріс потенциал артқан сайын жақсы ериді. Ал оң потенциалды металдар нашар ериді.

Тотықпайтын болаттар. Атмосфералық тотығуға қарсы тұратын болаттарды тотықпайтын болаттар дейді. Олар бір фазалы құрылымды аустенит, феррит немесе мартенситті. Бұл жағдайда әр түрлі электрон потенциалында екі және одан да

көп фазада өтетін тотығуы болмайды.

Хромды болаттарда **0,8X13, 12X13, 158X25T, 30X13** және т.б. тотығуға төзімді хромды темірде ериді де қорғасын қабығы бетінде C_2O_3 пайда болуы нәтижесінде артады. Көміртегі бұл болаттардың 2 фазалы құрылымын алу үшін және тот баспауға төзімділігін төмендете отырып, қатты ерітінді хромын азайтады. Хромды болаттарды 1000-1100°C шынықтырып жұмсартуды. Феритті кластағы болаттарды **0,8X3, 12X13** жұмсартуды 700-750°C-та жүргізеді. Олар созымдылығы жоғары және соққы күш қабылдайтын тетіктер дайындау үшін қолданылады. Мартенситті болаттар үшін **30X13, 40X13** жұмсартуды 200-250°C жүргізеді. Оларды да қаттылығы мен беріктігі жоғары болатын бұйымдарды жасауға қолданады.

Хромды никельді болаттар **12X18, H9T, 17X18H9, 4X18H10** т.б аустенитті кластағы тотықпайтын болаттарға жатады.

Аустенит құрылымды 1050°C суда шынықтырылудан соң алынады. Бұл болаттар қысыммен жақсы өңделеді, пісірілуі жақсы. Суық пластикалық деформация арқылы хромды – никельді болаттардың беріктігін арттырады. Олардан химиялық, мұнай, тамақ өнеркәсібінде қолданылатын тетіктер жасайды.

4.5. Тотығуға қарсы қаптаулар

Жылына шамамен қорытылған металдың 10%-ке жуығы тотығуға ұшырайды. Осыдан, бұл мәселенің өте маңызды екені байқалады, сондықтан металдарды тотығудан қорғауда әртүрлі тәсілдер қолданылады. Металды тотығудан қорғау тәсілдерін үш түрге бөлуге болады: беттерді химиялық және электрохимиялық өңдеумен қаптаулар, метал емес қаптаулар мен металл қаптауларын алу.

Химиялық және электрохимиялық өңдеумен бұйым бетінде үздіксіз қорғаныс қабатын жасауға болады. Ол кабаттар оксидтеу, анодтау, фосфаттау. Металмен қаптаудың өндірісте ең көп қолданылатыны мырышпен, қалайымен, кадмимен, алюминимен, хроммен және басқа металдармен қаптаулар. Металл қаптауларын алудың негізгі әдістеріне балқыған металға салу, термодиффузиялық, термомеханикалық және гальваникалық металдаулар жатады.

Металл емес материалдармен қаптау өндірісте ең көп тараған тәсіл. Бұл тәсілге эмалдау, лактау, бояу, резенкемен, пластмассамен қаптау, майлау және т.б. жатады.

4.5.1. Ыстыққа төзімді және ыстыққа берік болаттар

Ыстыққа төзімді болаттар деп, біраз уақыт ішінде жоғарғы температурада газды тотығуға қарсы тұратын және өзінің керекті қасиеттерін жоғалтпайтын болаттарды айтады. Болаттың отқа төзімділігі хром, алюминий және кремний қосқанда артады. **12X13** маркалы болаттың төзімділігі 700...750°C, **12X17** - 850°C және **15X28**-1100°C дейін. Бұл болаттарда көміртегі аз (0,2% аспайды). Мысалы, **1X13** маркалы болат құрамында 0,1%С. Егер марка алдында сан болмаса, онда мұнда көміртегі мөлшері 0,15% аз болғаны, ал егер маркалары 0 басталса, онда көміртегі мөлшері 0,08% аспайды. Өндірісте келесі болаттар өндіріледі **08X13, 12X13, 20X13, 30X13, 40X13 (МЕСТ 5632-72)**.

Ыстыққа берік болаттар деп, жоғары температурада өзіне жеткілікті механикалық беріктігін сақтай алатын болатты айтады. Негізгі қоспа элементтеріне аустенитті құрылымын және ыстыққа төзімділігін қамтамасыз ететін хром мен никель жатады. Ығысып жылжу жылдамдығын азайту мен беріктігін әрі қарай арттыру үшін молибден, ниобий, вольфрам қосады.

Шамамен 600...700°C температурасында жұмыс істейтін бөлшектер жасау үшін аустенитті типті **12X18Н10Т, 45X14Н14В2М, 37X12Н8Г8МФ5** және т.б маркалы болаттар қолданылады. Бұл болаттардың созымдылығы мен пісірілгіштігі жақсы. Олардан жоғарғы қысымды бу қазандарын, турбина қалақтарын, реактивті двигательдер сопласын және басқа бөлшектерді жасайды.

Тозуға төзімді болаттар абразивті ортада тозуға жақсы қарсы тұрады. Қысымды үйкеліс және соққы жұмыстарында марганецті аустенит типті **Г13** маркалы Годфольд болатын қолданады. Оның құрамына 13% Мп, 1,2%С кіреді. Бұл болаттан экскаватор детальдарды, тас ұнтақтайтын бөлшектер және трактордың шынжыр табаны звеноларын жасайды. Бұл **Г13** маркалы болаттың тозуға төзімділігі оның созымды деформациядан кейін беріктенуімен түсіндіріледі.

Жұмыс істегенде бөлшектің тозуға төзімділігі қаттылығына байланысты, сондықтан **ШХ15** типті болаттар және басқалар қолданылады. Тозуға төзімді болаттарға графиттендірілген болаттар да жатады. Көміртегі графитендіргіш босандатудан кейін графит түрінде бөлінеді. Бұл болаттардан штамптар, иінді біліктер жасайды.

4.6. Электротехникалық металдар мен қорытпалар

Электротехникалық материалдар тот баспайтын, механикалық беріктігі жоғары, суық және ыстық күйінде қысым арқылы жақсы өңделетін, дәнекерленетін әрі пісірілетін болуы керек.

Мұндай қасиеттерін мыс, алюминий, қорғасын, күміс, алтын және кейбір металдар қанағаттандырады. Мыс басты өткізгіш материалдардың бірі болып табылады. Босандатылған жұмсақ маркалы мыс шыбықтары орташа жасауға және өткізгіш монтаждау сымдарын дайындау үшін жұмсалады. МТ маркалы соғыла тығыздалған қатты мыс изоляцияланбаған өуе желілерін, өткізгіш сымдарын, электр тетіктерінің шиналарын, электр машиналарының коллекторларын дайындау үшін қолданылады.

Мыс қорытпалары - қола мен жез - беріктігі жоғары өткізгіш сымдар, серіппелер, щетка ұстағыштар, қысқыштар және бекіту бөлшектерін дайындау үшін қолданылады.

Алюминий - кең таралған өткізгіш материал АМ маркалы босандатылған жұмсақ алюминий сымдары изоляцияланған орама және монтажды өткізгіш сымдар дайындау үшін қажет.

Босандатылған АТ маркалы қатты алюминий сымдары электр беріліс желілері кабелдерін және электр аппараттары шинасы мен электр таратқыш тетіктерін жасау үшін пайдаланылады. Алюминий кемшілігіне беріктігінің төмендігі, пісірілгіштігі мен дәнекерленуінің нашарлығы жатады. Пісіру кезінде алюминий сымдарын жалғастыру үшін флюстер қолданылады. Арнайы қондырғыларда салқын балқыту жақсы нәтижелер береді. Бұл жағдайда жалғастырылатын сымдардың бүйір жағы 1000-1200 МПа қысылады.

Қорғасын - кабельдердің қорғаныш қабығын, тез балқытын сақтағыштық қоспаларын, рентген қондырғыларындағы қорғаныш экрандарын, қышқыл аккумуляторлары тілімдерін жасау үшін кеңінен қолданылады. Қорғасын ізбес ерітінділеріне, бетонда, шіріген органикалық қосылыстар әсерлеріне бекемділігі төмен.

Платина мен күміс созымдылығы мен тот басуға бекемділігі жоғары болып келеді. Олардан диаметрі 0,002 мм сымдар дайындайды. Платина сымдары лаборатория пештерінде электр қыздырушы элементтер дәл электрөлшеу приборлар шектерін және термо-парларын жасауда қолданылады. Күміспен платинадан аз қуатты қоспа аппараттарға түйіспелер (кон-

тактілер) дайындайды.

Вольфрам мен молибден қыздыру спиральдерін ұстаушы ілмешіктер, түймелер, электроваккумды приборлар катодтарын және электроаппараттар айырғыш түйіспе дайындау үшін керек. Сынап 234°C дейін өзінің сұйық күйін сақтайды. Ол тотығуға төзімді. Мыс, мырыш, қорғасын, никель, қалайы, күміс, алтын сынапта ериді. Сынапты сынап түзеткіштерінде арнайы реледе сұйық ретінде қолданады.

Меншікті кедергісі үлкен өткізгіш материалдар жоғары температурада тотығуға бекем, температура коэффициенті кедергісі аз. Оларға: мыс-никельді, ыстыққа берік никельді қорытпалар жатады.

Никельді марганец қорытпалары (**НМц2,5** және **НМц5**) автомобиль свечаларын және радиолампарлар жасау үшін пайдаланылады. Ыстыққа бекем қорытпалар 1200°C температурада жұмыс жасайтын пештер мен электр қыздырушы приборларда қолданылады. Оларға хромникельді қорытпалар (нихромдар) - **X20H80**; никель-хром және темір негізді қорытпалар (ферро-нихромдар) - **X15 H60**, **X25H20**, темір, хром, алюминий үштік қорытпалары (фехралдар, хрналдар) **X13Ю4**, **X17Ю5**, **OX25Ю5** жатады.

Аталған қорытпалар қатты ерітінділерді қыздырған кезде олардың бетінде тотығудан сақтайтын хром тотығынан (**Cr₂O₃**) және никель шала тотығынан (**NiO**) тұратын қорытпаны сенімді қорғайтын қабат пайда болады.

Магнитті металдар мен қорытпаларда ферромагнетизм қасиеті болады. Бұл қорытпалар негізі никель мен темірден тұрады. Магнитті балқымалар жұмсақ магнитті, қатты магнитті болып бөлінеді. Жұмсақ магнитті болаттар мен қорытпалардың магнит өткізгіштігі жоғары, коэрцивті күші және гистерезисі аз. Бұл болаттар феррит класты. Оларды табак күйінде шығарады да, реле мен электромагнит өзектерін, электр машиналар, трансформатор дроссельдері плюстерін және т.б жасауға қолданады (**Э44**, **Э330**, **Э22**, **Э12** және басқалар).

Магнитті жұмсақ қорытпаларға пермолой - темірникельді қорытпалар жатады, Мысалы, **50H(50% Ni)** және фериттер **Fe₂O₃** ұнтақты металлургия әдісімен жасалады. Олар күшейткіштерде қорытпалар магнит өткізгіштігі төмен, корцивті күші әжептәуір және гистрезисінің азаюы жоғары. Оларға **ЕХ**, **ЕХ9КМ15** және т.б. маркалы болаттар жатады. Олардың құрамында 1% көміртек болады, құрамындағы легір-

леуші элементтер металдың коэрицитивті күшін арттырады. Қатты магнитті қорытпалар тұрақты магниттер даярлау үшін қажет.

Оларды жіңішке ине тәрізді мартенситті құрылым алу үшін шынықтырады және 273°C ескіртеді.

Үлкен коэрицитивті күшті **ЮНД4** маркалы күйма қорытпасы құрамында $11\% \text{Al}$, $4\% \text{Si}$, $25\% \text{Ni}$, қалғаны темір болатын балқымалар көрсете алады.

Магнитсіз болаттар мен шойындар. Аустенитті кластағы құрамында никель, марганец, шойын көп мөлшерде болатын және $2,6-3,2\% \text{C}$, $2,5-3,5\% \text{Si}$, $5,0-7,5\% \text{Mn}$ бар болаттар магнитсіз болады. Бұл материалдардан жасалған бұйымдар магнитсіз тетік ретінде электр машиналарында қолданылады.

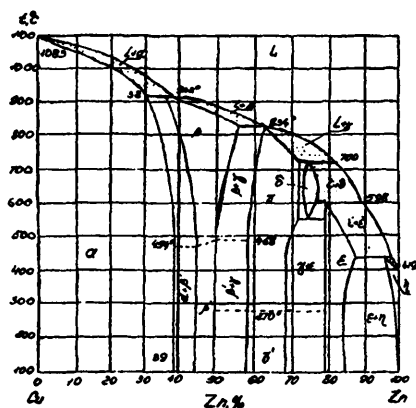
4.7. Түсті металдар қорытпалары

Түсті металдар қымбаттылығы мен кара металдарға қарағанда қымбат әрі тапшылықты болғанына қарамастан техникалық қолдану аясы өте кең. Техникада қолданып жүрген түсті металдарға қалайы, никель, мыс, алюминий, магний, мырыш, қорғасын және олардың қорытпалары жатады.

4.7.1. Мыс қорытпалары

Мыс таза күйінде қызғылт - қызыл түсті, жылу және электрөткізгіштігі, су мен ылғалды ортада тотығуға қарсы тұруы жоғары, созымды, қысыммен жақсы өңделеді. Мыс тығыздылығы $\gamma=8,94 \text{ г/см}^3$, балқу температурасы $t_{\text{ж}}=1083^{\circ}\text{C}$ беріктігі $\delta_{\text{ж}}=20...25 \text{ кгс/мм}^2$, қаттылығы $\text{HB}=85...115$, ұзаруы $\delta=50\%$, жылу өткізгіштігі $\lambda=340 \text{ ккал (м.град)}/\text{с}$. Конструкциялық мыс қорытпалары ретінде жез, қалайы және арнайы қола қолданылады.

ЖЕЗ деп, мыс пен мырыш қорытпасын айтады. **Си-Zn** күй диаграммасы 4.2- суретте көрсетілген. Бұл диаграммадан көрініп тұрған қорытпа құрамындағы мырыш мөлшері $30...39\%$ дейін болғанда бір фазалы мыс негізіндегі α - қатты ерітінді пайда болады.



4.2 – сурет. Sn-Zn күй диаграммасы.

Оның қасиеті таза мысқа жақын, бірақ созымдылығы мен беріктігі одан жоғары (4.3- сурет). Мырыш мөлшері әрі қарай артқан сайын жаңа қатты ерітінділер пайда болады β мен γ , β және γ қатты ерітінділердің қаттылығы мен морттылығы α -фазаға қарағанда жоғары, сондықтан олардың қорытпа құрамында болғаны, оның қаттылығы мен морттылығын арттырады. Қорытпа құрамындағы мырыш мөлшері артқан сайын, оның морттылығы өседі, беріктігі төмендейді, оны конструкциялық материал ретінде қолдануға болмайды. Сондықтан жез құрамында мырыш мөлшері 42% аспауы керек.

Жездерді жәй және арнайы деп бөледі, жәй жез мыс пен мырыштан тұрады да, оны Л әрпімен белгілейді, Мысалы, Л68 құрамында 68% Си болады. Арнайы жездерге мырыштағы оның басқа қасиеттерін жақсарту үшін никель, темір, алюминий және басқаларды қосады. Мысалы, ЛН65-5 құрамындағы 59% Си, 5% Ni, қалғаны мырыш, барлығы 100% тең болуы керек.

МЕСТ 17711-93 бойынша өндірісте келесі маркалы жәй жездер шығарылады: Л62, Л68, Л70, Л80, Л85, Л90, Л96. Олардан жұқа табактар, таспалар және дайын өнімдер жасайды. Л80 маркалы жездің түсі алтынға ұқсайды, сондықтан олар зергерлік саласында қолданылады. Құрамында мысы көп жездерді томпақтар дейді. (Л80, Л85, Л90, Л96). Л70 маркалы жезді патронды (гильзалы) дейді, ол жақсы

штамталынады, прокатталынады, пресстеледі. Жездің $\sigma=30\text{кгс/мм}^2$, $\delta=40\%$.

Арнайы жездер былайша маркаланады ЛС 59-1 (автоматты жез), құрамы 40% Zn және 1...2% Pb тұрады. Өндірісте мына маркалы арнайы жездер шығарылады: ЛС59-1, ЛС74-3, ЛС64-2, ЛС63-1, ЛС60-1, ЛО70-1, ЛО62-1, ЛО60-1, ЛА77-2, ЛМЦ, ЛН65-5 жездер таспалар, құбырлар, сымдар, гайкалар, тісті дөңгелектер, сырғанау подшипниктері, астарлар, суда тотығуға төзімді және сұйыққа төзімді бөлшектер жасауға қолданылады. Жездің термиялық өңдеуіне 350...450°C температурасындағы жұмсарту жатады.

Қола. Мыстың мырыштан басқа металдармен қорытпасы. Қола легірлеуші элементтеріне байланысты қалайылы, алюминийлі, кремнилі, бериллі және т.б. болады. Қоланың құю қасиеттері жақсы, оның отыруы болатқа қарағанда 2...3 есе кем. Қоланың көбінесе тотығуға төзімділігі, созымдылығы мен қысыммен өңделуі жақсы. Қола антифрикционды материал ретінде қолданылады. Қола Бр әріптерімен одан әрі легірлеуші элементтері құрамындағы мөлшерін көрсететін санмен белгіленеді. Мысалы, БрОЦС8-4-3, құрамында 8% Sn , 4% Zn , 3% Pb және қалғаны мыс (85% Cu).

Қалайы қоласы атмосфера, теңіз суы, NaOH , NO_2CO_3 және басқа ерітінділердің әсеріне қарсы тұрады. HNO_3 және HCl ерітінділеріне қарсы тұра алмайды. Бұл қоланың құю қасиеттері жақсы ериді және жақсы дәнекерленіп пісіріледі, магнитсіз, сұйыққа төзімді.

МЕСТ бойынша келесі маркалары шығарылады. БрОЦСНЗ-7-5-1, БрОЦСЗ-7-5 және басқалар.

Алюминий қоласы. Бұл қоланың технологиялық, механикалық қасиеттері жақсы және құрамында қымбат қоспалар жоқ. Қалыпты жағдайда бұл қола құрамында 9...11% Al болады. Егер қоладағы алюминий мөлшері 10% асса, онда оны 900°C (1173°C) температурасында шынықтырады. Шынықтыру нәтижесінде қаттылығы артады, ал созымдылығы төмендейді. Бұл қолалардан тісті дөңгелектер, турбина бөлшектерін, ток өткізгіш серіппелер, клапан ерлерін және басқа бөлшектер жасалады. Өндірісте МЕСТ бойынша келесі маркалары шығарылады: БрАЖ-9-4, БрАЖМЦ10-3-1,5, БрАЖН10-4-4, БрАЖНІІ-6-6.

Кремний қоласының құю және созымды қасиеттері жақсы. Оның құрамында 1...3% Si болады. Механикалық қасиет-

тері бойынша ол қалайылы қолаға қарағанда жоғары. Оны 500°C дейін жұмыс істейтін бөлшектер жасауға пайдаланады. Ең көп тараған маркаларына **БрКНІ-3** және **БрКМц3-1** жатады. Бұл қола 850...875°C температурасында суда шынықтырылады да, әрі қарай жұмсартылады. Кремний қоласынан төлкелер, серіппелер жасалады.

Бериллилі қоласының беріктігі жоғары, тотығуға төзімді, пісірілгіштігі жақсы. Бұл қола құрамында 2...25% **Be** болады. **БрБ2** маркалы қоланы приборлар жасауға, жауапты серіппелер, мембраналар және басқа да серіппелі бөлшектер жасауға қолданады. 780°C температурасында шынықтырумен, 300°C температурасына 3 сағат аралығында ескіртуден кейін, корытпа жақсы беріктенеді.

4.7.2. Алюминий қорытпалары

Алюминий дегеніміз тотығуға төзімді, тығыздығы 2,7 г/см³ тең созымды, аққыш-күміс түсті металл. Алюминийден таза күйінде әртүрлі ыдыс-аяқтар және басқа заттар жасалады.

Машина жасауда қолданылатын алюминий қорытпалары деформацияланатын және құйылатын болып екіге бөлінеді.

Құйылатын алюминий қорытпаларын фасонды құйма алуға қолданады. Бұл қорытпалардың сұйықтық аққыштығы жақсы және отыруы аз. Құрамында 5-тен 14% **Si** бар қорытпа **силумин** деп аталады. Оның құрылымы α -қатты ерітінді мен эвтектондтан тұрады (11,6% **Si**). Силумин құрамында эвтектика көп болған сайын күй қасиеті жақсара түседі.

Силуминнің беріктігін арттыру үшін ол натримен модификацияланады ($1/3 \text{ NaCl}$, $2/3 \text{ NaF}$, 2...3% құйма массасынан).

Модификацияланған силуминнің (**АЛ2**) беріктік шегі $\sigma_{\text{с}} = 18 \text{ кгс/мм}^2$, $\sigma_{0,2} = 9 \text{ кгс/мм}^2$ және $\delta = 5\%$. Силуминдер құрамында натриден басқа магний мен марганец болады.

Силуминдер **АЛ** әріптерімен және ретті сандармен (нөмірмен) маркланеді **АЛ2**, **АЛ3**, **АЛ13**, **АЛ19** және т.б.

АЛ7, **АЛ19** қорытпаларының механикалық қасиеттері жоғары және кесумен жақсы өңделеді, ал күй қасиеті нашар. Бұл қорытпалар ылғалда, атмосферада жұмыс істейтін құймалар алуға қолданылады. Олардың термиялық өңдеуі 430°C температурасында 10...20 сағат аралығында майда шынықтырудан тұрады. **АЛ1**, **АЛ20** поршень және цилиндр қалпақ-

шаларын жасауға қолданылады. Поршеньдер 525°C шынықтырылады да, сосын 290°C ескіртеді.

Деформацияланатын алюминий қорытпалары қолдануға шыбықтар, табактар, сымдар, фольгалар және т.б. түрінде түседі. Бұл қорытпалар термиялық өңдеумен беріктенетін және беріктенбейтін болып екіге бөлінеді. Беріктендіретін термиялық өңдеуге шынықтыру мен ескірту кіреді.

Термиялық өңдеумен беріктенбейтін қорытпалардың беріктігін магний мен марганец қосу арқылы арттырады. Алюминийдің магниймен қорытпасы $AlMg$, ал марганецпен $AlMn$ деп белгіленеді. Құрамындағы марганец пен магний орташа проценттік мөлшері санмен көрсетіледі. Мысалы, $AlMg3$, $AlMn6$. Легіріленген магний қорытпа беріктігін 3 есе арттырса, легіріленген марганец тотбасуға төзімділігін арттырады.

Бұл қорытпалар, құбырлар, азот және басқа қышқылдар құюға арналған астаулар жасауға қолданылады.

Термиялық өңдеумен беріктенетін ең көп тараған қорытпаларға дюралюминий жатады. Дюралюминий деп, алюминийдің мыспен, марганецпен, магниймен қорытпасын айтады.

Дюралюминийге Д1, Д1П, Д16, Д18, Д19, Д19П маркалы қорытпалар жатады. Олардың беріктігін арттыру үшін 500°C температурасында суда шынықтыру және ескірту қажет. Сапасы жоғары дюралюминий маркасының аяғында А әрпі қосылады, Мысалы, Д 16 А.

Шындау қорытпаларына шындаумен, штамптаумен бөлшектер алынатын қорытпалар жатады. Бұл қорытпаларды АК әріптерімен және санмен маркалайды. Мысалы, АК1, АК5, АК6, АК8, мұндағы 1,5, 6,8 сандары қорытпа нөмірін көрсетеді (МЕСТ 4784-74). 100°C жұмыс жағдайында АК1, АК5, АК6, АК8 маркалы қорытпалар, ал 300°C шамасында - АК3 және АК4 қорытпалары қолданылады. Термиялық өңдеуі 520°C суда шынықтыру мен 140°C жасанды ескіртуден тұрады.

4.7.3. Антифрикционды қорытпалары

Антифрикционды қорытпалар сырғанау подшипниктерін жасауға қолданылады. Бұл қорытпалардың үйкеліс коэффициенті, қаттылығы үлкен емес, жылу өткізгіштігі мен соққы тұтқырлығы жоғары болуы қажет. Мұны қамтамасыз ету үшін оның құрылымында басқа фазаның қатты кристалдары бар жұмсақ негізден тұруы қажет.

Антифрикционды қорытпа ретінде арнайы қола, бабиттер және ұнтақты подшипник қорытпаларын айтады. Олардың құрылымында жұмсақ негізі мен қатты қосындылар болады.

Бабиттер қалайылы, қорғасынды, кальцилі болады. Қалайылы бабиттерге (МЕСТ 1320-90) Б83, Б89 маркалы қорытпалары, қорғасындыға -Б16, Б6, кальцилігі - БКА жатады. Б83 бабит құрамына 83% Sn, 11% Sb және 6% Си кіреді. Б83, Б89 соққы күштеріне жақсы қарсы тұра алады және үйкеліс коэффициентінің мөлшері 0,005 (майменен) тең, сондықтан оларды турбина, дизел, электр двигателдердің және т.б. қажалмайтын подшипниктерін жасауға қолданады. Бұлардан басқа Б16 және БКА бабиттерінен подшипник жасайды, бірақ олардың тот басуға және тозуға төзімділігі нашарлау, Б16 бабиті құрамына 16%Sn, 16%Sb, 2%Си қалғаны қорғасын, ал БК1 І-1% Са, 0,8%Na, 0,2%Al, қалғаны қорғасын, БК2-0,5%Са, 0,645Na, 2%Sn, 0,05% Mg қалғаны Рв кіреді.

Кальцийлі бабиттер темір жол транспортында қолданылады. Кальцийлі бабит тез тотықтанады. Егер оған қалайы қосса, онда оның тотығуы азаяды.

