**1 Дәріс тақырыбы Кіріспе. Катты де ненің құрылысы**

*Материалтану - материалдардың қүрылымдарын олардың қүрамымен, физикалық*, *химиялық, технологиялық және ксплуатациялық қасиеттерін*, *электрондық қүрылымдарының өзара байланысын зерттейтін гылым.*

Материалтану дербес ғылыми пән ретінде XIX ғасырдың алғашқы жартысынан кейін дами бастады. Ғылымның бүл саласының дамуы металдар қүрылысын микроскоппен алғаш рет (1831) зерттеген үлы орыс ғалымы П.П. Аносовтың атымен байланысты. Ол қоспаланған болаттарды алудың алғашқысы деп есептелінеді. Жүздерді даярлауға арналған қүрыш болаттың теориясы мен технологиясын шығарды. Болат беттеріне қүрышты болаттық өрнектердің пайда болуы оның ішкі қүрылымына байланысты болатындығы оның жүмыстарының нәтижесінде анықталды.

Металдарды микроскоппен зерттеу әдісін 1863 жылы, яғнн 30 жылдай уақыт өткен соң ағылшын оқымыстысы Сорби қолданды. Металтанудың ғылыми негіздерін жасаушы ғалым Д. К. Чернов болып есептелінеді, себебі ол болаттарда көміртек санымен болаттардың фазалық айналулардың сын температурасы мен олардың байланысын орнатты. Металтануда өте маңызды болып табылатын темір мен көміртегінің қоспалары негізіндегі қорытпалардың күй-жағдайларының диаграммасын алу. Д.К. Чернов болаттағы аллотропиялық айналуларды ашу арқылы болаттың термиялық өңделуінің негізін салды. Өндірістік жағдайда болаттың сын нүктесі арқылы суару мен жүмсартудың және пластикалық түр өзгертулерінің үтымды температурасын тандауға мүмкіншілігін берді. Д.К. Чернов өзінің болаттың кристалдануымен және кесегінің қүрылымы жүмысында қүю теориясының негізгі жайларын баяндады, бүл жүмыс өзінің ғылыми және практикалық маңыздылығын осы кезге дейін жоғалтпаған. Д.К. Чернов металдар мен қорытпалардың қасиеттерін зерттеп, дағдарыс нүктесін ашты.

Металтану ғылымы металдардың, қорытпалардың күрылысы мен қасиеттерін зерттеп, олардың арасындағы заңдылықтарды анықтайды. Металтану ғылымы, химия, математика және физика пәндерімен тығыз байланысты. Бүл ғылымның негізгі міндеті – техникада қолданылатын металдар мен корытпалардың қасиеттерін зерттеу және жасанды жолмен өзгерту, шаруашылық нысандарының әртүрлі тарауларында қолданылатын жоғары сапалы, жаңа қасиетті жасанды материалдар алу.

Металтанудың негізгі даму бағыттары таза және ең таза металдарды өңдеудің өндірістік тәсілдерін жетілдіріп, қолданыстағы техникалық таза металдардан айрықша қасиетті болатын және күшті жүмыс істеу мүмкіншілігі бар. Материалтанудың басты мақсаты алдын ала берілген есептегі параметрлерге және жүмыс шарттарына сәйкес келетін қасиеттердегі материалдарды жасау. Экстремалды жағдайларда (төменгі және жоғары қызулар мен қысым жағдайында) металдардың зерттелуіне аса назар аударылуда.

**Металдар, олардың атомдық-кристалдық қүрылымының**

**ерекшеліктері**

Ерте заманнан адам баласының өмір тіршілігіне қажетті материалдардың қатарына кең және көп қолданылатын металдардың орны әрқашан ерекше болған. Бүған гректердің адамзат тарихын замандардың аттарына (алтын, күміс, қола, темір ғасырларын) сәйкес бөлуі және археологиялық қазбаларда табылған металл бүйымдары (соғылған мыс әшекейлері, ауыл шаруашылық қүрал-сайманы), сонымен бірге, қазіргі заман техникаларында металдардың және қорытпалардың жаппай қолданылуы дәлел бола алады. Мүның себебі металдардың басқа материалдарға қарағанда көп жағдайда өзгермейтін пайдалы ерекше қасиеттеріне байланысты. *Металдар - конструкциялық материалдардың сыныптары ретінде ерекше сипаттаушы қасиеттердің атауына ие:*

• «Металл жарқылы» (жақсы шағылыстырғыштық қабілеті);

• Пластикалық иілімділігі;

• Жоғары жылу өткізгіштігі;

• Жоғары электр өткізгіштігі.

Осы қасиеттері металдар қүрылымдарының ерекшеліктерін ескертеді. Металдың күйінің теориясына сәйкес, металл дүрыс зарядталған түйіндерден (ядролардан) қүрылып, оның орбиталары арқылы электрондарға айналатын зат. Соңғы деңгейдегі электрондардың саны аз және олар түйінмен әлсіз байланыста. Бүл электрондар металл көлемінің барлық жерінде орналасу мүмкіншілігіне ие, демек атомдардың бүтін жиынтығына жатады. Сайып келгенде, «электрондық газдың» болуымен пластикалық, жылу өткізгіштік және электр өткізгіштік жағдайлары қамтамасыз етіледі.

Барлық металдар, әдеттегі шарттарда қата бастаганда, кристалдық зат ретінде сипатталып, яғни олардағы атомдар орналасуы айқын ретпен - мерзімділікпен, әртүрлі бағыттармен, сол сияқты әртүрлі жазықтықтармен сипатталады. Бүл дегеніміз кристалдық тор ретіндегі үғымды береді. Басқаша айтқанда, кристалдық тор - кеңістік қүрайтын тор, әр түйіндерде қатты зат қүраушы кішкентай бөлшектер орналасқан.

*Элементарлық ұя - атомдардың аз сандары бар, қайта-қайта тасымалдаумен кеңістікте барлық кристалды салуға болатын көлемнің бөлігі.*

Элементарлық үя кристалл қүрылымдарының ерекшеліктері туралы сипаттама береді. Кристалдың негізгі параметрлері төменгідей:

- элементарлық үяның қабырғаларының өлшемдері. *а, Ь, с –* тор кезеңдері - жақын орналасқан атомдардың орталарының ара қашықтықтары. Бір бағытта қатал айқын іркіледі.

- үйлестік сан (К), тордағы атомдардың жақын арасының бірдей арақашықтығында орналасқан атомдардың санын көрсетеді.

- тордың бір элементарлық үясына келетін атомдардың саны торнегізі (базисі) деп аталады.

- кристалдық тордағы атомдардың орам тығыздығы - атомдармен толған көлем, шартты түрде қатты шарлар сияқты қаралатын. Оны атомдармен толған көлемнің, үя көлеміне қатынасы арқылы анықтайды. (көлемді - ортаға келтірілген кубтық торлар үшін -0,68, қырлы - ортаға келтірілген кубтық торлар үшін -0,74).

* 

1 –көлеміне центрленген куб торы, (ОЦК); 2 – қабырғаға центрленген куб торы, (ГЦК); 3 – гексагоналды тығыздалған тор, (ГПУ).

1 – сурет. Элементарлық ұяшықтар

Дене қасиеттері қайта қүрылған атомдардың табиғатына және сол атомдардың өзара әсер ету күшіне байланысты болады. Атомдардың аралық тартылыс күштері олардың ара қашықтықтарына тәуелді анықталады. Аморфты денелерде атомдар тәртіпсіз орналасқандықтан, кеңістігінде атомдардың ара қашықтығы әртүрлі бағыттарда бірдей, демек қасиеттері де бірдей болады, яғни аморфтыденелер изотропты болады.

Кристалдық денелерде кеңістікте атомдар дүрыс орналасады,атомдардың ара қашықтықғы әртүрлі бағыттарда бірдей емес және олардың тартылыс күштері бірдей емес, сондықтан қасиеттері бірдей болмайды. Қасиеттердің бағыттарға тәуелділігі анизотропия деп аталады.

Анизотропия қүбылысын түсіну үшін кристалдағы кристаллографиялық жазықтықтары мене кристаллографиялық бағыттарын бөлу қажет. Кристалдық тор түйіндері арқылы өтетін жазықтық, кристаллографиялық жазықтық деп аталады. Кристалдық тор түйіндері арқылы өтетін түзу кристалло-графиялық бағыт деп аталады.

Сыртқы әсерлерге байланысты (қысым, температура) кейбір металдардың әртүрлі кристалдық түрде болу қабілеттілігі аллотропиялығы немесе полиморфтығы деп аталады. Тордың әрбір түрі өзімен аллотропиялық түр өзгеру немесе модификациялану болып есептелінеді. Температураға тәуелділіктен аллотропиялық түр өзгеру үлгісіне темір жатады *(Ғе).*

Түрақты температурада бір модификациядан басқа түріне айналуы үдерісі күшті әсерлі жылулықпен жалғасады. Түр өзгертілген бөлшектерде, металдың негізгі белгілерінің көрсеткіші түрінде грек әліпбиінің әріптерімен белгіленеді.

Қысымның өзгеру салдарынан аллотропиялық түр өзгерудің үлгісі көміртегі болып табылады: төменгі қысымның әсерінен графит қүрылады, ал жоғарғы қысымнан - алмас. Полиморфтық қүбылысты қолданып, термиялық өвдеудің көмегіарқылы қорытпаларды беріктендіруге және жүмсартуға болады.

Кейбір металдар магниттік өріс әрекетінің салдарынан магниттеледі. Магниттік өріс алғаннан кейін де олар қалдық магниттікке ие болады. Бүл қүбылыс темірде алғашқы рет табылған және ферромагниттік деп аталды. Ферромагниктерге темір, кобальт, никель және басқа металдар жатады. Қыздыру салдарынан металдардың ферромагниттік қасиеттері бірте-бірте азаяды: басында әлсіз, содан соң өте көп және белгілі темрературада (Кюри нүктесі) жоғалады (темір үшін Кюри нүктесі - 768°С). Бүл температурадан жоғары болғанда металдар парамагнетиктер болады. Магниттікке айналулар кристалдық тордың немесе микроқүрылымның өзгеруіне емес, олар электрондар арасындағы өзара әсерлерінің қасиеттерінің өзгерулеріне байланысты.

**2 Дәріс. Металдар мен қорытпалардың кристалдануы.**

Кез келген зат үш агрегаттық күйде бола алады: қатты, сүйық, газ тәрізді. Егер жаңа шартты күйінің түрақты энергия қоры азырақ болса, бір күйден басқа түріне ауысуы мүмкін, Сыртқы шарттардың әртүрлі өзгеруінен, сүйық пен кристалдық күйдің бос энергиясы күрделі түрлі заңмен өзгереді.

Кристалдану үдерісі басталу үшін қажетті үдеріс жүйеге термодинамикалық пайдалы болып, жүйедегі бос энергияның азаюымен сүйемелденеді.

Сүйықтықтың кристалдануы тепе-теңдік температураларынан төмен суытуы тоңазытылуы деп аталып, тоңазыту дәрежесімен сипатталады *(AT):*

*ΔT = Ттеор – Ткр.*

Тоңазыту дәрежесі металдың табиғатына, оның ластану дәрежесіне, (метал тазарақ болса, тоңазыту дәрежесі көбірек), салқындату жылдамдығына (суыту жылдамдығы жоғарырақ болса, тоңазыту дәрежесі көбірек) тәуелді болады.

Барлық кристалдық денелерді қыздырғанда қатты күйден сүйыққа ауысудың айқын шекарасы байқалады. Осындай шекара сүйық күйден қаттыға ауысу кезінде де болады. *Кристалдану — бул суйық фазада кристалдық тор бөліктерінің пайда болу процесі және құрылган орталықтардан кристалдардың өсуі.*

Жүйенің бос энергиясының аз мәнінде термодинамикалық түрақты күйде болғанда кристалдану басталады. Уақыт - температура координаталар жүйесінде металдың сүйық күйден кристалдық жағдайға өту үдерісін қисықпен бейнелеуге болады.



*Ттеор -* кристаллданудың теориялық температурасы;

*Ткр-* кристаллданудың нақты температурасы.

2 *-* сурет. Таза металды суыту қисығы

Температураның баяу төмендеуімен металдың сүйық күй-жағдайында 1 нүктеге дейін суыту процесі жүреді. 1-2 аралығында жылу шығарумен жалғасқан кристалдану үдерісі жүреді, ол жасырын жылулы кристалдану деп аталады. Ол кеңістікке жылуын тарату арқылы орны толып, сондықтан температура түрақты болып қалады. 2 нүктеде кристалдану тоқтап, температура қайтадан төмендеп, металл қатты күй-жағдайда суытылады.

**Металдардың кристалдану механизмі мен заңдылықтары**

Сүйық металда температура лайықты төмендеуінің салдарынан кіші кристалдар - кристалдану орталықтары немесе дәндер қүрыла бастайды. Алдымен олардың өсуіне қажетті металдың бос энергиясы азаюы қажет, болмаған жағдайда дәндер еріп кетеді. Дәндердің еркін өсуіне қажетті ең аз өлшем сын өлшемі деп аталады, ал дән - түрақты.



3 - сурет. Қатты фазадагы дәндер өлшемдерінің

жуйе энергиясына тәуелділігі

Сүйық күй-жағдайдан кристалдық жағдайға өту сүйық пен кристалды бөлу беттерін қүруға арналған энергия шығындарын талап етеді. Кристалдану процесі жүзеге асады, егер де бөлу беттерін қүруға арналған энергиядан қатты күй-жағдайға өтуде көбірек жоғалтатын болса, қатты фазадағы дәндердің өлшеміне байланысты энергияның тәуелділігі 3 - суретте келтірілген.

Кристалдану орталықтары бастапқы фазада бір-бірінен байланыссыз кездейсоқ орындарда қүрылады. Басында кристалдар дүрыс түрлі болып, бірақ басқа кристалдармен қағысу және бітіп кетуіне байланысты түрі бүзылады. Оның өсуі қоректенуші ортаға еркін мүмкіншілігі бар бағыттарда жалғасады. Кристалдану біткеннен кейін поликристалды дене алынады.

**Үсақ түйірлі қүрылым алу шарттары**

Үсақ түйірлі қүрылым алудың тиімді шарттары төмендегідей болады: кристалдану орталықтарының саны барынша көп және кристалдардың өсуінің жылдамдығы аз болуы тиіс.

Кристалдану кезінде түйірлердің өлшемі, дайын кристалдану орталықтарының міндетін атқаратын ерімейтін қоспалардың кішкентай бөлшектерінің санына тәуелді болады - тотықтар, нитридтер, сульфидтер. Кішкентай бөлшектер көбірек болса, кристалданған металдардың түйірлері солғүрлым үсағырақ болады. Калыптардың қабырғаларының тегіс болмауы, кедір-бүдырлар металдың кристалдану жылдамдығын үлкейтеді. Сүйық металдарға бөгде заттарды (модификаторларды) қосып, үсақ түйірлі қүрылымды алуға болады. Оны модификациялау деп атайды. Әсер ететін механизмімен бөлінеді:

1. Сүйық металда ерімейтін заттар - қосымша кристалдану орталықтары ретінде алынады.

2.Металда еритін, өсіп түрған кристалдардың беттерін қоршап, олардың өсуіне кедергі болатын белсенді заттар.

**Құйма металдың қүрылымы**

Барынша көп тоңазыту шарттарында кристалдану қабықты аймақта жүреді. Кристалдану жылдамдығы кристалдану орталықтарының көп болуымен анықталады. Үсақ түйірлі қүрылым құрылады. Қабықты аумақ астында сүйық металл аз тоңазыту шарттарында орналасады. Орталықтардың саны шектеліп, кристалдану процесі олардың үлкен өлшемге дейін қарқынды өсуі арқылы іске асады Екінші аймақта кристалдардың өсуі бағытталған сипатта болады. Олар қалыптың қабырғаларына перпендикуляр өсіп ағаш тәрізді кристалдарды қүрайды. Олар дендриттер деп аталады. Дендриттер жылу шығу бағытына жақын бағытта өседі.

Құйма үш аймақтан түрады:

1. Үсақ кристалды қабықты аймақ;

2. Бағана тәрізді кристалдар аймағы;

3. Ірі тең ості кристалдардың ішкі аймағы.



4 - сурет. Құйма болат нобайы



5 - сурет. Д.К. Черновтың дендрит нобайы

Кристалданбаған металдардан жылу шығуы құманың ортасында әртүрлі бағыттарда теңеседі, орталық аймақта кездейсоқ бағытталған ірі дендриттер қүрылады. Кристалдану барысында бағана тәрізді кристалдар аймағы тоғысады, бүл қүбылыс транскристалдану деп аталады.

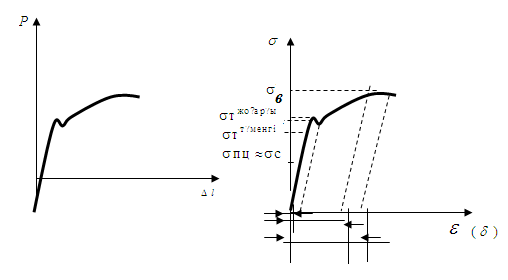
**3 Дәріс. Металдардың механикалық қасиеттері**

Механикалық қасиеттер – бұл, пайдалану шарты мен оның анықталған жағдайында түсетiн күштердiң әсерi арқылы материалдың күйiн анықтайтын қасиетi. Сынайтын материалда пайда болатын кернеулi күйдiң сипатына және күш түсiру шарттарына байланысты механикалық сынаулардың бiрнеше түрлерi болады:

* *статикалық сынау* (үлгiге күш баяу қойылады да бiркелкi өседi): созып сынау, сығып сынау, бұрап сынау, қаттылыққа сынау;
* *динамикалық сынау* (күш соққымен және үлкен жылдамдықпен әсер етедi): соққы созылу, соққы ию;
* *циклдік сынау* (айнымалы күш түсiргенде): жию, ию немесе бұрау.

*Статикалық сынаудағы механикалық қасиеттерi.* Осы сынау нәтижесiнде

алынған күш-ұзару (*Р*-Δ*l*) координаттары кернеу-деформация (σ-ε) диаграммасымен ауыстырылады.



*Сурет 6 -Машинадан алынған Сурет 7– Созу созу диаграммасы: P-Δl координаттарда диаграммасы: σ -ε координаттарда салынған салынған*

*Қаттылыққа* сынау арқылы *НВ, HRC, HRB, HRA, HV* шамаларын анықтайды.

Металдармен қорытпалардың қосылыстарының Бриннелль, Роквелл және Виккерс әдістері бойынша қаттылығын анықтау

Металл қаттылығын анықтауда бірнеше тәсіл қолданылады. Өндірісте және ғылыми-зерттеу мекемелерде жиі қолданылатын ол Бринелль, Роквелл, Виккерс тәсілдері мен микроқаттылықты анықтау.

*Бринелль* тәсілі. Металға сыртқы дененің енуіне оның көрсететін қарсы әсер күшін *қаттылық* деп атайды. Бринелль әдісінде металдың қаттылығын оған шынықтырылған болат шарикті белгілі күшпен батыру арқылы анықтайды. Бринелль машинасы диаметрі 2,5; 5; 10 мм үш түрлі шарикпен жабдықталады.

Металдың қаттылығы мен қалыңдығына байланысты сәйкес шарикпен машинаға қойылған үлгіге күш түсіріліп, үлгі сол күштің әсерінде шамалы уақыт ұсталғаннан кейін алынады. Нәтижеде сыналған үлгінің бетінде шариктың таңбасы (ойық) қалады. Неғұрлым металл жұмсақ болса, солғұрлым үлгіге шарик тереңірек батырылады. Қаттылық үлгіге түсірілген күштің үлгіде қалдырылған таңбасының бет ауданына қатынасымен анықталады. Бринелль әдісі бойынша анықталған қаттылық НВ әріптерімен белгіленіп, келесі формула бойынша есептеліп шығарылады:

НВ =  н/м2,

Мұнда Р – үлгіге түсірілген күш;

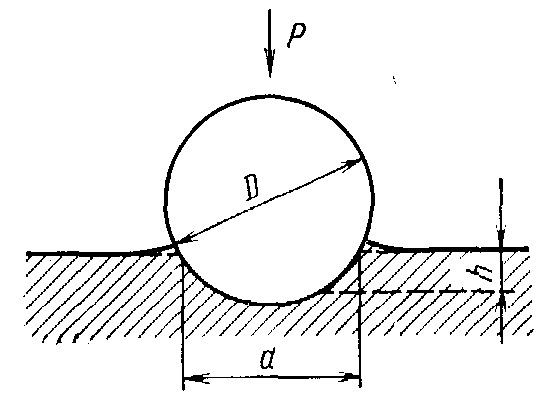
S – шариктің үлгідегі таңбасының ауданы.

Шариктің үлгідегі таңбасы шар сегменті болғандықтан, оның ауданы S = 2πRH болады,

Мұнда R – шариктің радиусы,

h – ойықтың тереңдігі,

π – пи саны.

****

Сурет 8 – Бринелль әдісі бойынша қаттылықты анықтау

Ойықтың тереңдігін (h) сегменттің диаметрімен (d) өрнектесек шар сегментінің ауданы мына формуламен анықталады:

S = .

Осы формуланы бастапқы формулаға қойсақ, Бриннелль бойынша қаттылықты анықтаудың техникада қолданылатын формула келіп шығады:

НВ =  (н/м2).

Шарик металға түсірілген күштің шамасы да байланысты. Мысалы, қара металдар үшін күшпен шариктың диаметарінің арасындағы Р = 30D2, қола, мыс, жез үшін Р = 10D2, алюминий қорытпалары үшін Р = 2,5D2 өрнегімен анықталады.

*Роквелл* әдісі. Сыналатын металл үлгісінің бетіне төбесіндегі бұрышы 2π/3 радианға (120°) тең, алмастан жасалған конус немесе диаметрі1,59 мм шынықтырылған болаттан жасалған шарик белгілі күшпен алдын ала және ақтық рет батырылады. Алдын ала батырғанда үлгіге әсер ететін күштің шамасы Р1 = 100 Н, ақтық рет алмас конус батырғанда Р2 = 1500 Н (С шкаласы) немесе 600 Н (А шкаласы), ал шарикпен сынағанда Р2 = 100 Н (В шкаласы) болады. Қаттылық (НR) Роквелл әдісі бойынша келесі формуламен анықталады:

HR = ,

Мұнда h1, h2 – Р1, Р2 күштерінің әсерінен конус немесе болат шариктың металға ену тереңдіктері (мм-мен алынған),

k - өлшемдігін көрсететін тұрақты сан (мм-мен алынған),

С – Роквелл машинасы шкаласының бір бөлімінің бағасы (0,002 мм).

