

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Қарши Мухандислик – Иқтисодиёт институти

**МАТЕРИАЛШУНОСЛИК ВА КОНСТРУКЦИОН МАТЕРИАЛЛАР
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

(Материалшуносликдан маърузалар матнлари)

Қарши 2004 й

Тузувчилар:

к.ф.н., доцент **Р.БОЗОРОВ,**

Такризчилар:

Қарши Давлат Университети доценти,
техника фанлари номзоди **Д.ЧЎЯНОВ**

Техника фанлари номзоди,
доцент **Х.К.ЭШКАБИЛОВ**

Мазкур маърузалар матнлари тўпламида техникада, саноатнинг турли соҳаларида ва уй-рўзғор буюмлари тайёрлаш учун ишлатиладиган металллар ва қотишмалар, нометалл материалларнинг таркиби, тузилиши ва хоссалари тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Ушбу маърузалар матнлари тўплами 5.540.700-«Агроинженерия» таълим йуналишининг «Материалшунослик» фани намунавий дастури асосида ёзилган.

Маърузалар матнлари тўплами Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институтининг услубий кенгаши, (Баён №2, «26» ноябр 2004 й.) Агромауандислик факултети услубий комиссияси (Баён №2, 06.09.2004) ва «Умумтехника фанлари» кафедраси (Баён №2, 03.09.2004) томонидан муҳокама қилиниб, чоп этишга ва ўқув жараёнида фойдаланишга тавсия этилган.

Маърузаларнинг мавзуларига вақт тақсимооти

<i>№</i>	<i>Маърузанинг мавзуси</i>	<i>Соат</i>
1	Кириш. Материалшунослик асослари. Металларнинг таркиби, тузилиши, кристалланиши ва хоссалари	2
2	Чўян ишлаб чиқариш	2
3	Пўлат ишлаб чиқариш	2
4	Қотишмалар назарияси асослари	2
5	Темир ва унинг қотишмалари	2
6	Углеродли пулатлар	2
7	Легирланган пулатлар	2
8	Чўянлар	2
9	Пўлатларга термик ишлов бериш назарияси асослари	2
10	Пулатларга термик ишлов бериш технологияси	2
11	Пулатларга кимевий –термик ишлов бериш	2
12	Рангли металллар ва уларнинг қотишмалари. Мис ва алюминий қотишмалари	2
13	Нометалл материаллар, пластмассалар ва резина материаллар	2
	Жами	26

Ушбу маърузалар курси 5 540 700-«Агроинженерия» таълим йўналишининг «Материалшунослик ва конструкцион материаллар технологияси» фани намунавий дастури асосида ёзилган бўлиб, техникада, саноатнинг турли соҳаларида ва уй-рўзгор буюмлари тайёрлаш учун ишлатиладиган металлар ва қотишмалар, нometалл материалларнинг таркиби, тузилиши ва хоссалари тўғрисида маълумотлар келтирилган. Икки компонентли қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари, пўлатларга термик ва кимёвий-термик ишлов бериш технологиялари ёритилган.

Курс лекций написан в соответствии с типовой программой курса «Материаловедение и технология конструкционных материалов» для направления обучения 5 540 700- «Агроинженерия». Приведены сведения о строении и свойствах металлов и других неметаллических материалов, используемых в сельско хозяйственном и других отраслях машиностроения. Рассмотрены диаграммы состояния двойных систем, технология термической и химико-термической обработки стали.

The course of lectures has been written according to the standard Programm of the subject 5.540.700- for the students educating in speciality “Agroengineering”.

Information about structure and properties of metals and other non-metallic stuffs used in power engineering and other branches of machine building are given. It has been considered state diagrammes of double systems, technology of thermal and chemical-thermal processing of steel.

К И Р И Ш

Мазкур маърузалар курси Олий ўқув юртларининг 5.540.700-«Агроинженерия» таълим йўналишининг намунавий дастури асосида ёзилди.

Ҳозирги вақтда фан-техника тараққиёти билан боғлиқ бўлган турли амалий масалаларни ечиш учун ҳар бир ёш муҳандис ва техник мутахассислар металл ва нometалл материалларнинг таркиби, хоссалари, янги материаллар, уларнинг хусусиятлари ва қўлланилиш соҳаларини мукамал билишлари лозим.