Қалайылы қоладан үлкен меншікті қысымда жұмыс істейтін подшипниктер жасап шығарылады. Подшипник құрылымының жұмсақ бөлігі тез тозып, ол жерде май жиналса, қатты бөлігін қалыпты майлап, үйкеліс коэффициентін азайтады. Подшипниктің қатты бөлігіне білек тіреледі. Бұндай қорытпаға Бр ОС8-12 маркасы жатады, құрамына 8% Sn, 12% Рв кіреді.

Қорғасынды қоладан БрС-30 құрамында 70% Си және 30% Рв жауапты подшипниктер жасалады.

Алюминий қорытпалары іштен жанатын двигательдері подшипниктерін жасауға қолданылады. Бұл қорытпалар жоғары температурада жылу өткізгіштігі мен механикалық қасиеті жақсы. Подшипник жасауға АОЗ-1, АО9-2, АСМ және тағы басқа маркалы қорытпалар қолданылады.

4.8. Термиялық өңдеу

Металдар мен қорытпалардың қасиеттері олардың ішкі құрылымына байланысты. Сол құрылымын/едәуір өзгерту үшін тиімді тәсілдердің бірі термиялық өңдеу болып табылады.

Металдар мен қорытпалардың қасиеттерін тиісті бағытта өзгерту үшін белгілі бір температураға дейін қыздыру, сол температурада ұстау және салқындату операциялары

жүргізілетін жиынтығын термиялық өңдеу дейді.

Термиялық өңдеу нәтижесінде қорытпалар құрамы өзгеріп, керекті қасиеттері (беріктік, қаттылық, тозуға төзімділік және т.б.) арта түседі.

4.8.1. Термиялық өңдеудің топтастырылуы

Шойын, болат және түсті металдарды өңдеуге қолданылатын негізгі термиялық операциялар түрлеріне босандату, нормальдау, шынықтыру, жұмсарту, суықпен өңдеулер жатады.

Босандату бірінші текті және екінші текті болып екіге бөлінеді. Босандату (бірінші текті) ол алдын-ала өндегенде тұрақсыз күйге келген металды тұрақты күйге келтіру үшін металды термиялық қыздыру операциясы.

Босандату (екінші текті) қорытпаны тұрақты құрылымды күйге келтіру үшін оны түрлену температурасынан жоғары қыздырудан және әрі қарай өте баяу суытудан тұратын термиялық операциясын айтады.

Нормалдау болатта біртекті және майда түйірлі құрылым алу үшін оны түрлену температурасынан жоғары температураға дейін қыздырудан (30...50°C QSE сызығынан жоғары) содан әрі қарай ауада суытудан тұратын операцияны айтады.

Шынықтыру деп, қорытпаның тұрақсыз құрылымды күйін алу үшін оны түрлену температурасынан жоғары температураға дейін қыздырып, одан әрі қарай жылдам суытудан тұратын термиялық операцияны айтады.

Жұмсарту - қорытпаның кернеуі тұрақты құрылымды күйін алу үшін шынықтырылған қорытпаны түрлену температурасынан төмен қыздырудан тұратын операцияны айтады.

Бұл негізгі термиялық өңдеу түрлерінен басқа, термиялық өңдеудің металлургиялық немесе механикалық технологиясымен бірге қатар жүргізілген химиялық-термиялық және термомеханикалық тәсілдері бар.

4.8.2. Қорытпаны термиялық өңдеу теориясы

Термиялық өңдеу негізіне аллотропиялық айналу құбылысы мен көміртегінің темірде еруінің өзгеруі, қыздырғандағы феррит-цементит қоспаларының аустенитке айналу процестері және суынғандағы аустениттің ыдырауы жатады.

Термиялық өңдеудің кез келгені, өзінше қыздыру, біраз уақыт белгілі температурада ұстап тұру және суыту

операциялары жинағынан тұратыны белгілі. Қыздырғанда теория бойынша перлиттің аустенитке айналуы A_1 нүктесінде басталады. Шынында бұл үшін біраз қыздырыңқырау керек (4.3сурет). Температурасы неғұрлым жоғарылаған сайын, перлиттің аустенитке айналу жылдамдығы арта түседі. Бұл процесс феррит-цементит бөлінетін беттің үстінде аустенит түйірлерінің түзілуінен басталады. Басында түзілген түйірлер құрамында көміртегі аз болады, сонан соң екінші фазалар перлит - цементит ерігенде - оның саны аустенитте көбейеді. Айналу жылдамдығына перлит дисперсиясының дәрежесі әсер етеді: неғұрлым цементит пластиналары майда болса, соғұрлым ол жылдамырақ аустенитке айналады. Аустениттің түзілу процесі E нүктесінен шамалы жоғары температурада аяқталады. γ

Аустенит бастапқы түйірлері әр уақытта майда, қыздырғанда олар әр түрлі болаттарда әр түрлі жылдамдықпен өседі, A_1 -ден шамалы қыздырғанда, аустенит түйірлері тез өсетін болаттарды мұрагерлік үлкен түйірлілік деп атайды. Егер түйірдің өсуі A_1 -ден біраз жоғары қыздырғанда ғана басталатын болса, онда бұндай болаттар мұрагерлік майда түйірлер деп атайды. Аустенит түйірлерінің өсуге ыңғайлылығы болаттың балку сипаты болады. Ванадий, титан, молибден, вольфрам, алюминий, металл емес қоспалар (тотықтар, нитридтер) болаттың аустенит түйірлерінің өсуге ыңғайлылығын азайтса, марганец пен фосфор оны өсіреді. Аустенит түйірлері әрі қарай суытқанда өзгермейді.

Болаттарда мұрагерлік (оның A_c жоғарыда өсуге ыңғайлылығын сипаттайды) және ақиқатқа түйір мөлшеріне жәй температурадағы мөлшері болу қолданылады. Түйір мөлшері болаттың механикалық қасиетіне елеулі әсер етеді. Үлкен түйірлі болаттың соғу қасиетіне елеулі әсер етеді. Үлкен түйірлі болаттың соғу тұтқырлығы майда түйірлісіне қарағанда шамалы артығырақ. Металды қыздырғанда кернеу мен жарық пайда болдырмау үшін, ортасы мен бет қабаттары қыздыру температурасының айырмашылығы аз болатын жылдамдықпен қыздыру керек. Қыздыру жылдамдығына бөлшектің пішіні мен көлденең қимасы және оның химиялық құрамы әсер етеді. Керекті температураға жеткеннен кейін барлық көлденең кесіндіні қыздыру үшін және көміртегі мен басқа элементтерінің аустениттегі концентрациясын диффузиялық тепе-тең ету үшін бұйымды ұстайды. Бұл суытқанда

біртектес аустенит ыдырау өнімін алуға көмектеседі. Қыздыру мен біраз уақыт ұстау мерзімін тәжірибе жолымен анықтайды.

Болатты пештерде қыздыру еріген тұз астауларында жүргізіледі. Қыздыру ортасы бөлшектің бет қабатының күйіне үлкен әсер етеді. Болатты пеште қыздырғанда бет қабаты тотықтанады және көміртегі азаяды. Оларды болдырмау үшін қыздыруды қорғау атмосферасында жүргізу керек. Термиялық өңдеуде болатты әртүрлі жылдамдықпен суытады: Мұнда аустенит салқындату дәрежесіне байланысты өзгеруден өтеді, бұл термиялық өңдеу түрін анықтайды. Термиялық өңдеуді, аралық (дайындайтын) және соңғыға бөлуге болады. Аралықтағы термиялық өңдеу бұйымдарға кескіш құрал-саймандарға механикалық және физикалық-механикалық қасиеттерін береді.

Термиялық өңдеу режимдерін өңдейтін қорытпаның аустенит изотермиялық өзгеру диаграммасындағы аумалы күйі нүктелеріне сәйкес келетін құралымның өзгеру процестерін ескеріп тағайындайды (4.3 сурет).

Жасытуды 1 текті және 2 тектіге бөлуге болады. Жасытуды тепе-теңдік құрылым алу үшін қолданады, сондықтан мұнда бөлшектерді баяу суытады. Көміртекті болаттарды шамамен 200 с жылдамдықпен, легіріленген болаттарды шамамен 30...100°C/сағатына жылдамдықпен суытады. 1 текті жасытуға диффузиялық, рекристаллизациялық және ішкі кернеуді жою үшін қолданылатын босандатулар кіреді.

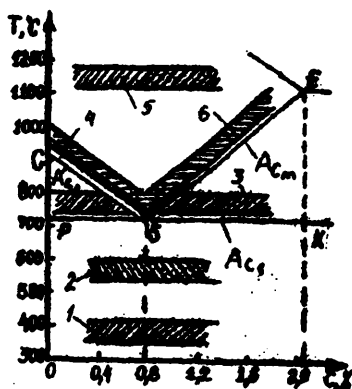
Диффузиялық жасыту қорытпаны 1050...1200°C дейін қыздырып, сол температурада 8 -ден 10 сағатқа дейін ұстайды да сосын суытады. Мұнда ликвациясы жойылады да, құрамы реттеледі және артық карбидтер ериді. Оның негізінде диффузия жатыр. Бұл босандату көбінесе легіріленген болаттарда қолданылады, ал көміртекті болаттарда босандату іс жүзінде қыздыру процесінде өтеді.

Рекристаллизациялық жасыту сұйыққа прокатталған көміртекті болаттардан жасалған табактардағы соғыла тығыздалғанды кетіру үшін қолданылады. Босандатуда 680...730°C дейін қыздырады. Сол температурада 25...30 мин ұстайды да, сосын белгілі жылдамдықпен суытады.

4.8.4. Ішкі кернеуді жою үшін қолданылатын жұмсарту

Бұл әдіс көбінесе шындау, пісіру, құйма және т. б. өңдеуден өткен көміртекті болаттарға қолданылады. Жасытуға бөлшекті 400...600°C дейін қыздырады да, сол температурада 1

мм қалыңдығына сәйкес 2,5 мин ұстайды, аз жылдамдықпен суытылады. 2 текті жасытуды болаттардан жасалған бөлшектерді металл кескіш станоктарда өңдеу алдында термиялық өңдеу ретінде қолданады, өйткені мұндай босандатуда майда және бір текті құрылым алынады, қаттылығы төмендейді де, созымдылығы артады.



4.3 – сурет. Болатты әртүрлі термиялық өндегендегі қыздыру температуралары:

- 1 – кернеуін төмендету үшін жасыту;
- 2 – рекристаллизациялық жастыу;
- 3 – толықемес жасыту;
- 4 – толық жасыту;
- 5 – диффузиялық жасыту;
- 6 – нормалдау.

Қыздыру температурасына байланысты 2 текті босандату толық, шала және изотермиялыққа бөлінеді.

Толық жасыту эвтектоидқа дейінгі ($<0,8\%C$) болаттардың ішкі кернеуін жою, механикалық өңделу қасиетін арттыру үшін қолданылады. Мұндай бұйымды A_{c3} шекті нүктесінен $30...50^{\circ}C$ жоғары қыздырады да, сол температурада біраз уақыт ұстайды, содан кейін баяу (пешпен бірге) суытады. Жоғарыда айтылған температурада феритті-цементитті қоспа аустенитке толық айналады да, суытқанда майда құрылымды болады.

Шала жасыту кесу мен өңдеуде жақсы өңделетін түйір цементитті құрылым алуға қолданылады. Бұл жасыту эвтектоидтан кейінгі ($>0,8\%C$) болаттарға қолданылады. Мұнда бұйымды $A_{c1}(727^{\circ}C)$ шекті нүктесінен $20...50^{\circ}C$ жоғары

температураға дейін қыздырады, сол температурада біраз уақыт ұстайды да, баяу суытады. Бұлай қыздырғанда алынған екінші реттік цементит құрылымы сақталады (тек қана түйірленеді).

Изотермиялық жасытуда біртекті құрылым алынады, соған қасиеті де біртекті болады. Бұл босандатуда бұйымды шекті нүктелерден жоғары температураға дейін қыздырады да, A_c шекті нүктесінен $50...100^{\circ}\text{C}$ (4.5-сурет) төмен температураға дейін тез суытып, осы температурада аустенит толық перлитке айналғанша ұстайды. Содан кейін бұйым тынық ауада суытылады.

Босандату көбінесе легірленген болаттарға қолданылады.

Нормалдау. Нормалдау деп болатты A_{c3} нүктелерінен (CSK) $30...50^{\circ}\text{C}$ жоғарғы температураға дейін (аустенитті жағдайға) қыздырады да, сол температурада біраз уақыт ұстағаннан кейін тынық ауада суытуды айтады. Нормалдау нәтижесінде эвтектоидты құрылым пайда (жұқа перлит немесе сорбит) болады, ішкі кернеуі азаяды, алдындағы өңдеу пайда болған ақаулары азаяды. Мұндағы алынған бұйымның қаттылығы мен беріктігі босандатуға қарағанда жоғары.

Нормалдауды көбінесе құрылымын жақсартатын аралық операция ретінде жасайды. Кейде бұл термиялық өңдеу сорты прокат жасағанда (релстер, швеллерлер және т.б.) соңғы операция ретінде де қолданылады.

4.8.5. Шынықтыру

Шынықтырудағы негізгі параметрлерге қыздыру температурасы мен суыту жылдамдығы жатады. Қыздыру температурасы болаттарға темір-цементит күй диаграммасы, ал суыту жылдамдығы аустениттің изотермиялық өзгеру (түрлену) диаграммасы бойынша анықталады.

Шынықтыру температурасы. Егер эвтектоидқа дейінгі ($<0,8\%\text{C}$) болатты A_{c1} мен A_{c3} шекті нүктелері арасындағы температураға қыздырып, суытатын болсақ, онда болат құрылымында мартенситтен басқа феррит кездеседі, бұл оның қасиетін біраз төмендетеді. Мұндай шынықтыру шала шынықтыру деп аталады.

Эвтектоидтан кейінгі болаттарды A_{c1} шекті нүктесінен $30...50^{\circ}\text{C}$ жоғары $t_{\text{н}} = A_{c1} + (30...50^{\circ}\text{C})$ температураға дейін, ал эвтектоидқа дейінгі болаттарды A_{c3} шекті нүктесінен $30...50^{\circ}\text{C}$ ($t_{\text{н}} = A_{c3} + 30...50^{\circ}\text{C}$) жоғары температураға дейін

кыздырып әрі қарай тез суытқанда, онда құрылымы мартенситті және қалдық аустенит болады да, оның қаттылығын арттырады. Мұндай шынықтыру толық шынықтыру деп аталады.

Қыздыру уақыты. Бөлшек өлшемі болаттың жылу өткізгіштігіне байланысты мына формуламен анықталады:

$$\tau_{\text{ж}} = \tau_{\text{к}} + \tau_{\text{у}}, \text{ мин,}$$

мұндағы: $\tau_{\text{ж}}$ - жалпы қыздыру уақыты; мин: $\tau_{\text{к}}$ -қыздыру уақыты (деталдың бар көлемі бұл уақытта шынықтыру температурасына дейін қызуы керек), мин: $\tau_{\text{у}}$ - ұстау уақыты (детальдың барлық көлеміндегі құрылымды түрленуі толық өтуі үшін жұмсалатын уақыт), мин.

Қыздыру уақыты былайша анықталады

$$\tau_{\text{к}} = 0,1 D \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ мин}$$

Мұндағы: D-бұйым өлшемі сипаттамасы, мм (диаметрі, қалыңдығы);

K_2 -пішін коэффициенті (шарға 1,цилиндрге-2, пластина-4-ке тең).

K_1 -қыздырудың орташа коэффициенті (газға 2, тұзға-1, металда-0,5-ке тең).

K_3 -қыздыру бірқалыптылығының коэффициенті (қыздыру

жан-жағынан бірдей болса 1-ге тең, қыздыру біржақты болса 4-ке тең)

Ұстау уақыты мына формуламен анықталады $\tau_{\text{у}} = (3/1 \dots 4/1) \tau_{\text{к}}$, мин.

4.8.6. Шынықтырудағы суыту жылдамдығы

Детальда керекті құрылым және қасиет болу үшін оны әр түрлі жылдамдықпен суытады. Суыту жылдамдығы детальдың ішкі қалдық кернеуі пайда болуына әсер етпеуі керек. Дегенмен, ол белгілі шынықтыру қалыңдығын қатамасыз етуі қажет (4.1- кестеде берілген). Шынықтырылған мартенсит алу үшін қыздыру мен қалыпты температурасы барлық аралықта тез суытуды мүлде керек етпейді. Тез суытуды аустениттің тұрақсыз және тез феритті-цементитті қоспаға айналатын ($650^{\circ}\text{C} \dots 400^{\circ}\text{C}$) участокте ғана жүргізсе болады. 650°C -тан жоғары температурада аустениттің айналуы аз, сондықтан бұл температураға дейінгі болатты баяу суытуға болады.

Шынықтыру ортасы	Суыту жылдамдығы, град/с аралығында	
	650...550°C	300...200°C
Су 18 °C-да	600	270
Су 28 °C-да	500	270
Су 50 °C-да	100	270
NaCl-дың 18°C судағы	1100	310
10% ерітіндісі	120	30
Минерал майы	3	1
Тынық ауа		

650....450°C аралығы тез өтілуі керек. 400°C төмен аустенит былайша қарағанда тұрақты болады, сондықтан суытылуы аустенитті тез суыту жылдамдығымен тек қана мартенсит айналымы басталуына дейін ғана жүргізіледі. Мұндай минимальды жылдамдық шынықтырудың шекті жылдамдығы деп аталады да, (шек), келесі формуламен анықталады:

$$V_{\text{шек}} = (t_{\text{ш}} - t_{\alpha}) / 1,5\tau_2 \text{ о/сек.}$$

Мұндағы: $t_{\text{ш}}$ - шынықтыру температурасы;

t_{α} - суытылған аустенит тұрақтылығының ең аз температурасы,

τ_{α} - аустенит тұрақтылығының ең аз уақыты.

400°C төмен аустенит тұрақты, сондықтан суытылуы жәй жүреді. Бұл жағдайда V жылдамдығы төмендегідей болады:

$$V = (V_2 - M_6) / \tau_2, \text{ о/сек.}$$

Мұндағы: V_2 - екінші нүктеге сәйкес температурасы;

M_6 - мартенситті айналу температурасы;

τ_2 - екі нүктеге сәйкес аустениттің тұрақтылығы.

Жылдамдықтың $V_{\text{шек}}$ - ден V_2 төмендеуі ішкі жылу кернеуін азайтуға әсер етеді. Суыту орта берілген маркалы болаттың шынығу қабілеттілігі мен шынығу тереңдігіне әсер етеді.

4.8.7. Шынықтыру тәсілдері

Бұйым қалпы, болат маркасына және керекті қасиет жинағына байланысты шынықтырудың бір және екі суытқыш

ортада шынықтыру, сатылы шынықтыру, изотермиялық шынықтыру, жергілікті шынықтыру, жоғары жиілікті тоқпен шынықтыру, жалынмен жергілікті шынықтыру сияқты өртүрлі тәсілдері қолданылады.

Бір ортада суытып шынықтыру іс жүзінде жәй қалыпты бөлшектер мен басқа тәсілдерге қарағанда жиі қолданылады. Бұл тәсіл бойынша өнделетін бөлшек белгілі температураға дейін қыздырылады, сол температурада ұсталған соң суда немесе майда және т.б. суытқыш орталарда суытылады. Көміртегілі болаттарға су, ал қоспалы болаттарға және өлшемі 5...8 мм артық көміртегі болат тардан жасалған бұйымдарды маймен суытады. Мұндағы кездесетін ақауға ішкі термиялық кернеудің көптігі жатады.

Екі ортада шынықтыру (үзілісті шынықтыру) өте күрделі формалы бөлшектерге қолданылады. Қыздырылған бөлшекті әуелі суда суытады да, сосын майға апарып салады. Мұндағы мартенситті интервал басқамен салыстырғанда баяу өтеді, сондықтан құрылымды кернеу азаяды. Көбінесе бұл әдісті көміртекті болаттардан жасалған құрал-саймандарды шынықтырғанда қолданады.

Сатылы шынықтыру басқа тәсілдерге қарағанда жетіліңкіреген жоғары суыту ортасында жүргізіледі де, онда барлық көлденең кесіндісіндегі температура бірдей болғанша ұстайды. Ұстау уақыты бұл температурадағы аустениттің тұрақтылығы уақытынан аз болуы қажет. Ұстағаннан кейін (түз ерітіндісінде немесе металда) бөлшекті жәй суытады, осының нәтижесінде аустенит мартенситіне айналады, бұл шынықтыру кернеуі азаюына әсерін тигізеді. Бұл әдіспен диаметрі 10...30 мм бұйымдарды шынықтыруға болады.

Изотермиялық шынықтыру сатылы шынықтыруға ұқсас, айырмашылығы шынықтыру ортада аустениттің толық сорбитке, трооститке, бейнитке (төменгі) айналғанша ұстау уақыты.

Изотермиялық шынықтыру нәтижесінде жоғарыда айтылған құрылымдар түзіп, болаттың тұтқырлығы артады, ал қаттылығы азаяды.

Жергілікті шынықтыру. Бұл шынықтыру қажалып жұмыс істейтін және ұру күші әсерін алатын бөлшектердің бет қабатын өңдеуге қолданылады. Былай айтқанда бөлшектің белгілі бөліктеріне жүргізіледі. Бұл жағдайда бөлшектер қабаты бетінің беріктігі мен қаттылығы жоғары, ал өзегі жұмсақ болуын

керек етеді. Жергілікті шынықтыруды сыртқы қабатты Ас нүктесінен жоғары қыздырады. Бөлшектің ортасы аз қыздырылады. Сонан соң сумен суытқанда бет қабатында мартенсит структурасы пайда болады, ал өзегі -шынықтырусыз қалады. Шынықтыру қабатының тереңдігі қыздыру тереңдігімен анықталады. Практикада жоғарғы жиілікті тоқтармен және жалынмен шынықтыру кең қолданылады.

Жоғарғы жиілікті токпен шынықтыру (ЖЖТ). ЖЖТ бірінші рет 1923ж. металдарды қыздыруға қолдануын ашқан - В.П. Вологдин. Әрі қарай оны шынықтыруға қолдану технологиясын жасағандар 1935 ж И.Н. Кадин, Н.В. Гевелинг, М.Г. Лозинский. Бұл шынықтырудағы бөлшектің беті арнайы калыпты мыс индукторларға аз уақытта 4...2 мм дейін қыздырылады. Мұндағы металл қыздыру қабатының қалыңдығы мына формуламен табылады.

$$S = 5000 \sqrt{(\rho/\mu f)},$$

мұнда: S - қыздыру қабатының қалыңдығы, см;

ρ — металл электркедергісі, Ом/см;

f - ток жиілігі, Гц;

m — магниттік өтулігі, Гц/э.

Токтың жиілігі көп болған сайын шынықтырылатын қабат қалыңдығы жұқа болады. Көбінесе өндірісте жиілігі 500...15000 Гц машина генераторлары және жиілігі 10^6 Гц жоғары шамды генераторлары қолданылады. Қыздыру жылдамдығының тездігі фазалық айналыстарды кәдімгідей жоғары температураға арттырады. Мұнда ұстау уақыты аздығынан көміртегінің диффузиясы өтіп үлгірмейді де, түзілген аустенитте ол бірқалыпты таралмайды. Сондықтан диффузиялық процестерді жылдамдату үшін қыздыру температурасын жоғарылатады. Дұрыс режимде майда инелі немесе құрылымсыз мартенсит пайда болады, оның қаттылығы аз, беріктігі жоғары болады. Қаттылығы кәдімгі шынықтыруға қарағанда 2-3 бірлікке артық болады да, тозуға төзімділігі 1,5...2 есе артады.

ЖЖТ пен шынықтырудың артықшылығына - жоғарғы өнімділігін, көрнекті көміртексізденуі мен тотықтанбауын және шынықтыру қабатының қалыңдығын реттеуге болатындығы жатады.

Кемшілігіне - қыздыру температурасын реттеу өте күрделі, сондықтан қатты қыздырылуы мүмкін.

4.8.8. Шынықтыру ақаулары

Термиялық кернеу әр бөліктері әртүрлі жылдамдықпен суытылуы нәтижесінде болады.

Шала шынықтырылуда қаттылығы жеткілікті болмайды. Бұл ақау қыздырылуы жеткіліксіз болғандықтан немесе суыту жылдамдығы шекті жылдамдықтан аз болғанда болады. Айтылған ақау қайта дұрыс режимді шынықтырумен жойылады. Бұйым қалыбының өзгеруі, қисаюы, жарықтар пайда болуы I текті ішкі кернеуден болады. Бұл ақауларды жою үшін мартенситті айналыс өтетін аумақта жәй суытады.

Болатты шынықтыруда қайта қыздырып жіберу. Мұнда шынықтырудан кейін морттылығы жоғары ірі инелі мартенсит түзіледі. Бұл ақау дұрыс режимді қайта термиялық өңдеумен жойылады.

Тотықтануы мен көміртексізденуі бұл ақау қыздыруда пеш атмосферасы бөлшек бет қабатына әсерінен болады. Бұл ақау дұрыс режимді қайта термиялық өңдеумен немесе бейтарап ортада қыздырумен жойылады.

4.8.9. Жұмсарту

Жұмсарту деп шынықтырылған болатты As_1 ($727\text{ }^{\circ}C$) шекті нүктесінен төмен температураға қыздырып, сол температурада біраз уақыт ұстап, содан кейін көбінесе ауада суытуды айтады. Жұмсарту ақырғы термиялық өңдеуге жатады.

Жұмсарту шынықтырылған болаттың қаттылығын, тұтқырлығы мен созымдылығын арттыру және ішкі кернеуін азайту үшін қолданылады.

Қыздыру температурасына байланысты жұмсарту келесі үш түрге бөлінеді: төменгі температуралы, орташа температуралы және жоғары температуралы.