Формуладан Роквелл әдісі бойынша анықталған қаттылық өлшемсіз сан екндігін білу қиын емес. Қаттылық Роквелл машинасының үш шкаласының бірімен анықталады. Роквелл әдісі бойынша анықталған қаттылық НR әріптерімен белгіленіп, R әрпінен соң қаттылық белгілі бір шкала әрпі қосылып жазылады: HRA, HRB, HRC (Роквелл машинасының А, В және С шкалаларына сәйкес).

Роквелл машинасында металды алмас конуспен немесе шынықтырылған шарикпен сынау металдың қаттылығына байланысты. Жұмсақ, аз көміртекті болаттардың қаттылығын болат шарикті металға 100 Н күшпен (В шкаласы), қатты және морттық қасиеті жоғары қорытпаларды алмас конусты металға 600 Н күшпен (А шкаласы), ал көп көміртекті шынықтырылған болаттың қаттылығын алмас конусты металға 1500 Н күшпен батыру арқылы (С шкаласы) анықтайды. Жұқа темір табақтарры мен беті термохимиялық өңдеуден өткен металдардың қаттылығын алдын ала 30 Н, ақтық рет 150, 250, 300Н күш түсіру арқылы анықтайды.

*Виккерс* әдісі. Бұл әдісте қарама-қарсы қырларының төбесіндегі 136°-қа тең, төрт қырлы алмастан жасалған пирамида үлгіге батырылады. Пирамида металдың қаттылығына, қалыңдығына, өлшеміне байланысты 50,100, 300, 500, 1000, 1200 Н-дық күшпен батырылады. Виккерс әдісінде де металдың қаттылығы оған түсірілген күштің таңба бетінің ауданына қатынасымен анықталады:

HV =  (Н/м2),

мұнда Р – металға түсірілген күш, Н,

d – таңба диагоналінің ұзындығы,

α – пирамиданың төбесіндегі бұрыш.

*Динамикалық сынаудағы* анықтайтын механикалық қасиеттер: *соққы*

*тұтқырлығы* (*КС, КСV, KCU, KCT*) және *суықтықта сынғыштық шегi*.

Соққы тұтқырлығы былай есептеледi: *KC=A/F0*, мұндағы *А* – деформация мен бұзылудың жұмысы; *F*0 – көлденен қимасының ауданы. Өлшем бiрлiгi – Дж/м2 ≈ 10кгс⋅м/см2; Дж/см2 ≈ 0,1кгс⋅м/см2. Соққы тұтқырлығы металдың морт сынғыштыққа бейiмдiлiгiн сипаттайды.



Динамикалық сынау арқылы екi маңызды байланыстарды анықтайды:

*Т*морт және *Т*тұтқ  температуралардың аралығы – *суықтықта сынғыштық шегi* деп аталады. Ол төменгi температураға тең болса, морт сынғыштыққа бейiмдiлiгiнiң мүмкiндiгi жоғары болады. Бiрақ бұл сипаттамасы металдардың тұрақтысы емес, ол құрамға, қоспалардың құрамына, сынау шарттарына тәуелдi.

*Циклдық (қажу) сынау* арқылы материалдың *төзiмдiлiгi* (σR) анықталады. Металдың циклды күшке кедергiсi оның статикалық күшке кедергiсiнен өзгеше. Детальдың бұзылуына керектi кернеу, циклдың саны өскен сайын азаяды да анықталған цикл саны , берiктiктiң статикалық шегiн 1/3-ден 3/5-ке дейiн құрайтын шамаға дейiн төмендетедi. Қойылатын кернеудiң максимал шамасы бұзылуға қажет цикл саны арасындағы қатынас тәуелдiлiгiмен айқындалады.

***Деформацияланған металдың құрылымы мен қасиеттерiне қыздырудың әсерi.*** Пластикалық деформация металды құрылымы тұрақсыз күйге әкеледi (тойтарма). Шамалы ғана қыздырудың өзi (мысалы *Fe* үшiн 300-400°С) дислокоациялардың өзара жойылуымен iшкi кернеулердiң азаю нәтижесiнде, олардың кескiнi бұзылады. Бұл процестi *қайту* немесе *тынығу* деп атайды. Нәтижесiнде қаттылық пен берiктiк азаяды (20-30%-ға), ал созылымдылық арта түседi.

Тынығумен бiрге полигонизация процесi бiрге жүруi мүмкiн. Полигонизация – түйiршiк iшiндегi ретсiз орналасқан дислокациялар бiр қатарға орналасып, қуысты, құрылысты құрайтын дислокациялар жиналады.

Өте жоғары температураларда қайта кристалдану процесi өтедi. Ал жаңа түйiршiктердiң пайда болу процесi былайша түзiледi: *Т*қ. крист.= α*Т*балқу, мұндағы α - коэффициентi, металдың тазалығына байланысты. Металл тазалығы жоғары болған сайын, соғұрлым *Т*қ.крист төмен болады. Жай техникалық таза металдарда α = 0,3÷0,4. Қорытпаларда қайта кристалдану температурасы таза металдардың қайта кристалдану температурасынан жоғары және 0,8 *Т*балқу. Өте таза металдарда 0,1÷0,2 *Т*балқу жетуі мүмкiн. Қайта кристалданудан кейiн металдың құралымы мен оның қасиеттерi деформацияға дейiнгi күйдегiдей болады. Мысалы: *Fe* үшiн *Т*қ. крист.= 450°С; *Cu* металл үшiн *Т*қ. крист.= 270°С; *Al* үшiн *Т*қ. крист.= 50°С; *Zn* металл үшiн *Т*қ. крист.= 20°С.

Қайта кристалдану температурасы деформацияның дәрежесiне байланысты. Неғұрлым деформация дәрежесi үлкен болса, яғни құрылым қателерi көп болса, соғұрлым ол тұрақсыз және қайта кристалдану процесi жеңiлденедi, қайта кристалдану температурасы азаяды.

4 Дәріс тақырыбы. Қорытпалар және олардың тұрлері. Екі компонентті күй диаграммалар.

Екі немесе одан көп белшектерді балқыту арқылы алынған зат қорытпа деген үғымды береді. Қорытпаларды даярлаудың басқа тәсілдері болуы мүмкін: пісіру, электролиздік, қысу. Бүл жағдайлардан алынған заттар жалған қорытпа деп аталады. Тек металл бөлшектерінен даярланған қорытпа және металл қасиеттеріне ие металдық қорытпалар деп аталады. Қүрамы және өңдеу әдісіне қарай өзгеретін, өзгермелі кешенді қасиеттерге ие қорытпалар болады.

*Жүйе* - *бақылауға және зерттеуге арналған денелерден бөлінген топ.* Металтану металдар және металл қорытпалардың жүйелерін қамтиды. Таза металл қарапайым бір компонентті жүйе, ал қорытпаның қүрылымы екі және көбірек компоненттерден түруына байланысты күрделі жүйе деп аталады.

*Затты құрастырушы — жүйені құрушы болып есептелінеді. құраушылар зерттелетін температура аралығында құрама бөлімдерінде қатыспаған таза заттар және химиялық қосылыстар болады.*

*Фаза - жүйеніц біркелкі бөлігі, беттік бөлімдегі жүйелерде басқа бөліктерден жеке, осы арқылы өткенде құрылымы мен қасиеттері тез өзгереді*.

*Варианттылығы (С)(бостандық дәрежелерінің саны) - бүл ішкі және сыртқы әсерлердің саны (температура, қысым*, *концентрация), жүйедеі фазалардың санын өзгертпей өзгертуге болады.*

Егер варианттылығы С = 1 (көпварианты жүйе), фазалардың саны өзгермейтін кейбір шектерде бір факторларын өзгерту мүмкін. Егер варианттылығы С = 0 (нонварианты жүйе), жүйедегі фазалардың санын өзгертпей, сыртқы әсерлерді өзгертуге болмайды.

Қүраушылар саны (Қ) мен фазалардың саны (Ф) және жүйенің варианттылығы (С) аралығында математикалық байланыс болады. Бүл фазалардың ережесі немесе Гиббс заңы.

С = К - Ф + 2

Егер барлық айналулар түрақты қысымда болатын болса, онда сан өзгергіштері азаяды:

С = К - Ф + 1

Мүнда: С - бостандық дәрежелерінің саны, Қ – қүраушылардың саны, Ф - фазалардың саны, 1- температураның өзгеру мүмкіншілігін ескеретін сан.

Металл қорытпаларының қүрылымы, қорытпа қүрамына қандай қүраушылар әрекеттестікке кіретініне тәуелді болады. Дәлірек барлық металдар сүйық күйде бір-бірімен және кез келген мөлшерде ерінтінді күйіне түсе алады. Қорытпалар қүрылу кезінде олардың қатаюы барысында оны қоспалаушылар әртүрлі әрекеттстікте болуы мүмкін.

Қоспалаушылардың әрекеттестік сипаттамасына байланысты қорытпалар төменгідей белінеді:

1. Механикалық қоспасы;

2. Химиялық қосылыс;

3. Қатты ерітінділер.

Механикалық қоспа қорытпалары оны қоспалаушылар қатты күй-жағдайда өзара сруге қабілетті емес және химиялық реакция арқылы қосылуға кірмейтін жағдайда қүрылады. Бөлшектер арасындағы қүрылым мен қасиеттерінің маңызды айырмашылығы болғанда, егер біркелкі атомдар арасындағы тартылыс күші ортектілерге қарағанда көбірек артық болса қүрылады. Қоспалаушылардың қүрамындағы кристалдардан қорытпа түзеледі. Қорытпаларда оны қүраушылардың кристалдық торлары сақталады. Егер әртекті атомдар арасындағы тартылыс күші біртекті атомдар арасындағыдан көбірек артық болған жағдайда, химиялық қосылған қорытпалар бөлшектер арасындағы қүрылым мен қасиеттері маңызды айырмашылығы болғанда қүрылады.

Күй-жағдай диаграммасы

*Кез келген қорытпалардың концентрация мен температурасына тәуелділіктегі жүйеде сипатталатын күй-жағдайларын графикалық бейнелеу арқылы куйінің диаграммасын береді (5.5 - сурет)*



Сурет 9 – Қатты күйдегі компоненттердің шектелмеген ерігіштігіндегі цорытпалар куйініц диаграммасы (а); үлгідегі қорытпалардың салқындату сызықтары (б)



Сурет 10 - Ерігіштігі болмаған қатты күйдегі компонентті қорытпалар күйінің диаграммасы (а) және қорытпалардың салқындату сызықтары (б)



Сурет 11 - Қатты күйдегі компоненттерінің шек қойылган ерігіштіктегі қорытпалардық күйінің диаграммасы (а) және ерекше қорытпалардың салқындату сызықтары (б)



Сурет 12 - Компоненттер химиялық қосылыстарды құрастыратын қорытпалардың күйінің диаграммасы



Сурет 13 - Қатты күйдегі фазалық айналуда сыналатын қорытпалар күйінің диаграммасы (а) және қорытпаның салқындатуының қисық сызығы (б)



Сурет 14 - Үлгі күйдегі диаграммалар мен қорытпалар қасиеттерінің арасындағы байланыс

**5 дәріс тақырыбы. Темір көміртекті күй диаграммасы. Темір негізіндегі қорытпалар.**

Металл қорытпалардың күй диаграммаларының ішінде темір***–***көміртегі күй диаграммасының үлкен маңызы бар. Өйткені, техникада металды материалдардың ішінде көміртекті темір қорытпалары аса кең қолданылады.

Темір ***–*** көміртекті қорытпалардың күй диаграммасының екі түрі бар: темір ***–*** темір карбиді (Ғе3С) системасындағы түрленулерді сипаттайтын түрі тұрақсыз және темір***–***графит системасындағы түрленулерді сипаттайтын түрі тұрақты деп аталады.

Барлық аз көміртекті қорытпалар үшін кристалдану кезіндегі түрленулер тұрақсыз диаграмма бойынша жүреді. Жоғары көміртекті қорытпаларда алғашқы кристалдану кезіндегі түрленулер көбіне тұрақты диаграмма бойынша, ал одан әрі қатты күйде суыту барысында тұрақсыз диаграммамен өтеді.

Қорытпалардың басым көпшілігі үшін түрленулер темір***–***темір карбиді күй диаграммасы бойынша өтетіндіктен, бұл күйдің маңызы айрықша деп есептелінеді. Өйткені, темір карбиді цементит (Fe3C) түрінде болғандықтан, темір-көміртекті қорытпалардың тұрақсыз диаграммасын темір ***–*** цементит (Fe ***–*** Fe3C) күй диаграммасы деп атауға болады.

***Темір көміртекті қорытпаларының компоненттері мен фазалары*.** Темір мен көміртегі – полиморфты элементтер. ***Темір*** периодтық системаның VIII группасына жатады. Темірдің атомдық нөмірі 26, атомдық салмағы 55,85; ферромагнитті ауыспалы металл. Балқу температурасы 1539 °С. Темірдің екі аллотропиялық модификациясы бар.

Техникалық темірдің құрамында С, Mn, Si, S, H, P, O, N, Cu, Cr, Ni сияқты әртүрлі табиғи қоспалар кездеседі. Бұл қоспалар темірдің құрамында қорыту кезінде рудадан, отыннан, ауадан өтеді. Құрамы 99,9% темір қалғаны 0,1% қоспалары техникалық темірдің қаттылығы НВ900 МПа.

***Көміртегі*** периодтық системаның IV тобына жатады да, оның графит және алмас болып келетін екі модификациясы болады. Қалыпты жағдайда графит тұрақты болып келеді, ал алмас оның тұрақсыз модификациясы болып саналады. Қысым мен температура жоғары болған кезде синтетикалық алмас алуға пайдаланылатын алмас тұрақты болып келеді. Фаза көміртекті темір қорытпаларында сұйық ерітінді, феррит, аустенит, цементтит және графит түріндегі бос көміртегі болып кездеседі.

**Феррит *–*** α***–***Fe ***–*** ге көміртегі енгізілген қатты ерітінді. Оның көлемге орталықтанған кубтық торы болады да, көміртектің ерігіштігі төмен болып келеді. Ферриттің төменгі және жоғары температуралы түрлері бар. Төменгі температуралы ферритте көміртектің шекті концентрациясы 0,02%, ал жоғары температуралы ферритте 0,1% болады. Феррит – жұмсақ, пластикалық фаза.

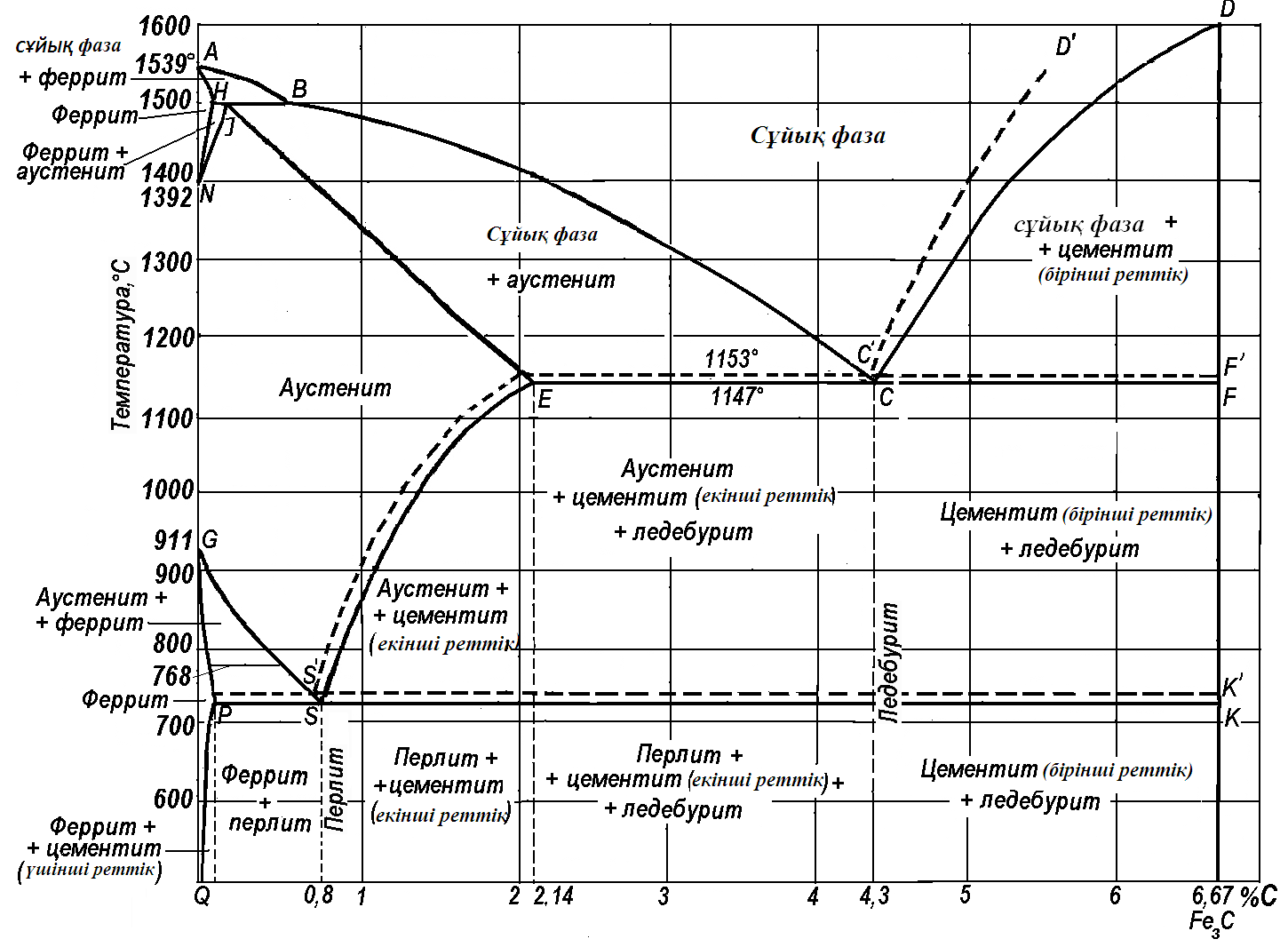
***Аустенит*** – γ–Fe көміртегі ендірілген қатты ерітінді. Оның атомаралық саңылаулары көлемге орталықтан кубтық торымен салыстырғанда 2 есе үлкен келеді, әрі қырға орталықтанған кубтық торы болады. γ–Fe–де көміртегінің ерігіштігі жоғары, ол 2,14% жетеді.

***Цементит*** – темірдің көміртегімен химиялық қосылысы (Fe3C). Оның құрамында 6,67%C және атомдары тығыз орналасқан күрделі ромбылық торы болады. Қалыпты жағдайда цементит қатты және морт болады.

***Графит*** – бұл темір–көміртекті қорытпаларында көміртегінің еркін күйде болуы. Оның гексагональдық кристалдық торы болады

***Темір-цементит (метатұрақты тепе – тең) күй диаграммасы***

Темір–цементит күй диаграммасының жалпы сипаттамасы. Темір–цементит күй диаграммасы (сурет) қорытпа концентрациясының таза темірден цементитке дейінге түрленуі мен фазалық құрамын сипаттайды.



15 – сурет. Темір – цементит *(Ғе - Ғе3С)* күй диаграммасы

Аустенит пен цементиттің эвтектикалық қоспасы ***ледебурит***(4,3%C), ал феррит пен цементиттің эвтектоидты қоспасы – ***перлит***(0,8%C) деп аталады.

Құрамында 0,02 – ден 0,8 % С бар болаттарды **эвтектоидқа дейінгі** болаттар деп атайды. Онда жоғарыда айтылғандай кристалданудан кейін тек аустениттен тұратын құрылым түрленуге ұшырап, екі фазалы құрылымға ыдырайды, яғни *феррит пен перлиттен* тұрады (А → Ф + П).

*Эвтектоидты түрлену* тұрақты температурада жүреді (727°С). Құрамында 0,8 %С бар құрылым **эвтектоидтық** деп аталады. Мұнда 727°С температурада болаттағы барлық аустенит *перлитке* түрленеді.

Құрамында 0,8 – ден 2,14 % С болаттарды **эвтектоидтан кейінгі** деп атайды. SЕ сызығының жоғары бұл қорытпаларда тек аустенит болады.

Көміртекті темір қорытпалары екі топқа: құрамында 2,14% дейін көміртегі болуын ***болат*** деп , ал 2,14% астам көміртегінің болуын ***шойын*** деп атайды.

Teмip – графит жүйесiнде эвтек­тика 1153°С – да түзіледi Оның құрамында 4,26% С болады және аустенит пен графиттен тұрады. Бұл *графитті эвтектика* деп аталады.

Көміртегінің мөлшері 2,14% – ке дейін болатын көміртекті темір қорытпаларын **болаттар** деп атайды. Құрамында темір мен көміртегіден басқа да қоспалар кездеседі: *Mn, Si, S, H, P, O, N* – технологиясына байланысты болады, ал *Cu, Cr, Ni* және т.б. элементтер – кездейсоқ қоспалар болады.

***Шойындар*** құрылымына байланысты шойындар: ***ақ, сұр, аса берік және соғылымды*** болып бөлінеді.

**Ақ шойындар** эвтектикаға дейінгі (2,14–4,3%), эвтектикалық (4,3%) және эвтектикадан кейінгі (4,3–6,67%) болып бөлінеді.

***Сұр шойын:*** құрамындағы көміртегі темірмен механикалық қоспа – пластиналы графит түрінде болады. Сұр шойын – техникалық шойын болып табылады. Оның құрамында 1,2 – 3,5% Si бар.

***Соғылымды шойынның*** тұтқырлығы жоғары. Соғылымды шойын құйма күйінде ақ шойындар қатарына жатады. Құрамындағы темірдің карбидін бөліп, бос графит алу үшін термиялық өңдеуден өткізеді.

***Аса берік шойын*** – магниймен және цериймен модификациялаумен алады. Беріктігі жоғары шойынның құрылымы сұр шойын сияқты ферритті, феррит–перлитті, перлитті болып келеді.