Ҳар бир муҳандис, механик, конструктор, тадқиқотчи, лойихачи мутахассислардан технология асосларини яхши билиш талаб қилинади, чунки бусиз мустаҳкам, узоқ муддатга чидайдиган, тежамли конструкциялар, машиналар, асбоблар ва механизмлар яратиш мумкин эмас. «Материалшунослик ва конструкцион материаллар технологияси» фани шу мақсадларга хизмат қилади.

Фаннинг «Материалшунослик» бўлимида машина ва механизмлар яратиш учун қўлланиладиган турли металл ва нometалл материалларнинг ички тузилиши, хоссалари ва улар орасидаги боғланиш, шунингдек, материалларнинг хоссаларини зарур томонга ўзгартириш усуллари ўрганилади.

Хулоса шуки, бўлажак техника фанлари бакалаврлари бошқа махсус фанларни муваффақиятли ўзлаштиришлари учун «Материалшунослик ва конструкцион материаллар технологияси» фанини яхши ўзлаштиришлари лозим бўлади.

Мазкур тўплам фаннинг «Материалшунослик» бўлимидан ўтиладиган маърузаларни ўз ичига олади.

Маъруза мавзуси: Материалшунослик асослари.

Материалларнинг таркиби, тузилиши, кристалланиши ва хоссалари

Режа:

1. Материалшунослик фани, хом ашё ва материал ҳақида тушунча;
2. Материалшунослик фанининг ривожланиш тарихидан қисқача маълумот;
3. Материалшуносликдаги муаммолар.
4. Қаттиқ жисмларнинг кристалл тузилиши, боғланиш турлари;
5. Металларнинг турлари ва атом-кристалл тузилиши. Кристалл панжара турлари. Реал кристалларнинг тузилиши. Кристалл панжара нуқсонлари. нуқтавий, чизиқли нуқсонлар, дислокациялар;
6. Металлардаги полиморф ўзгаришлар (аллотропия);
7. Металл қуймасининг тузилиши;
8. Металл ва қотишмаларнинг механикавий ва технологик хоссалари тўғрисида тушунча.

Таянч иборалар: Хом ашё; материал; материалшунослик; технологик жараён; ярим фабрикат; ферроқотишмалар; деформация; полимер материаллар; композицион материаллар; чиқиндисиз ишлаб чиқариш технологияси; экологик муаммолар.

Кристалл жисм; металл боғланиш; конструкцион ва машинасозлик металлари; кристалл панжара; дислокация; ваканция; аллотропия; критик ҳарорат; фазавий ўзгаришлар; бирламчи кристалланиш; кристалланиш-нинг назарий ҳарорати; ҳақиқий кристалланиш ҳарорати; ўта совуш даражаси; дендрит; механик хоссалар.

1. Материалшунослик фани, хом ашё ва материал ҳақида тушунча

Материалнинг таркиби, тузилиши ҳамда хоссалари ўртасидаги амалий боғланишларни ўрганадиган фан *материалшунослик* деб аталади.

Материалнинг таркиби деганда шу материалнинг қандай кимёвий элементлардан тузилганлиги тушунилади. Техникада қўлланиладиган материалларнинг аксарияти битта кимёвий элементдан иборат бўлмай, кўп элементларнинг мажмуи ёки бирикмасидан иборат. Материалнинг тузилишини кўз ёки оддий лупа билан кўриб бўладиган (макротузилиш) ёки махсус микроскоплар ёрдамида ўрганиладиган микроструктураларни ўз ичига олади. Материалнинг хоссалари деганда, унинг кимёвий, физик, механик ва технологик хоссалари тушунилади.

Материалнинг хоссалари ҳамда ундан тайёрланган буюмларнинг ишлатилиш шароитини билган ҳолда унинг чидамлилиги ва узоқ муддат ишлай олишини олдиндан ҳисоблаб аниқлаш мумкин бўлади.

Материалшунослик фанининг кейинги тараққиёти кимё, физика, механика каби фанларнинг фанларнинг эришган ютуқларига боғлиқдир. Иккинчи томондан, материалшунослик фанининг муваффақияти структурани яхшилаш, буюмларнинг конструкцияларини ясашда материалларни қайта ишлашнинг

самарали усулларини кашф этиш ҳамда уни такомиллаштиришдадир. Буюмларининг мўлжалланган муддатда муваффақиятли ишлай олиши технологик жараёнининг қанчалик тўғри ва самарали бажарилишига, материалнинг тўғри танланишига боғлиқдир. Материалшунослик фани машина ва механизмларни самарали ишлатишда материал хоссаларини бошқаришнинг илмий-назарий асосини ташкил қилади.