Төменгі температуралы жұмсартуда шыныққан болат $150\text{--}250^{\circ}C$ -қа дейін қыздырылады. Бұл температурада мартенситтің жеке участкаларында темір карбидінің жіңішке тілімдері бөлінеді. Түзілген карбидтің торы мартенситтің торымен конгурентті, яғни олардың шекарасында жалпы атом қабаты пайда болады. Көрсетілген температурада кристалдар өспейді, диффузия жылдамдығы аз болады және концентрация теңесіп үлгермейді.

Детальды біраз уақыт ұстағаннан және суытқаннан соң босатылған мартенситтің құрылымын алады, сондықтан ішкі кернеу жартылай жойылады. Төменгі температуралы жұмсарту

-аспап болаттарынан жасалған бөлшектерге, олардың шыныққаннан кейінгі беттік қаттылығын сақтап қалу кезінде қолданылады.

Орташа температуралы жұмсартуда болат 350-400 ° С-қа дейін қыздырылады. Бұл температурада диффузия жышмадығы жоғарылайды да, барлық артық көміртегі – тордан бөлініп шығады, карбид бөлшектері өзінше бөлініп өсе бастайды. Түзілген ұсақ түйірлі феррит пен цементит қоспасын жұмсартудың трооститі деп атайды. Мұндай жұмсартудан кейін, өнімдер бойында салыстырмалы жоғары қаттылық ($HRC=40...45$), беріктік, жақсы серпімділік, тұтқырлық болады. Орташа жұмсарту серіппе, рессор және құрал-аспаптарына және басқаларға қолданылады.

Жоғары температуралы жұмсартуда болатты 450-650°C-қа дейін қыздырады. Бұл температурада карбид бөлшектері өседі және коагуляцияланады. Мұндай структуралы жұмсартуды сорбит деп атайды. Жоғары жұмсарту бағыты ауыспалы және соққы күш әсерінде істейтін машина бөлшектеріне қолданылады.

Жұмсарту сорбитінде цементит домалақ тәрізді (бидай) формалы, ал шынықтырудан және нормалдаудан кейін созымды болады.

Суықпен өңдеу деп, шынықтырылғанда құрылымында қалдықты аустенит бар болаттарды 0°C төмен суыту арқылы өңдеуді айтады. Мұнда бұйымды мартенситті айналу-аяқталу температурасынан төмен суытқанда қалдық аустенит толық мартенситке айналуын қамтамасыз етуге болады. Көбінесе мұнда бұйымды -80°C дейін суытады. Мұндай термиялық әдіс шарик, подшипниктер, дәл механизмдер, өлшеу аспаптар бөлшектерін өңдеуде қолданылады. Мұнда ішкі кернеу азаймайды, сондықтан ондай термиялық өңдеуден кейін жұмсарту қолданылады.

4.8.9. Термомеханикалық өңдеу

Термомеханикалық өңдеу (ТМӨ) деп, термиялық өңдеу мен созымды деформация бірге жүргізілетін өңдеуді айтады. Бұл процесте өңделетін қорытпаның қасиеті мен құрылымы өзгереді. Былай айтқанда ТМӨ-ден кейін беріктік қасиеті өседі, созымдылығы азаюы шамалы, ал соққы тұтқырлығы шынықтыру мен жұмсартудан кейінгі болаттыкіне қарағанда 1,5...2 есе артық.

Болаттар деформацияланатын температураға байланысты өңдеу жоғарғы температуралы (**ЖТМӨ**) және төменгі температуралы (**ТТМӨ**) болып бөлінеді, 4.3-сурет.

Жоғары температуралы термиялық өңдеуде аустениттік күйге дейін қыздырылған бөлшектер қатты деформацияланады. Одан кейін, яғни болаттың рекристаллизация процесі жүрмеуі үшін бірден шынықтырылады. Деформацияланған аустенит шынықтырылғанда ұсақ ине тәрізді мартенсит түзіледі, бұл мартенситтің төменгі жұмсартудан кейін жоғары қаттылық, беріктікті болады.

ЖТМӨ деформация A_c нүктесіне жоғары температураға, былай айтқанда, 1050...1100°C дейін біртекті аустенит құрылымын алғанша қыздырып, содан кейін 900...950°C дейін суытып, 25...30%-ке деформациялап, сосын бірден шынықтырып және жұмсарту қажет. **ЖТМӨ** нәтижесінде $\sigma_{0.2} = 240...270$ кгс/мм.

Төменгі температуралы термиялық өңдеу, тұрақты суытылған аустенит аумағы бар конструкциялық легірленген болаттарды өңдеу үшін қолданылады. Аустениттік күйге дейін қыздырылған болатты 450-550°C-қа дейін суытады да, деформациялайды, шынықтырады және төменгі жұмсартудан өтеді. **ТТМӨ**-де рекристаллизация процесі болмайды, сондықтан беріктігі **ЖТМӨ**-ге карағанда жоғары. Термомеханикалық өңдеу өнеркәсіпте престеу, созу, штамптау арқылы орындалады. Жіңішке өнімдер (5-7 мм) **ТМӨ**-де бүкіл көлемінде беріктенеді, ал үлкен массаларда азғана бөлігі, беткі қабатында ғана өтеді.

ТТМӨ-де 1100...1050°C дейін қыздырып аустендіріледі, содан кейін 450...550°C дейін суытады да, 75...950%-ке деформацияланады.

Деформациядан кейін шынықтырылады және 150...200°C төменгі температуралы жұмсарту жүргізеді. Мұндай өңдеуден кейін беріктік шегі 280...300 кгс/мм² дейін жетеді де, ал соғу тұтқырлығы кәдімгі термиялық өңдеуге карағанда 1,5...2 есе артық. **ТТМӨ**-де конструкциялық болаттарға ғана қолданып қоймай, баска да қорытпаларға қолданылады.

4.8.11. Термохимиялық өңдеу

Термохимиялық өңдеу (**ТХӨ**) деп болаттың бет қабатының химиялық құрамы мен құрылымын және қасиеттерін өзгертуді айтады. Мұндай өңдеу нәтижесінде бет қабатының

қаттылығын, тозуға төзімділігін, тот баспайтындығын, қажайыттылығын, ыстыққа төзімділігін арттырады. ТХӨ негізгі параметрлеріне қыздыру температурасы мен ұстау уақыты, ал негізгі процестеріне диссоциация, абсорбция және диффузиялар жатады.

ТХӨ-де бет қабатының қанығуы құрамында диффузияланатын элементі бар қатты, сұйық, газ ортаны қыздырғанда өтеді. Бұл элемент сәйкес қосындылардан диссоциация кезінде атом түрінде бөлінуі қажет. Ортасы мен металл шекарасында абсорбция процестері өтеді, мұнда қанығатын элемент металдың бет қабатына сіңеді.

Нәтижеде диффузия процесі өтеді, мұнда қанығу элементі әрі қарай металға тереңірек енеді де, оның нәтижесінде бет қабатында бұл элементіне толық қаныққан диффузиялық қабат түзіледі.

Бұл үш процестің жылдамдықтары бір-біріне сәйкес болуы қажет. ТХӨ негізгі түрлеріне цементтеу, азоттау, циандау және диффузиялық металдаулар жатады.

4.8.11.1. Цементтеу

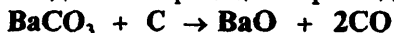
Цементтеу деп, болаттың бет қабатын көміртегімен қанықтыруды айтады. Цементтеу көбінесе құрамында көміртегі (0,1... 0,2%С) аз болаттарға қолданылады. Цементтеудің қалыңдығы көбінесе 1...2 мм тең, кейде одан да көп болуы мүмкін. Цементтеу дәрежесі сол бет қабатындағы орташа көміртегі мөлшері. Бет қабатындағы көміртегі мөлшері көбінесе 1,2 %С аспайды.

Цементтеуден кейін бұйымды шынықтырады, сосын төменгі температурада жұмсартады. Бұл бұйым бет қабаты қаттылығының жоғарлылығын, ал өзегінің жұмсақ болып қалуын қамтамасыз етеді. Цементтеу қатты, сұйық және газ күйіндегі карбюраторларда жүргізіледі.

Қатты карбюраторда цементтеуде бұйым металл жәшіктерге салынып, үстіне ағаш көмірі мен карбонаттар салынады.

Жәшікті отқа төзімді сазбен сыланып пешке салынады. Цементтеуді 900...950°C температурасында жүргізеді. Процесс өту уақыты жәшік өлшеміне байланысты 10-нан 20 сағатқа дейін болады.

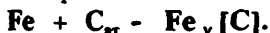
Цементтеу кезінде келесі реакциялар өтеді:



Мұндағы: С- карбюратордағы ағаш көмірі.



мұндағы: Сат-газ көміртегісінің диссоциация нәтижесінде пайда болған атомдық көміртегі



Термиялық өңдеуде оны әуелі ауада суытады да, 760...780°C температурасында шынықтырады, сосын 160...180°C жұмсартады.

Газбен цементтеу өңделетін бөлшектерді жаппай өндірісте өндегенде қолданылады. Цементтеу жабық, саңылаусыз, газ келтірілетін арнайы тетіктері бар пештерде көміртек құрамды атмосферада жүргізіледі. Мұнда табиғи (құрамында 90...86% метан бар) немесе жасанды газдарды қолданады. Газбен цементтеу 900... 1000°C температурасында жүргізіледі. Нәтижесінде 6...12 сағат аралығында металл бет қабаты 1,5...2,5 мм тереңдікке дейін цементтеледі. Шынықтыру көбінесе цементтеуден кейін 840...860°C шамалы суытқаннан соң жүргізіледі. Газбен цементтеуде өңдеу процесінің уақыты қысқарады.

Сұйықта цементтеуді карбюризатор ретінде балқытылған көмір қышқыл натрий тұздары мен кремний карбидаының қоспасы қолданылады. Онда 0,2...0,3 мм тереңдікке дейін цементтеледі.

4.8.11.2. Азоттау

Азоттау деп бөлшек бет қабатын азотпен қанықтыруды айтады. Мұнда қаттылығы мен тозуға төзімділігі және тотықтануға қарсылығы артады.

Азоттау процесі 500...600°C температурасында аммиак атмосферасында жүргізіледі. Мұнда келесі ыдырау өтеді.



Бөлінген атомды азот әуелі бұйым бет қабатына енеді, әрі қарай тереңірек сіңеді. Азотталған бет қабатының қалыңдығы 0,2...0,4 мм шамасында.

Азоттаумен двигательдер және насостар цилиндрлерін, тісті дөңгелектер, қысыммен құюға арналған прессқалыптар, пуансондар және т.б. өңделеді. Азоттау шынықтыру, жұмсарту және ең соңғы механикалық өңдеуден кейін жүргізіледі. Азоттаудан кейін құрылымы сорбитті болады. Азотталған бөлшек түсі сұр болады.

4.8.11.3. Циандау

Циандау деп, металдың бет қабатын азот және көміртегімен қанықтыру процесін айтады. Циандалған қабаттың қаттылығы мен тозуға төзімділігі қажу беріктігі және тот басуға қарсылығы жоғары болады.

Азот пен көміртегі диффузия процесі бұларды бөлек-бөлек жүргізумен тезірек өтеді, сондықтан циандау процесі 0,5...2 сағат аралығында жүреді. Циандау жоғары және төменгі температуралыға бөлінеді. Жоғары температуралы циандау 800...950°C, төменгі температуралы - 540...560°C жүргізіледі.

Жоғары температуралы циандауда бұйым бет қабатының 1...2 мм тереңдікке дейін 5...6 сағат арасында 0,8...1,2% C мен 0,2... 0,3%N дейін қанығады. Өндеуден кейін бөлшек шынықтыру мен төменгі жұмсартудан өтеді. Циандаудың цементтеуден айырмашылығы мұнда тот баспайтындығы артады. Төменгі температуралы циандауда бөлшек бет қабаты көбінесе азотпен 0,015...0,03 мм тереңдікке қанығады. Процесс өту уақыты 1 сағатқа дейін. Циандаумен тез кескіш болаттан жасалған, термиялық өндеуден өткен аспаптар өңделуі нәтижесінде оның беріктігі артады.

4.8.11.4. Диффузиялық металдау

Диффузиялық металдау деп, болаттың бет қабатын алюминий, хром, кремний және т.б. элементтермен қанықтыру процесін айтады. Мұндай өндеуден кейін ыстыққа, тозуға төзімділігі, тот баспайтындығы артады, өйткені болаттың бет қабатында орын ауыстырулы қатты ерітінді түзіледі. Өндірісте көп таралған процестерге алиттеу, хромдау, силицилеу жатады. Алиттеу деп, бұйым бет қабатын алюминиймен қанықтыруды айтады. Бұл процесс құрамында көміртегі 0,1...0,2% тең болаттардың ыстыққа төзімділігін арттыру үшін жүргізіледі.

Алиттеу көбінесе ұнтақты қоспалармен жүргізіледі. Мұнда алиттенген қабат қалыңдығы 0,3...0,8 мм тең. Өткізу уақыты 6 сағатқа дейін созылады. Алиттелген бөлшектер жоғарғы температурада жұмыс істейді - 1150°C дейін, өйткені оның бетінде өте берік Al_2O_3 алюминий тотығының қабығы пайда болады.

Хромдау деп, бұйым бетін хроммен диффузиялық қанықтыруды айтамыз. Хромдаудан кейін болаттың бет қабатының қаттылығы өте жоғары ($HV=1600...1800$), тозуға, ыстыққа

төзімділігі (800°C дейін), тот баспайтындығы артады.

Хромдау 950...1100°C температурада өткізіледі, процесс өту уақыты 8 сағатқа дейін, қалыңдығы 0,2...0,25 мм тең болады. Хромдау осы процестердің ішінде ең көп тарағаны.

Силицилеу деп, бұйым бет қабатын кремниймен қанықтыруды айтады. Детальдың тозуға, ыстыққа төзімділігі, тот баспайтындығы артады. Мұнда бөлшектерді пешке салып, үстіне ферросилиций ұнтағымен жабады да, 950...1050°C қыздырады, 2 сағат ұстағаннан кейін 1 мм дейін қабат жабылады.

Борлау деп, бет қабатын бормен қанықтыруды айтады. Бор бұйым бет қабатының қаттылығын $HV=1800...2000$ дейін, тозуға төзімділігін, тот баспайтындығын және жылуға төзімділігін қамтамасыз етеді. Бұл процесті 850...950°C температурасында ұнтақ қоспасында немесе сұйық ортада 2...6 сағат арасында ұстайды, мұнда алынатын бет қабатының қалыңдығы 0,15... 0,35 мм. Борлаудан кейін бет қабатындағы ішкі кернеуді азайту үшін изотермиялық немесе жиілігі жоғары тоқпен шынықтырады.

5.1. Металды қысым арқылы өңдеудің физика-механикалық негіздері

Металды қысым арқылы өңдеу оның созымдылық қасиеттеріне негізделген. Таза металдардың ондай қасиеттері жоғары болады. Қорытпа компоненттері сол қасиеттерге едәуір әсер етеді. Болат құрамында көміртегі мөлшері артқан сайын, оның созылғыштығы төмендейді. Көміртегі мөлшері 1,5%-тен артық болаттардың соғылуы қиындай түседі. Легіріленген болаттар құрамындағы хром мен вольфрам оның созылғыштығын төмендетсе, ал никель мен ванадий ол қасиетін арттырады.

Егер серпімді деформация кезінде деформацияланған дене бастапқы пішіні мен өлшемдеріне қайтып келе алса, пластикалық деформация жағдайында сырттай әсер еткен күш нәтижесінде өзгерген пішіні мен өлшемдері ол күш тоқтатылғаннан соң өзгермей қалады, Соның нәтижесінде металдың құрылымы мен механикалық қасиеттері өзгереді.

Пластикалық деформация кезінде атомдар бір-бірінен атомаралық қашықтықтан молырақ қашықтыққа бір деңгейде жылжиды. Атомдар бір кристаллографиялық жазықтықта жылжып, ара қашықтықтары өзгермей, атомдардың әрекеттесу күші сақталып, деформация нәтижесінде дене тұтастығы сақталады.

Қысым арқылы өңдеу өндіріс өнімділігі жоғары процесс болып табылады, өйткені дайындаманың өлшемдері мен пішіні үлкен күш әсер еткенде өзгереді. Өңдеудің бұл түрінде металл шығыны кемірек болады. Осы ерекшеліктері машинажасау өндірісінде қысым арқылы өңдеудің үздіксіз артуына себін тигізеді.

Өндірілетін болаттың 90% және түсті металдардың тең жартысы қысым арқылы өңделеді.

5.1.1. Металдың құрылымы мен қасиеттеріне қысым арқылы өңдеудің тигізетін әсері

Деформациялаудың температура-жылдамдық жағдайларына байланысты деформация суық және ыссы болып бөлінеді.

Суық деформация жағдайында метал дәндерінің формасы ол тартылатын бағытқа қарай өзгереді. (5.1a - сурет). Суық деформация кезінде металл формасының өзгеруі оның механикалық және физикалық-химиялық қасиеттерінің өзгеруіне байланысты. Ол құбылысты беріктігінің артуы (тым қаттылық) деп атайды.

Механикалық қасиеттерінің өзгеруі суық пластикалық деформациялау артқан сайын металдың беріктігі де артып, созылғыштығы төмендейді. Суық деформация процесінде жылжу жазықтығы айналып, кристалл торларының өзгеруі нәтижесінде металдың беріктігі артады.

Суық деформацияның метал құрылымы мен қасиетіне тігізген әсері өзгеріссіз қалады. Оны тек термиялық өңдеу (жасыту) арқылы ғана өзгертуге болады. Соның нәтижесінде қосымша жылу энергиясы әсерінен қатты металдың атомдары фазалық өзгерістерсіз-ақ деформацияланып, созылған дәндер орнына жаңа дәндер қайта пайда болады.

Деформацияланып созылған дәндер орнына жаңа бірінғай осьті дәндері пайда болуы құбылысын рекристалдану деп атайды. Таза металдар үшін рекристалдану оның абсолютті балку температурасының 0,4 не тең температурада басталады. Рекристалдану белгілі жылдамдықпен өтеді, деформацияланған дайындаманың қыздыру температурасы жоғарылаған сайын, оның жылдамдығы төмендей түседі.

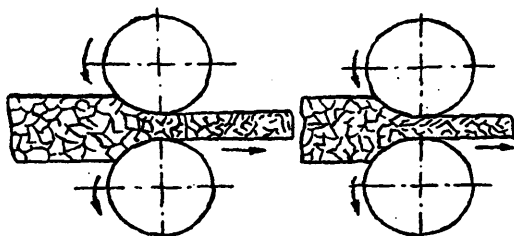
Ыссы деформациялау деп, дайындаманың барлық көлемі рекристалданып, қысым арқылы өңделгеннен соң микроқұрылымының бірінғай осьті (5.1б- сурет) болуын айтады.

Ыссы деформациялау үшін оның деформациялану жылдамдығын арттырумен қатар дайындаманың қыздыру температурасын (рекристалдану жылдамдығын арттыру үшін) жоғарылату қажет.

Егер деформацияланғаннан соң метал құрылымы бірінғай рекристалданбаса, ондай деформация толық емес ыссы деформация делінеді. Толық емес ыссы деформация нәтижесінде метал құрылымы бірінғай болмайды, механикалық қасиеттері мен созымдылығы нашарлайды.

Ыссы деформация кезінде металдың деформациялануға қарсылығы суық деформациялаумен салыстырғанда 10 есе төмен. Деформациялау күші кемірек болатындықтан ірі детальдар дайындамасы осы тәсілмен өңделеді.

Суық деформациялаумен салыстырғанда, ыссы деформациялау кезінде металдың созылғыштығы жоғары болатындықтан, бұл әдіспен деформациялануы қиын, созылғыштығы төмен металдар мен қорытпалар өңделеді.



5.1—сурет. Деформацияланған металдың микроқұрылымдарының өзгеру нобайлары: а) суық күйінде; ә) ыссы күйінде.

5.2. Металды қысым арқылы өңдеудің негізгі түрлері

Металды қысым арқылы өңдеудің негізгі түрлеріне прокаттау, пресстеу, созу, шындау, көлемдік және темір табақ штамптау жатады.

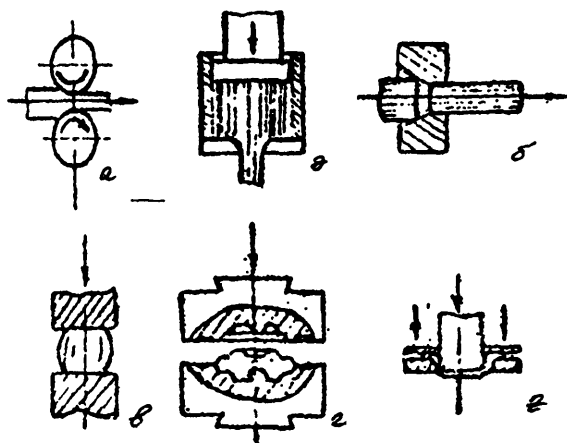
Прокаттау деп, қарама-қарсы бағытта ашылатын екі (5.2а- сурет) немесе бірнеше біліктердің арасына металды енгізіп, қысумен өңдеу арқылы қажетті пішін беруді айтады. Прокаттау өнімдеріне (рельстер, балкалар, швеллерлер, құбырлар, дөңгелек, шаршылау, алтыбұрыш, табақ темірлер) жатады.

Пресстеу деп, қыздырылған металды екі жарты бөліктен тұратын контейнерден сығу арқылы матрица тесігінен (5.2ә- сурет) шығару арқылы дайындама не деталь жасауды айтады. Сығылған детальдың формасы мен көлденең қимасы мөлшері сол матрица тесігінің формасы мен мөлшеріне сәйкес келеді.

Созу дегеніміз созу матрицасы тесігінен (5.2б- сурет) дайындаманы өткізіп көлденең қимасын кемітіп, ұзын дайындамалар алуды айтады.

Шындау деп, жылжымайтын төске қыздырылған дайындаманы қойып (5.2в - сурет), жоғары жағынан үлкен жылжымалы балғамен немесе преспен қысып, металды деформациялауды айтады.

Көлемдік штамптауда арнайы қос бөліктен тұратын аспап-штампа балғаның, пресстің немесе көлденең шындау машинасы (5.2г- сурет) жәрдемімен дайындаманы бірден деформациялау арқылы деталь алуды айтады. Детальдың формасы мен мөлшері штамптың ішкі арналары формасы мен мөлшеріне сәйкес болады. Темір табақ штамптау деп жайпак және көлемді қуыс детальдарды суық штамптау пресстерінде (5.2д- сурет) штамптау арқылы детальдар жасауды айтады. Шикізат ретінде темір табақтары мен тілім темірлер қолданылады.



5.2 - сурет. Металды қысым арқылы өңдеудің негізгі түрлерінің нобайлары.

5.3. Қыздыру құрылғыларының негізгі типтері

1. Қыздыру құрылғыларының түрлері. Дайындамаларды қысыммен өңдеуден бұрын қыздыру құрылғылары қыздыру пештері және электрқыздырғылары болып бөлінеді. Қыздыру пештері кесек, ірі және орта дайындамаларды қыздырады. Электрқыздырғыларды ұсақ және орташа дайындамаларын қыздыру үшін пайдаланады.

Пештерде дайындамаларға қызу қыздыру камералары қабырғаларынан жалын арқылы беріледі. Электрқыздырғыш құрылғыларда электромагниттік өріс әсерінен (индукциялық

қыздыру) немесе ток әсерінен (электртүйіспелі қыздыру) металдың өзін ғана қыздыру арқылы жылу бөлінеді.

2. Пештердің типтері. Энергия көздеріне байланысты қыздыру пештері жалынды (ол кеңінен қолданылады) және электрлі болып бөлінеді. Жалынды пештерде жылу газ немесе сұйық (мазут) отындардың жануы нәтижесінде пайда болады. Электр пештерінде жылу электр энергиясының жылу энергиясына айналуы нәтижесінде пайда болады. Ол негізінен түсті металдардың қорытпаларын қыздыру үшін қолданылады.

Атқаратын қызметіне қарай қыздыру пештері камералық және методикалық болып бөлінеді:

а. Камералық пештер. Дайындамаларды прокаттау және шыңдау алдында қыздыру мақсатында пайдаланылады. Құрылыс ерекшеліктеріне қарай тік, қалпақты, құдықты т.б. болып бөлінеді. Қыздыру әдісіне сәйкес камералық пеш температурасын бір қалыпты ұстауға немесе өзгертіп айыруға да болады. Ұсталық цехтарда пайдаланылатын камералық пештердің жұмыстық бөлігі ұзындығы 0,6-2 м, ені 0,6-1,5 м және биіктігі 1 м шамалас параллелепипед пішінді болып жасалады.

Мұндай пештердің өнімділігі 70-600 кг/сағ, жылу шығыны 5000-7000 кдж/кг.

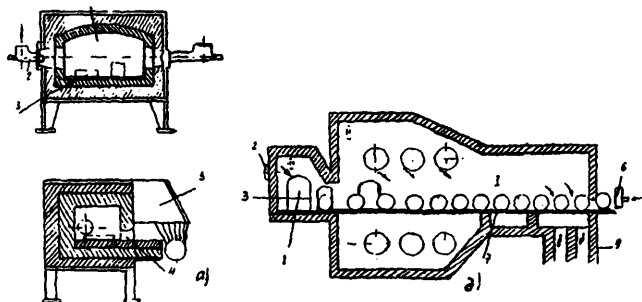
Пештің жұмыстық бөлігі (қыздыру камерасы) I (5.3а —сурет) отқа төзімді кірпіштен қаланып, екі форсунка 2 арқылы жанған отынның қызуымен ішкі аумағы бірінғай температурада қызады. Пеш ұлтанына салынған дайындама 3 терезе 4 арқылы салынып алынады. Жану өнімдері түгін шығатын бөлігінен 5 өтіп, пешке жіберілетін ауаны қалдырып (200-300°C) пештің к.п.д. - сын арттырады. Үлкен дайындамаларды қыздыру үшін итермелі, карусельді, конвейерлі және ұлтаны жылжымалы пештерді пайдаланады.