**6 дәріс тақырыбы. Металдарды термиялық өңдеу және оның түрлері.**

Металдар мен металл қорытпаларының физика-химиялық қасиеттерін өзгерту үшін оларды термиялық әдіспен өңдейді. Термиялық өңдеудің кез келгені қыздыру, белгілі бір температурада ұстап тұру, суыту сияқты үш кезеңнен тұрады.

Металдың кыздыру температурасы мен суыну жылдамдығын өзгерту арқылы оның құрылымдық өзгеріс жылдамдығын арттыруға немесе кемітуге болады.

**Термиялық өңдеудің түрлері.** Термиялық өңдеудің барлық түрі бес топқа бөлінеді: 1) Бірінші тектік қыздырып өңдеу; 2) Екінші тектік қыздырып өңдеу; 3) Шынықтыру; 4) Жұмсарту; 5) Химиялық – термиялық өңдеу.

***Қыздырып өңдеу***

***Бірінші тектік қыздырып өңдеу*** болаттың бастапқы күйіне және оның температурасына байланысты гомогенизациялық қыздырып өңдеу, қайта кристалдануға қыздырып өңдеу және қалдық кернеуді жоюға қыздырып өңдеу деп бөлінеді.

*Гомогенизациялық (диффузиялық) қыздырып өңдеу*. Бұл түрін легірленген болаттардың морттық сынуына әкелуін жоғарлататын дендритті және ішкі кристалдық ликвацияны кеміту мақсатымен қолданады. Дендритті ликвация легірленген болаттардың пластикалылығы мен тұтқырлығын төмендетеді. Сондықтан тек кішкентай құймаларын ғана емес, ірі құймаларын да гомогенизациялық қыздырып өңдеуге ұшыратады. Гомогенизациялық күйдіруде температура өте жоғары (1100 – 1200 °С) болады, өйткені тек осы жағдайда болаттың бөлек көлеміндегі құрамын теңестіретін толық диффузиялық процесс жүреді.

***Екінші тектік қыздырып өңдеу (фазалық өзгерістер)*** болаттарды немесе нүктелерінен жоғары температураға дейін қыздырып, осы температуралда ұстап тұрып, содан соң өте жәй жылдамдықпен суыту нәтижесінен тепе – тең құрылымды күйге әкелетін фазалық түрленуді айтады.

Қыздырып өңдеудің мынандай түрлері бар: толық, изотермиялық, толық емес және төменгі.

***Толық емес қыздырып өңдеу*** толықтан айырмашылығы, болатты төменірек температураға дейін (нүктесінен азырақ жоғары) қыздырумен орындайды.

***Болаттарды нормальдау.*** Фазалық қайта кристалдануға қыздырып өңдеу сияқты нормальдануға көбiне қысыммен ыстықтай өңделгеннен кейінгі конструкциялық болаттар және фасонды болат құймалар ұшырайды. Нормальдану күйдіруден негiзiнде суыну жағдайымен ерекшеленедi; А*с3* температурасынан 50—70°С жоғары болатын температураға дейiн қыздырғаннан кейiн болатты тынық ауада суытады.

***Болаттарды шынықтыру*** кезіндегі жағдайлардың көпшілігінде қаттылығы өте жоғары болатын құрылым, яғни мартенситті құрылымнан тұрады. Қаттылықтары тең болған кезде мартенситті жұмсартудан алынған құрылымның механикалық қасиеттерінің кешені, аустениттің ыдырау нәтижесінде алынған құрылымдардың механикалық қасиеттерінің кешенінен жақсырақ болады.

*Шынықтыру кезiндегi қыздыру температурасы.*Қыздырып өңдеу шарттары бойынша шынықтыруды: толық шынықтыру және шала шынықтыру деп ажырату iсi қабылданған. Толық шынықтыру кезiнде болатты бiр фазалық аустениттiк күйге көшiредi, яғни оны *А*С3 немесе *А*ст межелiк температурасынан жоғары қыздырады, ал шала шынықтыруу кезiнде болат межелiк аралық – *А*С1 және *А*С3 (*А*ст) арасындағы – температураларға дейiн қыздырылады. Шынықтырудан кейін мартенситтік құрылымға ие болады.

***Болаттарды жұмсартудың*** тәжірибелік мақсаты әр түрлi болуы мүмкiн.

*Көмiртектi және аз легiрленген болаттарды жұмсарту.* Жұмсартуға қарсылық жасайтын жоғары кедергiсi (қызуға төзiмдiлiгі) жоқ болаттарға қолданылатын жұмсартуды, қыздыру температурасына байланысты: төменгi температуралы, орташа температуралы және жоғары температуралы жұмсарту деп атайды.

*Төменгi температуралы жұмсарту*шынықтырылған болатты 150–250°С температураға дейiн қыздыру арқылы жүзеге асырылады. 200–250°С жұмсарту температурасында қаттылық айрықша төмендейдi, бiрақ **жұмсарған мартенситке** тән жоғары мәнi сақталады.

*Орташа температуралы жұмсарту*шынықтырылған болатты 350–500°С температураға дейiн қыздыру арқылы жүзеге асырылады. Осындай температураларда жұмсартуда **жұмсартылған троостит** түзiледi, бұл шынықтырылған болаттың қаттылығын елерлiктей төмендетуге әкеп соқтырады.

*Жоғары температуралы жұмсарту*шынықтырылған болатты 500–650°С температураға дейiн, ал *А*С1 температурасын арттыратын және жұмсартуға қарсылық жасайтын кедергiнi айрықша арттыратын, құрамында легiрлеушi элементтер болатын болаттарды өте жоғары температураға дейiн қыздыру арқалы жүзеге асырылады. Осындай температураларда *жұмсартылған сорбит* құрылымы түзiледi.

Металды бөлшектердің беткі бөлігін сыртқы ортадан диффузиялау жолымен келген қайсы–бір элементпен қанықтыруға әкелетін технологиялық процестерді *химиялық – термиялық өңдеу* деп атайды.

Химиялық–термиялық өңдеудің мақсаты: тозуға төзімділігі мен қажуға беріктігін арттыру, электрохимиялық немесе газ коррозиясына қарсылық көрсететін кедергіні арттыру болып табылады.

*Болаттарды цементтендіру* ***б***олатты бөлшектердің беткі қабатының көміртегімен диффузиялық аса қанығу процесін ***цементтендіру***деп атайды.

*Болаттарды нитроцементтендіру* болатты бұйымдардың беткi қабатын көмiртегімен және азотпен қоса диффузиялық аса қанықтыруды нитроцементтендipy (циандау) деп атайды.

*Болаттарды азоттау*процесі 500–6000С температурада аммиак атмосферасында жүргізіледі. Бұл температурада аммиак мына: 2NH3 = 2N + 3H2 реакция бойынша ыдырайды. Оның нәтижесінде бөлінген азот атомы болаттың бетіне енеді. Азотталған болатын 200°С–қа дейін аммиак ағынында, сонан соң ауада қалыпты температураға дейін суытылады. Азотталған металл бетінің қалыңдығы 0,2–0,4 мм шамасында болады.

*Диффузиялық металдау* болаттар мен корытпалардың беткі қабатын хроммен, алюминиймен және басқа да металдармен, сондай-ақ кремниймен, бормен қанықтыруды беттiк ***диффузиялық легірлеу*** деп атайды.

Металдармен диффузиялық қанықтыруды кейде диффузиялық *металдандыру* деп те атайды. Хроммен, алюминиймен, кремниймен диффузияланған қорғаныш қабаттар, көбiне, болаттардың және жаңа техникада пайдаланылатын, қиын балқитын металдар негiзiнде қорытылатын қорытпалардың ыстыққа төзiмдiлiгiн артты­ру үшiн орындалады.

**7 дәріс тақырыбы. Легірленген болаттар мен қорытпалар. Олардың классификациясы және маркалануы.**

Легірлеуші әлементтер болаттың конструкциялық беріктігін арттыру үшін ендіріледі. Болаттың механикалык касиеттерін жаксарту - легірлеуші әлементтердің ферриттік қасиеттеріне, карбидтік фазаның дисперциялығына, жұмсарту кезіндегі мартенситтің тұрактылығына, болаттың шыңдалуына, онын түйіршіктерінің өлшеміне тигізетін әсерімен камтамасыз етілген.

Легірлеуші әлементтердің көпшілігі болат түйіршіктерін ұсақтайды, бұл жарықшақты дамыту жұмысын арттыруға және суыкқа сынғыштык таоалдырығын төмендетуге мүмкіндік туғызады.

***Болаттар классификациясы***

Болатты химиялық кұрамы, атқаратын қызметі, сапасы, тотықсыздандырудәрежесі және құрылымы бойынша былай жұпталады.

*Химиялық құрамы бойынша* болатты көміртегі және легірленген болатқа жүптайды. Көміртек концентрациясы бойыпша бұл екеуі де аз көміртекті (<0,3%С), орташа көміртекті (0,3-0,7%С) және жоғары көміртекті (>0,7%С) болатқа бөлінеді. Қүрамына енгізілген злементтеріне қарай легірленген болат хромды, марганецті, хром-никельді, хром-кремний-марганецті және басқа да көптеген болаттарға бөлінеді. Қүрамына енгізілген элементтердің мөлшеріне қарай оларды аз, орташа және жоғары легірленген болаттарға ажыратып бөледі. Аз легірленген болаттағы легірлеуші элементтердің мөлшері 2,5% аспайды, ал орташа легірленген болаттағы мөлшері 2,5%-10% дейін, жоғары легірленген болаттағысы 10% көбірек болады.

*Атқаратын қызметі бойынша* болат конструкциялық, аспаптық (құрал-саймандық) және ерекше қасиеті бар арнайы жұмсалатын болаттарға классификацияланады. Конструкциялық болат құрылыстык ғимараттарды, машиналар мен қондырғылардың белшектерін жасауға арналған болаттың ең кең тараған тобы болып есептелінеді. Олардың ішінен цементтендірілетін, жақсаратын, аса берік және рессорлы-серіппелі болаттарды атап корсетуге болады. Аспаптық болат кескіш және өлшеуіш аспаптарға, суықтай және ыстықтай болаттарға белінеді. Арнайы жұмсалатын болаттарға коррозияға төзімді (тоттанбайтын), қызуға төзімді, қызуға берік, электрлік-техникалық және басқа да болаттар жатады.

*Сапасы бойынша* болаттың сапасы кәдімгідей, сапалы, жоғары сапалы және ерекше жоғары сапалы болаттарға жүпталады.

Болаттың сапасы дегеніміз - оны өндірудің металлургиялық үрдісімен анықталынатын қасиеттерінің жиынтығы. Болаттың химиялық қүрамының, қүрылысы мен қасиеттерінің біртектестігі, сондай-ақ технологиялығы кобіне оның қүрамындағы газдарға (оттек, сутек, азот) және зиянды қоспаларға -күкірт пен фосфорға байланысты.

*Тотықсыздандыру дәрежесі бойынша* және қатаю сипаты бойынша болат тынық, жартылай тынық жэне қайнаған болаттарға классификацияланады.

Легірленген болатты тынык болаттан, ал көміртекті болатты тынык, жартылай тынық және қайнаған болаттардан өндіреді.

*Құрылымы бойынша* болат күйдірілген және нормальданған күйінде классификацияланады. Күйдірілген (тепе-теңдік) күйдегі болатты құрамына байланысты алты класқа бөледі: 1) эвтектоидтқа дейінгі (күрылымында артык феррит болатын); 2) эвтектоидтық (қүрылымы перлиттен түратын); 3) эвтектоидттан кейінгі (қүрылымында аустениттен бөлініп шығатын туынды карбид болатын); 4) ледебуриттік (күрамында алғашқы эвтектикалық карбид болатып); 5) аустенитті; 6) ферриттік болаттар.

*Болаттарды маркалау*

Сапасы кәдімгідей болаттардан басқа көміртекті болаттар көміртегінің молшері бойынша маркіленеді. Легірленген болаттың маркасы оның химиялык қүрамып белгілейтіи әріптер меп цифрлардың үйлесуінен қүралады. МЕСТ бойынша: хром -X, никель - Н, марганец - Г, кремний - С, молибден - М, вольфрам - В, титан - Т, ванадий - Ф, алюминий - Ю, мыс - Д, ниобий - Б, бор - Р, кобальт-К әріптерімен белгіленетіндігі қабылданған. Әріптерден кейін тұрған цифр легірлеуші элементтің шамамен алынған мөлшерін пайыз есебімен көрсетеді. Егер цифр жазылмаса, онда легірлеуші элемент бір пайыздан кем немесе соған жуык болады.

Конструкциялық легірленген болаттардағы марканың алдыңғы екі цифры көміртектің мөлшерін пайыздың жүздік үлесімен керсетеді. Мысалы, 20ХНЗА маркалы болатта орташа есеппен: 0,20% С, 1% Сr және 3% Nі болады. Маркасының соңындағы А әрпі болаттың жоғары сапалы екенін көрсетеді. Ерекше жогары сапалы болат маркасының соңында Ш әрпі болады (мысалы, 38ХГС-Ш).

Аспаптық болаттардағы марканың алдыңғы бір цифры кеміртектің мөлшерін пайыздың ондық үлесімен көрсетеді. Оларда 1% немесе онан көбірек көміртегі болғанда марканың бастапқы цифры жазылмайды. Мысалы, ХВ4 маркалы болатта 1% кебірек С, ~ 1% Сг және 4%W болады.

Таңбаларды ыкшамдау үшін күрделі легірленген болаттардың маркаларындағы бірқатар цифрлар да жазылмайды. Мысалы, 38Х2М10А маркалы болат 38ХМ10А деп белгіленеді.

Болаттардың кейбір топтарында қосымша белгілеулер болады: шарикті – подшипникті болаттар маркасы Ш әрпімен, тез кесуге арналған болаттар Р әрпімен. электротехникалық болаттар Э әрпімен, магниттік қатты болаттар А әрпімен, автоматтық болаттар А әрпімен басталады. "Электросталь" зауыты қорытып шығаратын, стандартсыз легірленген болаттар сол сияқты ЭИ (зерттелетін электрлік болат) немесе ЭП (П-сыналатын) әрпімен және рет санымен (мысалы, ЭИ415, ЭП716 т.с.с.) маркаланады. Өнеркәсіпте игерілгеннен кейін шартты белгілер болаттың шамамен алынған күрамын көрсететін маркаға алмастырылады.

*Копструкциялық болаттар*

Жауапты конструкцияларды, машиналар мен аспаптардың бөлшектерін жасау үшін қолданылатын конструкциялық болаттар мынандай талаптарды қанағаттандыруға тиіс:

1) жоғары конструкциялық беріктікке, яғни қызмет атқару жағдайына материалдардың үзақ әрі сенімді жүмысын камтамасыз ететін механикалық касиеттердің белгілі бір комплексіне ие болуға;

2) қысыммен және кесу арқылы жақсы еңделуге, жақсы пісірілуге, яғни техпологиялық қасиеті болуға тиіс.

Легірленген болаттар үшін оның күрамында мүмкіндігінше қымбат әрі тапшы легірлеуші элементтердің аз болуы да маңызды мәселе.

Конструкциялық беріктікті қамтамасыз ету талабы ең шешуші талап болып табылады.

*Цементтендірлетін конструкциялық болаттар.* Бүлардың қатарына азкөміртекті (0,1-0,3%С), аз және орташа легірленген болаттар, көміртекпен қаныққан, шыңдалған және төменгі температурада жүмсартылғаннан кейін олар өзегі түтқыр, бірақ айтарлықтай берік кезіндегі болат бетінің аса қаттылығын (НRС58 - 63) қамтамасыз етеді. Бүл болаттар тозып жүмыс атқаратын әрі айнымалы және соққы күштері түсетін машиналар мен аспаптардың бөлшектерін (тісті дөңгелектер, жұдырықша бөлшектер т.с.с.) жасауга арналған. Мұндай бөлшектердің жұмыс атқару қабілеті олардың беткі қабаты мен өзегінің қасиеттеріне байланысты болады. Беткі қабаттың қасиеті көміртек мөлшерімсн анықталады,

*Жақсартылатын легірленген болаттар,* Қүрамында 0,3-0,5%С және көп дегенде 5% легірлеуші элементтер болатын болаттар термиялық жақсартылудан - сорбит құрылымына келтіру үшін шыңдаудан және жоғары температурада жұмсартылудан (500-650° ) өткізіледі.

Жақсартылатын легірленген болаттар, циклдік немесе соққылық күш түсетін, кернеу шоғырланған жағдайларда, ал кейбір уақыттарда төмендетілген температурада жұмыс атқаратын мэшиналардьщ жауапты бөлшектерін (біліктерді, штоктарды, шатундарды т.с.с.) жасауға арналған. 40Х,45Х,50Х маркалы хромды болаттар арзан конструкциялық материалдардың қатарына жатады. Олардағы көміртек артқан сайын олардың беріктігі де артады, бірақ пластикалығы мен тұтқырлығы төмендейді.

*Аспаптық болаттар*

Аспаптық болаттар кескіш, өлшеуіш аспап және суықтай, ыстықтай деформациялау штамптарын жасауға қолданады.

*Кескіш аспаптарга арналган болаттар мен қатты қорытпалар.* Кескіш аспаптарға арналған материалдардың ие болуға тиісті негізгі қасиеттері - тозуға және жылуға төзімділігі. Аспаптың жұмыс аткару жағдайы материалды кесу ережесі мен өңделетін материалдың қасиетіне байланысты болады. Материалдың кесу жылдамдығы, жонып алынатын жоңқасының қимасы, сондай-ақ өңделетін материалдың беріктігі мен тұтқырлығы неғұрлым көп болса, аспаптың кесетін жиегінін қызған температурасы соғұрлым жоғары болады. Осындай жағдайда аспаптын жұмысқа қабілеттілігі -«ыстықтай» жоғары қаттылығымен, ал толығырақ айтқанда материалдың ұзақ қызып тұрған кезінде сақталатын жұмыс қабілеттілігімен, яғни жылуға төзімділігімен анықталады. Сонымен, материалдың жылуға төзімділігі оның кесу өнімділігінің сапа жағынан сипаттайды.

Қолданылатын материалдар жылуға төзімділігі бойынша мынандай топтарға бөлінеді:

1) жылуға төзімділігі төмен аз легірленген болаттар;

2) 600-640°С -қа дейінгі жылуға төзімді келетін жоғары легірленген, тез кесуге арналған болаттар;

3) 800-1000 0С -қа дейінгі жылуға келетін қатты қорытпалар.

Тез кесуге арналган болаттар - жогары легірленген болаттар тобына жатады, олар өнімділігі жоғары аспап дайындауға арналған.

*Штамптық болаттар*

Суықтай қысыммен өңделіп, штамптар және басқа әр түрлі аспап жасауга арналған болаттар аса беріктікке, қаттылыққа, соққылы жұмыс кезіндегі қанағаттанарлық немесе арттырылган тозуға, төзімділікк, тұтқырлыкка ие болуы тиіс. Аспаптық жүмыстық жүйесін 450°С-қа дейін қыздыратын деформациялаудың үлкен жылдамдығы үшін болаттар қажетті жылуға төзімді болуға тиіс. Күрделі оймаушалары бар штамптар үшін шыңдау кезіндегі ең аз көлемдік өзгерістерді қамтамасыз ету үшін қажет. Деформациялау жағдайларының, пішіндерінің және елшемдерінің алуан түрлілігіне байланысты штамптау үшін әртүрлі болаттар қолданылады (мысалы, 9ХС, XIII, ХНСГ, У10, У11, У12, Х12, Х12М, Х12Ф1және т.б. маркалы болаттар).

**8 дәріс тақырыбы. Түсті металдар мен қорытпалар. Жеңіл металдар: алюминий, магний, бериллий және олардың қорытпалары.**

***Алюминий және оның қорытпалары***

Алюминийді таза күйінде машина жасауда аз қолданған, өйткені ол қымбат және оның беріктігі аз. Ол таза күйінде қолданылады және көптеген жеңіл қорытпалардың негізі болып табылады. Алюминий қорытпаларын тек 1906 жылдан бастап ала бастаған. Алғашқы қорытпаны неміс ғалымы Альфред Вильмом алған. Ол дуралюмин, оның құрамы: 4% Сu, 0,5% Мg, 0,5% Мn. Оны Д1 деп белгілеген.

Алюминий – күміс түсті ақ металл болып табылады. Оның аллотропиялық өзгерісі жоқ, тор периоды *а = 0,40412 нм,* қырға орталықтанған кубтық торы бар, тығыздығы 2,7 г/см3. Бұл элемент ауада жеңіл тотығып, Аl2О3 тығыз қабыршығы пайда болады. Оның коррозиядан қорғау қасиеті өте жоғары.

Таза алюминий, көбінесе, электр өткізгіш материал ретінде кең қолданылады.

***Құйма алюминий қорытпалары***

Құйма қорытпалардың кеңірек тараған негізгі жүйесі алюминий – кремний (қос және күрделі). Оның кристалдану температуралық аралығы аз және өте жақсы құйма қасиеті бар. Фасонды құю үшін, сонымен қатар алюминий негізінде мына жүйелерді қолданады: Al – Cu, Al – Mg, Al – Cu – Mg, Al – Zn – Mg, Al – Cu – Mg – Ni және т.б. Бірақ бұл қорытпалардың құйма қасиеттері нашар болғандықтан, Al – Si қорытпаларына қарағанда азырақ қолданады.

Al – Si негізіндегі қорытпалар немесе силуминдер қос (немесе жәй), тек кремниймен легірленген, не кремнийден басқа, басқада легірлеуші компоненттердің (Mg, Cu, Мn, Ni) аз мөлшерінен тұратын арнайы деп бөлінеді.

**Дуралюминдер**. Дуралюминдерге құрамында Al–Cu–Mg жүйесінің негізінде қосымша марганец енгізілген, деформациялатын (соғумен, прокаттаумен, престеумен немесе бұраумен) және термиялық өңдеумен беріктендірілетін қорытпалар жатады. Қазіргі кезде өндірісте қолданылатын барлық дуралюминдерді 4–топқа бөлуге болады:

1) классикалық дуралюминдер (Д1);

2) беріктігі жоғары дуралюминдер (Д16), Д1–ден құрамындағы магнийдің көбірек мөлшерімен ерекшелінеді;

3) қызуға төзімді дуралюминдер (Д19, ВАД1 ,ВД17), олар Mg/Cu қатынасының мәнінің жоғарлығымен айрықша ерекшеленеді;

4) пластикалылығы жоғары дуралюминдер (Д18, В65), олардың Д1–ден

айырмашылығы – құрамындағы барлық немесе кейбір компоненттерінің аз мөлшірімен.