Материаллар меҳнат жараёнининг махсули бўлиб, ундан инсоният ўз талабларини қондирадиган буюмлар ясашда фойдаланади. Материаллар ишлаб чиқаришда бирламчи восита ҳисобланади. Материал бўлмаса саноат жараёнлари ҳам бўлмайди. Барча хом ашёларни икки турга бўлиш мумкин. Бирламчи ва иккиламчи хом ашё. Чўян (материал) ишлаб чиқариш учун темир рудалари хом ашё саналади, ўз навбатида чўян пўлат ишлаб чиқариш учун хом ашё саналади.

Буюмлар ишлаб чиқариш учун материаллар билан бир қаторда ярим фабрикатлар ҳам ишлатилиши мумкин. **Ярим фабрикат** деганда қайта ишланган, лекин хали тайёр буюм холига келтирилмаган материал тушунилади. Буюм олиш учун материал, яъни ярим фабрикатни қайта ишлаш яна давом эттирилиши керак. Демак, бир ишлаб чиқаришда тайёрланган материал (махсулот) бошқа ишлаб чиқариш учун ярим фабрикат ҳисобланади.

2. Материалшунослик фанининг ривожланиш тарихидан қисқача маълумот

Сув ва ҳаводан фойдаланиш металлургия саноатида янги тараққиётни очди. Темир эритиб тозалашда пуфлаш учун ҳаводан фойдаланиш ва суюқлантирилган металллар ҳароратини ошириш имконини берди. Натижада металл қўшимчалардан тўла тозаланиб, унинг сифати яхшиланди. Металл ишлаб чиқаришда писта кўмир ўрнига коксланадиган кўмирдан фойдаланиш эса давр талаби – ишлаб чиқаришни ривожлантириш натижасида вужудга келди. Кокслаш технологиясининг кашф этилиши металлургия саноатини жадал ривожлантирди.

Пўлат олишнинг янги –янги усуллари кашф этилди. Англияда аввал Г.Бессемер (1856), сўнгра С.Томас (1878), Францияда эса П.Мартен (1864) каби ихтирочилар пўлат олишнинг янги усулларини кашф этишди. XVIII аср охири XIX аср бошларига келиб машинасозлик саноати юксак ривожланди, бу эса металлларни кўплаб ишлаб чиқаришни талаб қиларди. Материалларни ишлаб чиқариш даражасини ошириш бу соҳадаги олдинги амалий ютуқларни умумийлаштириш ҳамда бу соҳа учун янги илмий асослар яратишни тақозо қилди. Натижада XIX асрга келиб, материалшунослик машинасозликдаги махсус фанга айланди. Материалшуносликнинг фан сифатида такомиллашишига истеъдодли рус олими ва ихтирочиси Д.К. Черновнинг (1839-1921) фазалар ўзгариши ҳақидаги назарияси жуда катта туртки булди. Бу фаннинг ривожланишига яна А.Ледебўрнинг (немис олими) металллар структураси тушунчаси, инглиз физиклари Ф.Лавес ҳамда В.Юм-Розерининг янги типдаги фазаларни кашф этиши ҳам катта аҳамият касб этди. Материалшунослик фанининг шу даврдаги тараққиётига тадқиқотнинг янги (инструментал) усуллариининг кашф этилиши ҳам таъсир қилди. Масалан, рентген нурларининг кристалл тузилишини ўрганишга қўлланилиши ҳамда металл тузилишининг металломикроскоп (металлог-рафия) усуллари кашф этилди. Кўп жинсли (гетероген) мувозанат назариялари яратилди.

Ички ёнув двигателларининг кашф этилиши, шунингдек автомобиль саноати, иссиқлик энергетикаси, темир йўл транспорти ҳамда ҳаво флотининг тараққиёти материаллар хоссаларини яхшилаш, уни қайта ишлаш саноатини такомиллаштиришни тақозо этди. Натижада такомиллашган домна печлари, мартен печлари барпо этилди, саноат миқёсида прокатланган ярим фабрикат ҳамда материаллар қўплаб ишлаб чиқара бошланди.