Камералық пештердің қыздырғылы құдық деп аталатын түрін ірі кесек темірлерді қыздыру үшін қолданады. Мұндай құдықтарға дайындаманы жоғарыдан тік күйінде кран арқылы түсіреді.

ә. Методикалық пештерді үлкен дайындамаларды жаппай өндірісте прокаттау алдында қыздыру үшін қолданады. Пештің ұзындығы (8-22 м) және әртүрлі температуралы үш аймақтан тұрады. Дайындама 3 (5.3ә-сурет) жанған газға қарсы жылжи отырып қыздыру аймағынан I (600-800°C) өтіп, максимальды қыздыру аймағына II (1650°C) жеткенде форсунка 2 арқылы берілетін отын жақсы жанады, үшінші аймақтан

(1200-1300°C) өтеді. Жану өнімдері температурасы 700°C, ол рекуператорға өтіп, берілетін ауаны қыздыруға жұмсалады.

Қызған дайындама итерушімен 6 итеріліп, сумен салқындайтын бағыттаушы құбырлар 7 арқылы терезеден 8 сыртқа шығарылады. Диаметрі 200 мм-ге дейінгі дайындамаларды қыздыратын пештердің екі аймағы болады (600-700°C және 1250-1300°C). Оларды жартылай методикалық пештер деп атайды.



5.3 – сурет. Дайындама қыздыратын жалынды пештер:

а) камералық пештер; б) методикалық пештер.

3. Электр қыздырғылары. Құйынды токтардың айнымалы электромагнитті өрісіне орналасқан дайындамада индукциялық қыздыру пайда болады. Диаметрі 150мм-ге дейінгі дайындамаларды қыздырғанда оның жиілігі 500-8000 Гц, ол үлкен дайындамалар үшін -50 Гц. Дайындаманың диаметріне сәйкес жасалатын көпорамды соленоидты индукторды сумен салқындайтын мыс құбырларынан жасайды.

Электрмен түйіскен қыздыру Джоуль-Ленц заңына сәйкес дайындамадан тоқ өткенде пайда болатын жылуға негізделген, диаметрі 75 мм-ге дейінгі болат дайындамаларын қыздыруға арналған. Қолданылатын кернеуі 5-15 В, ток күші 5000 А-ге дейін.

Электрқыздырудың жылдамдығы пеште қыздырғаннан 8-10 есе жоғары, ал темір қағының түзілуі 4-5 есе кемиді. Артықшылығы ретінде еңбек жағдайының санитарлық жақсаруы мен процесті автоматтандыру мүмкіншілігін атауға болады. Жоғарғы жиілікті генератордың қымбаттылығы, индукциялық қыздыруда дайындаманың мөлшері мен формасының өзгеруіне байланысты индукторды ауыстыру, электртүйіскен

кыздыруда ток жүретін сымдардың шыдамсыздығы (1000 циклге дейін ғана) кыздырудың бұл тәсілінің аз қолдануына әкеп соғады.

5.4. Прокат өндірісі.

5.4.1. Прокат өндірісінің пәні

1. Прокаттің сипаттамасы. Прокаттау - прокат станының айналатын екі білігі арасынан дайындаманы қысу арқылы өткізіп өндейтін түрі. Прокаттауда металдың деформациялануы деформация аймағы деп аталатын $AB\bar{B}, A$, (5.4а-сурет) шағын учаскеде болады. Біліктер айналған сайын дайындама жылжып, деформация аймағынан өтіп отырады. AB доғасы ілу доғасы, сол доғаның орталық бұрышы α ілу бұрышы деп аталады. Прокаттау нәтижесінде металл жұқарып, оның ұзындығы мен ені артады. Прокаттау процесінде металл қалыңдығының өзгеруін

$$\epsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_0}$$

қаусыру немесе деформациялану дәрежесі (%-пен) дейді.

Бұйым типіне байланысты максималды салыстырмалы қауыстыру мәні 0,2-0,5. Прокаттау процесінде дайындаманың ені қауысу шамасынан 5-10% болады.

Дайындаманың прокатталғаннан кейінгі ұзындығы l_1 -дің прокатталғанға дейінгі ұзындығына қатынасы, бастапқы көлденең қимасы ауданының F_0 соңғы ауданы F_1 -ге қатнасын созу коэффициенті (μ) деп атайды.

$$\mu = \frac{l_1}{l_0} = \frac{F_0}{F_1}$$

Бұл прокаттау процесінің негізгі сипаттамасы. Дайындама бір рет өткенде созу коэффициенті 1,1-1,6 кейде 2-2,5-ке тең.

2. Дайындаманы біліктен ілу шарттары. Прокаттауда дайындама мен біліктердің арасындағы үйкеліс күші нәтижесінде металл олардың арасына тартылады. А (және A_1) нүктесінде металға қысым күші N мен үйкеліс күші T әсер етеді, олардың x осіне проекциясы $N_x = N \sin \alpha$, $T_x = N \cos \alpha$ (5.4а-сурет). Тарту күші итеру күшінен көп болғанда $T_x > N_x$ біліктер металды іледі. Үйкелісу күші $T = \psi N$ десек, мұндағы ψ - үйкелісу коэффициенті,

ол білік айдыны мен дайындама жағдайына байланысты. Ілу шарты мынадай болады $\sin\alpha < \psi \cos\alpha$ немесе $\operatorname{tg}\alpha < \psi$.

Үйкелісу коэффициентіне тең тангенс бұрышын үйкелісу бұрышы дейді. Сонымен, егер ілінісу бұрышы үйкелісу бұрышынан кем болса, іліну шарты сақталады.

Тегіс біліктермен ыссы прокаттауда ілінісу бұрышы $15-24^\circ$, ал ойық біліктерде $32-33^\circ$. Табақ темірді суық прокаттағанда $\alpha = 3-10^\circ$.

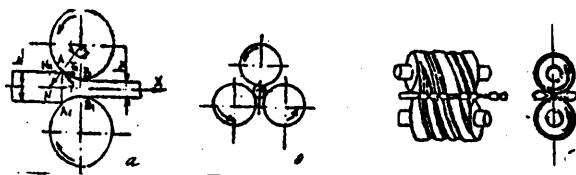
3. Прокаттаудың негізгі түрлері. Прокаттаудың негізгі үш түрі болады: ұзына бойлық, көлденең, көлденең винтті.

Ұзына бойлық прокаттауда (5.4а-сурет) дайындама қарама-қарсы айналатын біліктерге перпендикуляр қойылып өделеді. Прокат өнімдерінің 90%-ке жуығы осы әдіспен жасалады (темір табақтар, тілім темірлер, шыбық темірлер).

Көлденең прокаттауда (5.4ә-сурет) параллель осьтегі біліктер бір бағытта айналып, дайындаманы айналдыра деформациялайды.

Көлденең-винтті прокаттауда (5.4б-сурет) бір бағытта айналатын бір-біріне белгілі бұрышпен орналасқан біліктермен өңделеді.

4. Прокат сортаменті прокатталған металдың профильдері мен мөлшерлерінің жиынтығымен анықталады. Прокатталған бұйымның профилі деп оның көлденең қимасының формасын айтады.



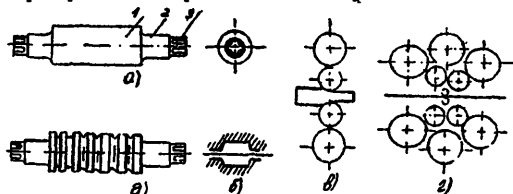
5.4 – сурет. Прокаттаудың негізгі түрлері:

а) ұзына бойлық; ә) көлденең; б) көлденең винтті.

Прокатталған өнімдер сортаментіне қарай мынадай топтарға бөлінеді: 1) сортты прокат; 2) табақ темір прокат; 3) құбырлар; 4) арнайы және мерзімдік прокат. Сортты болат жалпы қолданылатын профильдерге домалақ, тілім темір, квадратты, бұрышты швеллерлер, коставрлы арқалыптар т.б. (5.5а-сурет) және арнайы қолданылатын рельстер мен

Қолдануына қарай прокат стандарты жартылай және дайын өнім алу мақсатында қолданылады. Бірінші топқа сом темірді қысып, үлкен жартылай өнім алатын стандарт жатады (блундтер сортты прокатқа дайындама, слябинг табақ темір жасауға қажетті дайындама жасау үшін).

Дайын өнім жасайтын прокат стандартына сортты, темір табақ, құбыр және арнайы стандарт жатады.



56 -сурет. Поркаттау аспаптары.

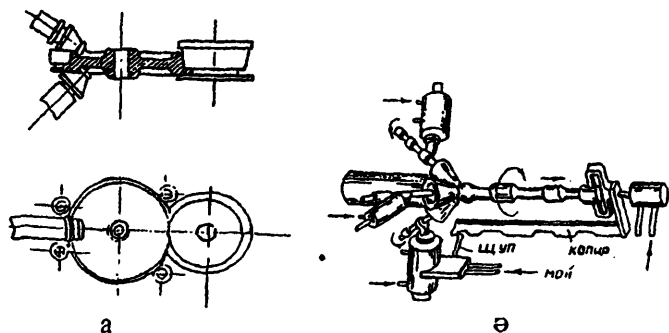
5.4.2.Прокаттың арнайы түрлерін жасау

Доңғалақ, бандаж және сақина түстес детальдарды прокаттау үшін дайындама ретінде кесек темір немесе доңғалақ прокат жұмсалады. Оларды жасаудың технологиялық процестеріне соғу мен прокаттау да жатады. Мысалы, престо дайындаманы отырғызып, тесіп алып (5.7а-сурет) теміржол доңғалағының тоғаны контурын, дискасын, купшегін арнайы доңғалақ прокаттайтын станда жасайды.

Мерзімдік профильдерді прокаттау экономикалық ең тиімді тәсіл болып табылады. Минск трактор заындағы жарты остерді прокаттау станы жарты жылда өз құнын ақтаған.

Мерзімдік профильдерді негізінен көлденең және көлденең бұранда прокаттау стандартында жасайды. Көлденең прокаттау екі және үшбілікті стандарт (5.7ә-сурет) жасалады. Червяк, жылжымалы бұранда, червякты фрезалар сияқты бұранда айдынды детальдарды көлденең бұранда прокаттауда токарь-винт станогында бұранда жасағанмен салыстырғанда оның өндіріс өнімділігі 30-80 есе жоғары болып 30%-ке дейін үнемделеді.

Әртүрлі жеңіл жұқа иілген профильдерді арнайы профиль иетін стандарт жұқа тілім-темірді бұту, ию арқылы жасайды.



5.7 – сурет. Прокаттың арнайы түрлерін жасау нобайлары.

5.4.2.1. Құбыр прокаттау

Прокаттау арқылы алынатын құбырлар жасалуына және қолданылуына қарай жапсарсыз және жапсарлы болып келеді.

Жапсарсыз құбырлар прокаттау үшін дайындама ретінде диаметрі 120-320 мм сом темір мен созба дайындамалар қажет.

Жапсарсыз құбыр жасау үш операциядан тұрады:

- 1) дайындаманы тесіп (прошивка) қалың қабырғалы гильза алу;
- 2) құбырды гильзаға прокаттау;
- 3) сопақ және құбыр қалыңдығын әртүрлі етпей ішкі және сыртқы беттерін жақсарту үшін таптау.

Дайындамадан қабырғасы қалың гильзаны осьтері бір-біріне $4-14^\circ$ болып орналасқан бөшке тұстас біліктермен тескіш стандартында көлденең-винтті (5.8а-сурет) прокаттау арқылы жасайды. Жұмыс біліктері 1 және сүйеп тұратын роликтер 2 бір бағытта айналады, сол кезде дайындама 3 винттүстес қозғалысқа ие болады. Көлденең винтті прокаттаудың негізгі өзгешелігі бірінғай дайындаманың өзегін қиратуы. Раиальды керілген кернеу металдың орталықтан шетке ағуын қамтамасыз етіп, оправка 4-тің тесік жасауын жеңілдетеді.

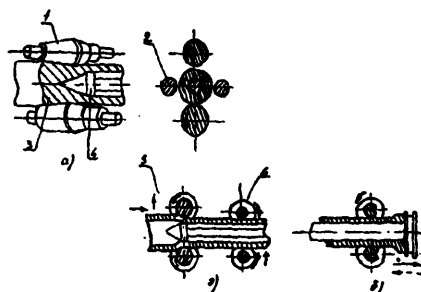
Автоматты станда (5.8ә-сурет) оправка 4- тегі гильза 5 екі біліктердің 1 арасында созылады. Оправка мен калибрдің арасындағы саңылау құбыр қабырғалары қалыңдығына тең. Құбырды екі рет өтіп прокаттайды, әр өткенде ролик 6 арқылы кері беріліс жасалады.

Пилиграмды станның жұмыс біліктерінің 1 (5.8б-сурет) ауыспалы қималы калибрлі болып, әр жаққа бірінғай жыл-

дамдықпен айналады. Прокатталатын дайындама 5 оправка 4 пен бірге 90° -қа айналып, тік және кері беріліс жасайды. Таптағаннан кейін құбырдың актық мөлшерлерін қамтамасыз ету үшін оны калибрлейді. Жапсарлы диаметрі 2500 мм-ге дейінгі құбыр жасау жапсарсыз құбырларға қарағанда көп арзан, бірақ сапасы нашар болады. Жапсарлы құбырларды жасау үшін жартылай өнім ретінде лента (штрипс) немесе ені құбыр шеңбері ұзындығына тең тілім табақ жұмсалады.

Жапсарлы құбырларды жасау мынадай технологиялық процестерден тұрады: 1) дайындамадан құбыр формалау; 2) құбыр пісіру; 3) өндеп тегістеу.

Кіші диаметрлі құбырларды үздіксіз станның біліктері жылғаларында формалайды, ал диаметрі 300 мм-ден жоғарғы құбырларды престер мен табақ темір бүтетін стандарда жасайды. Формасы жасалған құбырлар пісірудің мына түрлерімен біріктіріледі: пеште үздіксіз тоғыстыру, электрлі түйіскен, флюс қабаты астындағы электрдоғалық т.б.



5.8 — сурет. Жапсарсыз құбырларды прокаттау.

5.5. ПРЕСТЕУ

Қыздырылған металды контейнерге салып, пуансонмен сығып матрицаның тесігінен шығару арқылы дайындама алу-ды престеу деп атайды. Престелген бұйымның пішіні сол тесіктің пішініне сәйкес келеді. Престеу-өнімділігі жоғары және экономикалық тиімді, әртүрлі пішіндерді дәлдігі жоғары етіп жасайтын технологиялық процесс. Престеу арқылы ме-

талдар және олардың түрлі қоспалары, тіпті метал емес материалдар да жақсы өңделеді. Өңделетін материалдың созымдылық қажеті жоғары болғаны дұрыс. Мыс, алюминий, магний, титан сияқты созымдылығы нашар қорытпалармен қоса көміртегілі және легіріленген болаттар престоумен оңай өңделеді.

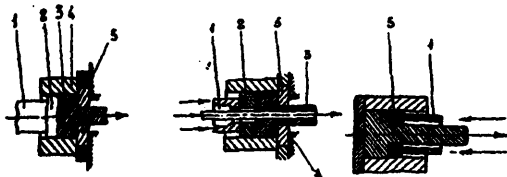
Престоу арқылы диаметрі 5-250 мм металл шыбықтар, диаметрі 5-10 мм сымдар, сыртқы диаметрі 20-400 мм қабырғасының қалыңдығы 1,5-12 мм құбырлар және басқа да бұйымдар жасалады. Матрицаны ауыстыру арқылы, тез арада басқа бұйым шығару мүмкіншілігі оның артықшылығына жатады. Кемшілігі қатарына престоу кезінде аспаптың жиі істен шығуы мен дайындама массасынан 40% -ке дейін қалдық қалуы жатады.

Престоу әдісі тура және кері престоу болып бөлінеді. Тура престоуде (5.9а-сурет) матрица тесігі 5-тен шығатын металдың бағыты пресс-шайба 2 арқылы дайындама 3-ті қысатын пуансон 1-мен бағыттас. Дайындаманың контейнер 4-те қалатын бөлігін пресс қалдық деп атайды. Әдетте оның массасы кесек темірдің массасының 8-12% мөлшерінде болады.

Құбыр престогенде дайындама (5.9б-сурет) пуансон 1 арқылы өтетін ине 6 жәрдемімен тесіледі. Пуансон және пресс-шайба 2 жылжыған сайын металл құбыр 3 түрінде матрица 5 тесігі қабырғалары мен ине аралығындағы дөңгелек санлау арқылы шығады.

Кері престоуде (5.9б-сурет) матрица 5 қуыс пуансон 1 шетіне орналасады, сөйтіп металл пуансонның бағытына кері сығылады. Бұл әдісте металл қалдықтары (6-10% дайындама массасынан) және престоу күші кемірек болады. Пайдаланатын жабдықтың күрделілігінен бұл әдіс кемірек қолданылады.

Престоу жабдықтары ретінде көлденең және тік күші 3-250 мН сұйықтың жұмыс қысымы 40 МПа-ға дейінгі гидравликалық престоер қолданылады.



5.9 –сурет. Престоу нобайлары.

5.6. СОЗУ

Созу деп, (өдетте суық күйде) прокатталған немесе престелген дайындамаларды көлденең қимасының ауданы дайындаманың көлденең қимасы ауданынан кіші етіп, матрица (волока) тесігінен өткізуді айтады (5.10в-сурет). Шыбықты тесіктен **P** күшімен созғанда реакция күштері пайда болып дайындаманы қысады.

Қысу дәрежесі :

$$q = \frac{F_0 - F_1}{F_0}$$

мұндағы: F_0 мен F_1 бір өткендегі созылудың бастапқы және кейінгі көлденең қималары ауданы, ол өңделетін материалға байланысты, болат үшін 10-19%, түсті металдар үшін 36%-ке дейін болады. Үзіліп кетпеуі үшін созылу кернеуі дайындама материалы беріктігі шегінің 0,6 мөлшерінен артауы керек. Қажетті пішінді етіп созу үшін дайындама біртіндеп кішірейе беретін көптеген тесіктерден өткізіледі. Суық пластикалық деформация нәтижесінде металл беріктігі (тым қаттылығы) артады. Сол тым қаттылықты төмендетіп, созылғыштығын арттыру үшін аралық рекристаллизациялық жасыту өткізіледі.

Өртүрлі болаттар мен түсті металдардан диаметрі 0,002-10 мм сымдар, өртүрлі пішіндер (5.10а-сурет), диаметрі 3-150 мм калибрленген шыбықтар, диаметрі 500 мм-ге дейін қабырғаларының қалыңдығы 0,1-10 мм аралығындағы тегіс, дәлдігі жоғары суықтай созылған құбырлар жасалады.

Созу аспабы қызметін матрица (волока) атқарады. Олар тұтас, құрамалы және роликті болып келеді. Тұтас волоканың тесігі 4 аймақтан тұрады: майлау воронкасы 1 (5.10ә-сурет), жұмыс конусы 2, калибрлеуші белдеме 3 және шығу конусы 4. Жұмыс конусының бұрышы деформацияланатын материалға байланысты 6-12° болады. Матрицаның жұмыс бөлігі аспап болаттарынан, қатты қорытпалардан және техникалық алмаздардан жасалады.

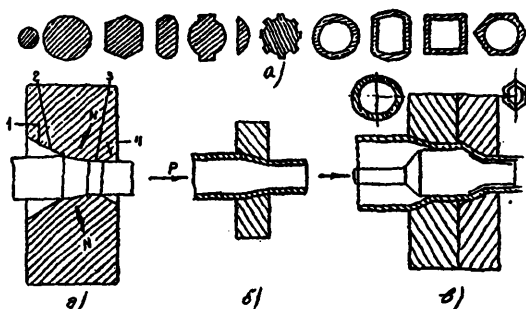
Созуды созу стандартында жасайды, сүйреу құрылғылары жәрдемімен дайындама матрица тесігінен өткізіледі. Созу стандарты сүйреу құрылғыларының (көбіне шынжырлы) қоз-

ғалысына қарай тіксызықты мезгіл-мезгіл қозғалысты және үздіксіз өрекетті (барабанды) болып бөлінеді.

Құбыр созудың екі тәсілі бар:

- 1)оправкасыз құбырның тек диаметрін (5.10е-сурет) кемейту;
- 2)оправканы пайдаланып, қатарынан құбыр диаметрі мен қабырғасының қалыңдығын кемейту және фасонды құбыр жасау. (5.10г-сурет).

Мына 5.10в-суретте созу арқылы жасалатын өнім түрлері келтірілген.



5.10 –сурет. Созу арқылы өндіріліетін өнім түрлері мен шыбық және құбыр созу нобайлары.

5.7. ЕРКІН СОҒУ

Еркін соғу процесінде өңделетін металл беті тегіс, жылжымайтын төске қойылып, жоғары жағынан жылжымалы үлкен балғамен соғылады. Нәтижеде металл деформацияланып, жан-жаққа жайылып, өз формасын өзгертеді. Соған сәйкес металды өңдеудің бұл әдісін еркін соғу әдісі деп атайды. Еркін соғу әдісімен алынған дайындамалар поковка деп аталады. Бұл әдіспен алынатын поковкалар салмағы 150 граммнан 350 тоннаға дейін болады.

Ұсақ поковкалар пневматикалық және рессорлы-пружиналық балғалармен (балға) өңделсе, орташа қарапайым және фасонды поковкаларды бу-ауалық (паровозудный) балғалармен өңдейді. Ауыр поковкалар гидравликалық соғу прес-терінде жасалады. Өңдеудің басқа әдістеріне қарағанда (күю, жону, штамптау) еркін соғудың кемшіліктері мен артықшылықтары бар.

Кемшіліктері:

- 1) еңбек өнімділігінің төмендігі;
- 2) дәлсіздеу болуы;
- 3) металдың молырақ шығын болуы.

Артықшылықтары:

- 1) металдың қасиеттерінің жоғары болуы;
- 2) қымбат технологиялық аспаптардың қажет болмауы;
- 3) жасалатын дайындамалардың (поковканың) салмағы, пішіні және өлшемі жөнінде әмбебап болуы.

Еркін соғу процесі мынадай түрлерге бөлінеді: отырғызу, шеңбер бойлай созу немесе көлденең дайындаманы ұзарту (раскатка), тік тесу немесе біршама тереңдету (прошив-ка), кесу (рубка), ию (гибка), айналдырып бұрау (закручивание). Металдың биіктігін бәсеңдету арқылы оның көлденең кимасы ауданын арттыруды **отырғызу** деп атайды.

Отырғызу дәрежесі "k" десек, ол

$$k = \frac{h_0 - h}{h_0} 100\%$$

Отырғызудың кез-келген моменттегі орташа диаметрі

$$d = d_0 \sqrt{\frac{h_0}{h}}$$

мұндағы: h_0 және d_0 - дайындаманың отырғызуға дейінгі биіктігі мен диаметрі;

h және d - поковканың отырғызғаннан кейінгі биіктігі мен диаметрі.

Шеңбер бойлай созу дегеніміз темір тесігінің диаметрін ұлғайту, ал **көлденең дайындаманы ұзарту** дегеніміз отырғызуға кері жасалатын операция. Мысалы, біліктің диаметрінің кеміп ұзындығының артуы.

Тік тесу дегеніміз шеңберлі (дөңгелек) дайындаманың бір бөлігін домалақ квадратты немесе пішінді пробойниктер жәрдемімен жұлып алу. **Біршама тереңдету** - чертеж өлшеміне сай белгілі тереңдікке дейін тесікті кеңейту.

Кесу дегеніміз ұзартылған металды арнаулы кескіш құрал (зубила) жәрдемімен бірнеше бөліктерге бөлу.

Ию дегеніміз белгілі остен қажетті мөлшерге бұрып, жаңа пішін алу.

Айналдырып бұрау деп, жалпы остен дайындаманың бір бөлігін екінші бөлігіне қарағанда белгілі бұрышқа бұрап, жаңа пішін беру. Нәтижеде металдың жарылуы (трещина) мүмкін, сондықтан айналдырып бұрау 60° -тан аспауы қажет.

5.7.1. Жабдықтары

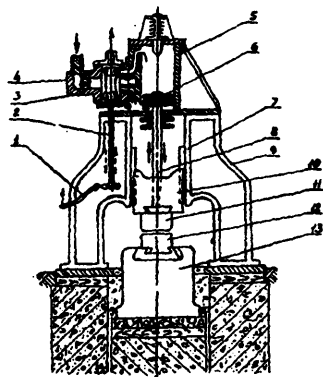
Соғу жабдықтарына соғу балғалар мен гидравликалық престер жатады. Балғалар дайындамаға динамикалық күшті аспап (жоғарғы шаппа) арқылы түсіреді. Соғу процесінде балғаның деформациялауы 10^{-3} с уақыт ішінде, ал деформациялау жылдамдығы 6-6,5 м/с көрсеткіштермен қызмет атқарады. Бу-ауамен жұмыс істейтін және жетекті түрі көбірек қолданылады.

Бу-ауа балғада(5.11-сурет) 5-жұмыс цилиндріне 0,7-0,9 МПа қысыммен бу немесе ауа берілгенде бағыттаушы 7 арқылы жоғарғы шаппаға 11 бекітілген аспалы балға 10 көтеріліп-түсіп тұрады. Будың берілуін золотник тетігі 4 реттеп тұрады.

Рычаг 1 пен таратушы 2 арқылы золотникті 3 жоғары немесе төмен қозғағанда цилиндрдің 5 жоғарғы немесе төменгі қуысына бу кіріп, шток 8 және аспалы балғамен 10 байланысқан поршеньді 6 қозғайды. Аспалы балға төмен түскенде бу қысыммен поршеннің жоғарғы бөлігінде қосымша күш пайда болады. Жеке іргетасқа орналасқан темір іргетас плитасы-шабот 13-ке төменгі шаппа 12 қозғалмайтын етіп орнатылған. Шаботтың массасы артқан сайын, құламалы бөліктерінің кинетикалық энергиясы дайындаманы деформациялайтын энергияға айналады. Әдетте ол құламалы бөліктерден 15 есе көп болады.