*Термиялық өңдеумен бекемделмейтін қорытпалар*. Бұл топқа АМц және АМг маркалы қорытпалар жатады. Мұндай қорытпалар жоғары пластикалылығымен, жақсы пісірілгіштігімен және коррозияға аса тұрақтылығымен ерекшеленеді.

АМц маркалы корытпалар Al-Mn жүйесінің қорытпаларына жатады. Жүйе күйінің диаграммасы бойынша АМц маркалы қорытпалардың құрылысы α-қатты ерітіндісінен және температураны жоғарылатқанда қатты ерітіндіге көшетін туынды Al6Mn фазасынан құралады. Темір қатысқанда MnAl6 орнына практика жүзінде алюминийде ерімейтін күрделі (FeMn)Al6 үштік фазасы түзіледі, сондықтан АМц маркалы өңдеумен бекемделмейді.

*Жентектелген алюминий опасынан (САП)* жасалған материал қасиеттерінің жоғары беріктігімен, қызуға беріктігімен, коррозияға төзімділігімен және термиялық тұрақтылығымен сипатталады.

Жентектелегн алюминий опалары алюминий мен алюминий тотықтарынан тұрады. САП-ты бетіндегі алюминийі тотыққан опадан оны брикеттеу, жентектеу және престеу арқылы алады.

Опаны алу кезіндегі бастапқы материал ретінде ұнтақ – пульверизат қолданылады, ол балқытылған алюминийді тозаңдату арқылы жасалады. Ұнтақ 2-3% оттек және 0,25-1,2% стеарин қышқылы үстеп қосылған азот атмосферасында шар диірменінде ұнтақталады.

САП-ның құрылымы – дисперсті Al2O3 кірмелерінің бір қалыпты таралатын алюминий негізгі болып табылады. САП-ның аса беріктігі тотық фазасының көп дисперстігімен, оның бөлшектерінің арасындағы қашықтығының аздығымен, сондай-ақ алюминий матрицасы мен Al2O3 арасындағы когеренттік байланыстың болатындығымен түсіндіріледі. САП-ның алюминийде ерімейтіндігі және жұқа дисперсті Al2O3 бөлшектерінің алюминий матрицасы арқылы коагуляцияға бейімділігінің жоқ болуы оның 5000С-қа дейінгі температурадағы құрылымының тұрақтылығы мен аса беріктігін қамтамасыз етеді.

*Жентектелген алюминий қорытпалары (САС)* негізінен құрамы белгілі қорытпаны тозаңдатудан алынған ұнтақтан САП-та қолданылатын технология бойынша дайындалады.

Сызықтық ұлғаю коэффициенті аз, коэффициенті болаттың сызықтық ұлғаю коэффициентіне жақын қорытпалардың практикалық маңызы бар, мәселен, САС-тың (25-30%Si, 5-75Ni қалғаны – Al) a=(14.5-15.5)⋅10-6 10C; E=10000 кгс/мм2 болады. Мұндай қорытпалар приборлардың жеке детальдарын жасағанда өте ауыр болаттарды алмастыра алады. САС-тың механикалық қасиеттері айтарлықтай жоғары беріктігімен, қаттылығымен және төмен платикалылығымен сипатталады. Жентектелетін алюминий қорытпаларының құрамы осыған ұқсас құйылатын қорытпамен салыстырғандағы артықшылығы – құйылатын ақауларының және фазалары бір қалыпты таралған майда түйіршікті құрылымының жоқтығында. Бұл әдіспен Д16П, АК4П және басқа маркалы стандартты алюминий қорытпалары алынады. Құйылатын қорытпаларымен салыстырғанда жентектелген қорытпалардың 250-3500С температурада өте ұзаққа созылатын беріктігі болады.

*Бериллий және оның қорытпалары*

**Бериллий** жоғары серпімділік модулы, беріктігі, өлшемділік тұрақтылығы, жоғары балқу температурасы, жақсы коррозиялық тұрақтылығы бар металл.

Бериллийдің негізгі кемшілігі: уландырғыштығы, төменгі пластикалылығы және жартылай фабрикаттарда механикалық қасиетінің айрықша анизотропиялығында. Бериллий төменгі пластикалылығы оның технологиялығының жаман болуына себепкер.

Периодтық кестеде 4 нөмірлі, атомдық салмағы 9,013, ІІ топтың элементі. Оның түрі сұр, сыртқы пішіні болатқа ұқсас. Оның екі полиморфтық модификациясы бар, аллотропиялық өзгерісі 1254ºС температурада байқалған.Бериллийдің төменгі температуралы модификациясы (α – Ве) 18ºС гексагональды тордан тұрады. Оның параметрлері *а = 0,22856 нм, с=0,35832 нм, с/а* = *1,5677*. Жоғары температуралы β = модификациясы КОК тордан тұрады, *а = 0,2549 нм* ~ 1250ºС. α→β полиморфтық өзгерісте атомаралық қашықтығы кемиді, ал тығыздығы шамамен 5% - ке өседі.

***Бериллий негізіндегі қорытпаларды*** алу өте қиын. Бериллий атомдарының өлшемі басқа металдарға қарағанда өте аз болғандықтан бериллий негізіндегі қорытпалар үшін көлемдік фактор мен қатты ерітіндіні алу өте қолайсыз. Периодты системадағы элементтер бериллийде ерімейді немесе ерігіштігі аз болады. Жоғары температурада қатты бериллий айрықша еруімен Co, Ni, Cu, Au, Pd байқалады. Бірақ бұл металдың бериллийде төменгі температурада еруі екінші фазалардың пайда болуына әкеледі және ол бириллийдің морттығын тудырады.

***Магний және оның қорытпалары***

***Магний***  алюминийден 1,6 есе, темірден 4,5 есе және мыстаг 5 есе жеңіл болуы магний қорытпаларының жоғары меншікті беріктігін қамтамасыз етеді. Магний қорытпалары механикалық вибрацияны жақсы сіңіреді, сондықтан оны авиацияда, реката техникасында және транспортта қолдану маңыздылығын көрсетеді.

Магний ІІ топ элементіне жатады, атомдық салмағы 24,32. Химиялық қасиеттері бойынша сілтілі-жер металдарға жатады. Ал физикалық қасиеттері 6-кестеде келтірілген. Магнийдің полиморфтық өзгерісі жоқ, балқу температурасынан төмен аралықта гесагональды тығыз орналасу құрылымын сақтайды, оның с/а остерінің қатынасы 1,6235. Магний – химиялық белсенді металл. Металдың таза беті күміс-ақ түсті, бірақ ауада МgО қабатын түзеді. Төменгі температурада тоттық қабыршығы аморфты, ал 200ºС жоғары температурада кристалдық құрылысы болады.

Магнийдің коррозияға төзімділігін темір, мыс, кобальт, кремний және никель кенет төмендетеді. Ал магнийді циркониймен және марганецпен легірлеу арқылы оның коррозияға төзімділігін жоғарлатады. Магний құрамына 0,02% бериллиий ендіру арқылы ауада балқыту нүктесіне дейін қыздыру кезіндегі оның жалындауын жоюға болады.

Магний қорытпалары алюминий сияқты екі топқа бөлінеді:

а) деформацияланған қорытпалар - әртүрлі қысыммен өңдеу әдістерімен жартылай фабрикаттар өндірісі үшін;

ә) құйма қорытпалар – фасонды құю әдістерімен бұйымды алу үшін;

Деформацияланған және құйма магний қорытпалары МА және МЛ деп маркаланады (олардың химиялық құрамы 5 және 6 – кестелерде көрсетілген).

Беріктік деңгейі бойынша:

а) беріктігі аз; ә) беріктігі орташа; б) беріктігі жоғары болып бөлінеді.

Тығыздығы бойынша: а) жеңіл; ә) өте жеңіл. Өте жеңіл тобына литиймен легірленген (МА21, МА18), ал жеңілге қалғандары жатады.

Самолет жасауда магний қорытпасынан дөңгелек, шосси түйіншегін, қондырғалар қаптамасын, беру қорабын, кабина есегін, фонарлар, самолет бөлшегін дайындайды. Ракета қаптамасында, отындық және ауа бактарында, тірегіш түйіндерінде, реттегіштерде, қолданады. Жылулық нейтрондарды сіңіруі аз болғандықтан, уранмен өзара әрекеттеспейтіндіктен, атомдық реакторнларда жылу бөлетін элементтердің қаптамасын дайындайды.

**9 дәріс тақырыбы. Титан, мыс және одардың қорытпалары. Қиын балқитын металдар.**

Титанды өндірудің өнеркәсіптік әдісі титан рудасынан байытып, әрі хлорлап, содан кейін осы руданы төрт хлорлы титаннан металдық магниймен бұрыңғы қалпына келтіруден тұрады. Титан ТГ100, ТГ105, ТГ110 және т.б. маркаланады. Тұтас титан алу үшін титанды губканы ұнтақтап майдалайды.

Қоспалар мөлшерін кеміту үшін және олардың сом титанның қимасы бойынша аса бір қалыпты таралуы үшін титанды 2-3 рет қайталап балқыту әдісі ұсынылған. Сом титанға тән ірі түйіршікті құрылым циркониймен және бормен модификациялаумен алады.

Титан периодты жүйенің ІVА тобының элементі, ол ауыспалы металдарға жатады. Титанның балқу температурасы жоғары 1668 ± 4ºС. Титан сұр түсті металл. Оның екі аллотропиялық модификациясы бар. 882º С – ға дейін ғана болатын төменгі температуралы Тіα модификациясының периодтары *а = 0,29503 нм, с=0,46831 нм, с/ а = 1,5873 нм* гексагональды торы бар.

Жоғары температуралы β – модикациясы 882,5 ºС – дан балқу температурасына дейін тұрақты. Оның көлемге орталықтанған кубтық торы бар. Бөлмелі температурада оның тор периоды *а = 0,3282 нм*.

***Титан және оның қорытпаларының классификациясы***

Негізгі өнімі титанды губка , оны магние-термиялық әдіспен алады. Титанды губка - кеуекті сұр түрінде1,5 – 2,0 г/см3 ұнтақты салмақпен, өте жоғары тұтқырлықпен болады. Титанды губканы Бринелл бойынша қаттылығымен маркалайды. Қоспасына байланысты әртүрлі болып маркаланады. Таза техникалық титан тазалығы бойынша: ВТ1–00 - өте таза титан, ВТ1-0, ВТ1-1, ВТ1-2 (өте лас).

Титан:

1) α –Ті фазанан;

2) псевдо – α–қорытпанан;

3) (α – β) қорытпасынан;

4) псевдо – β–қорытпасынан;

5) β –қорытпасы тұрады..

Шынықтырылған күйдегі титанды қорытпаның құрылымы бойынша келесі кластарға бөлінеді:

– мартенситті класс қорытпалары, шынықтырылғаннан кейін β–ауданының температурасынан бастап, α' – немесе α'' – мартенситпен беріледі;

– өтпелі класс қорытпасы оның құрылымы шынықтырылғаннан кейін α' (α'') және β фазамен беріледі;

– β – қорытпасы, шынықтырылғаннан кейін β немесе β(ω) – фазадан тұрады.

*Қасиеті бойынша*: шынықтырылған күйдегі мартенситті класс қорытпаларын екі топшаға бөледі:

а) шынықтыру кезіндегі қатаятын қорытпалар (α' –құрылыммен)

б) шынықтырылғаннан кейін жұмсаратын қорытпалар (α'' – құрылыммен)

*Ескіру кезінде беріктенуге қабілеттілігі бойынша* титанды қорытпаны екіге бөледі:

а) термиялық беріктелмейтін қорытпалар;

б) дисперсиялық қатаюына байлынысты термиялық беріктелінетін қорытпалар.

*Алу жолына байланысты*: деформациялық және құйма болып бөлінеді.

*Атқаратын қызметі бойынша* (бағыты бойынша):

а) жалпы бағыттағы конструкциялық; б) қызуға берік; в) криогенді бағытта.

*Беріктігі бойынша*:

а) беріктігі аз; б) орташа беріктігімен; в) жоғары беріктігімен қорытпалар.

*Титанды қорытпалар*

Іс жүзінде барлық титанды қорытпалар алюминиймен легірлейді. Оның мынандай артықшылығы бар: а) алюминий табиғатта кеңінен тараған, құны арзан; б) титанның тығыздығына қарағанда алюминийдің тығыздығы айрықша кем, сондықтан алюминийді ендірумен қорытпаның меншікті беріктігі жоғарлайды; в) алюминий α-; (α+β)- және β-қорытпаларын эффективті беріктендіреді және пластикалылығы мен технологиялылығын сақтайды; г) алюминий мөлшерін арттырумен титанды қорытпалардың қызуға беріктік сипаттамалары да жоғары болады; д) алюминий серпімділік модулін арттырады; е) алюминийдің мөлшері артқан сайын қорытпалардың сутекті морттығына бейімділігі төмендейді.

*Титан және оның қорытпаларын қолдану*

Титан және оның қорытпалары бірқатар бағалы қасиеттерімен ерекшелінеді.. Титанның құнының жоғарылығы көп жағдайда оның жұмысқа қабілеттілігімен қамтамасыздандырылған, ал кейбір жағдайда тек жалғыз материал ретінде қолданылуына байланысты. Титанды қорытпалар авиацияда, самолет конструкциясында кеңінен қолданылуда. Сонымен қатар, қаптамалар, қысқыш бөлшектер, күш түсірілетін кешендер, шасси бөлшектері, әртүрлі агрегаттар үшін қолданады.

Коррозияға төзімділігі жоғары болғандықтан теңіз суында қолданылатын кемежасауда да қолданылуда, яғни теңіз кемелерінің, су асты кемелерінің қаптамаларын дайындайды. Титан және оның қорытпаларына су астындағы жәндіктер жабыса бермейді.

Қазіргі кезде титанды қолдану аймағы өсуде. Титан және оның қорытпаларын химиялық, мұнай-химиялық, целлюлозды-қағазды және тамақ өнеркәсібінде, түсті металлургияда, энергомашинажасауда, электроникада, ядролы техникада, гальванотехникада, қару – жарақ өндірісінде, бронді плиталар дайындауда, хирургиялық аспаптар, хирургиялық инплантаторлар, нығайтушы қондырғылар, қол сағаттарының және безендіргіштерді дайындауда қолданады. Титанды азоттауда оның беткі қабаты алтынды қабыршық түзеді, сәнділігі бойынша алтыннан кем емес.

Мыс адамның ең алдымен танысқан элементi. Ол қазiргі кезде кеңiнен қолданылуда. Электр өткiзгiштiк қасиетi бойынша күмiстен кейiнгi екіншi орынды алды, сондықтан ол өткiзгiш материал ретiнде де жиі қолданылады. Жылу өткiзгiштiгi бойынша да күмiске орын бередi және ол әртүрлi жылу алмастырушы ретiнде де қолданылады. Мыс қорытпалары жеткiлiктi коррозияға төзiмдiлiгiмен ерекшеленеді. Түсi әдемi, керемет жылтырайды. Мыстан – табақтар, ленталар, табақшалар штамптар, құбырлар, сымдар және басқа да бұйымдар дайындалады. Олар жақсы пiсiрiледi. Оның кемшiлiгi: тығыздығының жоғары болуы, жоғары температурада тотығуға ұмтылуы, коррозияның жарылысының және су ауруының болуы.

Мыс I В топшасына жатады. Нөмірі 29, атомдық салмағы – 63,54. Балқу температурасы 1083°С, қайнау температурасы 2540°С. Мыста полиморфтық түрлену жоқ. Балқу температурасынан төмен температурада ҚОК торы бар, тор периоды а – 0,36153 Нм. Мыс ауыр металға жатады. Оның 20°С – дағы ρ = 8,94 г/см3.

Мыс диамагниттi металл. Оның меншiктi магниттiк қабылдау қасиетi бар. Мыстағы қоспалар оның электр өткiзгiштігін төмендетедi . Мыстың электр кедергiсiн P, As, Al, Fe, Sb, Sn қатты жоғарлатады. Көміртегі мыстың электр өткiзгiштiгiн артырады. Таза мыстың аз ғана берiктiгi мен жоғары пластикалылығы бар.

**Техникалық мыс**

Мыстың негiзгi қоспалары : Bi, Sb, Pb, S, О. Таза мыстың маркілері мынандай: МОО, МО, МОб, М1б, М1, М1р, М2, М2р, М3, М3р , мұнда: б – оттегiсiз мыс, ал р – тотықтанғанмыс. МОО құрамында 99, 99 % Сu; ал М3 – 99,50%Сu; М1, М2, М3 маркілерінда оттегінiң пайыздық мөлшерi 0,05… 0,8%.

# Мыс негiзiндегi қорытындыларды классификациясы

Мыстағы кеңiнен тараған легірлеуші элементтер – Zn, Al, Sn, Fe, Si, Mn, Be, Ni. Олар мыстың берiктiк қасиетiн жоғарлатады. Өте қатаюға әсерiн Si және Al тигiзедi. Мыстың пластикалылығын Al, Fе, Si – мен легiрлегенде бiрнеше концентрацияға дейiн арттырып, содан кейiн жылдам төмендеткенде пайда болады. Мырыш пен марганец – пластикалылығына әсер етедi.

Мысты қорытпалар деформацияланатын, құйма, термиялық қатаятын және термиялық қатаймайтын болып бөлiнедi. Оларды жездер, қолалар, мыс – никельдi қорытпалар деп те бөледi. Мыстың пайдалы қасиеттерін (жоғары жылу және электр өткізгіштігін, коррозияға төзімділігін) сақтай отырып, мыс қорытпалары жақсы механикалық, техникалық және антифрикциялық қасиеттерге ие болады.

**Жез деп** – мыс пен мырыштың қорытпасын айтады. Олар қос және көп компонентті болады. Қос жез ″Л″ (жез) әрпімен және мыстың орташа мөлшерін пайызбен көрсететін цифрмен маркаланады. Құрамында 90%-дан аса мысы болатын жез томпақ (Л90) деп, ал 80-90% Cu кезіндегісі жартылай томпақ (Л80, Л90) деп аталады. Легирленген жез маркалаында мыстың мөлшерін көрсететін цифрдан басқа, легирлеуші элементтердің атауын белгілейтін әріптер мен мөлшерін процентпен көрсететін цифрлар беріледі. Мысалы,

ЛАН 59-3-2 маркасында 59% Cu, 3% Al, 2% Ni болады.

**Жез**. Cu-Zn күйі диаграммасына (сурет) сәйкес мыс пен мырыш концентрациясы жоғары болатын қатты ерітінді түзеді. Мырыштың мыстағы шектік ерігіштігі 39 % болады.

Мырыштың мөлшері көп болғанда кристалдық торының көлемі центленген куб болатын CuZn (β-фаза) электрондық қосылысы түзіледі. 454-4680С температураларында реттелген CuZn (β′-фаза) электрондық қосылысының реттелуі басталады. Тепе-теңдік күйінен айырмашылығы сол, іс жүзінде β′-фаза (құрамында шамамен 30% мырыш болатын) жез құрылымында пайда болады. Құрылымының өзгеруіне сәйкес жездің механикалық қасиеттеріде өзгереді. Жездің құрылымы α-қатты ерітіндісінің құрылымындай болғанда, мырыш мөлшерінің көбеюі оның беріктігі мен платикалығының артуын тудырады. β′-фазаның пайда болуы жез платикалылығының шұғыл төмендеуімен қоса жүреді де, жез әлі де болса екі фаза күйінде болғанда, жездің беріктігі мырышты 45%-ке арттырғанға дейін жоғарылай береді. Жез β′-фазақұрылымы бойынша бір фазалық күйге көшкенде жездің беріктігі шұғыл төмендейді. Кейбір өнеркәсіпте қолданылатын жездің химиялық құрамы мен оның механикалық қасиеттері келтірілген.

**Қола дегеніміз** – мыстың мырыштан өзге барлық элементтермен қосылған қорытпасы. Қоланың атауы негізгі легирлеуші элементтер бойынша беріледі. Сонымен оны қалайылы, алюминийлі, берилийлі, кремнийлі және басқа қолаларға бөледі. Қола ″Бр″ (қола) әріптерімен маркаланады, оның соңынан әріптер, сонан кейін легирлеуші элементердің атауын және процент есебімен мөлшерін белгілейтін цифрлар жазылады. Мысалы, БР ОЦС 6-6-3 маркасында 6%Sn, 6%Zn, 3%P болады. Мыс пен никель қорытпаларының да басқа атаулары болады: мельхиорлар, куниальдар, нейзильберлер.

**Қалайылы қола** аса қаттылық пен морт сынғыштыққа ие. Қола құрылымындағы δ-фазаның пайда болуы оның тұтқырлығы мен платикалылығының шұғыл төмендеуіне әкеп соқтырады.

Сондықтан, қалайының мөлшерін одан әрі қарай 25%-ке дейін арттырғанда, қола беріктігінің артуына қарамастан, құрамында тек 14%-ке дейін ғана Sn болатын қоланың практикалық маңызыелеулі болады. Қосарланған қалайылы қола қымбат болғандықтан сирек қолданылады.

Қалайылы қоспаны арзандату мақсатымен, стандартталған құйылатын қоладағы қалайының мөлшері 3-6% Sn-нен аспайтын болады. Zn және Pb-нің көп мөлшері қоланың сұйықтай аққыштығын арттырады, құйманың тығыздығын, антифрикциялық қасиеттерін және кесу арқылы өңделуін жақсартады. Қалайылы қоланың құрылымы, мыста ерімейтін қорғасынның жұмсақ кірмелері болуының салдарынан, антифрикциялық қорытпалардың құрылымына қойылатын талаптарды толық қанағаттандырады.

**Алюминийлі қола.** Алюминийлі қола жоғарғы механикалық, антикоррозиялық және антифрикциялық қасиеттерімен ерекше көзге түседі.