Пўлатларни пайвандлаш мумкин эканлигини Н.Н. Бенардос ва Н.Г. Славянов илмий асосда асослаб берди. Икки электрод ўртасида ёй ҳосил қилиш кашфиёти эндиликда одамлар манфаати учун ишлатила бошланди.

Рус олими А. М. Бутлеров 1881 йили оламшумул кашфиёт–жисмларнинг кимёвий тузилиш назариясини кашф этди. Кейинчалик Бутлеровнинг бу назарияси асосида қуйи молекулали органик кимёвик моддалардан полимерлар олиш мумкинлиги исботланди. 1909 йилда С.В. Лебедев хоссалари жиҳатидан табиий каучукка ўхшаш сунъий каучукни синтез қилиб олди. Ҳозирги вақтда техникани сунъий каучуксиз тасаввур қилишимиз қийин. Шундай қилиб машинасозликда металл материаллар ҳам ишлатила бошланди.

XX асрнинг 40-йилларига келиб, илмий техника жадал ривожланди, натижада материалшунослик фани катта ютуқларга эришди, бу даврда бир қатор материаллар кашф этилди. Юқори ўтказувчанликка эга бўлган янги материаллар, ярим ўтказгичлар, сунъий олмос ҳамда углерод асосидаги бошқа материаллар кашф қилинди.

Домна печларида содир бўлаётган оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари натижаларини тўлиқ ҳисобга олишнинг кашф этилиши билан материалларнинг тузилиши ва технологик жараён ҳақидаги билим янада бойиди. Бу эса материалшунослик саноатининг янада ривожланишига сабаб бўлди. Илғор мамлакатларнинг металлургия саноатларида суюқ метални узлуксиз қуйиш технологияси, пўлат ишлаб чиқаришнинг кислород- конвертер усули амалда қўлланила бошланди. Турли ферроқотишмаларни олиш, пўлат эритишнинг электрометаллургия усулларида фойдаланиш пўлат сифатинигина ошириб қолмай, балки жуда кўп турдаги легирланган пўлатларни олиш имконини туғдирди. Материаллар мустаҳкамлигини оширишнинг янги усуллари кашф қилинди. Термик ишлов таъсирида пластик деформацияланиш, яъни термомеханик ишлов усули, коррозиябардош, оловбардош ҳамда махсус магнит хоссаларига эга бўлган, ҳаттоки аввалги маълум геометрик шаклини “*эсида*” сақлаб қоладиган қотишмалар кашф этилди.

Янги турдаги полимерларни синтез қилиш, уларнинг иссиқликка чидамлилигини ошириш ишлар олиб борилди. Натижада иссиқбардош полимерларни синтез қилиш технологияси, полимерларни ҳам металл материалларга ўхшаш модификациялаш усули яратилди.

Ҳозирги кунда материалшунослик фани олдига қўйилган янги вазифа-турли компонентлардан иборат бўлган композицион материалларни ишлаб чиқаришнинг илмий асосларини яратишдан иборат бўлиб турибди. Чунки машина механизмларининг янги конструкциялари олдига уларда қўлланилган материалнинг солиштирма оғирлигини камайтириш, тезликни ошириш, ишлаб чиқариш жараёнининг экологик тозаллигини таъминлаш, конструкциянинг ишлаш муддатини ошириш каби талаблар қўйилмоқда.

3. Материалшуносликдаги муаммолар

Техника намунасини яратиш учун ишлатиладиган материаллар илм-фаннинг энг охирги ютуқларига асосланиб танланади. Янги яратилган машиналар юқори ишчи босимда ишлатилиши, катта тезликларга эга бўлиши ҳамда юқори ҳароратларга чидай олиши керак. Бу кўрсаткичларнинг юқори даражада бўлиши материалшунослик фанининг ютуғи саналади.

Ҳозирги замон машиналари материалларнинг биринчи навбатда юқори мустаҳкамликка эга бўлишини тақозо қилади. XX асрнинг охирига келиб материалларнинг мустаҳкамлиги қарийб **8...10** баробар ортди. Ҳозирги замон фани олдидаги муаммолардан бири-амалда ишлатилаётган юқори мустаҳкамликка эга бўлган материалларнинг пухталигини янада ошириш, иқтисодий жиҳатдан уларнинг таннариhini камайитиришдан иборат.