Станина 9 мен шаботтың 13 бөлек іргетастарға орнатылуы шаппалармен жұмыс атқарушының қызметін жеңілдетеді, балға конструкциясы тербетілуден сақтағаны мен шаппалар аралық параллельдікті сақтай алмайды. Бу-ауа балғалары құламалы бөліктерінің массасы 1-8 т етіп жасалады.

Балғаның жетекті түріне пневматикалық балғалар жатады. Оларды көтеріп-түсіретін поршен штогы аспалы балға қызметін қоса атқарады, оған орналасқан жоғарғы шаппа қысымы 0,2-0,3 МПа ауа қысымымен жұмыс істейді. Жеке электродвигательден



5.11 – сурет. Бу-ауалы соғу балғасы.

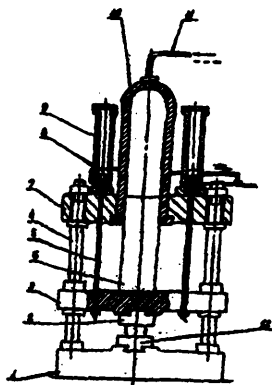
кривошипті-шатунды механизммен қозғалатын компрессордан ауа жұмыс цилиндріне барады. Жұмыс және компрессорлы цилиндрлер жалпы станинаға орналасқан.

Пневматикалық балғалар құламалы бөлігі массасы 50-1000 кг және ол ұсақ поковкаларды (20 кг -ға дейін) соғуға қолданылады.

Соғу үшін қолданылатын жабдықтар өңделетін металдар мен қоспаларды соғу режиміне, массасына, конфигурациясына байланысты. Жабдықтардың қуатын формулалар және анықтама таблицалар жәрдемімен белгілеуге болады.

Гидравликалық престердің балғалар айырмашылығы ол дайындамаға статикалық әсер етеді.

Гидравликалық престе (5.12-сурет) плунжер 6 жоғарғы шаппа 2 бекітілген жылжымалы traversаны 3 қозғайды. Поковканы деформациялауға қажетті күш құбыр 11 арқылы жұмыс цилиндрлі 10-ға 20-30 МПа сұйық (су эмульциясы немесе минералды май) қысымы арқылы беріледі. Плунжер 6 traversамен 3 пен және поршендердің 8 көтергіші 9-ға орналасқан тартқыш 5 жәрдемімен көтеріледі. Төменгі шаппа 12 төменгі тақтаға 1 бекітілген төменгі 1 және



5.12.- сурет. Гидравликалық соғу пресі.

жоғарғы 7 қозғалмайтын тақталар траверса 3 қозғалатын төрт бағыттаушы бағаналармен 4 жалғанған.

Гидравликалық престердің максималды күші 5-150 Мн болып жасалады. Олар ірі поковкаларды және созылымдығы төмен жоғарылегіріленген болаттар мен түсті металдар қорытпаларын өңдеуде қолданылады. Жетек насостарының орнына бу насостары (мультипликатор) қолданылатын 30-60 Мпа қысым жасайтын престер де кеңінен қолданылады.

5.8. Ыстық көлемдік штамптау

Штамптау түрлері. Қабырғаларымен шектелген көлемде ішкі құрылысы мен пішіні дайындамаға ұқсас металл қалыптарда қысым арқылы өңдеу штамптау деп аталады. Штамптаудың өнімділігі еркін соғу өнімділігінен өлдеқайда жоғары.

Өңделінетін металдың күйіне байланысты штамптау процесі үш түрге бөлінеді:

- а) ыстық күйде көлемдік штамптау;
- б) суық күйде көлемдік штамптау;
- в) темір табақтарын штамптау.

5.8.1. Металды ыстық күйде штамптау

Қыздырылған дайындамаларды арнаулы штамптарда өңдеу арқылы штампталған поковкалар алынады. Штамп дегеніміз екі бөлшектен тұратын белгілі салалары болашақ детальға

ұқсас металл қалып. Штамптың төменгі бөлігі балға шаботына немесе пресстің тақтасына бекітіледі. Ал екінші жартысы (бөлігі) жоғары-төмен қозғалып тұрады. Штамптың төменгі бөлігіне қойылған материалды (болат және түрлі түсті металдар мен олардың қоспалары) оның жоғарғы бөлігімен соққанда одан штамптың ішкі кеңістігіне ұқсас деталь пайда болады, материалдың артық бөлігі штамптың екі бөлігінің қосылған жерінен сығылып сыртқа шығады. Ал, егер материалдың көлемі штамптың ішкі кеңістігі көлемінен кем болса, онда детальдың толық кескіні болмай ол жарамсыз детальға айналады.

Штамптаудың ішкі арналары оның қарапайым пішінді немесе күрделі пішінді детальдар жасауына қарай бір және бірнеше болуы мүмкін.

Жабық штамптарда өңделетін металдың көлемі штамптың ішкі көлеміне тең болмаса, штамп жабылмай, жарамсыз деталь шығады. Штамптауды ашық және жабық штамптарда жасайды.

Ашық штамптарда штамптағанда (5.13а-сурет) қозғалмайтын және қозғалатын бөліктері арасында саңылау қалдырады.

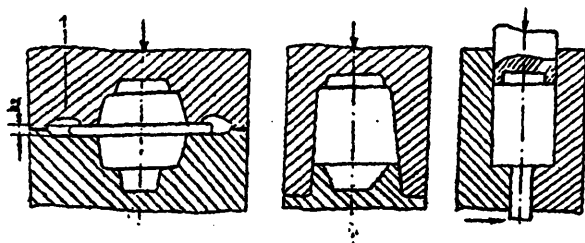
Сол саңылауға металл ағып толады да, металдың негізгі бөлігін, штамптың ішкі кеңістігін толтыруға мәжбүр етеді.

Жабық штампта (5.13б-сурет) өңдеу әдісінде металл қысылған кезде штамптың қуысы жабық тұрады. Штамптың қозғалмайтын және қозғалып тұратын бөліктері арасындағы саңлау тұрақты болады.

Штамптауды қажетті детальдың конструкциясы мен атқаратын қызметіне қойылатын талаптарға қарай мына жабықтарда өңдейді:

1. Иінді және гидравликалық престерде.
2. Шыңдалған темір балғамен (балғата).
3. Көлденең соғу машиналарында.

Фасонды дайындамаларды штамптаудың бірнеше дайындау жылғалары жәрдемімен (5.14-сурет) жасайды. Көпжылғалы штамптардың жылғалары дайындау және штамптау деп бөлінеді. Фасонды пішін жасауға арналған дайындама жылғалары созу, таптау, ию жылғаларынан және отырғызу аумағынан тұрады. Созу жылғасы 2 дайындаманың көлденең қимасын кемеіту арқылы оның жеке учаскелерін ұзарту үшін қажет.

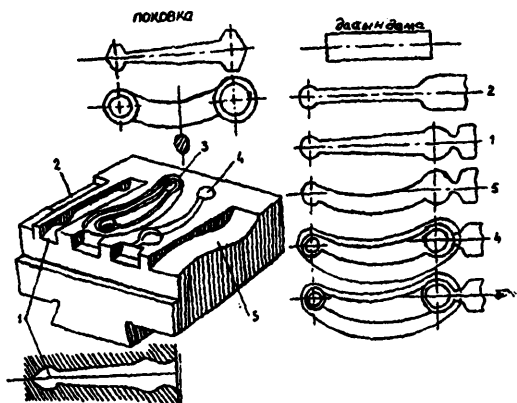


5.13 — сурет. Ашық және жабық штамптарда штамптау нобайлары.

Таптау жылғасы 1 дайындама қимасының кейбір бөліктерін жалпы ось бойынша жалпайту, ал ию жылғасы 5 поковканы штамптағанда қажетті бұрышқа ию максатында пайдаланылады. Поковканы штамптау кезінде оның биіктігі мен диаметрін белгілі қалыпқа келтіру үшін отырғызу қажет болса, штамп жазықтығында отырғызу аумағы болуы қажет.

Штамптау жылғаларына ақтық (таза) және бастапқы (қара) өңдеу жылғалары жатады. Таза жылға поковканы дәл және таза етіп өңдеу үшін қажет. Қара жылға 4 дайындаманы алдын-ала поковка пішініне ұқсас етіп өңдеу үшін қажет.

Көпжылғалы штамптарда таза жылға 3 штамптың орталығына орналасады, өйткені штамптау кезінде негізгі күш сонда түседі. Штамптау шет жағына салмақ азырақ түсетін жылғалары орналасады.



5.14 — сурет. Көпжылғалы штамптар.

5.9. Поковкаларды жобалау

Штамптау процесінің технологиялық схемасы негізінен жасалатын дайындаманың пішіні мен өлшемдеріне сәйкес етіп жасалады. Деталь (5.15а-сурет) чертежімен поковка чертежі (5.15а,б,в-суреттер) жасалады. Мына 5.15 суретте поковканың чертежін жасау көрсетілген.

Поковканы ашық штампта ең алдымен штамптың жоғарғы және төменгі бөліктерінің беттесетін жазықтықтарын дұрыс анықтау қажет. Оны штамптан поковка жеңіл шығарылатын етіп жасау керек. Штамп арналары терең болмай, штамптың екі бөлігі беттескенде жылжып кетпеуі керек.

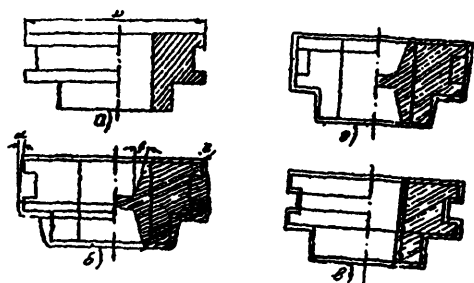
Штамп арналары металмен жақсы толуы және жоғарыда айтылғандай поковканың шығарылуын жеңілдету мақсатында штамптау еңістері болуы шарт. Штамптау еңістері механикалық өңдеу әдіптеріне қосымша болатындықтан ол металл шығынын арттырып, поковканың салмағы арта түседі, штамп еңісі арна тереңдігі мен күрделілігіне, штамптау жабдықтарына байланысты болат поковкалары үшін $3-10^0$ шамасында болады. Поковканың тыс беттері үшін (температуралық шөгу нәтижесінде) штамптау еңістері α , ішкі беттерінің β еңісіне қарағанда төмендеу етіп алынады (5.15ә-сурет). Поковканың барлық беттері радиуспен ұштасады. Бұл штамп арналарын металмен дұрыс толтыруда және тез тозбауы мен сынбауын қамтамасыз етеді. Ішкі радиустары R сыртқы радиустарына r қарағанда 3-4 есе үлкен жасалады. Әдетте сыртқы радиустары $r=1-6$ мм аралығында болады.

Жабық штампта штамптаудың поковка чертежін өзара перпендикуляр жазықтықты етіп жасаудың ерекшелігі мұнда артық метал жіберудің қажеттігі жоқ (5.15в-сурет). Штамптау еңістері аз мөлшерде немесе тіпті болмауы да мүмкін.

5.9.1. Ыссы көлемдік штамптаудың жабдықтары

Ыссы көлемдік штамптауды штамптау балғаларында, престерде, көлденең соғу машиналарында және арнайы мақсатта жасалатын машиналарда өңдейді.

Штамптау балғалары әртүрлі формалы поковкаларды негізінен ашық көпжылғалы штамптарда жасауға арналады. Штамптау балғаларының негізгі типіне құламалы бөліктерінің массасы 630-25000 кг бу-ауа штамптау балғалары жатады.



5.15 — сурет. Поковканың чертежін жасау.

Жұмыс өрекетіне қарай олар бу-ауа соғу балғасына ұқсас, тек конструкциялық өзгешілігі бар. Станина 4 (5.16-сурет) және шабот 2 жалпы іргетасқа 1 орналасқан. Станинаның тағандары шаботта орналасып, болт пен серіппе арқылы жалғанған. Шаботтың массасы құламалы бөлігінен 20-30 есе көп. Штамптың жоғарғы бөлігі бекітілген аспалы балға 5 саңлауды реттейтін құрылғысы бар таған бағыттаушылары 3 арқылы қозғалады. Штамптау балғалары педальды автоматтандырылған түрінде жұмыс істейді. Егер педаль 9 басылмаса, онда аспалы балға штамп бөліктерінің аралығында 200-300 мм саңлау қалдырып, қайта-үдемелі қозғалады. Мұндай пайдасыз жүріс жасалу үшін қылыштүрлі рычаг 8 аспалы балғаның жағдайына байланысты күш цилиндріне 6 берілетін бу әсерінен золотник құрылғысы 7 арқылы атқарылып тұрады. Педальды 9 басқанда аспалы балғаның қайта-қайта бұлғауы артып, штамптың үстіңгі бөлігі дайындаманы қысады.

Гидравликалық, фрикционды және шаботсыз бу-ауа балғалары да кеңінен қолданылады. Шаботсыз балғалар жылжымалы төменгі балға аспалы балғамен механикалық немесе гидравликалық байланысқан. Көбіне мұндай балғаларды ірі поковкаларды жалғыз жылғалы штамптарда жасау үшін қолданады.

Балғаларда поковканы штамптау әдетте 3-5 соққаннан ақ дайын болады. Соңғы соғылғанда штамптың екі бөлігі қапталуы керек. Құламалы бөліктерінің салмағы 1000 кг болғанда

жасауға болады. Мұнда өңделетін дайындаманың дәлдігі жоғары, кедір-бұдырсыз, еңбек шығыны және өзіндік құны төмен болады. Автоматты суық штамптаудың өндіріс өнімділігі минөтіне жүздеген детальдарға жетеді.

Суық штамптау көлемдік және табак темір штамптау болып бөлінеді.

Көлемдік суық штамптау арқылы жасалған дайындамаларды механикалық өндемеуге де болады. Сонымен қоса еңбек шығыны 30-80%-ке төмендеп, материал пайдалану коэффициенті 50%-ке артады.

Суық көлемдік штамптаудың негізгі түрлері сығып шығару, көлемдік формалау және калибрлеу.

Табак темір штамптаумен негізінен жайпақ, тілім немесе рулонды материалдар өңделеді.

Штамптаудың бұл түрінің мынадай артықшылықтары бар:

1. Штамптаудың дәлдігі жоғары, механикалық өндемеуге де болады.
2. Өндіріс өнімділігі жоғары (бір ауысымда 40 мыңға дейін деталь жасалады).
3. Технологиялық желілерді автоматтандыру мүмкіндігі.
4. Жаппай және сериялы өндірісте қолданған тиімділігі.

Табак темір штамптаумен автомобиль жасау өндірісінің 60%, дәл машинажасау мен аспапжасау өндірісінің 75% детальдары жасалса, кең қолданылатын халық тауарларын өндіру 98% дейін жетеді.

5.9.3. Көлемдік суық штамптаумен бұйымдар жасау

Сығып шығару деп, штамп қуысынан немесе белгілі формалы тесігінен металдың пластикалық ағуы нәтижесінде тұтас немесе қуыс формалы заттарды алуды айтады. Сығып шығарудың түзу, кері, каптал (бүйір) және түйдектелген түрлері болады (5.17а, в- сурет).

Түзу сығып шығаруда матрицадағы 2 метал пуансон 1 бағытымен қозғалады. Металл тысқа шықпау үшін пуансон мен матрица арасында саңылау болмауы қажет. Ал, олай болмаса бүйірінен қабыршықтанып, оны қосымша механикалық өңдеу қажет болады. Бұл тәсілмен жиекті қуыс стакан типтес детальдар, құбырлар, жасауға болады.

Кері сығып шығаруда металл пуансон 1 мен матрицаның 2 аралығындағы дөңгелек саңылау арқылы

пуансонға қарсы бағытта қозғалып, түбі бар стакан типтес детальдар жасалынады. Сығып шығарылған болаттан жасалған детальдар қабырғаларының қалыңдығы 1,5-5 мм, алюминий бұйымдарының қабырға қалыңдығы 0,08 мм және одан жоғары болады.

Бүйірден сығып шығаруда металл пуансонның қозғалу бағытына белгілі бұрышпен матрица тесігіне қарай ағады. Сонымен бүйірі бар тройник, крестовина секілді детальдар осылайша жасалады. Жасалған дайындаманы немесе детальды оңай шығарып алу үшін матрицаны екі жарты бөліктен құрама етіп жасайды.

Сығып шығарудың түйдектелген түрінде металл бірден бірнеше бағытта ағады. Бұл жағдайда түзу де, кері де сығып шығару процестері бір мезгілде жасалады да күрделі формалы дайындамалар алу мүмкіндігі болады.

Сығып шығарудың негізгі өзгешелігіне металл өңделгенде деформациялану дәрежесінің жоғары болуы $K=F_0/F_1$ (F_0 -дайындаманың көлденең қимасы ауданы; F_1 - детальдың сығып шығарылған бөлігінің көлденең қимасы ауданы).

Тым жұмсақ, созылғыш металдар үшін $K>100$ (диаметрі 20-40 мм, қабырғасының қалыңдығы 0,1-0,2 мм алюминий құбырлары).

Үлкен жылдамдықпен деформацияланғанда жылу тиімділігі әсерінен металдың созылғыштығы арта түседі.

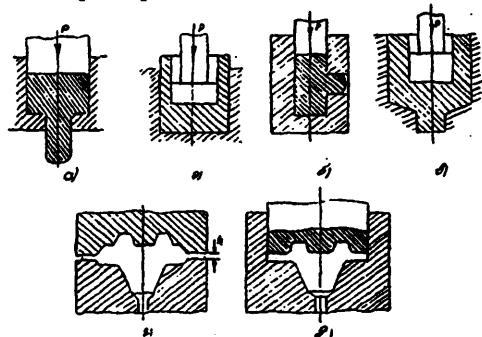
Сығып шығару үшін көп күш қажет болатындықтан құрал-сайманның шыдамдылығы нашарлап жиі сынады. Сондықтан пуансон мен матрицаны жоғары сапалы аспап болаттарынан жасайды.

Көлемдік формалау деп, штамп қуыстарын металмен толтыру арқылы детальдардың формасын алуды айтады. Ол ашық штамптарда (5.17г-сурет) артық металл арнайы арнаға шығу үшін және жабық штамптарда (5.17д-сурет) жасалады. Ашық штамптарда жасалған детальдардан артық метал сыртқа шығып түйдектеніп (облой) тұрады. Оларды басқа штамппен алып тастайды, демек бұл тәсілде артық металл жұмсалып, металл шығынын арттырады.

Жайық штампта форма алу үшін дайындаманың көлемі мен поковка көлемі бірдей болуы қажет. Егер де дайындаманың көлемі поковка көлемінен кем болса, штамп қуыстары түгел толмай, ақау деталь алынады, ал керісінше болса, артық металдың сыртқа шығу мүмкіндігі болмағандықтан штамптың

екі жартысының қиылысуы қиындап, тіпті сынып кетеді. Қолданылуы күрделі, алынатын дайындаманың көлемі дәл болмауынан, қуатты жабдықтарды пайдалану қажеттігінен және шатмпың шыдамдылығы нашарлығынан жабық штампауды негізінен түсті металдарды өңдеуде қолданады.

Беріктігі жоғары болуы және серпімді деформациясын азайту үшін штамптарды үлкен массалы етіп жасайды.



5.17.- сурет. Сынып шығару мен формалау нобайлары.

5.9.4. Суық табақ темір штамптау

Жоғарыда айтылғандай табақ темір штамптау материалы ретінде жайпақ, тілім немесе рулонға оралған қалыңдығы 10 мм-ден аспайтын металл табактарын пайдаланады. Егер деталь дайындамаларының қалыңдығы 20 мм-ден артса, деформациялау күшін кеміту мақсатында оны соғу температурасына дейін қыздырып (ыссы табақ темір штамптау) штамптайды. Ыссы штамтауға қарағанда суық штамптау кеңірек тараған.

Табақ темір штамптаудың технологиялық операцияларын екі топқа бөлуге болады: бөлу (кесу, кесіп алу, тесу, бөлу) және пішінін өзгерту (ию, созу, қысу, формалау және т.б.). Бөлу операцияларын қайшылардың үдемелі қозғалысты кесу (5.18а-сурет) және дискалы қайшылардың (5.18б-сурет) айналмалы қозғалысты жүздерімен орындайды. Кесу күшін кемейту үшін үдемелі қозғалысты қайшыларының (гильотин қайшылары) жүздері бір-біріне $1-5^\circ$ бұрышпен орналасқан. Материал тіреуішке тіреліп, болашақ тілім темірдің енін қамтамасыз етеді. Кесілетін тілім темірдің ұзындығы L қайшы ұзындығынан аспауы керек.

Кесілген беттің сапасы кесу жүздері арасындағы саңлауға ($Z=(0,03÷0,05)S$, мұндағы S -өңделетін материалдың қалыңдығы) және жүздерінің өткірлігіне байланысты.

Кесіп алу мен тесу кезінде дайындама біріңғай деформацияланады. Кесіп алу арқылы, детальдың сыртқы, ал тесу арқылы оның ішкі контуры түзіледі. Бұл операциялар сапалы аспап болаттарынан жасалған пуансон мен матрица арқылы жасалады.

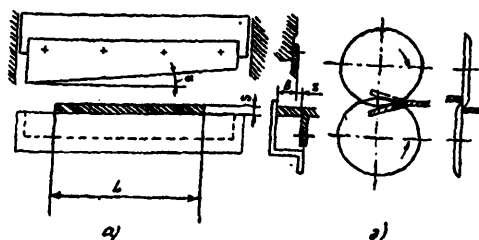
Матрицаның тесігіне пуансон жәрдемімен металл жаншылып жайылады. Осылайша бастапқы контурлар пайда болады.

Ию, созу, қысу және формалау операциялары жәрдемімен қажетті пішіндегі күрделілігі әртүрлі дайындамалар жасалады.

Суық күйінде табақ темірлерді штамптау жабдықтары қатарына кривошипті және гидравликалық қарапайым қос әрекетті престер жатады. Осы жабдықтарда қолданып сан алуан түрлі пішінді дайындамаларды арнайы штамптар жәрдемімен жасау күннен күнге ғарыштап өсіп, жетілдіріліп келеді.

Мына 5.18-суретте қайшылар әрекетінің нобайлары келтірілген.

Престер жұмысының ауыр екені ескеріліп штамптың негізгі бөліктері - пуансон мен матрица жоғары сапалы және мол легірленген аспап болаттарынан жасалады.



5.18 – сурет. Қайшылар әрекеті нобайлары.

6-Бөлім. ҚҰЮ ӨНДІРІСІ

6.1. Жалпы мағлұматтар

Әртүрлі металдар мен қорытпаларынан алдын-ала дайындалған арнайы қалыптарға құю арқылы құймаларды құю өндірісі делінеді. Бұл өндірісте алынған құймалар дайын бөлшек ретінде, я болмаса, әрі қарай керекті өлшемге дейін өңделетін дайындама болуы мүмкін. Құйма алудың жалпы технологиялық процесі 6.1-суретте көрсетілген. Машина жасауда шығарылатын машинаның 50% құйма бөлшектерінен тұрады (масса бойынша) құю арқылы маховиктер, двигателдер локтары, цилиндр қалпақшалары, картерлер, иінді және жұдырықты біліктер, поршендер, беріліс қорабының тұлғалары және т.б. күрделі пішінді бөлшектері алынады.

6.2. Құйма жасау тәсілдері

6.2.1. Құймаларды бірлік қалыптарда алу

6.2.1.1. Материалдар мен технологиялық жабдықтары

Құйма технологиялық жабдықтар кешеніне моделдер, үлгі мен опока қойылатын және кептіретін тақталар, өзек жәшіктері, опокалар, қалып пен өзекті тексеру жабдықтары жатады.

Үлгілер қалыпта құйманың сыртқы пішінін (контурын) алу қызметін атқарады. Құйманың ішкі жағы пішінін (контурын) және тесігін, өзек көмегімен алады. Өзек өзек жәшіктерінде жасалады.

Үлгілер конструкциясы бойынша бір тұтас және ағытпалы бөлшекті болуы мүмкін. Оларды сериялық және жаппай өндірісте көбінесе металдан, ал жеке ұсақ сериялы өндірісте ағаштан жасауы мүмкін. Үлгілер өлшемі құйманы механикалық өңдеуге арнайы қалдыратын құйма қалыңдығының және қорытпаның отыру мөлшерін ескеріп жасалады. Механикалық өңдеуге берілетін әдіс МЕСТ бойынша алынады. Металдардың отыруы үлгілердің өлшемін арттыру арқылы ескеріледі. Мысалы шыны құймаларында - 1...1,3%, болат- 2...2,5%, қалайылы қола - 1,4...1,6%, жез - 1,3...1,8%, мырыш қорытпасы-0,9...1,2% арттырылады.

Үлгінің қалыптан алынуын оңайлату үшін оның бүйір қабырғасында қалып өңестігін жасайды. Өңестік ағаш үлгілерінде 1...2° тең болады да, ал металл үлгілерінде 0,5-1° аралығында.

Негізгі үлгіден басқа құю жүйесінің үлгісі болады, оның көмегімен сұйық метал қалып ішіне каналдар (жырықтар) системасы арқылы келеді. Құю системасы (6.1-сурет) келесі негізгі элементтерінен тұрады: 1-құю аяғы, 2-тік тұрғышы, 3-шлак ұстағыш, 4-қоректендіргіш.

МЕСТ бойынша үлгілер әртүрлі түске боялады. Мысалы шойын құюға арналған үлгі қызыл түске боялады, болатқа арналған үлгі - көк түске, түсті металдарға арналған үлгі - сары түске боялады.

Өзек жөшіктері өзектер жасауға қолданылады. Олар қолдануына қарай металдан немесе ағаштан жасалады. Өзек жөшіктері біртұтас немесе ажыратылмалы бөлшекті болады. Жөшік беттері тегіс және сырланған болуы қажет. Құю қалыптарында өзектерді қойып орнату үшін үлгілер мен өзек жөшіктерінде белгі бөлшектері қарастырылады.