Кристалдануының азғантай интервалы оның жоғары сұықтай аққыштығын, шоғырланып шөгуін және жақсы герметикалығын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар шөгуінің көп болғандығынан кейде күрделі фасонды құйма алу қиынға соғады.

Алюминийлі қолада көп 10% дейін алюминийі болады (БрА5, БрА7 маркалары) болады. Бір фазалық қола ең жақсы үйлесетін беріктік пен платикалылыққа ие болады, екі фазалық қола аса беріктігімен және қаттылығымен ерекшеленеді. Екі фазалық қоланы бекемделетін термиялық өңдеуден өткізуге болады. Тез суытқанда β-фаза эвтектоидтық емес, мартенситтік түрленуге ұшырайды.

**10 Дәріс тақырыбы *Шойын өндірісі***

Темір кендері.

Құрамындағы темірдің мөлшеріне байланысты темір кендері бай (45-70%) және кедей (30-42%) кендер болып екіге бөлінсе, химиялық және минералдық құрамына қарай келесі түрлерге бөлінеді.

1.Магнитті кендер (магнитті теміртас Fe3O4) - құрамында 50-65% темір бар, тығыз қара сұр түсті темірдің шала тотығы. Магнитті кендер тотықсыздануы қиын кендерге жатады. (Магнитогорск, Қостанай, Тагил, Курск).

2.Гематит (Fe2O3-қызыл теміртас) – құрамында 55-65% Fe бар, түсі қара-қызғылттан қара сұрға дейін өзгеріп кездесетін темір тотығы Гематиттің құрамында зиянды қоспалар мөлшері аз және ол оңай тотықсызданды. (Курск, Кривой Рог).

3.Қоныр теміртас (n. Fe2O3 m H2O) құрамында 3755% Fe бар, табиғатта түсі сарыдан сары-қоңырға дейін өзгеріп кездесетін темірдің сулы тотығы. Кен тез тотықсызданады және құрылымы қуыс, кейде құрамында S, P күшәлә Аs сияқты зиянды қоспалар болады (Керчь, Лисаковск, Тула, Липецк).

4.Карбонатты кендер (FeCO3)-құрамында 30-40% Fe бар, сарғыш-ақ түсті темір карбонаты кеннің бұл түріне сидериттер мен шпатты теміртас жатады. Карбонатты кендер құрамында бос жыныстар S1O2, Al2O3, MgO түрінде кездеседі. (Бокальск, Златоуст).

5.Комплексті темір кендері (табиғи легірленген кендер) - құрамында Т1, N1, V элементтері кездесетін тау жыныстары. (Орск-Халилов). Бұл элементтер қорыту процесінде балқып, шойынмен араласып кетеді. Әдетте шойынның құрамында оның маркасына байланысты әр түрлі мөлшерде маргенец элементі болады. Шойынның құрамындағы Мn элементінің мөлшерін берілген шамаға дейін жеткізу үшін балқыту процесінде оған құрамында 25-48% Мn элементі бар (MnO; Mn3O4) кендерді қосады (Тула, Никополь).

*Флюстер.* Флюстер-шихта құрамындағы бос жыныс, отын күлі мен зиянды қоспаларды шлакқа айналдыру мақсатымен шихтаға қосылатын заттар. Кейде флюс шихтаға белгілі құрамы мен қасиеті бар шлак алу үшін қосылады. Әдетте темір кендердің құрамында бос жыныс түрінде S1O2 кездесетіндіктен, флюс ретінде СаСО3 қолданылады. Шихтаға қосылатын флюстің мөлшері кендегі бос жыныстың, кокс күлінің, кен тазалығының, алынатын өнімнің түріне қарай есептеліп шығарылады.

*Домна процесінің отыны.* Домна процесінде отын ретінде кокс, ағаш көмірі және соңғы кезде табиғи газ сияқты отындар қатты және газ күйінде пайдаланылады. Домна процесінде қолданылатын қатты отынның:

1.Жылу шығарғыштың қасиеті жоғары;

2.Күлі мен зиянды қоспалары аз;

3.Пеште уатылып кетпеуі үшін қаттылығы жоғары;

4.Құрылымы қуыс болуы керек.

Соңғы кезде металлургия өндірісінде коксты үнемдеу үшін табиғи газ қолданылып жүр. Домна процесін тездету мақсатымен үрленетін ауа оттегімен байытылады.

Домна пешінде қорытылатын кеннің химиялық құрамы мен бөлшектерінің өлшемі белгілі мөлшерде болуы керек. Осы талапты қанағаттандыру үшін, кен қорытылмастан бұрын көптеген дайындықтан өтеді:

1.Ұсақтау;

2.Байыту (магнитті, сепарациялық, флотациялық әдістер);

3.Орталау;

4.Агломерация кеннің майда түйірлерін біріктіру мақсатымен оны пісіру процессі агломерация, ал пісірген кенің өзі агломерат деп аталады.

**Домна пеші**

Донна пеші қарама-қарсы ағынмен жұмыс істейтін пештер тобына жатады. Пеште элементтердің тотықсыздану процесі үздіксіз, бір-біріне қарама-қарсы бағытта жүретін екі ағынның: төменнен жоғары қарай көтерілетін ауа мен тотықсыздандырғыш газдардың, сондай-ақ жоғарыдан төмен қарай түсетін шихта материалдары (кен, кокс, флюс) аз ара әрекеттесуі арқылы жүзеге асады.

Домна пешінің құрылысы онда жүретін процесстердің техника-экономикалық көрсеткіштеріне сәйкес жасалған. Пештің жоғарғы жағы колошник деп аталады. Шихтаны доннаға төгу және колонник ішіндегі газ бен шаңды тысқа шығармау қызметін атқаратын, екі конустан жасалған, төгу аппараты осы колошникке орнатылған. Пештің колошник маңайындағы температурасы 240-350 0С. Колошниктің төменгі жағынан шихтаның төмен қарай жылжуын жеңілдету мақсатымен қиық конус қалыпты етіп жасалған шахта орналасқан. Бұл аралықта темірдің тотықсыздану процестері жүзеге асырылады. Шахтаның жоғарғы жағының t-сы 400-500 0С, ал төменгі жағында 1700-1900 0С-қа дейін жетеді. Шахтаның төменгі жағы цилиндр қалыпты пеш күймесімен ұштастырылған. Пеш күймесінде кеннің одан ары тотықсыздану процессі мен шлак түзілу (қайта қалпына келу) процесі жүреді. Пеш күймесінің төменгі жағында қиық конус қалыпты етіп жасалған пеш иіні орналасқан. Мұнда негізінен шлак түзілуі процесі жүреді. Пеш иіні шихтаның төмен қарай қозғалысын тежеп және оны ұстап тұру үшін жасалынады. Пештің төменгі жағында көрік (горн) бар, ол ұлтан мен (лещадь) келіп бітеді. Пеш көрігіне шойын жиналады.

Көріктің жоғары жағындағы шеңбер бойымен орналасқан бөлік фурма деп аталады. Ол саны 12-ден 18-ге дейін болатын шілтерлер жиынтығы. Осы фурмалау арқылы пешке қысыммен 850-950 0С температурада ауа үрленеді. Ауа үрлеуші фурмалардың төменгі жағына шлак, ал пеш түбінің деңгейіне шойын шығаруға арналған науалар орналасқан. Пештің ірге тасы темір бетонан жасалған.

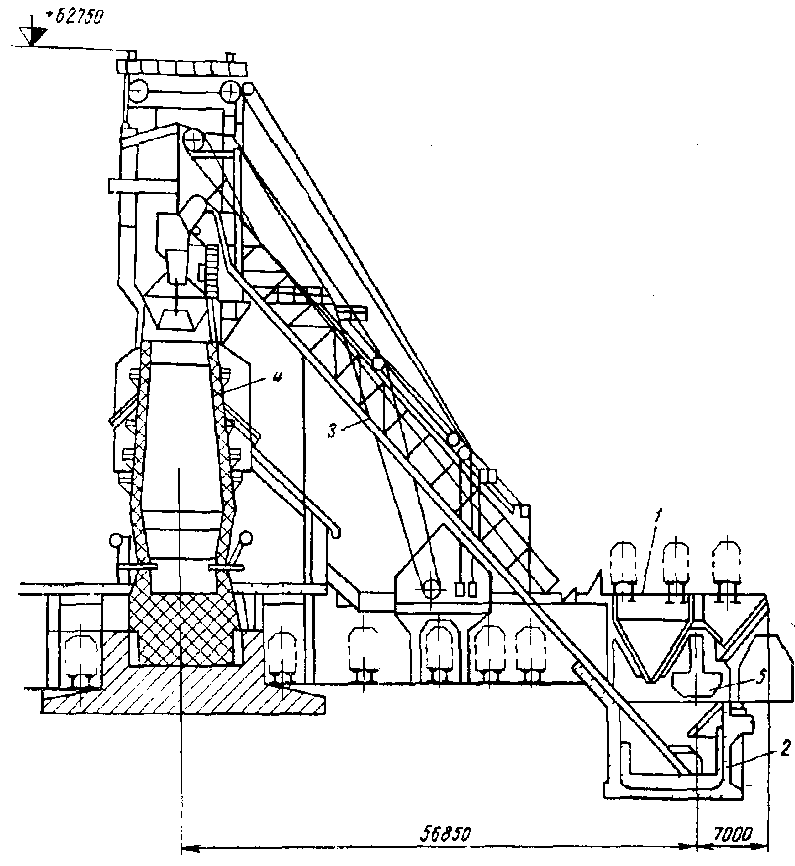
Домна пеші қалындығы 16-20 мм болатпен құрсауланған, ішкі жағы отқа төзімді шамот кірпіштерімен өрілген болады да, оның пайдалы көлемі 1386-2286 м3, биіктігі (пештің көрігі мен шихта төгу аппараттар аралығы) 32 м, ал көрігінің диаметрі 9 м-ге дейін баратын болады.

**Домна процесінің көмекші қондырғылар**

Оларға жататын: скип, төгу аппараттары, ауа қыздырғыштар (каупер) мен фурмалар жатады.

Кокс, флюс, кен қоспасы, шихта скип аппаратарының жәрдемімен көлбеу орнатылған эстакада арқылы, пештің төгу аппаратына жеткізіледі. Төгу аппараты үлкен және кіші конустан жасалады. Скип аппараты шихтаны кіші конусқа төгісімен, кіші конус 600-қа бұрылады, осылайша 6-рет төккенде ол толық бір айналады. Кіші конус бір айналыс жасағанда төмен қарай жылжып, үстіндегі шихта үлкен конусқа, одан пешке төгіледі. Скип аппаратының қозғалмасы, конустардың айналуы мен төмен түсу процестері толық автоматтандырылған.

Пештің температурасын жоғарылату және олардағы процестерді тездету мақсатымен пешке үрленетін ауа қыздырғыштардың (каупердің) жәрдемімен 850-950 0С-қа дейін қыздырылады. Каупер - бүйір беті болат пен қанталын, ішкі жағы жартылай қышқылды кірпішпен астарланып төбесі күмбезделіп жасалған цилиндр. Каупердің ішкі жағы жану камерасы мен кірпіштен жасалған саптамадан (насадка) тұрады. Жану камерасындағы газ өнімдері каупердің күмбезіне дейін көтеріліп, бағытын саптамаға қарай өзгертеді.

**

1 - шанақты эстакада; 2 - скип шұнқыры; 3 - енқіш скип көтеогіш; 4 - домна пеші; 5 - вагон-таразы.

Сурет 16 - Домна пешінің көлденең қимасы (тиеу жағынан)

Жоғары температуралық газ (түтін) саптама қабаттарын қыздырады. Каупер 2 сағат қыздырылған соң, оның температурасы 1000 0С-қа дейін көтеріледі. Содан кейін қыздыру тоқтатылып, кауперге кері бағытта ауа үрленеді. Қыздырудың нәтижесінде суық ауаның температурасы 850-950 0С-қа дейін көтеріледі, ауа құбырлар арқылы фурмаларға беріледі. Домна пеші қыздырылған ауамен үздіксіз қамтамасыз етіп отыру үшін әрбір пештің жанында 2-3 каупер болуы керек.

Домна процесі пештің түрлі бөліктерінде жүретін келесі химиялық реакциялардан тұрады:

Кокстың жануы.

Шихтаның ыдырауы мен ұшқыш газдардың бөлінуі.

Темірдің тотықсыздануынан басқа тотықсыздану реакциялары.

Тотықсызданған темірдің көміртектенуі шлактың түзілуі мен балқуы.

**Кокстың жануы**

Фурмадан үрленген ауа мен шихтаның құрамындағы оттегі көмірмен қосылып мынадай реакциялар жүреді.

С+О2=СО2 (1)

Фурмадан қашық жерлерде оттегі азайғандықтан

2С+О2=2СО (2)

Көміртегінің қос тотығы кокспен әрекеттесіп.

СО2+С=2СО (3)

Тағы ылғал кокспен әрекеттесіп

Н2О+С=Н2+СО (4)

**Шихтаның ыдырауы мен ұшқыш ғаздардың бөлінуі**

1, 2, 3, 4 реакциялардаң нәтижесіндегі пайда болған СО, Н2 газдары шихтамен әрекеттесіп, оны ыдыратады. Шихтаның колошник аймағында басталып (150-450 0С), (100-200 0С) алдымен ылғал бөлініп, 300-400 0С температурада кристалды су бөлінеді де мынадай карбонаттар ыдырайды. СО3-390-400 0С; МnCO3-5250; MnCa(CO3)2-7300; CaCO3-890-890 0C.

**Темірдің тотықсыздануы**

Темір екі түрлі жолмен жанама және тура тотықсыздану реакциялары бойына тотықсызданады. Темірдің көміртегі мен сутегі арқылы тотықсыздануын жанама, ал көміртегі арқылы тотықсыздануын тікелей тотықсыздану дейді. Темірдің жанама тотықсыздануы 400-950 0С-та келесі реакциялар бойынша жүреді.

3FeO3+CO=2Fe3O4+CO2

3Fe3O4+2CO=6FeO+2CO2

6FeO+6CO=6Fe+6CO2

3Fe2O3+9CO+Fe+9CO2

950 0C-тан бастап жанама тотықсыздануы нашарлап, темір тікелей тотықсыздану реакциялар бойынша түзіледі. Темір тотығының таза темірге дейін тотықсыздануы негізінен тікелей тотықсыздану реакциясы бойынша жүзеге асады:

FeO+CO=Fe+CO2

CO2+C=2СО

FeO+C=CO+Fe

Тікелей және жанама тотықсыздану реакциялары бірге жүріп, шихтадағы темірдің 60%-і жанама тотықсыздану, ал қалғаны тікелей тотықсыздану реакциясы бойынша тотықсызданады. Темірдің Si-қосылыстарының тотықсыздану мына реакциялар бойынша жүреді:

Fe2S1O4+2CaO=Ca2S1O4+2FeO

2FeO+2C=2Fe+2CO

FeS1O4+2CaO+2C=2Fe+Ca2S1O4+2CO

Марганец элементі темір кеннің құрамындағы МnO2, Mn3O4, тотықтарынан 800-900 0С температурада СО арқылы, ал МnO 1110 0С температурада көміртегі арқылы тотықсызданады.

2МnO2+CO=Mn2O3+CO2

3Mn2O3+CO=2Mn3O4+CO2

Мn3O4+CO=MnO+CO2

MnO+C=Mn+CO

Шихтардағы тотықсызданған Мn-тің 75-80%-і шойынға өтіп қалған шлакқа ауысып және ұшып кетеді.

1450 0С-та S1O2+2C=S1+2CO+Q

Фосфор элементі шойын үшін зиянды элемент.

(СаО3)Р2О5+3S1O2+3CaOS1O2+P2O5

P2O5+5C=5CO+2P

Фосформен қатар шихтаның құрамында күкірттің бір бөлігі келесі реакция бойынша шлакқа өтіп, қалғаны ұшын кетеді. Күкірттің 80-90%-і мына реакция бойынша шлакқа өтеді.

FeS+CaO=FeO+CaS

FeO+C=Fe+CO

FeS+CaO+C=2Fe+CO2+CaS

Шойынның құрамындағы күкірт мөлшерін азайту үшін, шихтаға салынатын ізвесть мөлшерін көбейту керек.

Темірдің көміртектенуі. Әдетте сұр шойын мен ақ шойынның құрамында көміртегінің мөлшері 3,5%-4,5%. Ақ шойынның көміртектенуі 400-500 0С t-да 3FeO+5CO=Fe3C+5CO2 реакциясы бойынша жүреді. Пештің орта шамасында 2СО=СО2+С реакция бойынша пайда болған қара күйе шихтаға еніп, темірді көміртектендіреді.

**11 Дәріс тақырыбы*. Болат өндірісі және металургиясы***

Қазіргі кезде болат өндірудің келесі тәсілдері қолданылады:

1 Болат өндірудің конвертерлік тәсіл (бессемер, томас, оттегі-конвертерлік);

2 Мартен тәсілі (негізді және қышқылды үрдістері);

3 Электрлік тәсілі (доғалы және индукциялық пештерде жүргізілетін үрдістер).

**Конвертерлік тәсіл**

Болат өндірудің конвертерлік тәсілінің басқа тәсілдермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

Артықшылықтары:

* Өнімділігі жоғары. Конвертерде көміртектің тотығу жылдамдығы мартен пешімен салыстырғанда 10 – 100 есе, ал өнімділігі 5 7 есе артық болады;
* Конвертер үрдісі кезінде отынның қажеттілігі жоқ. Үрдістің жүруіне қажетті жылу шойынның құрамындағы Si, Mn, P және т.б. қоспалардың тотықтану реакцияларының нәтижесінде бөлініп, пештің температурасы 1700ºС – қа дейін көтеріледі;
* Конвертердің құрылысы қарапайым болып келеді, өнімнің өзіндік құны арзан болады.

**Кемшіліктері**

* Конвертер болатының сапасы төмен болады, құрамындағы газдар мөлшері едәуір жоғары (N – 0,01-0,08% , ал мартен болатта - 0,004-0,006%);
* Конвертер үрдісі бойынша өнделетін шойынға, оның химиялық құрамына қатаң талаптар қойылады;
* Конвертер тәсілі бойынша жеткілікті мөлшерде металл сынықтары мен кенді өңдеуге болмайтындығы;

- Конвертер үрдісінің жүру жылдамдығы өте жоғары боғандықтан, үрдіс барысын реттеу өте қиынға соғады, негізінде реттеуге де келмейді.

**Оттегілі-конвертерлік тәсілі**

Конвертер болатының сапасын төмендететін негізгі зияндысы N. Ауа құрамындағы N конвертер жылуының біразын өзімен бірге атмосфераға алып кетіп, оның t-сын төмендетіледі және оған қоса, азот шойында ериді. Сондықтан ауаның орнына таза оттегі үрленеді. Үрленетін ауаны құрамында азот болмағандықтан алғашқы кездеэлементтердің тотығу процестері жылдам жүреді де конвертердің t-сы тез көтеріліп S 2-3 синутта, Мn, C 16-18 минутта тотығып бетеді. Процесс нәтижесінде Р тотығының темір тұздары түзіліп, ізвесть шлак күйінде балқыған металдың бетіне шығады болаттағы Р; S элементерінің мөлшері азайды. Процестің тағы бір ерекшелігі сол мартен шойыны мен темір сынықтарын өңдеу арқылы сапа жағынан мартен болатынан кем түспейтін құрамында 0,004-0,006% N бар болат алуға мүмкіндік береді.

**Электр пешінде болат өндіру әдісі**

Электр пешінде өндірілген болаттың өзіндік құны басқа пештерде өндірілген болаттың өзіндік құны жоғары. Өйткені электр энергиясын көбірек жұмсайды. Болат пен қорытпалар қорытуға арналған электр пештері доғалы, индукциялы, кедергілі пештер болып үш топқа бөлінеді. Құрылысы қарапайым болат қорытуға қолайлы және пайдалы әсер коэффициенті жоғары болғандықтан аталған пештердің ішінде электрометаллургияда сыйымдылығы 0,5-180 тонналық доғалы пештер жиі қолданылады.

Қазіргі кезде электрометаллургия әдісімен болаттың жоғары сапалы түрлері өндіріледі. Болат өндірудің басқа әдістеріне қарағанда осы әдісінің келесі артықшылықтары бар:

1.Пештің кеңістігінде 2000 0С-тан жоғары t-ра алуға болады.

2.Пеш t-сының жоғары болуы құрамында СаО мөлшері молырақ шлак қолданып, Р мен S сияқты зиянды элементтерден болатты толығырақ тазартуға мүмкіндік береді.

3.Мартен пешінде қорытуға болмайтын балқу t-сы жоғары қорытпалар қорытылады.

4.Мартен пештерімен салыстырғанда электр пештерінің конструкциясы қарапайым келеді.

Түбі ток өткізбейтін доғалы пешінде электр тоғы электрод-доға-шлак-металл-шлак-доға-электрод, ал түбі ток өткізетін пештерінде электрод-доға-шлак-металл-түп тізбегі бойынша жүреді. Электр пешінде қорыту шихтаның құрамына байланысты қоспа элементтердің толық тотығу немесе тотықпау процестері бойынша жүзеге асырылады. Шихтаның құрамындағы қоспалардың тотығуы бойынша жүретін процесс келесі кезеңдерге бөлінеді: пешті дайындау, шихта салу, тотықсыздану, қорытпаны шығару.

Қорытудың тотығу кезеңінде алғашқы шлакты металдан болу, металды Р-дан тазарту, қайнату, қыздыру операциялары орындалады. S1, Mn, P, C элементтерінің тотығу реакциялары мартен пешінде тотығу реакцияларына ұқсас.

Тотығы кезеңінің бірінші жартысында пештің шихта түсеретін тесігін белгілі бұрышқа бұрып ол арқылы Р-лы шлактың 60-70%-і төгіледі. Сосын жаңа шлак түзілуі үшін электр пешіне күйдірілген ізбес тасы, темір кені, боксит, шпат салынады. Соңғы операциядан кейін металдың t-сы жоғарылап, астаудағы метал қайнайды (көміртегі жанады СО) Астаудағы металдың қайнауын тездету мақсатымен, тотықтандырғыш ретінде пешке қажетті мөлшерде темір кені салынады. Металдың тотығу кезеңі аяқталысымен тотықсыздану кезеңі басталады. Металл құрамындағы оттегі мен күкірт бөлініп оның t-сы құю t-сына дейін көтеріледі де, химиялық құрамы мемлекеттік стандарт бойынша анықталған мөлшерге дейін жеткізіледі.