Қаттиқлиги жуза юқори бўлган материаллар – борид, карбид, сунъий олмосларни ишлаб чиқариш ва уларни қўллаш саноатининг имкониятига ва техник жиҳатдан такомиллашганлигига боғлиқ. Бундай материалларни саноат миқёсида қайта ишлаш ҳамда қайта ишлашнинг технологик жиҳатдан такомиллашган ва самарали усуллариini топиш муаммоси мавжуд.

Баъзи материаллар олдинги геометрик шаклини *“эслаб қолиш”* хусусиятига эга. Масалан, пластик деформация натижасида ўз шаклини ўзгартирган конструкция вақт ўтиши билан ққиздирилса, яна олдинги шаклига қайтади. Металларнинг бундай хоссалари тиббиётнинг жарроҳлик соҳасида, айниқса космик кемаларда жуда муҳим аҳамиятларга эга. Металл қотишмаларининг илгари маълум бўлмаган шундай хоссаларини кашф этиш ҳам техника муаммоларидан биридир. Юқори ҳароратларда (750...1100⁰С) ишлайдиган материаллар яратиш муассосининг ҳал этилиши материал структурасидаги доначаларнинг майда бўлишига боғлиқ, чунки структурадаги доначалар (киристаллитлар) жуда майда ва шакли ихчам бўлган материалнинг мустаҳкамлиги 1,5 баробар катта бўлиши мумкин. Криоген техникада жараён – 150⁰Сдан паст ҳароратда боради. Шунинг учун газлар, масалан кислород ва азотни ажратиб олиш ҳамда уларни суюқ фазага келтириш каби жарёнларда бенуқсон ва узоқ муддатларда ишлай оладиган материалларни яратиш ҳам муаммодир.

Композицион материаллар машина ва механизмларнинг узоқ ишлаши ҳамда техник иқтисодий кўрсаткичларини оширибгина қолмай, балки ишлаб чиқариш жараёнини ҳам такомиллаштириши мумкин. Аммо композицион материалларнинг кўплаб ишлаб чиқарилиши муҳим муаммоларни ҳам туғдириши мумкин. Масалан, баъзи композицион материалларни ишлаб чиқариш инсон саломатлигига катта зарар келтиради, атроф муҳитни заҳарлайди, яъни-янги экологик муаммоларни келтириб чиқаради. Лекин композицион материаллардан оқилона фойдаланиб, улардан энг катта фойда олиш материалшунослик фанинг муҳим вазифаларидан биридир.

Материалларнинг емирилишидан, айниқса коррозия таъсирида емирилишидан ҳимоя қилиш ҳам асосий муаммолардан бири бўлиб қолмоқда.

Шундай қилиб материалшунослик фанининг ютуқлари билан бир қаторда унинг олдида турган муаммолар фан-техника тараққиёти учун муҳим аҳамиятга эгадир. Машинасозлик саноати тез ривожланиб бораётган мустақил Ўзбекистон учун бу жуда муҳим.

4. Қаттиқ жисмларнинг кристалл тузилиши, боғланиш турлари

Материалнинг кристалл тузилишини оддий кўз билан аниқласа бўлади. Металдан бирор намуна олиб, унинг юзасини яхшилаб жилвирласак, йирик доначаларни кўришимиз мумкин. Бу доначалар ёруғлик нурини қайтариш хоссасига эга бўлса, қаттиқ жисм кристалл тузилишга эга экан деган хулосага келиш мумкин. Лекин ҳар қандай қаттиқ жисм кристалл жисм бўлавермайди.

Қаттиқ жисмдаги заррачаларнинг ўзаро таъсир энергияси даражасини иссиқлик таъсиридаги атомларнинг ҳаракат энергиясига солиштириш мумкин. Аммо бу энергия заррачаларини парчалаш учун сарф қилинадиган энергиядан анча кам. Шунинг учун қаттиқ жисмдаги заррачаларни бир-бирига кучли таъсир этувчи заррачалар деб қаралади. Қаттиқ жисмнинг физик ва механик хоссалари ана шу заррачаларнинг жисмда ўзаро фазовий жойлашишига боғлиқ бўлади.