Үлгі астына қойылатын тақталар металдан немесе ағаштан жасалады. Олар қалып жасағанда оның үстіне үлгілер мен опоканы қоюға арналады.

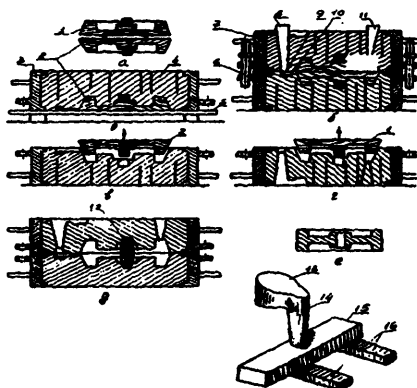
Опокалар қалып жасауда қалыптау қоспасын ұстау және құю қалыбын алу үшін қолданылады. Олар болаттан, шойыннан немесе алюминидің қорытпаларынан жасалады.

Құрғатқыш тақталар өзектерді және қалыптарды кептіру қызметін атқарады. Жоғарыда айтылған жабдықтардан басқа кондукторлар, буландырғыш, бақылау үлгілері және т.б жабдықтар қолданылады.

Қалып және өзек жасау материалдары мен қоспалары. Қалып жасау қоспалары құмды қалыптар жасауда қолданылады да, ал өзекті өзек жасауға қолданылады. Қалып қоспасы кварцты құм, отқа төзімді арнайы балшық және арнайы қоспалардан тұрады. Мысалы шойыннан құйма алу үшін қолданылатын қалып қоспасы құрамына 8...10% балшық, 1% дейін тас көмір, 6% дейін су, қалғаны кварц құмы. Бұндай қоспаның газ өткізгіштігі 100 см/мин, кептірілмеген қалыптарды қосқандағы беріктік шегі 0,6 кгс/см² дейін болады.

Өзектің қоспалары қалып қоспаларына қарағанда керекті қасиеттері артығырақ болуы қажет. Өйткені жұмыс істеу жағдайы қиын. Өзек қоспа құрамы кварцқұмы 90...92%, балшық 4...6%, қалғаны сульфит және су.

Қолдануына байланысты қалып қоспалары қаптаушы, толықтырғыш және бірінғай болып үшке бөлінеді.



6.1. - сурет. Ажыратылатын модельдерде екі опокада қалыптау:

а - модель б-е- қалып жинау позициялары; ж-құйма;
3-құйма жүйесі; 1-үстінгі жарты модель; 2-астынғы жарты модель, 3-астынғы опока, 4-қалып қоспасы; 5-модель астындағы қалқан; 6-штырь; 7-үстінгі опока; 8-қадауша моделі;
9-шлак ұстағыш моделі; 10-қоректендіргіш моделі;
11- ауа шығарғыш моделі; 13-күю шөміші; 14-қадауша;
12-өзек; 15-шлак ұстағыш; 16-қоректендіргіштер;

Қаптаушы қоспаны әрдайым жаңа қолданбаған қалып қоспасынан жасайды. Оның үлгі қалыңдығы 15...20 мм тең.

Толықтырғыш қоспа опоканың бос кеңістігін толтыруға қажет. Оның сапасы нашар.

Бірінші қоспа машинамен майда және орташа массалы құймалар жасауда қолданылады. Оның құрамы 95% дейін қолданған қоспадан, 10% дейін жаңа қоспадан тұрады.

Барлық қоспаларды дайындаудың технологиялық процесінде әуелі қоспа құрамына кіретін заттарды араластырады да, сосын әрі қарай оны біраз уақыт ұстайды және қоқсытып майдалайды.

Араластыру 3-тен 10 с дейін уақыт аралығында араластырғыш машиналарында жүргізеді. Қоспаларды қалыптауға берер алдында аэраторларда қоқсытады. Қоспалардың

физикалық-механикалық қасиеттері әрдайым зауыт лабораториясында тексеріліп тұрады.

Қазіргі кезде сериялық және жаппай құйма цехтарында қалып қоспаларын дайындауды мына схемадан аңғаруға болады.

Қюю қалпын дайындау процесін қалып жасау деп атайды. Бұл, құю өндірісінің өте күрделі және еңбек сыйымдылығы күрделі процесс. Қалып жасау құйманың мөлшері мен массасына және өндіріс типіне байланысты қолмен немесе машинамен жасайды. Қалып жасауға барлық құйма құюға кететін жұмыстың 40...60% жұмсалады.

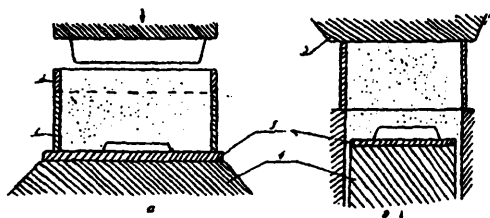
Қалыпты қолмен жасау: бұл жеке және өте күрделі құймаларды жасау үшін қолданылады және көбінесе екі опокада жүргізіледі.

Үлгі асты қалқанға 5 үлгінің төменгі жартысын 2 және төменгі опоканы 3 қояды да оған қалып қоспасын 4 себеді. Қол таптағыштармен таптап және артық қоспаларды алғаннан кейін опоканы аударып, бетіне бөлгіш құм сеуіп, үстіне үлгінің екінші жартысын 1 қояды да штор 6 арқылы жоғарғы опоканы 7 төмендегіге қояды. Сосын құю жүйесінің үлгі системасын бекітеді де, опоканы қалып қоспасымен толтырады. Қоспаны таптай және опокадан артық қоспаны алып тастағаннан кейін жасанды ауа шығаруға арналған түтіктерін жасайды. Орталық құю түтік ауа шығару бақылау 8 түтік II үлгілерін алып тастайды және қабылдағыш аяқ жасайды. Әрі қарай опокаларды ажыратады да жартылай үлгінің қалпынан коректендіргіш түтіктерін 10, шлак ұстағыштың 9 үлгілері мен үлгінің жартыларын 2 және 1 шығарып алады. Қалыптың бүлінген жерлерін түзетіп және баптағаннан кейін өзекшені 12 қояды да, жоғарғы опоканы штор арқылы астыңғыға беттестіріп, оларды бекітеді. Қалыпқа сұйық металл құю жүйесінен арнаулы каналдар арқылы құйылады, бұл қабылдағыш шөміші 13, орталық құю түтігінен, шлак ұстағыштан, коректендіргіш түтіктерінен тұрады (6.1-сурет). Қюю жүйесі қалыпқа сұйық металды үздіксіз беруін, шлакты ішіне кіргізбей ұстап қалуын, құйма қатып және қысылғанда коректендіруін балқыған металл ағысы әсерінен қираудан сақтауды қамтамасыз етеді. Кейбір жағдайда газды шығарып тұру үшін қалыпта қосымша каналдар бақылау түтігі II қойылады. Оларды құйманың жоғарғы бөлшектеріне орналастырады, бұл қалыптың металмен толық толтырылуын бақылауды қамтамасыз етеді.

Қолмен қалып жасау массасына қарағанда барлық құйма алу тәсілдері ішінде өте аз қолданылатын - шамамен 8% болады, бұл көрсеткіш одан әрі азаюда. Қолмен қалып жасауға шаблон бойынша қалып жасау да жатады. Бұл тәсіл жәй пішінді орташа және ірі құймалар алуға қолданылады.

6.2.1.2 Қалыпты машинамен жасау

Жаппай тасқынды өндірісті құйма құю цехтарында қалып жасау машиналарынан өткізіледі. Қалыпты машинамен жасауда өте ауыр және көп еңбек сіңіруді керек ететін процестері механикаландырылған: опокадағы қалып қоспаларын таптау, үлгілерді жартылай қалыптардан шығарып алу, дайын жартылай қалыпты айналдыру. Қалып қоспаларын опокаларда таптау, престоу, сілку және құм лақтыру арқылы жүргізеді. Қалып қоспаларын престоу схемасы 6.2-суретте көрсетілген. Қалып қоспасын престоу астынан немесе үстінен жасайды. Үстінен престогенде опокамен рамканы машина үстеліне қойылған үлгі тақтасына қояды да қалып қоспасымен толтырады. Престоуде бөлшек төмен қарай қозғалғанда қоспаның көлемін кішірейтіп таптап тығыздайды. Құю өндірісінің практикасында қалып қоспасын сілкіштеу арқылы таптау ең көп таралған тәсіл болып саналады. Бұл тәсілмен престоуге қарағанда үлкен мөлшерлі қалыптар жасауға болады.



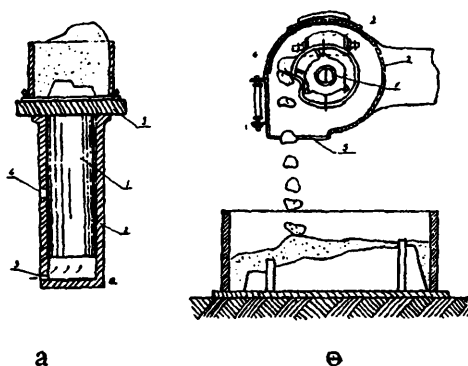
6.2. Сурет. Престоумен қалып қоспасын нығыздау схемасы.

а - үстінен нығыздау; ә - астынан нығыздау; 1-опока; 2- толтыру рамкасы; 3- модель плитасы; 4- стөл; 5 - тіреуіш;

Қоспаларды сілкіштеу арқылы таптау процесінің схемасы 6.3а-суретте көрсетілген. Сілку, канал 3 арқылы цилиндрдің 2 астыңғы кеңістігіне қысылған ауа берілгенде, осының әсерінен поршень 1 жоғары қарай көтеріле бастайды. Поршень төменгі жиегі терезе тесігін 4 ашқан кезде, мұнда ауа ат-

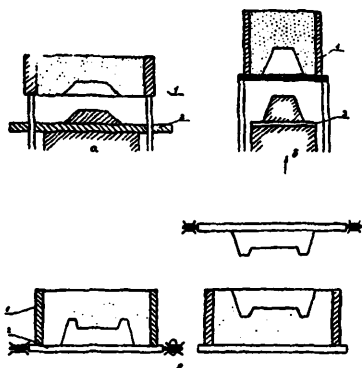
мосфераға шығады да, үстел 5 цилиндр бүйіріне (тореціне) түседі. Ұрылғанда қоспа барлық көлемімен таптап нығыздалады. Бұл әдістің елеулі кемістігіне опокадағы қоспаның жоғары қабатының нашар тапталуы жатады, сондықтан қосымша тапталып нығыздалады.

Айрықша үлкен жартылай қалыптарда жасағанда құм лақтырғыштар қолданылады (6.36-сурет). Құм лақтырғыш қап 2 – ішінде валда 1 лақтырғыш қалақшасы бар 4 айналып тұратын ротор отырғызылған, лақтырғыш бүркеніштігімен тұрады. Қалып қоспасы ленталы тасымалдағыш 3 (транспартер) арқылы құм лақтырғыш бүркеншігіне жеткізіліп, валға бұл I бекітілген қалақшаларға 4 тілеседі де терезе арқылы лақтырылады. Қалып қоспасы опокаға түсіп тапталынып нығыздалады, сосын кеңістігін тез толтырады. Құм лақтырғыш бүркеніштігі опока зонасында жүреді.



6.3. Сурет. Құмлақтырғыш және сілкініштеуші.
а-сілкумен: 1-поршень; 2-цилиндр; 3-канал; 4-шығару терезесі; 5-стол; б-құмлақтырғышпен: 1-вал; 2-құдақ; 3-таспа транспортері; 4- лақтырғыш күрегі

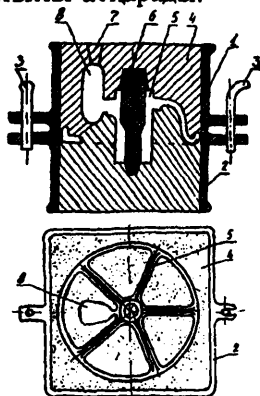
Үлгіні қалыптан штифталы көтергішімен созу немесе айналдырғыш тақтасымен шығарып тастайды (6.4-сурет).



6.4.-сурет. Машинамен қалыптаудағы модельдердін шығарылуы.

а-штиптелі көтергішімен; ө-тарту тақтасымен;
б-бұру тақтасымен: 1-тіреу; 2-модель тақтасымен;

6.5-суретте құрастырылып жиналған ДТ -75 тракторы тіреу катогының құймасына арналған қалыбы көрсетілген. Берілген технологияның артықшылығы құйма жүйесімен қосылғышты бірге қосқанында қоректендіргіш түтіктерінің ролін қосылғыш мойыны атқарады.



6.5.-сурет. ДТ-75 тракторының тірек катогына құю қалыбы.

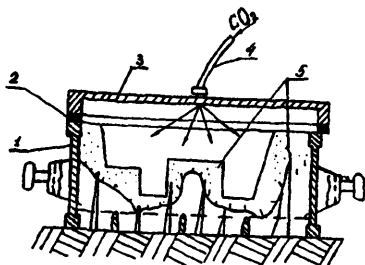
6.2.2. Арнайы қалып жасау тәсілдері

Қю өндірісінде құйма қалпын дайындағанда көбінесе химиялық қатайғыш қалып қоспалрын қолданады. Негізгі реагент ретінде байланыстырушы- сұйық шыны пайдаланылады.

Сұйық шыны өзінше электрбалқытқыш пештерде Na_2CO_3 содасы мен кварц құмын SiO_2 қосып балқыту арқыл алы-
натын суда еріген силикат үйіндісі - өнімі болады. Құйма қос-
пасына 5...7% сұйық шыны қосады. Құйма қоспасын
(120...150°C) кептіргеннен кейінгі жоғары беріктік пен керекті
қаттылық пайда болады. Сұйық шынылы қоспаны үлгі бетіне
қаптаушы қоспа ретінде 40...60 мм қалыңдықпен салады.
Опоканың қалған көлемін толтырғыш қоспасымен тол-
тырады. Ең тиімдісіне химиялық қатайғыш сұйық шынылы
қоспалар жатады, оны көмір қышқыл газбен самалдатады. Бұл
тәсіл CO_2 процесі деген атпен аталады. Қалыпты CO_2 газымен
самалдату схемасы 6.6-суретте көрсетілген. Самалдату опокаға
1 резинка аралық 2 арқылы қойылған зонтпен 3 жүргізіледі.
Газ CO_2 қалыпқа резинді шланг 4 арқылы келіп, қоспа арқы-
лы өткенде, сұйық шыны қабаты 5 қатайды.

6.2.3. Өзекше жасау

Өзекшені қолмен және көп сериялы құю бұйымдарын
жасағанда мұнштукті престеу, сілкіштеу, құм лақтырғыш, құм
үрлеу және құм атқыш машиналарында машин тәсілдермен
жасайды. Бұл машиналарда қоспаны себу мен таптау, өзек
жәшіктерін жиектеу мен өзекшені шығарып алу операция-
лары механикаландырылған.



6.6.- сурет. Қалыпты CO_2 газымен үрлеу схемасы.

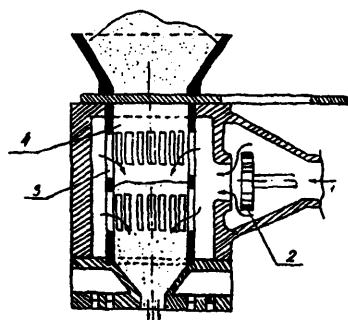
- 1- опока; 2-астар; 3- зонт; 4- шланг;
5- қалып қоспасы;

Құматқыш машиналарында (6.7-сурет) резервуар 4 ішін-
де тесіктер 3 бар, олар арқылы сығымдалған ауа канал I арқы-
лы өзекше қоспасын соғу әсерімен оны өзек жәшігіне

шығарып тастайды. Ауаның соғу әсерін үлкен көлденең кесінді, тез әсерлі клапан 2 жасайды. Құматқыш машинасы ылғал түрінде аққыштығы аз және беріктігі жоғары өзекше қоспаларын қолдануына мүмкіндік береді.

Өзекше жасағанда әдеттегіінше газбен немесе электр кептіргіш пештерінде кептіреді. Күрделі өзекшелерді құм үрлейтін машиналар да жасайды.

Өзекшелерді жылулы жабдықтарында жасау көп тараған. Бұл жағдайда өзекше қоспа құрамында байланыстыратын материал ретінде синтетикалық шәйір болады. Бұндай қоспалар $200...250^{\circ}\text{C}$ дейін қыздырғанда тез қатайды да, қосымша кептіруді керек етпейді.



6.7. -сурет. Өзекше жасауға арналған құматқыш машина схемасы.

- 1- ауа каналы;
- 2- клапан;
- 3- ауаға арналған саңылау;
- 4- астау;

6.2.4.Қалыпты кептіру және жинап-құрастыру

Қалыпты кептіру - онша керек емес, бірақта ірі шойын және болат құймаларды алуда кептіру керекті процес. Кептіру 6 дан 40 сағат аралығында 400°C төмен температурада жүргізіледі. Егер кептіру температурасы 400°C жоғары болса, онда балшық жабыстыру қасиетін жоғалталады. Кейбір кезде кептіру 30 минутқа дейін уақыт аралығында бет қабатын $20...40\text{nm}$ ғана кептіруден тұрады.

Қалыпты құрастыру төменгі бөлігін құю алаңына қоюдан басталады. Сосын жартылай қалыпты қысылған ауамен газартады да, үстіне өзек қалыпты қояды, олардың үстіне ауыр зат салып бекітеді.

Майда түйірлі структура алу үшін және болат құймаларындағы кернеуді жою үшін жасыту немесе нормалдау жүргізеді.

Түсті металл қорытпа құймаларын төзуге және тотбасуға төзімділігі жоғары құйма жасауға қолданады. Түсті металдардан құйма жасайтын қалып және өзекше қоспаларының берілгіштігі мен газ өткізгіштігі жақсы болуы керек.

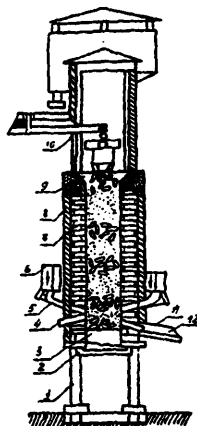
6.3.Металдарды балқыту тәсілдері және қалыпқа құю

Металл балқыту жауапты кезеңінің бірі және құйма сапасы мен құнына әсер етеді. Шойынды вагранка мен индукциялық электр пештерінде балқытады.

Вагранка - өте көп тараған балқыту агрегаты. Вагранка цилиндр формалы шахталы пеш (6.8-сурет). Ол төрт бағанаға I тіреліп тұрады. Вагранка қорабы 8 қалыңдығы 8-10 мм қанылтырдан жасалады да оның ішін отқа төзімді шамот кірпішімен 7 астарлайды. Шихтаны жұмысшы алаңынан колошник терезесі 10 арқылы тиейді. Колошник астауы шойын тақталармен қапталған. Вагранка түбі 2 шалқаймалы. Ауа үрлеу үшін қолданылатын ауажелдеткіштен фурма шығыршығы 6 мен фурмалар 5 арқылы беріледі. Вагранканың 3 фурмаға дейін жерін көрік деп атайды.

Көріктің төменгі жағында сұйық шойынды науа 12 арқылы шөмішке шығарып құятын II тесік болады.

Шлак науа тесік 4 арқылы шығарылады. Вагранканың жинағышы болуы мүмкін, ондай кішкентай вагранкаларда үлкен құймаларды құю үшін керекті мөлшерде сұйық металл жиналады. Вагранкаға ағаш отын-кокс салынады, бұл әрі қарай тиейтін шихтаға тірек қызметін атқарады. Бос колошниктің коксы жанғанда, оны үрлейді. Үрлегеннен кейін бос колошник үстіне шамалы флюс салады. Сосын металл шихта, кокс және флюс үлестерін кезек- кезек салып тұрады. Барлық балқыту бойында вагранка шихтасы тиеу терезесі деңгейіне дейін толып тұруы керек. Балқыту аяқтау алдында вагранкаға тисуді тоқтатып, шойынның толық балқуына мүмкіндік береді.



6.8.- сурет. Вагранканың құрылысы мен жұмысы.

Металл шихта құрамына әдеттегідей кесек шойын және болат сынықтары мен жаңқалары кіреді. Шойынның химиялық құрамын реттеу, тазарту және модификациялау үшін әртүрлі ферроқорытпалар қолданылады. Шлактардың балку температурасын төмендетіп және сұйық күйінде аққыштығын көтеру үшін, вагранкаға флюс, әк және негізгі мартен шлағы салынады.

Берілген химиялық құрамды шойын қорыту үшін шихтаны есептеу керек, яғни керекті шикізат материалдарын тауып және олардың бір-біріне сан қатынасын есептеу керек. Бұл үшін балқытқанда вагранкада кремнийдің 10...15% марганецтің 15...20% жанып кететінін, кокстегі күкіртті оның 40...50% өтетіндігіне байланысты күкірт санының өсетінін ескеру керек.

Вагранканың өнімділігін және алатын шойын температурасын көтеру үшін үрлеудің күшін көбейтеді, үш қатарлы фурма системасын оттегімен үрлеу, үрлеуді қыздыру және табиғи газын пайдалану.

Электроиндукциялық пештері беріктігі жоғары шойын қорытуда кең түрде қолданылады. Электр пештерде ауа және отын жанғанда бөлінетін газдардың жаман әсері болмайды. Шойынның химиялық құрамы дәл жөнге келеді, құрамындағы күкірт пен фосфор саны азаяды.

Шойын құю цехтарында қосақталған-процесс (дуплекс-процесс) қолданылады: шойынды вагранкада балқытып, ал химиялық құрамы мен температурасын индукциялық пештерде жетілдіреді. Болатты мартен пештерінде немесе конвертерлерде балқытады. Түсті металдарды шағылыстырғыш жалынды, тигель және электр пештерінде балқытады. Тигель жеке өндірістерде ыңғайлы және көп тараған. Мұнда металл газдармен жанаспайды, сондықтан жоғары сапалы құйма алынады.

6.3.1.Қалыпқа металл құю, құйманы қалыптан ажырату және тазарту

Металды пештен шөмішке құяды, мұнда металл температурасы шойында 1400°C , болатта 1600°C дейін болады, сосын қалыптарға бөліп құяды. Шөміш металл құю алдында кептіріледі. Мысалы шойынға арналған шөміш $300\ldots 400^{\circ}\text{C}$ да кептіріледі, сосын $700\ldots 800^{\circ}\text{C}$ қыздырылады. Қалыпқа металды үздіксіз ағыспен құяды, әйтпесе қосындылар мен газ шығатын түтіктерге металл толғанша құймада қосылған жерлер пайда болады. Қалыпқа шлактар түспес үшін шөміште шлақұстағыштар жасайды. Қалыпқа құюдан бұрын шойын бетінен шлақтың негізгі бөлігін сүзіп алу керек. Құймадағы металл толық қатып және ($100\ldots 50^{\circ}\text{C}$) аралығында металл түріне байланысты суынғаннан кейін құйманы опокадан ажыратады, ал содан кейін өзекшені шығарады. Бұны қолмен немесе пневматикалық сілкігіштермен немесе гидравликалық камерадағы үлкен қысымды су ағынымен атқарады.

Қазіргі заманғы құю цехтарында құйма ажырату процесі толық механикаландырылған. Одан кейін құйманы құю жүйесінен артық жерлермен газ шығарғыш түтіктерінен босатады. Бұларды майда құймаларда балғамен немесе шой балғамен жеңіл айырады, ал үлкен құйманы механикалық өңдеумен немесе газ кескішпен құйма бетіне күйіп жабысып қалған қалып қоспаларын және кедір-бұдырларын кетіру үшін қолмен немесе машинамен тазарту қолданылады. Қолмен тазалауды болат шеткалармен, қашаумен, механикалық айналатын барабандарда немесе құм ағынды және бытыра ағынды қондырғыларда жүргізеді.

Құйма ақаулары. Құйманың негізгі кемшіліктеріне мыналар жатады: бүрісу, қабыршықтар (газды, шөкпені, топырақты, шлақты), жарықтар, күйіп жабысу, аз құйылу, ликви-

ция, қосылған жерлер және басқалары. Ақаулардың пайда болу себептеріне құйма конструкциясының технологиясыздығы, құймаға металдың дұрыс әкелінбеуі, суыту режимінің дұрыс еместігі, қалып және өзекше қоспаларының газ өткізгіштігі мен отқа төзімділігінің жетіспеушілігін, құрамындағы газдың көптігі, металдың сұйық аққыштығының төмендігі. Бөлшектің жауаптылығына байланысты жарықтар, қабыршықтар, аз құйылулар қосылған жерлерін арнаулы сылақтармен бекітеді, мастикпен сіңіреді, газды немесе электрдоғалы пісірумен және т.б. жояды. Керектігіне байланысты құйма металл қаттылығын термиялық өңдеумен өзгертеді.

Құйманы термиялық өңдеу ішкі кернеуді жою және құрылымы мен қасиетін жақсарту үшін қолданылады. Термиялық өңдеудің босандату, нормальдау, шынықтыру және жұмсарту сияқты түрлері бар.

Қую өндірісіндегі техникалық бақылау. Бақылаудың негізгі міндетіне жарамайтын өнімдерді шығармауды алдын-ала қарастыру және технологиялық бракты азайту жатады. Керекті шикізат материалдары сапасын, құйма дайындайтын технологиялық процестерді және дайын құймалардың сапасын тексеру құрастырылады. Қую өндірісінің бақылау тәсілдеріне мыналар жатады: құйманы сыртынан қарау, құйма мөлшерін тексеру, құйманың химиялық құрамының механикалық және басқа қасиеттерін анықтау, ішкі жарықтарын, қабыршықтарын, қуыстарын рентген, ультрадыбыс және басқа тәсілдермен анықтау.