Қойытылған болаттың құрамындағы көміртегінің процестік мөлшеріне байланысты тотықсыздандыру кезеңінде металды ақ немесе карбид шлағының астында қорытады. Пешке 80% ізбес тасы 20% шлак қоспасын пеш сыйымдалығының 4%-тей жерін алып тұратындай етіп салып металды ақ шлак астында қорыту арқылы құрамында көміртегінің мөлшері төмен болат түрлері алынады.

Шлактың құрамындағы С, Мn тотықтарының мөлшерін кеміту үшін, жоғарыдағы қоспа балқыған соң пешке екінші шлак қоспа салынады. 10-нан 4-5 бөлігі ізбестасы, l-бөлігі шлак, 2-3 бөлігі майдаланған ағаш көмірі мен кокс. Қоспа астауда балқи ерігішпен кейін шлак құрамындағы Fe мен MnO-ның мөлшері келіп, шлактың түсі ағарып, FeO металдан шлакқа өтеді.

Металдағы құрамындағы FeO-ның мөлшерін 1-1,5%-ке дейін азайту үшін ФС-салынады.

Металды карбид шлагының астында қорыту процесі кезінде шлактың ұстіне 1:3:1 қатынасында болатындай етіп кокс, ізбестасы және шпат қоспасы тасталады.

СаО+3С+СаС2+СО2 реакция жүреді.

Кальций карбиды шлактың тотықсыздандырғыштық қасиетін атқарады. Электрометаллургияда құрамында Р, S мөлшері төмен лейрленген болат қорыту үшін доғада қайта қорыту әдісі қолданылады. Бұл әдіс бойынша құрамында Р, S элементтері аз лейрленген болат қалдықтары шихта ретінде қолданылады.

**Болатты индукциялы пештерде өндіру**

Сапасы жоғары маркалы болаттарды индукциялы пештерінде қорыту арқылы алады. Индукциялы пештің жұмыс істеу принципі, айнымалы ток трансформаторы сияқты, электромагниттің құбылыстың заңдарына негізделген.

Индукциялы пеш келесі негізгі бөліктерден тұрады:

1. индуктор, 2 тигель, 3. пеш қабы (кожух), 4. бұру механизмі мен электр жабдығы.

Индуктор мыс трубадан жасалған орам саны белгілі катушка.

Трансформатордың (пештің) бірінші тізбегі катушка арқылы жоғары жиілікті айнымалы ток жүргенде онда пайда болған айнымалы магнит ағыны трансформатордың (пештің) екінші тізбегінде (тигельдей металда) құйынды электр тоғын тұғызады. Құйынды тастар тигельдегі металда Джоуль-Ленз заңы бойынша жылу энергиясы бөлініп, металл қызады. Металдағы индукция тоғының мөлшері ток жиілігіне байланысты болғандықтан, пеш катушкасы жиілігі 500-2500 гц айнымалы ток пен қоректенеді. Арнаулы генератордың жәрдемімен жиілігі 50 гц өндірістік токтың жиілігі арттылады.

Жоғары жиілік сператоры қуаты қорытатын металдың 1 кг-на 1-0,4 квт электр энергиясы келетіндей етіп жасалады. Сыйымдылығы 50 кг – 10 тн. Қазір одан да артық болады.

**Болат балқытудың комбинациялық әдісі**

Болат өндірудің түрлі жолдарында сан түрлі кемшіліктер де, жетістіктер де бар. Бессемер, электр пештер.

Жылу энергиясын аз жұмсап, жоғары сапалы болаттар алу үшін болат қорыту процесі бір немесе бірнеше кезеңдерге бөлініп, әрбір кезеңде болат әр түрлі жылу агрегаттарында қорытылады. Қорытудың мұндай жолын болат қорытудың комбинациялық әдісі деп атайды.

Болат қорытудың комбинациялық әдісінің дуплекс, триплекс т.б. процестер болады. Егер болат екі балқыту агрегатының жәрдемінен қорытылса процесс ... , ал үш қорыту агрегатының жәрдемімен қорытылса, триплекс-процесс деп аталады.

Дуплекс процесінде бірінші агрегатта қорытылған болат екінші агрегат үшін шикізат болып табылады.

Дуплекс процесінің келесі түрлері болуы мүмкін:

1.конвертер – электр пеші;

2.конвертер – мартен пеші;

3.Мартен пеші – электр пеші т.б.

Дуплекс процесінің бессемер конвертері негізді мартен пешінің мүмкіншілігін және бессемер конвертерінің жылдам болуын, отынды керек етпейтінің пайдаланады. Ал негізгі процеспен жұмыс істейтін мартен пеші Р, S, N элементтерін оңай ажыратып және жоғары сапалы болатты тез қорытуға мүмкіндік береді. Негізді мартен процесі негізді электр пешінде болат қорытудың комбинациялық әдісі шихтаны мартен пешінде балқытып, ал жетілдіру процесін электр пешінде жүргізіп, энергиясын үнемдеуге мүмкіндік береді.

**Мартен әдісі**

1864 ж Э. және П. Мартендер регенераторлы жалын шағылыстыру пешін жасап, алғаш рет шойынды қорытып, болатқа айналдырды.

Мартен процесі, пеш астарының химиялық қасиетіне байланысты, негізді және қышқылды процесс болып екіге бөлінеді. Пайдаланылатын шихтаның құрамына байланысты мартен процесі скрап-процесс, скрап-кенді, кенді және карбюраторлы болып төртке бөлінеді. Металлургияда көп тарағаны-скрап-процесс пен скрап-кенді процесс.

Скрап-процесс шихтасының негізгі құраушылары металл сынықтары (60-75%) және қатты шойын (25-40%). Сондықтан бұл әдіс өзінде домна пеші жоқ заводтарда қолданылады. Скрап-процеспен жылына 400-500 мың тонна болат қорытатын заводтар жұмыс істейді. Осы заводтарда мартен пешінің сиымдалығы 90-100 т.

Скран-кенді процесс шихтасының 60-80% балқытылған шойын, 12-18% темір кені, ал қалғаны-металл сынықтары. Осы процеспен жылына 1 млн тоннадан астам болат қорытатын заводтар жұмыс істейді. Пеш сиымдылығы 1258-900 т.

Мартен әдісі бойынша болат өндіру технологиясы келесі кезеңдерге бөлінеді:

1.Пешті қорытуға дайындау (10-30 мин);

2.Пешке шихта материалдарын түсіру (1 сағ - 2-3 сағ);

3.Балқыту;

4.Қайнату;

5.Тазарту (жетілдіру) (0,5-1 сағ);

6.Болатты құйын алу.

Пешке қорытуға дайындау кезеңінде оның жұмыс кеңістігіндегі бүлінген жерлерді, оның көлеміне қарай (10-30 минут) уақыт ішінде күйдірілген доломит, магнезит ұнтағы, ескі доломит кірпіштермен жөндейді.

Шихта материалдары пешке арнаулы машинаның жәрдемімен төгіледі. Сиымдылығы 185 т. скрап-кенді процеске арналған пешке 1 сағат, 350 тонналық пешке екі сағатта төгіледі. Сиымдылығы 90 т скрап-процесті пешке 1 с 40 мин, төгеді. Пешке шихта төгу жылдамдығы оның сиымдалығымен қатар жылу қуатына (шихта материалдарын қажетті температураға дейін қыздыру қабілетіне) байланысты.

Скрап-процеспен жұмыс істейтін мартен пештеріне шихта материалдары келесі тәртіппен төгіледі:

1.Метал сынықтары (10-15%);

2.Известь (ізбес тасы);

3.Ізбес тасы аздап қыздырылғанан кейін қалған металл сынықтары салынады;

4.Шихта тағы қыздырылғаннан кейін қатты шойын салынады.

2FeO+S1=2Fe+S1O2

FeO+Mn=Fe+MnO

5FeO+2P=5Fe+P2O5

FeO+C=Fe+CO

Металдың температурасы көтеріліп, шлактың құрамы қойылатын талапқа сай болып, метал балқып балқыту (қорытудың) бірінші кезеңі аяқталады.

Қайнату және жетілдіру кезеңнің мақсаты-қорытылған болаттың құрамындағы С, S, Р мөлшерін мемлекеттік стандарт бойынша анықталған маркалы болатқа сәйкес мөлшерге жеткізу және оның t-сын құю t-сын дейін көтеру.

Бұл процестер пештің белгілі t-ралық режимі кезінде металдың қайнауы және белгілі құрамдағы шлактың онымен әрекеттенуі нәтижесінде жүзеге асырылды (С>0,5%).

FeO+C=Fe+CO

Реакция нәтижесінде пайда болған СО балқыған металдың астыңғы жағынан оның бетіне шығу жолында металды араластырып қайнатқан сияқты болады. Кейде көміртегінің тотығу жылдамдығын немесе металдың қайнауын арттыру мақсатымен, балқыған металған тотықтандырғыш ретінде темір кенді салады.

Мартен процесінде осы реакцияның маңызы өте зор. Өйткені жалың жылуының шлак арқылы металға берілуі, металы t-сының құю t-сына дейін көтерілуі, біркелкі құрамды болатты алу процестері осы реакцияның жүруі немесе металдың қайнауы нәтижесінде болады.

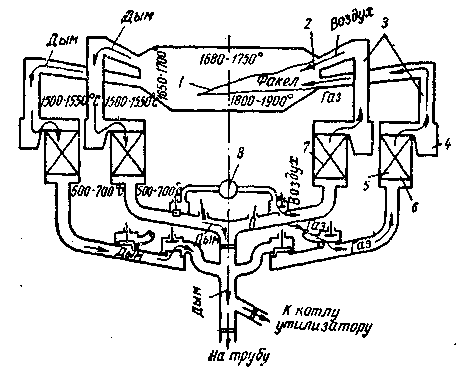
Қайнау процесінің барысында әрбір 10-15 минуттан кейін С, Р, S мөлшерін анықтау үшін проба алынады. (Шлактан да алады ).

Металдың құрамындағы С, Р, S мөлшерлері МЕСТ-ке сәйкес келіп, металдың t-сы 16001620 0С жеткен кезде болатты темірдің шала тотығынан тазарту басталады. (Тиісті мөлшерде ферроқорытпалар қосады) 4,5 кезең 0,5-1 сағатқа созылады.

Егер ферромарганецпен пеште немесе шөміште Аl мен Si арқылы металдан оттегін ажыратса, онда қорытылған болат «тыныш» болат деп аталады. Егер тек ферромарганец арқылы ажыратылса «қайнау» болаты деп аталады. МЕСТ бойынша «қайнау» болаттарда С<0,022%; «тыныш» болаттарда С>0,22%.

Тазарту процесі 10-15 минутқа созылады. Болат даяр болғаннан кейін металл құйылып алынады.

**Мартен пешінің жұмысы**



1- пештің жұмыс кеңістігі; 2 -головка; 3-тік каналдары; 4 -шлаковик; 5 - газды регенератор; 6 - на­садка; 7 - ауа регенератор; 8 – вентилятор.

Сурет 17 - Мартен пешінің жұмыс нобайы

Пеш кеңістігін отын жағу арқылы 1600-1650 0С дейін қыздырғанда түтін газдары регенератор саптамаларынан өтіп, оларды қыздырып, түтін жолы мен пеш мұржасы арқылы сыртқа шығады. Регенератор саптамаларының төменгі жағының t-сы 1200 0С жеткенде, клапандардың жәрдемімен суық ауа мен газ қыздырыған регенераторға қарай жіберіледі. Ауа мен газ t-сы регенератор саптамаларынан өтіп саптамалардың t-сына дейін көтеріліп тік каналдармен бүркеншік арқылы жұмыс кеңістігіне барады. Мұнда жанған от жалынның t-сы 1800-1900 0С дейін жетіп, астаудағы металды да қарсы суыған бүркеншік каналдар, регенератор саптамаларын қыздырып сыртқа шығады.

**12 Дәріс тақырыбы. *Металдарды қысыммен өңдеу***

Металдарды қысым арқылы өңдеудің келесі негізгі түрлері бар:

* Прокаттау (илемдеу);
* созу (волочение);
* престеу;
* еркін соғу;
* суық және ыстық күйде штамптау.

Қысым арқылы өңдеуде металдың беріктік, пластикалық қасиеттерін пайдаланады. Беріктік дегеніміз металдың бүлінбестен, түсірілген күшке қарсы әсер ете білуі, ал пластикалық қасиеті дегеніміз түсірілген күштің әсерінен металдың суық немесе ыстық күиінде өз қалыпын өзгертіп, керитің әсері жойылғаннан кейін өзгерген қалапын сақтап қалуы. Температура жоғарылған сайын металдардың беріктік қасиеті төмендеп пластикалық қасиеті артады.

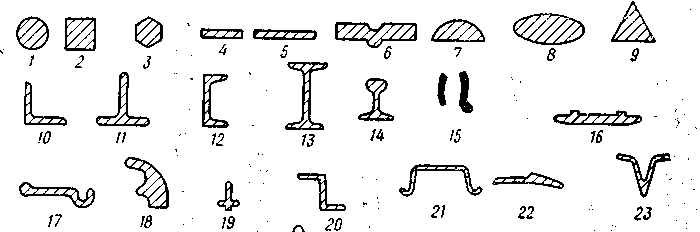
Металдың жоғары температурадағы пластикалық қасиетін оның соғылғыштығы деп атайды. Кейбір металдардың пластикалық қасиеттері төменгі температурада қанағатанарлық болғандықтан, ондай металдарды суық күйінде өңдейді.

Металдарды қысым арқылы өңдеу, олардың пластикалық қасиеттерінің температураға байланысты өзгеруіне қарай, ыстықтай және суық күйде өңдеу болып екіге бөлінеді. Суық күйде өңделген металдың беткі қабаты нығайып, беріктік, қаттылық, аққыштық шектері артып, тұтқырлығы, салыстырмалы ұзаруы және көлденең қимасының жіңішкеруі кемиді.

Ыстық күйде өңделген металдың структурасы майдаланып, кристалдық тордағы атомдардың өзара тартылыс күштері артады да, қайта кристалданады. Егер металл қайта кристалданбай, нығайып, деформация күші жойылғаннан кейін оның структурасы нығайған металдың структурасындай болса, онда металл суық деформациямен өңделген болып есептеледі.

Егер металл қысым арқылы өңдеу процесінде толық қайта кристалданып, онда нығаю белгісі қалмаса, металл ыстық деформациямен өңделген болып есептеледі.

Металдың беріктік, қаттылық қасиеттерін нашарлатып, деформациялық қасиетін жақсарту үшін оларды қысым арқылы өңдеуден бұрын қыздырады.



1 - шеңбер; 2 - квадрат; 3 – алты қабырға; 4 - тілкем; 5 - табақ; 6 - рессора; 7 - сегмент; 8 - овал; 9 - үшбұрыш; 10 - уголки равнобокие и неравнобокие; 11 - таврлы балка; 12 - швеллер; 13 - қоставрлы балка; 14 - рельс; 15 – рельс қаптамалары; 16 – рельс төсеніші; 17 - автообод; 18 - борт сақинасы; 19 - терезе-рамалық профиль; 20 – зет тәрізді профиль; 21 - шпунт; 22 - лемех; 23 - трактор шпорасы.

Сурет 18- Прокаттау профильдердің сортаменті

**Прокаттау**

Металды прокат әдісімен өңдегенде оны қарама-қарсы бағытта айналып тұрған екі біліктің арасына еңгізіп қысады. Нәтижеде металл жұқарып, оның ені мен ұзындығы артады.

Прокаттау процесінде металдың соңғы ұзындығы бастапқы ұзындығынан неше есе артық болса, бастапқы көлденең қимасының ауданы соңғы көлденең қимасының ауданынан сонша есе артық болады.

Прокат процесінде прокатталған металл мен біліктердің бетіне үйкеліс пайда болады.

Үйкеліс күшінің шамасы иілу бұрышына байланысты. Үйкеліс күші мен үйкеліс коэффициентін арттыру үшін кейде прокат стандарын біліктерінің бетіне әр түрлі өрнектер салады. ИІлу бұрышының шамасы металдарды суық күйде прокаттағанда 3-80, ыстық күйде прокаттағанда 15-220, біліктің беті өрнектеліп, ыстық күйде прокаттағанда 27-340-қа жетеді.

Прокаттау процесі металл кесектерін прокаттауға дайындау, металл кесектерін қыздыру, прокатталған металды суыту, прокатталған бұйымдардың кем-кетігін түзету сияқты кезеңдерден тұрады.

**Прокат стандардың классификациясы**

Прокат стандары өнделген металл өнімдерінің қолданылуына және жұмыс клеттерінің орналасуына қарай былайна классификацияланады:

металл өнімдері қолданылуына қарай шала және дайын өнім шығаратын;

ал жұмыс клеттерінің орналасуына қарай:

линиялық (тізбектік), реттік, шахматтық, үздіксіз, жартылай үздіксіз стандар болып бірнеше топқа бөлінеді.

Құрылыс машина жасау өнеркәсібінде қолданылатын металл бұйымдары негізінен тізбектік, үздіксіз стандарда өңделеді.

**Шала прокат өнімдерін алу**

Прокат өндірісінің шикізаты түрлі қалыпты және салмағы да әр түрлі металл кесектері болып табылады. Металл кесектерін прокат стандарыда өңдеу арқылы олардан рельс, қаңылтыр, құбырлар т.б. бұйымдар жасайды. Блюмс, сляб пен сом темірлер блюминг, слябинг, қаусырма (обжимные), үздіксіз шала өнім дайындайтын тізбектік стандарда прокатталады. Бұл стандардың ерекшелігі олардың шала өнімді бір рет қыздыру арқылы прокаттайтындығында. Блюмингтердің дуо, трио түрлерінің жоғары білігі металл кесегінің қалдығына байланысты тік жазықтықта жоғары немесе төмен түсіріледі. Қыздыру арқылы өнделетін металдың қалыңдығына байланысты жоғары білікті бір орынға бекіту метал кесегін блюмингке салудан бұрын орындалады.

Блюмингтерде металл бір бағытта өңделген, сол біліктердің айналу бағыты өзгертіліп, қарама-қарсы бағытта өңделеді. Блюминг біліктерінің диаметрі 85-140 мм, ал блюмстің диаметрі 54 мм болады.

Слябинг көлденең және тік бағытта бір-біріне жақын орналасқан екі жұмыс клеттерінен тұрады. Тік орналасқан клеть болғандықтан, слябингте сом темірдің екі бүйір беті де өңделеді. Слябинтте сом темірдің прокаттау арқылы өлшемдері 65х250 мм, 600-1900 мм слябтер алынады.

**Сортты болат пен сым темірді прокаттау**

Сортты болатты прокаттау үшін соңғы кезде орташа, майда сортты үздіксіз стандар қолданылып жүр. Сорты болатқа диаметрі немесе қалыңдығы 10-30 мм дөңгелек, шаршы (квадрат) қалыпты металдар, өлшемдері 25х100, 3х8 мм болат табақтар, №3, №5 бұрыштық, 50х200, 1,5х3 мм тілкем болаттар (полосовая) жатады.

Сортты болат өндіретін 300 маркалы үздіксіз станның құрылысын қарастырайық. Стан көлденең қимасы 75х75 мм, 100х100 ұзындығы 10 м-ге дейінгі сом темір қыздыратын автоматтандырылған пешпен жабдықталған. Станның металды алдын ала өңдейтін бөлігі ... жұмыс клеттерімен (клеттің бесеуінің біліктері көлденең, екеуі тік орналасқан) тұрады. Пешпен станның металды алдын ала өңдеуші бөлігінің арасында 900 0С температурада белгілі ұзындыққа кесетін қайшы орналасқан.

Станның металды ақтық (таза) өңдеуші бөлігі сегіз жұмыс клетпен тұрады, оның бесеуінің біліктері көлденең, үшеуінің тік орналасқан. Станның металды алдын ала және ақтық өңдеуші бөліктерінің ортасында металдың ұштарын кесетін қайшы орналасқан. Прокатталған металды суытқышқа жіберуден бұрын станның металды ақтың өңдеуші бөлігінің алдына орналасқан қайшының жәрдемімен оны белгілі үзындыққа кеседі.

Қазіргі кездегі көміртекті болаттарды прокаттайтын, өнімділігі жоғары үздіксіз стан 34 клеттен тұрады. Бір тілкем темір 18 клетте өңделеді: 1-10 клеттері бір мезгілде төрт тілкем металды, 11-14 клеттері екі, 15-18 клеттері бір тілкем темірді өңдейді. Прокаттан шыққан өнімдер қоймаға жіберіледі. Оларды суық күйде созу арқылы сым темірге айналдырады. Прокаттау жылдамдығы 20 м/сек-ке дейін жетеді.

**Қалың темір жабдықтарды прокаттау**

Қалың темір жабдықтар бір-екі клетті үздіксіз, жартылай үздіксіз стандарда прокатталады. Жұмыс клеттері дуо, трио, кварто, реверсивті болып келуі мүмкін. Темір жабдықтарын өңдейтін прокат стандары біліктер бөшкесінің ұзындығы және диаметрімен сипатталады. Ені 2 м деп артық темір табақтары, өнімділігі жоғары, клеттері тізбектеліп орналасқан, екі клетті стандарда прокатталады. Прокат станының металды алдын ала өңдеу клеттерінің біліктері (қауыру біліктері) болаттан, ал артық өңдеу клеттерінің біліктері шойыннан жасалады.

**Құбыр прокаттау**

Прокаттау арқылы алынатын құбыр жапсарлы және жапсарсыз құбыр болып екіге бөлінеді.