Кристалл жисм деб заррачаларнинг жисмда фазовий жойлашишининг маълум бир геометрик тартибига айтилади. Одатда бундай жойлашиш аниқ симметрияга эга бўлиш билан бир каторда кўп қиррали жисмни эслатади. Аслида ана шу қирраларнинг кесилган жойи (жисмнинг учи) атомларнинг жойлашиш ўрнини кўрсатади. Демак, кристаллар учта ўлчамда жойлашган атомлар тартиби бўлиб, мувозанат шароитида тўғри симметрияга эга бўлган кўп қиррали жисмдир. кристалл жисмда заррачаларнинг (атом, ион ёки молекула) уч ўлчам бўйича доимий такрорланиши (қайтарилиши) натижасида кристалл панжара (ёки кристалл тур) ҳосил бўлади. Кристалл панжарада заррачаларнинг ўзаро тортилиш ва итарилиш мувозанати сақланади, бунда ички потенциал энергия ана шу мувозанатни сақлаш учун керак бўлган энг кам қийматга эга бўлади. Заррачаларнинг кристалл жисмдаги бундай жойлашиш тартиби юзлаб, минглаб кристалл панжара даври сифатида қайтарилиши мумкин.

Элементларнинг ўзаро таъсирлашуви натижасида ҳосил бўладиган металл ёки металл бўлмаган бирикмаларнинг ҳосил бўлиши уларнинг атомлари орасидаги боғланишга боғлиқ бўлади. Жисмларни бир бутун қилиб турувчи куч ҳам ана шу атомлар орасидаги боғланишнинг турига боғлиқдир. Металларда учрайдиган боғланишлар умумлашган эркин электронлар ҳисобига вужудга келади.

Металл боғланишларда атомлар бир-бирига яқинлашганда улар ташқи каватидаги электронлари биргина атомга тегишли бўлмасдан, балки кушни атомларнинг электронлари билан бирга бутун хажм бўйича электрон булутларини ҳосил қилади. Бу ҳолатда боғланиш энергияси мусбат зарядланган ион билан манфий зарядланган электрон булути орасидаги электростатик тортилиш кучи билан белгиланади. Боғланишнинг махсус тури бўлган металл боғланиш материалнинг кўпчилик хоссаларини вужудга келтиради (масалан, юқори электр ўтказувчанлик ва иссиқлик ўтказувчанлик).

Маълумки, ҳар қандай жисм фазода энг кам потенциал энергияга эга бўлишга ҳаракат қилади, яъни маълум шароит учун мувозанатга интилади. Шунингдек мавжуд боғланишларнинг ҳамма турлари (ион боғланиш, молекуляр боғланиш, ковалент ва металл боғланиш)да ҳам атомлар бир-бирига нисбатан потенциал энергия энг кам бўлган масофани эгаллашга ҳаракат қиладилар.

Материалдаги бир хил атомларнинг кимёвий жиҳатдан фарқи бўлмаганлиги учун кўп сондаги атомлар потенциал энергия энг кам ҳолатни эгаллайди, яъни

тугунларида атомлар ётган кристалл панжарани ҳосил қилади. Демак, реал материалларнинг хоссалари кристалл панжаранинг турларига боғлиқ бўлади.

5. Металларнинг турлари ва атом-кристалл тузилиши. Кристалл панжара турлари. Реал кристаллларнинг тузилиши. Кристалл панжара нуқсонлари. нуқтавий, чизикли нуқсонлар, дислокациялар

Машина деталлари, механизмлар ва асбоблар тайёрлаш учун ишлатиладиган металлларга **конструкцион** ёки **машинасозлик металлари** деб аталади. Барча металллар ва қотишмалар икки гуруҳга бўлинади: қора ва рангли металллар. Қора металлларга темир ва унинг қотишмалари (чўянлар ва пўлатлар), рангли металлларга эса қолганлари киради.

Металлар ўзига хос хоссаларга эга: ялтироқлик, электр токини ва иссиқликни яхши ўтказиш ва х.к. Бундай металллар жумласига, авваламбор, темир, мис, алюминий ва бошқаларни киритиш мумкин.

Хром, марганец, сурьма каби металллар ўта мўрт ва қаттиқ бўлганлиги сабабли машинасозликда соф ҳолатда деярли ишлатилмайди.