6.3.2. Қуюдың ерекше түрлері

Құйма өндірісінің қазіргі кезде қолданылатын технологиясы сырт пішіні, мөлшері жағынан дайындаманы дайын бөлшекке жақын етіп жасауға тырысады. Бұл механикалық өңдеудің операцияларын қысқартады және өнім бағасын төмендетеді. Ерекше құю тәсілдеріне балқығыш үлгілер бойынша, қабықты қалыптарға, металл қалыпқа құю, қысыммен және ортадан тепкіш машинамен құюларды жатқызады.

6.3.2.1. Бірлік қалыптарға құю

Балқығыш үлгілер бойынша құю деп, құйма алуға арналған отқа төзімді қабықты қалып ішіне оңай балқитын қоспадан жасалған үлгілерді балқыту арқылы алынған қалыпқа

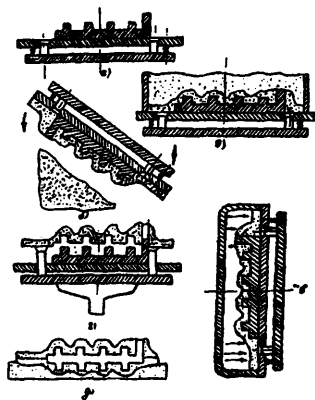
күюды айтады. Бұл тәсілмен әрі қарай механикалық өңдеу керек етпейтін күрделі пішінді үйлесімді құймалар алады. Күю процесі келесі технологиялық схема арқылы жүргізіледі. Дегенмен бұдан басқа да схема варианттарының қолданылуы мүмкін.

Металдан жасалған пресс - қалыпты өдетте болаттан немесе алюминий қорытпаларынан жасайды.

Прессқалыптарда балқығыш үлгілер мен құйма жүйесіне арналған каналдар жасалады. Балқығыш үлгілер құрамында парафин, стеорин, т.б. жеңіл балқитын материал қоспаларынан істейді. Үлгі құрамының балқу температурасы төмен, сұйық аққыштығы жақсы, шөгуі аз, беріктігі жеткілікті, арзан болуы керек. Прессқалыпқа үлгі құрамын балқыған масса түрінде бос құяды немесе қоймалжың түріндегі жағдайында пресспен (қысымы 2...3 кгс) см² кіргізеді. Үлгіні қатайғаннан кейін прессқалыптан итеріп шығарады да, жалпы құйма жүйесімен бірге бір блокқа жинап, отқа төзімді, құрамында 30...40% гидролизделген этил-силикат ерітіндісі және 70% кварц ұнтағы бар суспензияға малады. Сосын үлгі блогына майла құрғақ құм себеді де, қалыпты температурада 5...6 сағат кептіреді. Бұл операцияны бірнеше рет, қалыңдығы 2,5...3,0 мм қабық алынғанша қайталайды. Үлгі құрамды термощафта 110...130°C температурада немесе ыстық сумен балқытып шығарады. Қабыршықтар ыстыққа төзімді болаттан жасалған опокаларда жүргізіледі. Оған құрғақ кварц құмын сеуіп таптайды. Сосын қалып ішіндегі ылғал мен үлгі массасы қалдықтарынан және қабықтың беріктігін көтеру үшін (850...900°C) дейін қыздырып, 1...2 сағат ұстайды. Қыздырған қалыпты металл құюға пайдаланады.

Қабықты қалыптарға құю деп, екі құм-шөйірлі қабықтан тұратын қалып арқылы құйма алу тәсілін айтады. Бұл тәсілді қолдану құйма алу процесін автоматтандыру мен механикандыру, қалып қоспа жұмсалып мөлшерін едәуір азайтады, еңбек өнімділігін арттырады және жоғары сапалы құйма алуға мүмкіндік жасайды. Қабықты қалыпқа құю тәсілінің технологиялық процесі мынадан тұрады: (200...260°C) қыздырылған металдан жасалған үлгі тақтасына (6.9а-сурет) бөлгіш қоспасымен қаптайды. Сосын тақтаға құрамы майда кварц құмымен 3...6% фенолформальдегидті термореактивті шөйірден (пудер бакалитта) тұратын арнаулы қалып қоспасын себеді. Бөлшектерге шөйір жылумен балқып (140...160°C) жабы-

сып, үлгі үстінде қалыңдығы 5...20 мм құмды шәйір қабық түзейді. Балқымаған қалып қоспа бөлігін сілкіштеу арқылы айырады (6.9ә-сурет), ал үлгі тақтасын үлгімен пешке салады да (300...400°C) 1...3 мин ұстайды (6.9б-сурет). Бұл жағдайда шайыр қатты оралмайтын түрге айналады. Қабық үлгі тақтасынан штифт көмегімен алынады. (6.9в-сурет). Осылай астыңғы жартылай қалып жасалады. Екі жартылай қалып бөлінетін жерінен қосып желімделінеді. (6.9г-сурет). Қалыпты жинаған кезде әдеттегі қалып жасағандай өзекше қойылады. Құймамен бірге жасалып жиналған қалыпқа құю жүйесі арқылы металл құяды. Металл құйған кезде шәйір жанып, газ шығатын қуыстар жасайды..



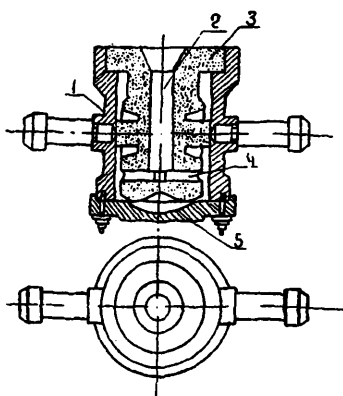
6.9.- сурет. Қабықты қалып жасау схемасы.

6.3.2.2.Тұрақты қалыптарға құю

Болат пен түсті металдар аз қолданылады. Кокилге құю тәсілінің бірлік қалыпқа құюға қарағанда артықшылықтары бар. Кокилдер көп құйма, бірнеше он мыңға дейін алуға жарайды. Бұл әдісте қалып қоспаларын қолданбайды, бетінің жоғары класс бұдырмақтылығы бар және дәлдігі үлкен құйма алынады, механикалық өңдеуге жіберетін әдіп мөлшері азаяды. Қосынды жерлер мөлшерін азайту арқасында сұйық металл шығыны азаяды, процесс өнімділігі артады, санитарлық-гигиеналық еңбек жағдайы жақсарады және басқалар. Суыту жылдамдығының жоғары болуына байланысты майда құрылымды және беріктігі жоғары құйма алуға жағдай жасайды.

Металл қалыптарда құйма алудың техникалық процесі қалып дайындаудан (тазарту, қыздыру, жұмысшы бетіне отқа төзімді және жылу өткізбейтін қорғауыш қабат жағу), қалыпты жинау (өзекше құю, қалып бөлшектерін жауып бекіту), қалыпқа металл құю, құйманы қалыптан ажырату (қалыпты ашу), кесу, тазарту, бақылап тексеру және керектігіне қарай термиялық өңдеулерден тұрады. 6.10-суретте алюминийден поршень алу қалыбы көрсетілген. Бұл екі бөлшектен 1 және 5 тұрады. Құм өзекше 3 арқылы құю жүйесімен (2 және 4 каналдар) кокилге сұйық металл құяды. Өзекшені У7, У10 және 30ХГСА маркалы болаттардан жасайды, ал кейде құмнан да жасайды. Қалыптың жұмыс істеу мерзімін арттыру үшін оның жұмыс бетіне бояу жағады. Кокилге бояуды оны 200°С дейін қыздырғанан кейін жүргізеді. Бұл құймаларда айыру ақауларының пайда болуына кедергі жасайды. Кокилді бояғаннан кейін, оны тағы да 250...300°С дейін қыздырады, өйткені сұйық кокилге металл құйсақ металл кері қарай шашырауы мүмкін. Бұл температураны құю процесі біткенше ұстайды. Құюдың бұл тәсілі, әсіресе алюминий және мыс құймаларын алуда көп қолданылады.

Ортадан тепкіш машинамен құю деп, сұйық металл қалып ішіне ортадан тепкіш күші көмегімен толтыру арқылы құйма алуды айтады. Бұл әдіс, егер құйылатын бөлшек айналатын дене формасында болса ғана қолданылады.

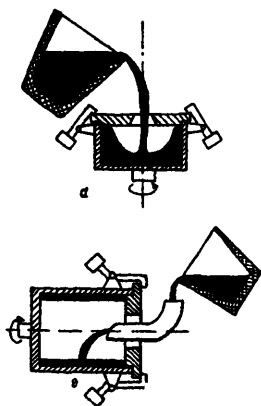


6.10. –сурет. Поршенді құюға арналған қалып.

1,5.- қалып бөліктері; 2,4. -қуыс системасының каналдары (жырмалары); 3 -өзек;

Балқытылған металл айналып тұрған қалыпқа құйылады (6.11-сурет). Ортадан тепкіш күш әсерімен ол қалып қабырғасына жабысып қатады. Алынған құйма шлаксыз, газды қабыршықсыз, тығыз, майда түйірлі құрылымды және механикалық қасиеті жоғары болады. Бұл жағдайда құйма жүйесі болмайды. Ортадан тепкіш машинамен құю кемшіліктеріне қорытпа құрамы қоспасы меншікті салмағының әр түрлілігінен пайда болған ликвация. Қалыпқа құятын металл температурасы ликвация температурасынан $100...150^{\circ}\text{C}$ болуы қажет. Ортадан тепкіш күш әсерімен құбыр поршень шығыршығына арналған төлкелерді және басқа өнімдерді құяды. Машина жөндеу практикасында бұл әдіс двигательдердің шатун және негізгі (коренді) аралықтарын және басқа сырғанақ жылжу подшипниктеріне баббиттен құю үшін қолданылады.

Қысыммен құю деп, сұйық металды қалыпқа $1000\text{кг}/\text{см}^2$ қысыммен құю арқылы құйма алуды айтады. Бұл әдіс түсті металл қорытпаларынан (қалайы, алюминий, магний) фасонды құйма алу үшін қолданылады.



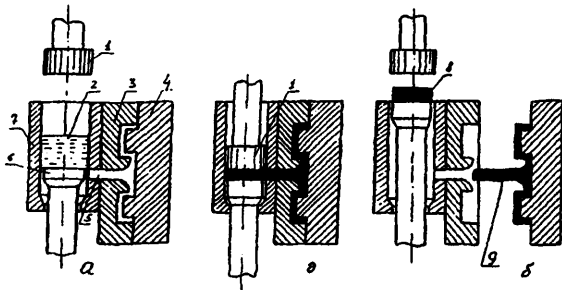
6.11. –сурет. Металды ортадан тепкіш машинасымен құю.
а,ә,б, -процесс позициялары: 1—Пуансон; 2- сұйық металл;
3,4,-пресс қалыпы; 5- құю қуысы; 6-пресс қалдықты
шығаруға арналған пуансон; 7- цилиндр; 8- пресс қалдық.

Қысыммен құю әдісінің негізгі жетістіктері: дәлдік қалып-
литеті мен беті тазалығының жоғарылығы, қабырға қалың-
дығы 0,8 мм дейін күрделі құймалар алу мүмкіндігі, құю про-
цесін басқаға қарағанда оңай механикаландыруға және авто-
маттандыруға болады. Қысыммен құю арқылы автотрактор жә-
не ауыл шаруашылық машиналарының өртүрлі бөлшектерін
алады, оның ішінде автомобиль двигателдері блогын жасау
жақсы меңгерілген. Мұндай құймалар алу үшін алюминий
(АЛ2, АЛ3, АЛ9), магний (МЛ5, МЛ6), мыс (ЛС59-1, ЛК80-
3Л, ЛМцЖ55-3-1) қорытпалары қолданылады. Кейінгі кезде
бұл тәсілмен болат құймалары да жасалады.

Қысыммен құюға поршень мен компрессорлар әсерлі
арнаулы машиналар қолданылады. 6.12-суретте сұйық қысым
камерлі машинада қысыммен құйма алу жүйелілігі көрсетіл-
ген. Балқыма 2 цилиндрге 7 құйылады (а позициясы), сосын
пуасон 1 металға әсер етеді, мұнда литник 5 ашылады да, ме-
талл қосымша пресскалыпты 3,4 толтырып тез қатады. Құйма
пресскалыптан, итергіштен ол ашылғанда шығарылып тас-
тайды. Пуасонмен 6 пресс-қалдық шығарылады.

Қысыммен құю кемшілігін пресскалыптың қымбатты-
лығы және газ құю торының пайда болуын жатқызуға болады.
Құюдың бұл түрі сериялы және жаппай өндірісте көп қолда-
нылады.

Үздіксіз құю. Бұл процесте балқытылған металл құю
шөмішінен үздіксіз ағынмен сумен салқындатқыш катализа-
торға келеді, оның ішкі бетінде ұзындығы үлкен құйма бү-



6.12.-сурет. Қысыммен құю схемасы.

йымдары қалыптасады. Бұл әдістермен қалыңдығы 0,7-1,2 мм
табақтарын, құбырларды жән басқа бұйымдар алуға болады.

Шойын құймалық табақтарын алу үшін металды тесік тәрізді екі айналып тұрған біліктер арасындағы кеңістікке құяды.

Металл қатайып, екі 100 мм, одан да көп лента түзейді, оларды бөлек-бөлек (беттерге) табақтарға бөледі де сынғыштығын кетіру үшін термиялық өңдейді.

Металл қалыпқа құю деп, металдан жасалған қалыпқа өз салмағы әсерінен сұйық металмен толтырып құйма алуды айтады.

Кокильді сұр шойыннан, болаттан және түсті металл қорытпалардан жасайды. Сол қорытпалардың ішіндегі ең жақсысы қабыршақтануыаз, жылу өткізгіштігі жеткілікті сұр шойын. Мұндай шойын құрамы 3,5%С, 2,1%Si, 1,0%Mn, 0,15% дейін Р және 0,07%S.

7- Бөлім МЕТАЛЛ ЕМЕС МАТЕРИАЛДАР

Машина жасау мен металл өңдеуде, оның ішінде ауыл шаруашылығы машиналарының жекелеген детальдарын жасауда металдан басқа ағаш, пластмасса, резеңке, шыны сияқты материалдар қолданылады. Мысалы ағаштан комбайнның подшипник, мотоайыр қалақшалары сияқты бөлшектерін, автомобильқорабын және т.б. бөлшектер, ал резеңкеден дөңгелектер, шлангалар, қайыстар, астарламалар, мембраналар т.б. бөлшектер, пластмассадан әртүрлі жұмыс жағдайына бейімделген көптеген бөлшектер жасалады.

Ағаш материалдары. Ағаштың меншікті беріктігі, серпімділігі, тербелісті өшіру қасиеттері жоғары, меншікті салмағы аз және оңай өңделеді. Ағаштан шпон, фанера, картон, қағаз, канифол, спирт сияқты өнімдер өндіріледі. Машиналар жасауда және ауыл шаруашылық машиналарын жасауда ағаштың қалқан жапырақты және жапырақ тектілері қолданылады. Мысалы шырышадан - мотовилла қалақшалары, қайыңнан, ақ үйеңкіден шөп шапқыш машинасының шатундары, ал еменнен ауыл шаруашылық машиналары бөлшектері жасалады (подшипниктер, тежегіш қалыптар). Ағаш материалдары түрлеріне бөрене, шпон, тақтай, фанера және престелген шикізаттар жатады. Бөрене деп бұтақтары мен ұштары кесілген, қабығынан тазартылған ағаш өнімін айтады. Екі жағы өңделген ағаш материалдарын тақтай дейді. Арнайы жону арқылы жасалған жұқа ағаш табағын шпон дейді.

Бірнеше шпон қабатынан құрап желімделінген ағаш материалын фанера дейді. Шпонды желімдегенде бір қабат талшықтарын екінші қабат талшықтарына перпендикуляр бағытта құрастырады, сондықтан фанердің қасиеттері барлық бағытта да бірдей болады.

Пластмасса деп жасанды және табиғи шәйірлермен толтырғыш заттар қосындысын айтады. Мұндағы пластмасса негізін жоғары молекулалы органикалық шәйірлер құрайды.

Пластмасса құрамына байланыстырғыштар, толтырғыштар, жұмсартқыштар, бояғыштар, тұрақтандырғыштар және т.б. заттар кіреді.

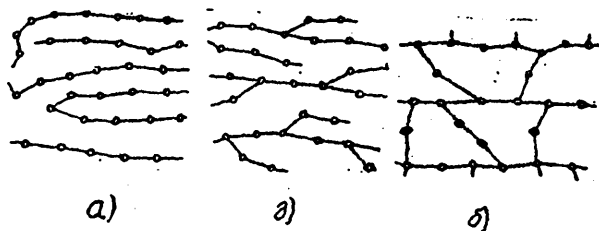
7.1. Пластмассалардан детальдар жасау

7.1.1. Пластмассалардың таптастырылуы мен технологиялық қасиеттері

Пластикалық массалар (пластмассалар) деп табиғи және синтетикалық жоғары молекулалы қосындылар негізінде жасалған пластикалық қасиеті жоғары материалдарды айтады. Жоғары молекулалы қосындылар өзара басты валентті байланыс күштерімен қарымқатынастағы көптеген төменгі молекулалы қосындылардан (мономерлерден) тұрады. Құрылымы бірыңғай топтардан тұратын жоғары молекулалардың (макромолекулалар) жиынтығын полимер деп атайды. Полимердің макромолекулалары тізбекті пішінді, тор және кеңістік тәрізді болып келеді.

Тізбекті макромолекулалар (7.1а-сурет) тізбек пішінді болып, атомдары өзара ковалентті байланыста жалғасқан. Жеке тізбектері полимердің қасиеттерін едәуір анықтайтын молекула аралық күштермен байланысқан. Тор тәрізді тізбек (7.1б-сурет) болуы молекула аралық күшті нашарлатып, полимердің жұмсау температурасын төмендетеді. Полимердің жеке тізбектерін химиялық байланыстырып, біріктіру немесе жинақтау арқылы кеңістік тәрізді (7.1б-сурет) құрылымы бар қосынды алынады. Полимердің біріктіруге кесе-көлденең байланыстарының жиілігі әсерін тигізеді. Егерде бұл байланыстар сирек болса, онда полимердің құрылымы тәрізді болады. Тізбекті құрылымды полимерлер молекулалары жақсы ериді, өйткені ерітуші молекулалары макромолекулалар арасына еніп молекула аралық күшті бәсеңдетеді. Тор құрылымды полимерлер ерімейді, тек қана бөртеді. Байланыстар жиі орналасса полимер ерімейтін және балқымайтын болып қалады. Макромолекулалардың орналасуы мен өзара байланысуына қарай полимерлер аморфты (молекулаларының ретсіз жайғасуы) немесе кристалды (молекулаларының ретімен жайғасуы) күйде болуы мүмкін. Полимер аморфты күйден кристалды күйге көшкенде олардың беріктігі мен жылуға шыдамдылығы артады. Полимер материалдарына жылулық көп әсерін тигізеді. Жоғарғы температурадағы жағдайларына қарай пластмассалар термопластар және термореактивті (реактопласт) болып бөлінеді.

Термопластар қыздырғанда жұмсарады және балқиды, суығанда қайтадан қатаяды. Термопластар бір физикалық



7.1 – сурет. Полимер молекулаларының құрылу нобайлары:
 а) сызықтық; б) тор тәрізді; в) кеңістік.

күйден басқа күйге бірнеше рет химиялық құрамын өзгертпей өте алады. Термопластар молекулаларының құрылымы тізбекті немесе тор тәрізді болып келеді.

Реактопластар қыздырғанда тұтқыраққыш күйде болып, жылу мен химиялық реакция нәтижесінде қатып өзгермей қалады. Қатты реактопластарды қайта қыздырып тұтқыраққыш күйге келтіруге болмайды. Осы факторлардың әсерінен полимерлеу процесінде оның тізбекті құрылымы кеңістік құрылымына айналады. Термореактивті шайырлардың кейбір түрлері (эпоксидті, полиэфирлі) 20°C температурада өздігінен қатайды. Қатайтқыш қосқанда олар қатты күйге көшіп жұмсармайтын болады.

Термопластар мен реактопластардың жылу әсер еткендегі жағдайы пластмассадан өңдеп деталь алу технологиялық процесіне шешуші әсерін тигізеді.

Пластмассалар құрамындағы компоненттер санына қарай қарапайым композициялы болып бөлінеді. Қарапайым (полиэтилен, полистирол және т.б.) бір компоненттен тұратын синтетикалық шайырлар, композициялық (фенопластар, аминопластар және т.б.) - әрқайсысының белгілі атқаратын қызметі бар бірнеше құраушыдан тұрады. Композициялық пластмассалардың басқа құраушыларын байланыстырушы шайыр болып есептеледі. Пластмассалардың физикалық-механикалық және технологиялық қасиеттері байланыстырушының қасиеттеріне байланысты. Пластмассаларды байланыстырып тұратын заттар мөлшері 30-70% -ке дейін жетеді.

Композициялық пластмассалардың құрамына байланыстырушыдан басқа мынадай құраушылар кіреді: механикалық беріктігін, жылуға шыдамдылығын арттыру, шөгуді кеміту мен композицияның құнын арзандату үшін әртүрлі толтырғыштар.

7.2. Пластмассаларды механикалық өңдеу.

Кейбір жағдайларда пластмасса детальдарын кесу арқылы өңдеу пайдалы. Дайындама ретінде қаңылтырлар, құбырлар, шыбық темірлер, қимасы әртүрлі профильдер қолданылады. Кейде қалыптарды құю, престоу арқылы жасағанда да қосымша механикалық өңдеу қажет болады. Дайындамаға әсер ететін тәсілге, қолданылатын жабдықтар мен аспаптарға байланысты бөлу штамптары және кесу арқылы өңдеу қолданылады. Қаңылтыр материалдарынан бөлу штамптарының негізгі операцияларына кесіп алу, тесу, тереңдету, кесу жатады. Бөлу штамптау операцияларын қыздырып та, салқын күйінде де жасайды. Штамптау кезінде кесу бетінде әртүрлі сызықшалар мен жарылулар болуы мүмкін. Ондай ақауды болдырмау үшін екісатылы пуансондар қолданылады. Диаметрі кіші пуансонмен тесік жасап, негізгі (калибрлеуші) үлкен диаметрлі пуансон арқылы қажетті пішінді тесік жасалады. Механикалық және гидравликалық престоу негізгі жабдықтар болып саналады.

Престоу, құю және басқа тәсілдермен пластмасса детальдарын жасағанда, қатаю нәтижесінде біршама шөгу болғандықтан, детальдің дәлділігі кеміп, қосымша механикалық өңдеу қажет болады. Механикалық өңдеуді құю жүйелерінен, қабыршақтардан тазарту үшін де қолданады. Бірақ механикалық өңдеу нәтижесінде детальдың сыртқы шайырлы қабаты таза болмайды. Ол өңделген детальдың химиялық беріктігін төмендетіп, ылғал тартқыштың қасиетін арттырады, сондықтан механикалық өңдеуді тек қажет болған жағдайда ғана қолданған жөн.

Пластмасса құрылысының өзгешеліктері мен физикалық-механикалық қасиеттері оның өңдеу технологиясына, кесу аспабы мен өңдеуге бейімделген қосымша аспаптың конструкциясына әсерін тигізеді. Металдарға қарағанда пластмассаның механикалық қасиеттері төмен болады. Осы өзгешелігін ескеріп, кесу жылдамдығын арттыруға болар еді, бірақ пластмасса жылуды нашар өткізетіндіктен кесу аумағында

жылу шоғырланады. Соның нәтижесінде кесу аспабы қатты қысып, термопластар жұмсарып, балқып, тіпті күйіп те кетеді. Термопласт детальдарын өңдегенде қызу мөлшері $60-120^{\circ}\text{C}$ -дан аспауы, ал реактопласт детальдарын өңдегенде $120-160^{\circ}\text{C}$ -дан аспауы керек. Пластмассаларды өңдегенде пайда болған жылулық негізінен кесу аспабы арқылы тарайды.

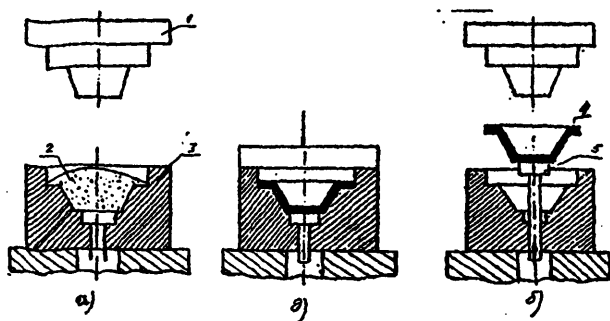
Өңделетін дайындама материалына байланысты кесу аспабының беріктігі әрқилы. Толықтырғышсыз термопластардан жасалған дайындамаларды өңдегенде аспап онша мүжілмей беріктігін сақтайды. Термореактивті материалдарды өңдегенде, әсіресе шынымен толықтырылғанда, кесу аспабының қызметі нашарлайды. Кесу аспабын көміртегілі және жылдамкескіш болаттардан жасайды. Өте қатты толықтырғышты материалдарды қатты қорытпадан, алмаздан, эльбордан жасалған аспаптармен өңдейді. Металл өңдегенге қарағанда термореактивті пластмассаларды өңдеуде кесу күші аз болғандықтан, жаңқаның бөлінуі нашарланып, кескіштің арнасы тереңірек жасалып жалтыратылады. Кесу аспабының алдыңғы және артқы бұрыштары үлкен болады. Пластмассаларды өңдеу үшін арнайы және әмбебапты, металл өңдеу жабдықтары қолданылады.

7.2.1. Тұтқыраққыш күйіндегі пластмассалардан деталь жасау тәсілдері

Пластмассалардан детальдар дайындағанда престоу, құю, сығып шығару тәсілдері пластмасса көбінесе тұтқырсұйық күйінде өңделеді.