Жапсарлы құбырдың шикізаты ретінде ұзындығы, диаметрі және қалындығы жасалатын құбырдың ұзындығына, диаметрі және қалындығына сәйкес келетін штрипс деп аталатын темір тілкемі пайдаланылады. Жапсарлы құбырдың жапсары пеште электрмен немесе газбен пісіріледі. Пеште пісіру әдісімен диаметрі 75 мм-ге дедейінгі құбырлар жасау үшін штрипс 1300-13500С температураға дейін қыздырылып, воронкадан өткізіледі. Воронкадан өту кезінде штрипс құбыр жасай иіліп, жоғары температурадағы қысымның әсерімен екі жақтауы пісіріледі. Осылайша прокатталған құбыр калибрлеуші станда өңделгеннен кейін суытылады. Қалыңдығы 14 мм, диаметрі 75 мм-ге дейінгі құбырларды пеште пісіргенде олар екі рет қыздырылады. Бірінші рет 1000-11000С температурада штрипсті воронкадан тартып құбыр етіп ию үшін, екінші рет 1200-13500С температурада сақиналы (оправалы) екі біліктің арасынан өткізіп құбырдың жапсарын пісіру үшін қыздырылады. Рулонға оралған темір тілкемін үздіксіз стандарда құбыр жасай ... жапсарын пеште пісіреді. Электрмен және газбен пісіру арқылы диаметрі 1400 мм-ге дейін жететін мұнай, газ өндірісінде қолданатын құбырлар жасалады.

Жапсарлы құбырды электрмен пісіруде рулонға оралған болат тілкемі арнаулы станда түзу немесе спираль бойына құбыр болып оралады. Құбыр болып иілген болат тілкемнің жапсары станға орнатылған автоматты электр пісіргіштің жәрдемімен пісіріледі. Пісіру процесі қож қабатының астында немесе қорғаушы газ ортасында жүреді.

Жапсарсыз құбыр прокаттау негізгі екі операциядан тұрады:

1.Біліктері белгілі бұрыш жасай орналасқан прокат сталында көлденең қимасы дөңгелек қалыпты болып келген темір кеспелекті тесіп, қабырғасы қалың гильза (қысқа құбыр) алу;

2.Гильзаны пилигримдеу стандарда құбырға айналдыру.

**Иілген қалыпты бұйымдар өндіру**

Қалыңдығы мен қалыны әр түрлі күрделі бұйымдар ию стандарында жасалады. Иілген қалыпты бұйымдар өндірістік құрылыстар мен машина жасау өндірісінде кеңінен тараған. Олардан автомобильдің радиатор құбырларын, рамасын, құрылыста швеллер, қостабан қималы (таврлы) бөлшектер, карниздер, фермалар т.б. бұйымдар жасайды. Иілген қалыпты бұйымдар тізбектеліп орналасқан бірнеше клеттері бар бұйымды июші стандарда өңделеді. Бұл стандар клеттерінің саны иілетін бұйымының түрі күрделенген сайын арта түседі.

**Созу (сым тарту)**

Созу деп темірді, көлденең қимасының ауданы өңделінетін темірдің көлденең қимасы ауданынан кіші, арнаулы тесіктен өткізу арқылы өңдеуді айтады. Қара, түсті металдар мен қорытпаларды суық күйде созу арқылы көлденең қимасының ауданы мен қалыны әр түрлі бұйымдар жасалады.

Металды созу-оны созуға дайындау, созу тәртібін анықтау, өңделетін бұйымды жөнелтуге дайындау кезеңдерінен тұрады.

Жабдықтары. Созу процесінің негізгі жабдықтары шынжырлы және даңғаралы созу стандары болып табылады. Шынжырлы созу стандарында ұзындығы 6-10 м және одан да артық темір шыбықтары, құбыр сияқты бұйымдар өңделеді. Шынжырлы созу станында электр қозғалтқыш және созу шынжырының жәрдемімен темір жабдықтар түзу бағытта қозғалтылып, созу арбасына беріледі. Қозғалмайтын станинаға орнатылған созғыш арқылы өнделетін металдың ұшы сүйірленіп, түзу бағытта қозғалатын арбанын қысқышына (клеть) бекітіледі.

Данғаралы созу стандарында ұзын сым сияқты бұйымдар өңделеді. Өңделіп шыққан сым станның даңғарасында оралады. Жасалатын бұйымының бүйір бетінің тазалығына байланысты даңғаралы станда металл бір немесе бірнеше рет тартылуы мүмкін.

**Еркін соғу**

Кейбір детальдар (бөлшектер) тек еркін соғу әдісімен жасалады. Мысалы, 223 тонналық турбинаның білігі (осі).

Еркін соғу процесінде өңделетін металдың беті тегіс, жылжымайтын төске қойылып, жоғарғы жағынан жылжымалы үлкен болғанмен соғылады немесе преспен қысылады. Нәтижеде металлдеформацияланып, жан-жаққа жайылып, өз қалыбын өзгертеді.

Еркін соғу арқылы салмағы 300-350 тонналық прокат өнімдері мен темір кесектерін және салмағы бірнеше грамнан 150-200 тоннаға дейін жететін шыңдалған темір кесектерін өңдеуге болады. Еркін соғу процесінде өңделген темірдің структурадағы кристалл түйіршіктері араласып, сызаттары мен бос кеңістіктері жойылады, механикалық қасиеттері өзгеріп, нығайады.

**Еркін соғу үрдісінің негізгі түрлері**

Отырғызу (осадка); шеңбер бойлау созу (раскатка); тесу (прошивка); созу (протяжка); кесу (рубка); ию.

Отырғызу деп металдың көлденең қимасының ауданын артыруды атайды. Отырғызу арқылы өңделінетін металдың биіктігі оның диаметрінен немесе енінен 1,5-2,8 еседен артық болмауы шарт. Бұл шарт орындалмай биіктігі енінен тым артық болса, өңделу процесінде метал майысып кетеді.

Шеңбер бойлай созу дегеніміз темір тесігінің диаметрін ұлғайту. Темірдің тесігін ұлғайту үшін оны цилиндр тәрізді валға кигізіп, шеңбер бойлай үстіңгі жағынан балғамен соғады. Нәтижеде металл созылып, тесіктің диаметрі кениді.

Тесу дегеніміз пуансон деп аталатын тескіш құралдың жәрдемімен металды тесу. Тесу үшін металдың астына, тесігінің диаметрі тесілетін металдың диаметрімен шамалас, астарлық сақина қойылады.

Созу дегеніміз металдың көлденең қимасының ауданын азайтып, ұзындығын арттыру. Созу процесі жалпақ немесе фигуралы соққыштардың жәрдемімен орындалады.

Кесу дегеніміз металды арнаулы кескіш құралдың жәрдемімен бірден көп біліктерге бөлу. Кесу процесінде кескіш құрал ретінде тура, радиалды балғалар қолданылады.

**Штамптау**

Ағуы штамптың қабырғаларымен шектелген металға динамикалық күшпен әсер ету арқылы бөлшектер жасау процесін штамптау деп атайды. Артықшылықтары: жұмыс өнімділігі өте жоғары, өндірілген бұйымның дәлділігі жоғары металл шығыны аз болады. Кемшілігі: штамптың өзіндік құнының қымбаттылығы.

Өнделінетін металдың күйіне байланысты: ыстық күйде көлемділік штамптау, суық күйде көлемділік штамптау; темір табақтарын штамптау болып үш түрге бөлінеді.

**13 дәріс тақырыбы. Пісіру негіздері**

*Пісіру* деп қатты материалдарды жергілікті балқыту немесе пластикалық деформация жасау арқылы ажырамайтын жалғас алу процесін айтады. Осының нәтижесінде пісірілетін материалдар атомдарының арасында берік байланыс орнайды.

Металдарды пісіру физикалық, техникалық жэне технологиялық белгілермен әртүрлі топтарға бөлінеді.

Металдарды пісіруді физикалық белгілерімен жіктеу. Физикалық белгілермен жіктеу пісіру жалғасын калыптастыруға қолданылатын энергия түріне байланысты жасалады. Осы бойынша пісіру процестері үш топқа бөлінеді:

- термиялық;

- термомеханикалык;

- механикалык.

*Термиялыц топқа* жылу энергиясын пайдаланып балкыту пісіру түрлері жатады: доғалы, электрон-сәулелі, электрқожды, плазмалы, термитті, газбен және күймалы.

*Термомеханикалық топқа* жылу энергиясын жэне қысым күшін пайдалану арқылы пісірілетін түрлері жатады. Бұл топқа түйістіріп пісіру, индукциялы-қысымды, диффузиялы, газды-баспалы, термокомпрессиялы, доға-басқалы, термитті-баспалы.

*Механикалық топқа* - механикалық энергия мен қысымды колданып орындалатын пісірудің түрлері жатады: салқындай, ультрадыбысты, жарылыспен, үйкеліспен және магнит-импульсті.

*Металдарды пісірудің техникалық белгілерімен жіктелуі.*

Техникалық белгілерге келесілер жатады:

- металды пісіру аумағында қорғау әдісі;

- пісіру процесінің үзіліссіз орындалу дәрежесі;

- процесті механикаландыру дәрежесі.

Металды атмосфера ауасынан қорғау әдісі бойынша пісірудің түрлері -ауада, вакуумда, әртүрлі қорғаушы газдарда, флюс астында, флюс үстімен, көбікте, аралас қорғаулармен.

Процестін үзіліссіздігіне байланысты пісіруді үзіліссіз және үзіліспен деп бөледі; механикаландыру дәрежесімен қолмен пісіру, механикаландырылған, автоматтандырылған (жартылайавтоматтандырылған) және автоматты түрлері болады.

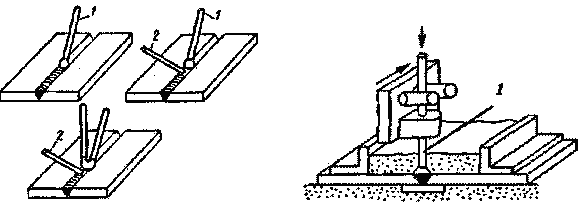
*Пісірудің негізгі түлерінің қысқаша сипаттамалары.* Доғалы пісіру пісірудің кеңірек тараған және әмбебап түрі болып табылады. Балқытып пісіру тобына жатады. Негізгі және косынды металдардың балкуы пісірілетін металл мен электрод арасында жанатын электр доғасы арқылы орындалады. Балқыған негізгі және косынды металл (электрод немесе пісіру сымы) пісіру ваннасын қалыптастырады; нәтижесінде пісіру ваннасы металының кристалдануынан пісіру жігі қалыптасады.

Пісіру жігін тотығудан корғау үшін, доға жанғанда сүйық қож және газдар (мысалы СО2, сутегі, аргон) бөлетін қалың қаптамалы электродтар қолданылады. Көмір электродымен тәуелді және тәуелсіз доғада қосынды сым қолданып пісіру шектелуі, бүны көбінесе түсті металдан жасалған жүқа қабырғалы бұйымдарды пісіруге пайдаланады. Комір электродтарын көбінесе доғалы кесуге кеңірек колданады.

*Флюс қабаты астында автоматты доғалы пісіру.*

Пісірудің бұл түрі үлкен өндірістерде түзу және шеңбер жікті бөлшектерді жалғастыру үшін қолданылады. Электрод есебінде: жалаң пісіру сымы пайдаланылады.

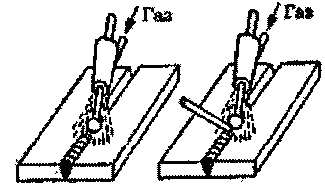
Бұл процестің өнімділігі колмен доғалы пісірумен салыстырғанда 5-10 есе жоғары; пісіру жіктерінің сапасы да жоғары.



Сурет 19 – Қолмен және флюс қабаты астында автоматты доғалы пісіру

*Қоргаушы газдарда пісіру.*

Пісіру балқитын немесе балқымайтын (вольфрам) электродтарымен инертті газдар ағынында жүргізіледі.



Сурет 20 – Қорғаушы газдарда пісіру

Бұл тәсілді жоғары легірленген болаттан, титан, никель, алюминий және магний қорытпаларынан жасалған бөлшектерді пісіруге қолданады.

Коміртекті болаттарды пісіргенде біршама арзанырақ көмірқышқыл газын қолданады.

*Электрқожды пісіру.*

ІІісірудің бүл түрінде негізгі және қосынды металдардың балкуы, тұрақталған пісіру процесі кезінде, электр тоғы балқыған қождан өткенде бөлінетін жылу арқылы іске асады.

Электрқожды пісіру электрод түрімен, электродта тербеліс болуымен, электрод санымен және кейбір басқа да белгілерімен жіктеледі. Бүл тәсіл ауыр дайындамаларды жалғастыруға қолданылады (ауыр түғырлар, станиналар).

*Газбен пісіру.*

Пісірудің бүл түрі негізгі және қосынды металдарды жоғарытемпературалы газ - оттекті жалынымен балқытып жалғастыруға негізделген. Оттегінде жандыруға арналған жанар газ есебінде әртүрлі газдарды пайдаланады: сутегі, ацетилен, пропан-бутан коспасы, бензин буы, керосин буы, қалалық газ, табиғи газ, кокс, мүнай және басқа газдар.

Ацетилен-оттекті пісіру инжекторлы жанарғы жалынында өтеді. Қосынды металл есебінде пісірілетін болшек металының қүрамына жақын сым немесе сырықтар қолданылады.

Ацетилен-оттекті пісіруде жалғастардың сапасы электрдоғалы пісіргеннен төмен.

*Түйістіріп пісіру*

Түйістіріп кедергімен пісіру, әдетте қимасы аздау бөлшектерді жалғастыру үшін қолданылады. Болшектердің шеттерін гидравликалық баспамен қысып, содан кейін электр тоғын қосады.

Бүл жағдайда түйіскен металл пластикалық жағдайға дейін жеткізіледі.

Түйістіріп пісірудің басқа түрі - балқытып пісіру. Бүл әдісте түйісті алғашында біршама күшпен қысып, содан кейін тоқ қосылады. Нәтижесінде көп көлемде микро доға пайда болады да, ол металдарды балқытады.

Түйіс балқығаннан кейін гидравликалық баспамен кысылады.

Мүндай балқытып пісіруді қимасы үлкен бөлшектерді қосуға, бүданда басқа әртекті металдарды қосуға қолданады.

Түйістіріп пісірудін тағы бір түрі - нүктелі пісіру, ол бірнүктелі және көпнүктелі болып бөлінеді.

Түйістіріп пісіру әртүрлі электр тоғымен - түрақты, айнымалы т.б. түрлерімен орындалады.

*Металдардың пісіру икемділігі туралы түсінік.*

Пісіру өндірісінде пісіру икемділігі деп біртекті және әртекті металдардың (олардың қорытпаларының) берілген жүктемелерде, ортада, температура және басқа жағдайларда жүмыс атқара алатындай пісіру жалғасын калыптастыру қабілеттілігін айтады.

Балқытып пісіруде тек қана өзара жақсы еритін металдар ғана пісіріледі. Біртекті металдар, яғни болат болатпен шойын, шойынмен мыс, мыспен т.с.с, жақсы пісіріледі. Мыс және қорғасын озара ерімейді (қосылыспайды) және балқыған (сүйық) күйінде араласпайтын қабаттар қалыптастырады. Сондықтан мыс пен қорғасынды іс жүзінде пісіру мүмкін емес.

Темір қорғасынмен, алюминий висмутпен, темір магниймен т.с.с. қиын пісіріледі. Сондықтан мүндай жағдайда әртекті металдардың пісіру икемділігін қамтамасыз ету үшін, әдетте пісірілетін екі металмен де әзара жақсы еритін үшінші металды пайдаланады. Пісіру икемділігі негізгі метал касиетінен баска пісіру түрі мен ережесіне, қосынды металл және флюс құрамына, қорғаушы газ түріне байланысты. Мысалы, көміртекті болаттарды азот ортасында пісіруге болмайды, өйткені жік металы азотпен қанығып, нәтижесінде металдың ескіруі орын алады.

Керісінше мысты азотта пісіру қолайлы жағдайда өтеді, еткені балкыған мыс іс жүзінде азотқа бейтарап, әсерлеспейді.

Металдарды және олардың қорытпаларының пісіру икемділігін анықтау үшін іс жүзінде 150 әдіс қолданылады.

**14 дәріс тақырыбы. Ұнтақтық металлургия әдісімен материалдар алу және металлокерамика**

Ұнтақтык металлургия — ғылым мен техниканың металдар, қорытпалар және химиялық қосылыстардың ұнтақтарын алу және олардан бүйым не бейметалл үнтақтары бар қоспалар өндіретін саласы. Ұнтақтық металлургия металдың бүйымға айналуының ең озық процесі болып табылады. Ұнтақтық металлургиясының мәні ұнтақты алу және оның бүйымға айналу процестерінің бірінен соң біріне жүйелі түрде өткізілуінде. Бүл бір жағынан жаңа сала болса, екінші жағынан ежелгі тәсіл болып табылады. Ұнтақтық металлургияның негізін салушы П.Г. Соболевский (1782-1841). Ол металдарды өңдеудің ежелгі тәсілдерін жаңартып, оларды ерекше технологиялық тәсіл етіп біріктірді. Металл өңдеудің түрлі тәсілдерінде ұнтақтық металлургия ерекше орын алады, өйткені ол түрлі пішінді бұйымдарды өңдіру және қолданумен катар басқа тәсілдермен алынуы қиын, кейде мүмкін болмайтын жаңа материалдарды жасауда қолданылады. Дайындамалар мен бұйымдарды ұнтақтык металлургия әдісімен өндірудің технологиясы шикізаттың үнтағын алу, алынған ұнтақ материалдан дайындаманы қалыптау, баспаланған дайындамаларды термиялық өңдеу, соңғы өңдеу (қүрылымдық реттеу, мөлшерлеу, механикалық және химия-термиялық өңдеу) кезеңдерінен түрады. Ұнтақтык металлургияның алғашқы технологиялық сатысы - ұнтақты өндіруде қолданылып жүрген бірнеше әдісі бар. Шартты түрде олар физика-хпмиялық және механикалық деп ажыратылады. Шикізаттың физика-химиялық өзгерістерінің терең өтуіне байланысты ұнтақтарды өндіру процестерінің бұл технологиясы физика-химиялық әдіске жатады. Нәтижесінде алынған ұнтактың химиялық құрамы шикізаттын химиялық құрамынан өзгеше болады. Бұл әдіс бойынша темір, мыс, никель, кобальт, вольфрам, молибден, тантал, ниобий, цирконий, марганец, титан және оның корытпаларының ұнтақтары алынады. Механикалык әдісте шикізат ұнтаққа айналғанда оның химиялық құрамы өзгеріссіз қалады. Механикалық әдіс бойынша темір, мыс, марганец, жез, қола, хром, алюминий, мырыш, қорғасын, қалайы, никель, шойын, күміс, т.б. ұнтақтар алынады. Қоспаларды дайындау процесі алдымен ұнтақтарды жасыту, мөлшеріне қарай бөлшектерін сүрыптау және араластырудан тұрады. Молшері 50 мкм және одан ірі ұнтақ бөлшектерін елеп топтайды, ал тым ұсактарын айырғыштан өткізеді. Дайын болған ұнтақтарды шарлы, атанақты диірмендерде араластырады. Металл ұнтақтарын баспалағанда (суық, ыстық, гидростатикалық) және илегенде дайындамалар пішіні түзіледі. Баспалау күшінің қысымы артқан сайын дайындаманың беріктігі жоғарылай түседі. Мөлшері мен пішінінің күрделілігіне қарай дайындамаларды баспалау бір немесе екі жақты болып келеді. Ыстык баспалауда дайындамалардың пішінін қалыптастыру мен пісіру бірге өткізіледі. Гидростатикалық престеу дәлдігі төмен металкерамикалық дайындамаларды алуда қолданады. Сығу аркылы шыбықтар, күбырлар және әртүрлі қималы пішіндер алуға болады. Баспалау калыбының қабырғаларына ұнтақтардың жабыспауы және оның бөлшектерінің жақсы бірігуі үшін ұнтақтың құрамына 12%-ға дейін пластификатор қосады. Алынатын дайындаманың пішіні баспалау қалыбының мөлшерленген тесігі пішініне сәйкес болады. Жабдықтар ретінде механикалық жэне гидравликалық баспақтар қолданылады. Ұнтақ материалдарды өндеудің өнімді тәсілі - *илеу.* Илеу аркылы әртүрлі материалдардан таспалар жасалады. Металл ұнтақтарын илеу арқылы қалыңдығы 0,02 - 3 мм-ден 300 мм-ге дейінгі таспалар жасалады.

*Металлокерамика*

Керамика (грек. кегаmіке - қыш өнері, кегаmоs - саз) - қыш-саз бен олардың минералды қоспаларымен араласқан, сондай-ақ тотыктармен, т.б. органикалық емес қосындылардан (карбидтер, боридтер, нитридтер, силицидтер, т.б.) күйдіріліп жасалған бұйымдар мен материалдар. Керамика тұрмыстын барлық салаларында: үй тұрмысында (әртүрлі ыдыстар), кұрылыста (кірпіш, қыш, қүбыр, тақта, т.б.), техникада, т. ж., су және әуе көлігінде, мүсін өнерінде т. б. кеңінен қолданылады. Керамиканың негізгі технология түріне құрылыстық кірпіш, терракота, майолика, фаянс, фарфор жатады. Керамика адамзат өмірінде ертеден пайдаланылған. Ежелгі замандарда, атап айтқанда палеолит, неолит дәуірінде (б.з.б. 5-мынжылдық) жасала бастап, ғасырлар өткен сайын технологиясы күрделене түскен. Саздан түрлі бүйым жасап, оның беріктігін арттыру үшін күйдіру ісі кең таралған. Керамика жасауды әр халық өз бетімен ойлап тапқандықтан, олардың өзіндік ерекшеліктері де бар. Халқы мен заманына тән ерекшелігі, әртүрлі ою-өрнектер мен таңбалардың, тіпті, кейде жазулардын болуы бұларды бағалы тарихи ескерткіштер катарына жатқызады.

Ең алғашқы керамикалық бұйым ас пісіру және сақтау үшін қолданылатын ыдыс түрінде жасалған. Күйдіру аркылы беріктігін арттырып, әдемілік үшін ыдыстың қалың бүйірлеріне әртүрлі оюлар салған. Энеолит дәуірінен бастап (б.з.б. 3 - 2-мыңжылдық) жазу да жазады. Б.з.б. 4-3 мыңжылдықта Мысыр, Бабыл және Таяу Шығыс елдерінде сыртына шыны тектес қабат күйдіріліп бекітілген (глазурьленген) керамикалық заттар кездесе бастайды. Керамиканы тек ыдыс-аяқ жасауда ғана пайдаланбай, одан кітап беттерін (Ежелгі Шумер, б.з.б. 4-мыңжылдықта), түрлі адамдар мен хайуандардын, т.б. мүсіндерін (Ежелгі Мысырда, Грекияда, Қытайда, Орталық Азияда) жасаған. Б.з.б. 3-1-мынжылдықта түрлі түсті өрнектелген архитектуралық кірпіштер шыққан.