Түзу (компресті) престоу пластмассалардан деталь жасаудың негізгі тәсілдерінің бірі болып саналады. Пресс-қалыптың 3 (7.2а- сурет) матрица арнасына алдын-ала таблеттенген немесе ұнтақ материалды 2 салады. Пресс күшімен пуансон 1 прессқалыпқа жанасқанда престелетін материал қысылады (7.2б-сурет). Сол күштің әсерімен және пресс қалыптың қызған жылуымен материал жұмсарып пресс қалыптың пішін қалыптастыратын арналарын толтырады. Белгілі уақыттан кейін, деталь қатайған соң, пресс қалыпты ашып, итеріп шығарушы 5 жәрдемімен дайын деталь 4 алынады. (7.2б-сурет).

Детальдың катаюы кезінде полимер материалы құрамынан кейбір коспалар ұшып құрғайды. Престоу процесінде газдан тазарту үшін қайта прстейді. Ол үшін белгілі уақыттан



7.2 – сурет. Тік престоу нобайлары.

соң гидропресс пуансонды 5-10 мм көтеріп, 2-3 с ұстап тұру қажет. Одан кейін пресс қалып қайтадан жабылады.

Тым ылғалды материалдардан ірі әрі қабырғалары қалың детальдарды жасағанда екі рет қайта престейді.

Престеу температурасы мен қажетті қысым мөлшері өңделетін материал түріне, пішініне және жасалатын детальдың мөлшеріне байланысты. Детальдың қалыңдығы мен катаю жылдамдығы престелген детальды ұстап тұру уақытын анықтайды. Термореактивті материалдардың көпшілігінің престеуден кейін ұстап тұру уақыты деталь қалыңдығының әрбір миллиметріне 0,5-2 мин уақыт шамасы бойынша есептеледі. Арнайы шкафтарда өңделетін материалды қыздыру арқылы престеудің технологиялық уақытын қысқартуға болады. Қысым престелетін материалдың аққыштығына, катаю жылдамдығына, престелетін детальдың қалыңдығына т.б. факторларға байланысты болады.

Пресс қалыптарды әдетте электр қыздырғыштар мен қыздырады. Престеу процесінде бірқалыпты температураны автоматты түрде жұмыс атқаратын приборлармен реттейді. Пресс қалыптың арнасына белгілі мөлшерде салынатын прессматериалдарды көлемді немесе массалы өлшеуіш жәрдемімен салады. Ал прессматериал таблет күйінде болса онда санап салуға да болады. Престеуді гидравликалық престерде жасайды. Үлкен сериялы өндірісте автоматты циклмен жұмыс істейтін престер қолданылады.

Түзу престеу арқылы күрделілігі орташа, мөлшерлері шамалы детальдар жасалады.

Құю арқылы термореактивті материалдарды пресс қалыпты арнасына емес арнайы камераға (7.3-сурет) салады. Престелетін материал прессқалып қызуынан тұтқыраққыш күйге жетіп, пуансонмен 1 қызу арқылы салынатын камерадан 2 сығылып құйылу тақтасындағы 3 арнайы тесік арқылы прессқалыптың матрицасы 5 арнасына құйылады. Қатайғаннан кейін прессқалыпты ажыратып, матрицадан 5 дайын детальды шығарады.

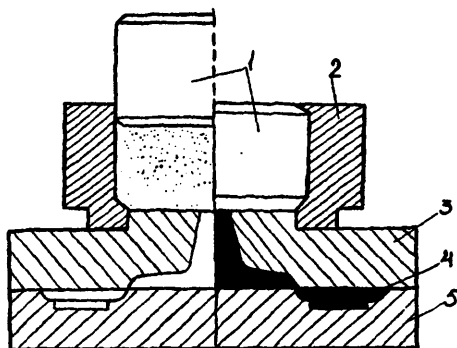
Құю арқылы престоумен терең, оған қоса бұрандалы тесіктері бар күрделі пішінді детальдарды жасауға болады. Құю тесігі арқылы аққанда прессматериал бірінғай қызып, престелген деталь құрылымы да бірінғай болуына әсерін тигізеді. Престеудің бұл тәсілінде, пайда болған газ құю тақтасы мен матрица арасындағы санлау арқылы шығып кететіндіктен қайта престоу қажет болмайды.

Құю арқылы престоудің кемшілігіне салынатын камера мен құю тақтасы аралығында прессматериал қалып қоятындықтан, материалдың артық шығын болуы жатады. Оған қоса бұл тәсілдегі прессқалып конструкциясының күрделілігі мен тік престоумен салыстырғанда прессқалып құнының жоғарылығы.

Престоу үшін бір және бірнеше ұялы прессқалыптар қолданылады. Көп ұялы прессқалыпты қарапайым пішінді және көлем мөлшері шамалы детальдар жасау үшін қолданылады. Прессқалыптың пішін қалыптастыратын детальдарын жоғары легірленген немесе аспап болаттарынан жоғары қаттылыққа дейін шынықтырып жасайды. Прессқалыптың пішін қалыптастыратын детальдарының тозуға төзімділігін және престелген детальдардың сапасын арттыру мақсатында оларды жылтыратып хромдайды.

Термореактивті материалдардың табақ және плиталы түрлерін пакеттерімен прстейді. Материал дайындамаларына шайыр сіндірген соң прстейң ыстық тақталары арасына қыстырып өңдейді. Құбыр, шыбық темір, фасонды пішінді термореактивті материалдарын прессқалыптарының калибрленген тесіктерінен өткізу арқылы жасайды.

Жоғарыда көрсетілген түрлерінен басқа тұтқыраққыш күйіндегі пластмассалардан қысыммен құю, ортадан тепкіш күш арқылы құю, сығып шығару және үздіксіз сығып шығару арқылы да әртүрлі пішінді детальдар жасауға болады. Өндіріс өнімділігі мөлшеріне қарай және оның сапасын арттыру



7.3 –сурет. Құю арқылы престеу нобайлары.

мақсатында жоғары өнімді және автоматтандырылған технологиялық жабдықтар қолданылады.

7.3. РЕЗЕҢКЕ МАТЕРИАЛДАРЫ

Табиғи каучук пен жасанды синтетикалық каучукты күкірт және түрлі қоспалармен бірге өңдегенде алынатын өнімді резеңке деп атайды. Оның созылғыштық қасиеті өте жоғары, тіпті үлкен деформация болғанда бастапқы қалпына келгіштігі 1000%-ке дейін жетеді. Оған қоса резеңке үйкелуге, созылу мен майысуға, майдың және басқа орта әсеріне шыдамды. Резеңке электрді, газды, суды өткізбейді. Осындай мол қасиеттері арқасында ол бағалы конструкциялық материал болып табылады.

7.3.1. Резеңке материалдарын алу үшін қажетті шикізаттар

Техникада резеңке детальдарын жасау үшін шикізат ретінде табиғи және синтетикалық каучуктар қажет. Табиғи каучукты өсімдіктерден алатын болғандықтан және оның қоры аз болуына байланысты одан резеңке бұйымдарын жасау кеңінен қолданылмайды. Мұнай және оның өнімдерінен, табиғи газдан, ағаштан т.б. синтетикалық каучук өндіріледі. Вулканизациялаушы зат ретінде әдетте күкіртті пайдаланады. Күкірттің мөлшері резеңкенің созылғыштық қасиетін анықтайды. Мысалы, жұмсақ резеңке құрамында 1-3% S болса,

қатты эбонит, құрамында күкірт мөлшері 30%-ке жетеді. Резеңке техникалық детальдардың физикалық-механикалық, эксплуатациялық қасиеттерін жақсарту және каучук шығынын кеміту мақсатында резеңке қоспасы құрамына әртүрлі компоненттер қосады. ТМД-де синтетикалық каучук алу тәсілін акад. С.В. Лебедев ашқан. Ал 1932 жылы, этил спиртіні өңдеу арқылы алынатын дивинилден синтетикалық каучук өндіретін дүние жүзіндегі алғаш зауыт іске қосылды.

7.3.2. Резеңкенің негізгі түрлері мен қолданылуы

Қолдануына қарай резеңке жалпы және арнайы болып бөлінеді.

Жалпы қолданылатын резеңке бұйымдары пластинка, табак және рулон тектес болып жасалады. Табак резеңкесінің машина мен агрегаттар жұмысында қозғалмайтын қосылыстарда металл жазықтарын үйкелмейтін етіп нығыздайтын бөлшектер жасайды. Жалпы қолданылатын резеңке қатарына ас (пищевая) резеңкесі де жатады.

Жалпы қолданылатын резеңкеден шиналар, белдіктер, транспортерлі таспалар, шланг т.б. жасайды. Суда, қышқыл мен сілті ерітінділерінде, ауада 50-130°C температура аралығында жұмыс істей алады.

Арнайы резеңкелер май мен бензинге, ыстыққа төзімді, электрөткізбейтін және электрөткізгіш, газдар мен сұйықтарға төзімді болып бөлінеді. Төзімділік қасиетін арттыру мақсатымен, резеңке детальдарын жасағанда оның өзегіне сым, тор қояды. Ондай резеңке амирленген деп аталып, арнайы резеңкеге жатады, олардан автомобиль шинасы, қайыс, транспортер таспалары жасалады. Кеуекті резеңкелерден амортизаторлар, покрывкалардың қорғаушы қабаттарын, ұшақ орындықтарын т.б. жасайды. Резеңкенің қатты түрі эбониттен (құрамында 27-35%S) стержендер, құбырлар, табактар жасалады. Электрөткізгіш резеңкеден экранды кабельдер (шахталық, жоғарғы вольтті және ұзақ байланысты) әртүрлі радио және электртехникалық детальдар жасалады.

Магнитті резеңкеден әртүрлі нығыздаушы бөлшектер жасалады (тоңазытқыштың, электронды есептеу машиналары есіктері). Жайпақ қайыстарды жасау үшін резеңке мен жіпті қоса тоқыған түрі кең қолданылады.

7.3.3. Резеңке материалдарын өндіру технологиясы

Резеңке материалдарын өндіру мынадай кезеңдерден тұрады: резеңке қоспаларын дайындау; қоспаларды жартылай фабрикалар мен бұйымдарға айналдыру; вулканизациялау. Кесектеліп кесілген каучук бөлшектері созылғыштығын арттыру мақсатында қоспалар қосып арнайы араластырады. Одан алынған біріңғай массалы қоспаны шикі резеңке деп атайды. Шикі резеңкеден червякты пресстерде сығу арқылы құбыр, стержень, әртүрлі пішінді бұйымдар, валыцтер мен каландр арқылы өндегенде біртегіс, кедір-бұдыр табақ резеңкелер алынады. Шикі резеңкені пресскалыптар арқылы пресстерде нығыздауға және қысым арқылы құюға болады.

Құрылысы көлденең прокаттау стандартына ұқсас қос білікті валыц деп аталатын жабдықта 20 минут уақыттай 40-50°C температурада шикі резеңкені өндегенде ол ұнтақ қоспалармен жақсы бірігетін созылғыш болады. Қоспаларға регенерат, вулканизациялаушы заттар мен вулканизациялауды жылдамдатқыштар, толықтырғыштар, бояулар т.б. жатады.

Регенерат - ескі резеңке бұйымдар мен резеңке өндірісі қалдықтарын қайта өндегенде алынатын созылғыш материал.

Вулканизациялаушы зат ретінде жоғарыда айтқандай күкірт қоспасы қолданылады.

Вулканизациялауды жылдамдатқыш ретінде корғасын мен магнийдің тотықтары (0,5-2,5%) қосылады.

Толықтырғыш - каучук шығымын кеміту мен резеңке бұйымдары қасиетін арттыру үшін қосылады. Олар ұнтақ (талык, бор, қара күйе т.б.) және арқауы (корд, мата т.б.) делінеді. Каучукке әсер етуіне қарай толықтырғыштар белсенді (қара күйе, цинк бояуы т.б.)-механикалық қасиетін арттыратын; белсенді емес (талык, бор т.б.)-резеңкенің көлемін арттырып, арзандататын; арнайы (каолин, асбест) резеңкеге химиялық шыдамдылық беретін болып бөлінеді.

Түсті резеңке алу үшін толықтырғыш құрамына ақ күйе және бояулар қосу қажет. Бояулар (минералды және органикалық қоспалар) резеңкені тозудан сақтайды. Пластификаторлар (битум, парафин, өсімдік майлары т.б.) резеңкенің созылғыштығын жақсартып, сұйыққа төзімділігін арттырады.

Резеңке бұйымдарын дайындаудың соңғы кезеңі вулканизациялау. Ыстық вулканизациялау арнайы қазандарда (автоклавта) қаныққан су буының 0,3-0,4 Мпа қысымымен, 140-

160°C температурада жүргізіледі. Суық және газбен вулканизациялау ұсақ детальдарды өңдеуде қолданылады. Суық және газбен вулканизациялауды бұйымдарды 0,5-3 минут уақыт ішінде бензин мен хлорлы күкірт ерітіндісіне салады. Газды вулканизациялауда бұйымдарды күкіртті газбен SO₂ және күкіртті сутегімен H₂S кезек-кезек өңдейді.

Осымен металл емес материалдар жөнінде берілген мәліметтердің негізгісі аяқталады.

Металл ұнтақтарынан жасалатын қатты қорытпалар жеке бөлім немесе металлургия өндірісі бөліміне кірмегендіктен авторлар ұжымы бұған қатысты аздаған материалдарды да осы бөлімге ендіргенді жөн көрді.

7.4.ҰНТАҚТЫ ҚОРЫТПАЛАР

Металл ұнтақтарын және олардан бұйым өндіруді ұнтақты металлургия дейді (металды керамика). Ұнтақты металлургия негізінде металл ұнтақтарын дайындау, дайындаманы пресстеу және механикалық беріктік беру үшін қыздырып беріктендіреді. Ұнтақ алудың негізгі әдістерін механикалық, тотықтан металды бастапқы қалпына келтіру, электропластикалық, сұйық металды ыдыратулар жатады. Осының ішіндегі ең көп қолданылатын алдыңғы екі әдіс. Ұнтақ қорытпаларын алу процесі ұнтақ алу, шихта құрау, пресстеу және біріктіруден тұрады.

7.4.1.Металл ұнтақтарын алу әдістері

Механикалық әдіс негізінде морт металдар мен қорытпаларынан шарлы, тербелмелі және балғалы диірмендерінде, майдалағыштарда, ұнтақтауда жатыр. Пластикалық материалдарды ұнтақтау алдында оларды сутегімен қандыру немесе шамалы күкірт қосымен морт жағдайға келтіреді. Алынған металл ұнтағы жұмсартылады.

Металл ұнтақтарын тотықтан бастапқы қалпына келтіру әдісі ең өнімді, тиімді және көп тараған. Бұл әдіспен вольфрам, молибден, кобальт, никель және темір ұнтақтары алынады.

Электрметикалық әдіспен мыс, титан, ванадий және басқа металл ұнтақтарын алуға болады.

Суық металды сығымдалған ауа ағынымен ыдырату арқылы алюминий, қалайы және қорғасыннан ұнтақ алынады.

7.4.2. Металкерамикалық бөлшектерді алу

Металл ұнтақтары пресстеуден бұрын сұрыпталып, араластырып алдын ала өңделіп престеледі.

Пресстеудің суықта, мундштукта, гидростатикалық пресстеу түрлері болады.

Пресстеу пресскалыптарда гидравликалық және механикалық пресстерде жүргізіледі. Ол келесі кезеңдерден тұрады: пресскалыпты жинау, пресскалыпқа ұнтақ салу, пресстеу және бұйымды пресскалыптан шығару. Пресстеу қысымы суықта пресстеуде ұнтақ қаттылығына және бұйым пішіне байланысты 100...1000 МПа арасында болады, гидростатикалық пресстеуде сұйық қысымы 3000 МПа дейін жетеді.

Біріктіру процесі пресстеуден кейін кедергі пештерінде жиілігі жоғары тоқпен вакуумда немесе қорғағыш атмосферада (сутегі, сутегінің азотпен тотығы, су буында, генератор газ ортасында) жүргізіледі. Біріктіру температурасы металл балку температурасының 0,5...0,9 Тб аралығында болады. Мысалы мысқа 800...850°C темірге-1050...1150°C, біріктіру уақыты шамамен 2...3 с аралығында өтеді.

Қорғағыш атмосфера ретінде вольфрам, молибден, қатты қорытпалар магний ұнтағын біріктіруге сутегін алады, темір, мыс және фракционды ұнтаққа ішінде жанған газ атмосферасын қолданады.

Ыстыққа пресстеу. Пресстеу мен біріктіру бір мезгілде жүргізіледі; мұндағы пресстеу қысымы жәй пресстеу қысымының 5... 10% тең болады. Ұнтақты қыздыру электр тоғымен жүргізіледі. Бұл әдіспен күрделі пішінді бұйымдар алуға болады. Алынған бұйымдар ең соңында қайта пресстеліп, калибренеді және кесіп-жону арқылы өңделеді.

7.4.3. Металкерамикалық материалдардың қолданылуы

Әртүрлі машина бөлшектерін жасауға темір, көміртекті, легіріленген және тотықпайтын болаттар, мыс, жез, қола, алюминий, никель мен басқа жасалған ұнтақ материалдары қолданылады.

Темір ұнтақтары табақтарды, бөлшектерді, пропилдерді жасауға қолданылады.

Темірлі-мысты біріктірілген (жентектелген) қорытпаларының беріктігі жоғары болады. Әдетте бұл мыс (221% дейін)

пен темір ұнтақтары қосындысы. Оларды мотоциклдер, автомобильдер бөлшектерін және т.б. жасауға қолданады.

Мыс негізінде ұнтақ қорытпаларынан алынған бұйымдар әртүрлі құрамды жез немесе қола ұнтақтарын пресстеу арқылы алынады. Олардан сырғанау подшипниктерін жасайды.

Құрамында 6...22% алюминий тотығы бар жентектелген (біріктірілген) алюминий ұнтағынан (САП) жасалған бұйымдар кең түрде қолданылады. САП тотықпайтын және жылу бекемдікті болаттар орнына қолданылады. Арнайы бұйымдарды жасауға антифрикционды,фрикционды, кеуекті және басқа ұнтақ материалдар қолданылады.

Металл ұнтағынан жасалған антифрикционды материалдар техникада кең түрде қолданылуда. Олар кәуекті және кәуексіз болуы мүмкін. Кәуекті материалдардан жасалған сырғанау подшипниктерінің үйкеліс коэффициенті төмен, өзінше майлануы жақсы, бекемділігі жеткілікті, шусыз жұмыс істейді. Кәуекті материалдардың өзінше майлануы оларға жағармай жақсы сіңуі нәтижесінде болады.

Кәуекті антифрикцион материалдары металл негізі ретінде темір, мыс қорытпалары және алюминий негізінде жасалған қорытпалар қолданылады, мысалы кәуектілігі 10...30% темір; кәуектілігі 20...30% темір-графитті құрамында 3% дейін графиті бар; кәуектілігі 20...30% темір-мыс-графит құрамында 3...15% мыс пен 2...3% графиті бар.

Мыс негізінде кәуектілігі 20...30% құрамында 97...98% қола мен 2...3% графиті бар, қола-графиті композицияларын жасайды.

Алюминийді-темір-графиті композициялар құрамында 5...7% темір мен 3...7% графит, ал алюминий-мысты-графиттілер-10% мыс пен 3% графиттен тұрады.

Графит подшипниктердің антифрикциондық қасиетін арттырады. Графит орнына басқа көп қабатты заттар қолдануға болады, мысалы молибден дисилициді. Кәуектерге күкірт сіндіру немесе сульфидтеу, сосын оны 650...700°С де күйдіру жақсы нәтиже береді. Кәуексіз антифрикционды материалдарды биметалл немесе үшметалды ішпектер түрінде алады. Үшметалды ішпектерді жасағанда болат таспа бетінде никель мен мыс ұнтағы қосындысынан тұратын кәуекті аралық қабат болатындай етіп жасайды да, сосын оның бойына бабитті сіңіреді.

Антифрикционды металлкерамикалық материалдардан автомобильдер, тракторлар, экскаваторлар және т.б. подшипник төлкелерін жасайды.

Фрикционды материалдар деп, үйкеліс коэффициенті үлкен, жоғары температурада беріктігін жоғалтпай, жылу өткізгіштігі мен тот баспайтындығы жоғары материалдарды айтады. Бұл материалдар ұнтақты металлургия әдістерімен алынады. Фрикционды материалдардың металл негізіне темір мен мысты қолданады. Оның үйкеліс коэффициентін арттыру үшін оған кремнезем шихтасына баяу бал-қитын металдар карбидін қосады. Тозуын азайту үшін қорытпа құрамына қорғасын мен графит қосылады. Қазіргі уақытта өндірісте кен түрде мыс негізіндегі фрикционды материалдар қолданылады. Мысалы 60% **Cu**, 10% **Pb**, 8% **Sn**, 1% **Ni**, 5% **Zn**, 0,2% **Si**, 3% **графит**, 0,6% дейін кремнезем, 10% дейін **асбест** бар қорытпа.

Темір негізіндегі фрикционды материалдар да кең қолданылады, мысалы 64% **Fe**, 15% **Cu**, 9% **графит** 3% кремнезем, 3% **асбест**, 6% **қорғасынды барий** бар.

Фрикционды материалдар автомобильдер мен тракторлар тежегіштерін және басқа да сондай қызмет атқаратын бөлшектерді жасауға қолданылады.

7.4.4.Металлкерамикалық қатты қорытпалар

Мұндай қорытпалар әртүрлі кескіш аспаптар жасауға қолданылады.

Құрамындағы қатты фазаға байланысты қорытпалар үш топқа бөлінеді: **WC-Co** (**BK** типтес) қорытпалары; **WC-TiC-Co** (**TK** типтес) қорытпалары; **WC-TiC-TaC-Co** (**ТТК** типтес) қорытпалары. **BK2, BK3, BK6, BK8** азкобальтты қорытпалары шойынды, түсті металдарды кесуге арналған бұрғылау және созу аспаптарын жасауға қолданады. Штампы аспаптарға **BK11, BK15, BK30** қорытпаларын қолданады (саны құрамындағы кобальтті процентпен көрсетеді, ал қалғаны вольфрам карбиді).

Болаттарды өндеуге **T5 K10** (құрамында 10% **Co**, 5% **TiC**, қалғаны **WC**) **T15K6, T30K4** маркалы екінші топтағы қорытпалары болат өндеу үшін қолданылады. Титан мен тантал карбидтерін қосу **TT7K12** қорытпалар кесу қасиеттеріне оңды әсер етеді. Олар соққы әсерде жұмыс істейтін болат дайындамаларды шала кесу үшін қолданылады.

Минералды керамикалық қатты қорытпалары алюминий тотығынан дайындалады. Олар (1000...1200°C) төзеді және үлкен жылдамдықпен кесетін механикалық өндеуде қолданылады.

МАЗМҰНЫ:

Алғы сөз.....	3
1-бөлім. Материалтану.....	5
1.1. Металдар мен қорытпалардың құрылысы туралы жалпы мағлұматтар.....	5
1.2. Металдардың кристалдануы.....	8
1.3 Қорытпалардың құрылысы туралы жалпы мағлұматтар.....	9
1.4. Металдардың қасиеті	10
1.5. Қорытпалардың күй диаграммасы.....	12
1.6. Көміртекті темір қорытпаларының күй диаграммасы	15
2-бөлім. Металлургия	19
2.1. Металлургия өндірісінің мәні.....	19
2.2. Шойын өндірісі	24
2.3. Болат өндірісі	29
2.4. Түсті металдарды өндіру	44
3 бөлім. Қорытпалар теориясы	50
3.1. Қорытпалар туралы түсініктер	50
3.2. Фазалар ережесі (Гибс ережесі)	52
3.3. Кесінділер ережесі	53
3.4. Қос қорытпалар күй диаграммасы	54
3.5. Күй диаграммасының басқа түрлері.....	57
3.6. Перитектикалық диаграмма	58
3.7. Көміртекті темір қорытпалары	61
3.8. Көміртекті болаттарының топтастырылуы.....	65
3.9. Шойындар.....	67
4-бөлім. Өндірістік металдар.....	72
4.1. Көміртекті болаттар	72
4.2. Конструкциялық легіріленген болаттар.....	77
4.3 Ерекше қасиетті арнайы қолданылатын болаттар мен қорытпалар	79
4.4. Тот баспайтын болаттар.....	83
4.5. Тотығуға қарсы қаптаулар	84
4.6. Электротехникалық металдар мен қорытпалар.....	86
4.7. Түсті металдар қорытпалары.....	88
4.8. Термиялық өңдеу.....	93

5-бөлім. Металды қысым арқылы өңдеу.....	110
5.1. Металды қысым арқылы өңдеудің физикалық- механикалық негіздері.....	110
5.2. Металды қысым арқылы өңдеудің негізгі түрлері.....	112
5.3. Қыздыру құрылғыларының негізгі түрлері.....	113
5.4. Прокат өндірісі.....	116
5.5. Престеу.....	121
5.6. Созу.....	123
5.7. Еркін соғу	124
5.8. Ыстық көлемдік штамптау.....	128
5.9. Поковкаларды жобалау.....	131
6-бөлім. Күю өндірісі	138
6.1. Жалпы мағлұматтар.....	138
6.2. Кұйма жасау тәсілдері.....	138
6.3. Металдарды балкыту тәсілдері және қалыпқа құю.....	147
7-бөлім. Металл емес материалдар.....	157
7.1. Пластмассадан детальдар жасау.....	158
7.2. Пластмассаларды механикалық өңдеу.....	160
7.3 Резенке материалдары.....	164
7.4. Ұнтақты қорытпалар.....	167

**Самсаев М.Б., Деграф Г.А.,
Сыздықов О., Сыздықова Б.О. -
Материалтану және конструкциялық
материалдар технологиясы.**

Редактор – М. Талдыбаев

**Басуға 29.05.2001 қол қойылды. Қалпы 60x84 1/16.
Көлемі 10,75 б.т. Тапсырысы 39. Таралымы 250.
Алматы қ., Абай даңғылы, 8. “Агроуниверситет” баспасы**