Осы заманғы керамикалық бұйымдар мен материалдар колданылатын орны мен қасиеттеріне, негізгі шикізатына немесе күйдірілген керамиканың фазалық құрамына қарай жіктеледі. Шикізаттардың қүрамы мен күйдіру температурасына байланысты керамикалық заттар тығыз (су сіңіруі 5%-тен аз) және кеуек (су сіңіруі 15 - 25%-ке жетерлік) болып екі топқа бөлінеді. Қүрылымына қарай ірі түйірлі (қүрылыстық және шамот кірпіштер) және ұсак түйірлі (фарфор, фаянс) деп ажыратылады. Керамика өндірісінің негізгі шикізаты - саз. Саз ішінде мөлшері 5 мм-ден астам тастар болса, машинадан откізіліп не тазартылады, не ұсақталады. Ұсақ түйірлі керамикалық бүйымдар даярлау үшін күйдіргенде түсі ағаратын балшыктар, ақ саздар (каолиндер), кварц, дала шпаты, т.б. қоспасыз сапалы шикізаттар қолданылады. Керамикалық масса дайындалуы жағынан сүйық, илемдік, жартылай күрғақ болып келеді. Керамиканы қалыпқа қүю әдісі бұйымның түріне қарай таңдап алынады. Отка төзімді кірпіш, тыстамалық тақталар секілді қарапайым бұйымдар құрғақ майда массадан ныгыздалып жасалады. Күйдіру температурасы жоғарылаған сайын керамика қүрылымы тығыздалып, беріктігі артып, қуыстары азая түседі. Күйдіру температурасы массаның қүрамына, алынатын бұйым түріне және қасиеттеріне қойылатын талаптарға байланысты 900°С-тан (күрылыс кышы) 2000°С-ка (отқа төзімді материалдар) дейін, ал күйдіру мерзімі 2-3 сағаттан бірнеше тәулікке дейін жетеді.

Керамикалық өнеркәсіпте қолданатын негізгі шикі заттар - саздар мен каолиндер. Дегенмен, металлургия, электротехника, радиотехника өндірістерінде қолданатын аспаптар жасау қажеттігі және т.б. өндірістерінің қатандау және жеке талаптары таза тотықтар, карбидтер, нитридтер, боридтер және т.б. с.с. қосындылар негізінде отқа тұрақты, электрайырушы және т.б. техникалық керамика материалдарын өндіруге себепкер болды. Олардың кейбіреулерінің балку температурасы 3500-4000° С дейін жетеді.

Әсіресе, металл мен керамикадан түратын *керамет* деп аталатын бұйымдарының практикалық маңызы орасан зор. Ауыспалы құрамдағы отқа берік материалдар тамаша қасиеттері бойынша теңі жок қазіргі өндірістерде қолданатын жаңа материалдар өкілі. Бұл материалдардың бір беті киын балқитын таза металдан түрады да, екінші беті - отқа берік керамикалық материалдардан, мысалы, бериллий оксидінен жасалынады. Осы аталған екі қабат аралығындағы материалдар құрамы кілт өзгермей біртіндеп жұмсақ өзгеретіндіктен, материалдардың жылулық соқкыға тұрақтылығы басым болады.

Көптеген техникалық керамика материалдарының қасиеттері саздан және каолиннен жасалынған бұйымдардың қасиеттерінен мүлде басқаша. Сондыктан, барлық керамикалық материалдар мен бұйымдарды бірлестіретін белгі ретінде оларды жоғарғы температурада күйдіріліп алынуын және өндірісте ұқсас технологиялық тәсілдері (шикізаттарды өндеу және керамикалық массаны дайындау, материалдарды қалыптау, кептіру және күйдіру) қолдануын айтуға болады.

Керамикалық материалдарды және бұйымдарды әшекейлеу үшін және оларды сыртқы әсерлерден қорғап мәңгілігін қамтамасыз ету мақсатымен беті ангоббен немесе глазурьмен сырлайды. Бұйымдарды әшекейлеу керамикалық бояуларды жағу арқылы орындайды. Отқа төзімді керамикалық жамылтқы металдарды тотығудан және жоғары температура әсерінен қорғайды.

Керамика бұйымдарының пайдаланулық және көркемдік-әшекейлік тамаша сапалары оларды тек кана құрылыста ғана емес, техника мен тұрмыста да кен қолданылуына арқа болды. Сонымен керамиканы құрылыстық, техникалық және тұрмыстық деп те ажыратуға болады.

Керамикалық кұрылыс материалдары мен бұйымдары арналулары бойынша былайша топталынады: қабырғалык материалдар-кәдімгі құрылыс кірпіші, қуыс денелі кірпіш және тас, кеуекті және жеңіл кірпіш керамикалық кірпіштен және тастан жасалған қабырғалық блоктар мен панельдер үй фасадын (үй қас мандайын) қаптаушы материалдар мен бұйымдар - беттік кірпіш және тастар, табакшалар іштей қаптаушы керамика материалдары - кабырғалар және едендер үшін табақтар мен санитарлық-техникалық бұйымдар, жол және жерасты коммуникациясы үшін - жол кірпіщтері, құбырлар, жылу айырушы материалдары - жеңіл кірпіш және фасонды бұйымдар, қышқылға төзімді керамика - кірпіш, табақшалар, күбыр және т.б. отқа төзімді керамикалық материалдар және толтырушылар - түрлі керамикалық бұйымдар, керамзит, аглопорит, перлит, вермикуллит және т.б.

**15 дәріс тақырыбы. Металл емес материалдар, оларды алу және өңдеу технологиясы**

***Металл емес полимерлі материалдарга*** — органикалық синтезделген материалдар: полимерлер, полиэтилен және полипропилен, резенке мен каучук, силикатты шынылар сияқты материалдар жатады.

***Полимерлік материалдардың классификациясы.*** Полимерлер пластмассаның негізі болып табылады. Полимерлер деп біршама жоғары молекулалык массалары (молекулалык салмағы) 10 мыңнан кем емес, молекулалары атомдардың бірыңғай топтарынан звено түрінде пайда болптміі заттарды атайды. Әрбір звено бастапқы төмен молекулалык зат - мономердің молекулаларының өзгеруі болып табылады. Звенолар полимерлерді алу процесінде біртіндеп бір-бірімен қосылып, үзын сызықты тізбекті молекулалар жасай отырып түзіледі.

Полимердің атауындағы сөз түбірі бастапқы затты (полиэтилен, полистирол және басқа) немесе атомдар тобының сипатын (полиамид және баска) білдіреді. Егер макромолекулалар әртүрлі атом звеноларына бірігетін болса, онда полимер өскін полимер деп аталады. Өскін полимерлену балқыған денедегі қоспаларға тән қорытпалардағы легірлеу тақылеттес және материалдардың қасиеттерін өзгертеді.

Молекулалар арасындағы байланыстын түрлеріне қарай полимерлер *термопластикалық* жэне *термореактивтік* болып бөлінеді.

**Термопластикалық полимерлер** деп қыздырған кезде бірнеше рет жұмсара алатын және салкындағанда қасиеттерін өзгертпей катая алатын полимерлерді атайды. Бүл полимерлердің молекулаларының арасында Ван-дер-Ваальстің әлсіз күштері әсер етеді және онда химиялык байланыс болмайды.

**Термореактивтік полимерлер** деп қыздырған кезде (сондай-ақ басқа да себептермен) сызықты молекулалар арасында химиялык байланыстар пайда болған шақта балқымайтын қатты және бұзылмайтын затка айналатын полимерді атайды. Сызықты молекулалардың химиялық байланыстармен қосылуын қатаю деп атайды. Қатаюға дейін термореактивтік полимер қыздырған кезде термопластикалық полимер сияқты жұмсарады. Қатайғаннан кейін ол қатты және балқымайтын күйде қалады. Енді молекулалар арасында берік химиялық байланыстар болады.

*Толтырғышты* 40-70% (массасы бойынша) мөлшері механикалық қасиеттерін арттыру, құнын арзандатту және басқа касиеттерін өзгерту үшін қосады. Толтырғыштар дегеніміз - ұнтақ (ағаш үны, күйе, слюда, SiO2, тальк, TiO2 , графит), талшық (мақта-мата, шыны, асбест, полимер), табақша (қағаз, әртүрлі талшықтардан жасалған кездемелер, ағаш шпоны) түріндегі органикалык немесе органикалық емес заттар.

*Стабилизаторлар -* ескірмеу үшін бірнеше процент мөлшерінде еңгізілетін әртүрлі органикалық заттар, ол заттың қасиеттерін тұрақтандырып, пайдалану мерзімін ұзартады. Ескірту дегеніміз - пластмасса қасиеттерінің қоршаган ортаның әсерінен қайта қалпына келмейтіндей болып өзгеруі. Ескірудің негізіне полимер молекулаларының кұрылысының өзгеруі жатады.

*Пластификаторларды* заттың морт сыңғыштығын азайту және формасын жақсарту үшін 10-20% мөлшерінде қосады. Пластификаторлар деп молекулааралық өзара ықпалды азайтатын және полимерлермен жақсы үйлесеетіи заттарды атайды. Пластификаторлар ретінде эфирлер жиі қолданылады, ал кейбір кездерде иілгіш молекулалары бар полимерлер де пайдалынады.

*Қатайтқыштарды* полимерлік молекулалардың химиялык байланыстарын біріктіру үшін бірнеше процент мөлшеріне реактопластқа қосады. Нәтижесінде кеңістіктік молекулалық тор пайда болады (тор көзді құрылым), ал қатайтқыштың молекулалары бұл тордың бір бөлігіне айналады. Қатайтқыштар ретінде күкірт (каучуктерде), органикалық тотықтар және басқа қосылыстар қолданылады.

*Арнаулы қоспалар -* майлар, бояулар, статистикалық заттарды азайтуға, жанғыштығын бәсендетуге, көгеріп безеңденуден қорғауға жұмсалатын қоспалар, қатаюды тездеткіш және баяулатқыштар және басқалар, олар белгілі бір қасиеттерді өзгерту немесе күшейту үшін қызмет етеді.

*Пластмассаның классификацшсы.* Пластмассаларды топтастырудың негізі полимерлердің химиялык құрамы болып табылады. Олар полимерге байланысты фенолформальдегидті (фенопластар), эпоксидті, полиэфирлі, полиамидті, полиуретанды, стиролды және басқа да пластмассаларға бөлінеді. Химиялық құрамдары ұқсас пластмассалар тобында термопластикалық және термореактивтік заттардың, катты және резина тәріздес пластмассалардың басқа түрлері болуы мүмкін. Пластмассалар қоспалар құрамына қатынасына қарай жай және күрделі болып бөлінеді. Жай пластмассалар - қоспасыз таза полимерлер. Олар жоғарғы электрлік касиеттерімен, мөлдірілігімен және бұйымды өңдеу үшін ыңғайлылығымен ерекшеленеді. Күрделі пластмассалар - әртүрлі қоспалар араласқан полимердің қоспасы. Олар берік, арзан және пластмассаларга қарағанда қасиеттері де әр алуан болып келеді. Олардың қасиеттері полимердің қасиеттерімен және құрамындағы басқа да заттардың қасиеттері мен молшеріне қарап анықталады.

Толықтырғыштары жоқ пластмассалар *толықтырылматған,* ал толықтырғыштары бар пластмассалар *толтырылған* деп аталады. Толықтырғыштарының түріне қарай пластмассалар *пресс-үнтақты, талшықты* және *қатпарлы пластиктер* болып болінеді. Пресс-ұнтақтарда ұнтақты толықтырғыштар, талшықтыда - талшықтар, ал қатпарлы толықтырғыштарда - табақша тәрізді толықтырғыштар пайдаланылады. Кеуекті пластмассалар *поропластар* немесе *пенопластар* деп аталады.

Пластмассалар сортаменті және оларды өңдеу пластмассаларды ұнтақ, түйіршік; таблетка; полимерлермен қаныққан толтырғыш талшықтар түрінде; жартылай фабрикат - пленка, табақша, плита, сырық, құбырлар мен блоктар, сондай-ақ талшықтар түрінде де өндіреді. Кейбір реактопластар (полиэфир, эпоксид, полиуретан және басқалары) сұйық зат түрінде шығарылады, олар тек қолданылардың алдында ғана араластырылады. Сұйық қоспалар қаныққаи толтырғыштар үшін, желімдеу үшін, металдарға жамылғы жасау үшін ыңғайлы.

Каучук және резина

*Жасанды каучук алу.* Каучук жасанды және табиғи каучук болып екіге болінеді. Жасанды каучук алу жолдарын қарастырайық. Табиғи каучук өскелен өндіріс мұқтажын қанағаттандыра алмайды. Себебі табиғи каучук алынатын өсімдіктер каучукты аз береді және олар барлық жерінде осе бермейді.

1835 жылы неміс химигі Химли каучукты құрғақ айдау әдісімен оны құраушыларына жіктеп, изопренді (С5Н8) алды. Соңғы зерттеулердің нәтижесінде каучук мономер изопреннің полимері екендігі анықталады. Полимер дегеніміз жай қосылыстың біртектес молекулаларынан құралған көп молекулалы зат. Жай молекулалы заттар белгілі температура мен қысымда бірігіп (полимерленіп) күрделі молекула түзеді.

Жасанды каучукты, этил, метил спирттері, мұнай, табиғи газ, бутадиен және бутадиен туындылары мен стирол, изобутилен сияқты органикалық заттарды полимерлеу арқылы алады.

Елімізде жасанды каучук көбінесе дивинилден алынады. Дивинил торф, ағаш сияқты органикалық заттардан алынатын спирттерден өңдіріледі. Дивинил - қалыпты жағдайда иісі бар, қатаю температурасы 4,5°С, полимерлеу нәтижесінде каучукке айналатын газ. Техникада жасанды каучуктың мына түрлері жиі қолданылады:

1) хлопренді каучук - хлорпренді полимерлеу аркылы алынады. Бүл каучук химиялық төзімділігі атмосфера, температураға беріктік жағынан табиғи каучуктен асып түседі, кемшілігі металдарды тотықтырады және диэлектрлік қасиеті нашар;

2) натрий-бутадиен каучугін бутадиенді полимерлеу аркылы алғаш рет 1934 жылы Лебедев алды. Бутадиен этил спиртінен алынады. Бүл каучуктен жасалған резеңке - 40°С температурада қасиеттерін сақтай алады;

3) силиконды каучуктер кремний-органикалық қосылыстардан алынады. Бұл каучук негізінде жасалған резеңке (- 60°С) - (+250°С) температура аралығында өз касиеттерін өзгертіп жұмыс істей алады.

*Резина алу.* Каучуктың физикалық-механикалык қасиеттері нашар болғандықтан одан тікелей бұйымдар жасауға болмайды. Каучукке әртүрлі қасиеттер беретін заттар (ингредиенттер) қосып вулканизациялау аркылы оны резинаға айналдырады. Резина - ингредиенттер қосылып, вулканизацияланған каучук. Резинаныңң құрамында оның түріне байланысты 5%-дан 92 %-ға дейін каучук болады. Резина жасау үшін каучукке мынадай заттар қосылады:

• Вулканизацияланатын заттар ретінде күкірт, натрий, дилазаминобензол, күкіртті сутегі, күкірттің қос тотығы сияқты заттар. Каучуктың құрамындағы күкірттің молшерін өзгерту аркылы жұмсақтығы әртүрлі резина алуға болады. Күкірттің каучуктегі молшері 25%-ға жеткенде каучук қатайып эбонитке айналады. Резинаның құрамында күкірт мөлшері 1,5-5% шамасында болады. Вулканизациялау процесі ыстық, суық күйде газбен жүргізіледі. Жуан қабырғалы резина бұйымдарын вулканизациялау процесі арнаулы аппаратта 120-150°С температурада жүргізіледі. Суық күйде вулканизациялау процесінде резина, 0,5-3 минут жарты хлорлы күкірттің бензиндегі ерітіндісіне батырылады, ал газбен вулканизациялау үшін резинаны шамалы уакыт күкіртті газ (S02), күкірті сутегі (Н2S) газдарында ұстайды. Суық күйде және газбен вулкаиизациялау әдістері жұқа қабырғалы резина бұйымдары үшін қолданылады.

• Катализатор (вулканизацияны тездеткіш) ретінде тиурамдар (диметиламинның туындылары), ксантогенаттар сияқты органикалық заттар мен кейбір металдардың (РЬ, Zп)тотықтары қолданылады. Бұлзаттар каучукке 0,5-5% мөлшерде вулканизациялау температурасын төмендету және процесті тездету үшін қосылады.

• Толтырғыш және күшейткіш заттар резинаның өзіндік құнын кеміту және физикалык-механикалық қасиеттерін (беріктік шегі, үйкеліске беріктігі т.б.) жақсарту үшін қосылады. Бұл заттар резинаның механикалық қасиеттерін арттыратын белсенді (көмір қышқыл марганец) және резинаның өзіндік құнын кемітетін заттар (баяу бор, борит, тальк) болып екіге болінеді.

• Пластификатор (жұмсартқыш) ретінде резинаның кұрамына 2-5% стеарин, парафин, амин қышқылдары қосылады. Бұл заттар резина қоспасын жұмсартып оның араласуын жеңілдету және суыққа төзімділігін арттыру үшін қосылады.

• Бояу ретінде ультрамарин, охра косылады. Бояғыш заттар резинаның түсін өзгертеді.

• Регенерат ретінде істен шыққан ескі резина бұйымдары қосылады. Регенерат резинаның өзіндік қүның кемітіп, пластикалық қасиетін арттырады.

**Силикаттық материалдар** '

***Шынының құрылысы, қасиеттері және қолданылуы*** Шыны - тотықтар қорытпасының қатаюы кезінде алынатын макроскопты біртекті аморфты зат SiO2 *, АΙ2О3, Ва2О3, Fe2О3* тотықгарының шыны түзіледі. Шының балку температурасын төмендету және шыны түзетін тотықтарға қажетті қасиеттер алу үшін тотықтарға сілті тотықтары мен *Ме2О* және *МеО* түріндегі сілтілі жер металдарды және басқаларын үстемелейді.

Құрамына қарай шыны силикатты, алюмосиликатты, боросиликатты және алюмоборосиликатты және басқа да шыны түзетін тотықтарға қатынасына қарай бөлінеді. Сондай-ақ шыны сілтілі, *ВаО* және *РbО* ауыр металдарыныц тотықгары бар сілтілі шыны, сілтісіз (құрамында сілті тотыктары 2% - дан көп емес) шыны болып бөлінеді. Оттегісі мүлдем жоқ халькогенидті шыны айрыкша топ болып саналады. (Халькогенидтер - металдардың күкіртпен, селен және теллурмен қосылуы).

Техникалық шыны қызметі жағынан табақша, оптикалық, электротехникалык, қиын балқитын, жеңіл балқитын, арнаулы шынылар болып бөлінеді. Оптикалық шыны жоғарғы біртектілігімен және мөлдірлігімеи ерекшеленеді. Электромеханикалық шыны сілтілі иондардың қозғалыштығын бәсендететін СаО, РbО, ВаОқоспаларына байланысты диэлектриктік шығындарының азаятындығымен ерекшеленеді. Кварцты шынының кұрылысы өте карапайым. Ол төбелері бір торда қосылған тетраэдрлерден (SiO4)тұрады. Кремний мен оттегінің арасындағы байланыс берік, сондықтан шынының қызған кездегі үлғаюы болмашы болады. 1700°С- тан жоғары температурада балқиды және балқығаннан кейін тұтқыр әрі нашар қалыпқа енеді. Тетраэдрлер арасындағы ұяшықтар едәуір үлкен болады, қызған кезде олар ұлғаяды да шынының вакуумдық тығыздығын жоғалтады, 150°С - тан жоғары температурада ол гелий, 300°С-дан жоғарыда сутегі, ал 800°С - тан жоғары температурада ауа өткізеді.

*Ситалдар* дегеніміз - шыныдан бақылауға болатын кристалдану нәтижесінде алынған шыны кристалдық материалдар. Ситалдардын салмағының жеңілдігі, каттылығы, беріктігі мен тозуға төзімділігі диэлектриктік қасиеттерімен, әрекетті ортадағы төзімділігімен және бұйымды өңдеуде жеңілдігімен үлеседі. Қасиеттерінің кешені және олардың өзгеру мүмкіндігі бойынша ситалдар тек диэлектриктерге - шыныларға, керамикаға және пластмассаларға ғана емес, сондай-ак металдык қорытпаларға да жол бермейді.

Ситалдар екі топқа - термоситалдар және фотоситалдарға болінеді. Термоситалдарда орталықтар сілтілерді, сульфидтерді, фторидтерді үстемелеп күйдіру нәтижесінде қалыпқа келеді. 2-ден 20%-ға дейін мөлшерде *ТiO2* өте көп қолданылады. Орталықтардың тығыздығы жоғары және біртекті болып алынады. Фотоситалдарда орталықтар бұйымды ультракүлгін жарықпен сәулелендіру және күйдіру нәтижесінде калыпка келтіріледі. Бұл материалдарды қосылыстардың, күмістің, алтынның (металдарда 0,01-0,001% есебінде) аз мөлшердегі қоспалары пайдаланылады.

*Ситалдардың қасиеті:* тығыздығы 2,3-2,8г/см3 тең, ал қүрамында *РbО* мен *ВаО* болса, онда 6г/см3 дейін артады. Ситалдар - кеуек емес, газ өткізбейтін, қатты және морт материал. Серпімділік модулі 9-14-106  МПа тең болады және қаттылығы жағынан ситалдар магний, алюминий, титан қорытпаларынан да асып түседі. Ситалдар шыны мен керамиканын көптеген түрлерінен берік келеді, иіп сынау кезінде олардын беріктігінін шегі 500-700 МПа болады. Ең берігі - кремнезді ситал, ал ең осалы - қүйма ситалл.

*Ситалдарды қолдану* әсіресе тозу жағдайына, абразивтер мен әрекетті ортаның әсеріне айрықша қажет. *α* мәні бар болаттан сәл артық *α* мәні бар ситалдар эмальдау үшін пайдаланылады.