Асосий конструкцион металлларнинг босим остида ва кесиб ишланувчанлик хоссалари юқори бўлиши мақсадга мувофиқ. Мураккаб шаклли буюмлар тайёрлашда металлларнинг пластиклик, қолипга қўйилиш ва пайвандланувчанлик каби хоссалари муҳим саналади, шунингдек уларнинг таннархи ҳам арзон бўлиши керак. Бундай талабларга темир, мис, алюминий, магний, рух, қўрғошин, қисман, қалай ва никель каби металллар жавоб беради.

Кейинги йилларда электрон микроскоп ва рентген анализлари реал кристаллларнинг тузилишида турли нуқсонлар мавжуд бўлишини кўрсатди. Бу нуқсонлар уч гуруҳга - Нуқтавий, чизикли ва сирт нуқсонларга бўлинади.

Нуқтавий нуқсонларга вакансиялар, яъни кристалл панжаранинг бўш жойлари, ва оралиқ атомлар - тугунлар оралиғига силжиган атомлар киради (1-шакл). Бу нуқсон металлларда диффузион жараёнларнинг кечишида муҳим аҳамият касб этади.

Чизикли нуқсонларнинг энг муҳим тури - дислокациялардир. (2-шакл.) Металлнинг атомлар силжиган (сирпанган) соҳаси билан атомлар силжимаган соҳаси орасидаги чегара **дислокация** деб аталади.

Дислокациянинг муҳим хусусиятларидан бири унинг зичлигидир. Кристаллнинг 1 см^2 юзасини кесиб ўтган дислокациялар сонига **дислокация зичлиги** дейилади. Жуда секин кристалланаётган жисмларнинг дислокация зичлиги $10^2 \dots 10^4\text{ см}^{-2}$ га тенг.



1 - шакл.



2 - шакл.

Мувозанатдаги поликристалларнинг дислокация зичлиги $10^6 \dots 10^7 \text{ см}^{-2}$ га етади. Жуда катта пластик деформация натижасида дислокация зичлиги $10^8 \dots 10^{12} \text{ см}^{-2}$ га етиши мумкин.

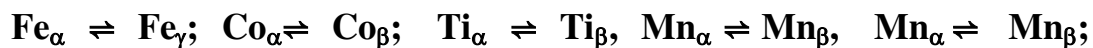
Кристалл жисмдаги дислокация панжаранинг кийшайишига сабаб бўлади. Ташқи куч таъсирини критик қийматдан ошириш металлда дарз ҳосил бўлишига сабаб бўлади.

6. Металлардаги полиморф ўзгаришлар (аллотропия)

Барча металлларни қиздирганда ва совитганда Қаттиқ ҳолатда ҳар хил структуравий ўзгаришлар содир бўладиган (темир, қалай, титан, кобальт ва б.) ва бундай ўзгаришлар содир бўлмайдиган (мис, алюминий, магний, кўрғошин ва б.) металлларга бўлиш мумкин.

Босим ўзгармаганда битта металнинг ҳар хил ҳароратда турли кристалл панжара ҳосил қилиши, бунинг натижасида турли хоссаларга эга бўлиш ходисаси **аллотропия** деб аталади ва грекча $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ва б. каби белгиланади. Паст ҳароратда мавжуд бўлган структура α ҳарфи билан, юқорида ҳароратдагилари эса β, γ, δ ҳарфлари билан белгиланади.

Металлларнинг қуйидаги аллотропик шакллари мавжуд:



Темирнинг аллотропик шакл ўзгаришларини унинг совиш ва кизиш эгри чизиқларидан кузатиш мумкин (3-шакл).

Совиш эгри чизиғида 1539°C да тухташ темирнинг суюқ ҳолатдан Қаттиқ ҳолатга утишига (бирламчи кристалланиш) мос келади. Ҳосил бўлган Fe_α кристаллари параметри $a = 2,98\text{Е}$ га тенг бўлган Х.М.К. панжарага эга. 1401°C да (Ar_4 Нуқта) эса Fe_δ нинг параметри $3,64\text{Е}$ бўлган Е.М.К. панжарали Fe_γ га айланади, 898°C да (Ar_1 Нуқта) гамма - темир параметри $2,90\text{Е}$ бўлган Х.М.К. панжарали Fe_α га, 768°C да эса (Ar_1 Нуқта) кристалл панжаранинг тури ўзгармасдан, $\text{Fe}_\beta \rightarrow \text{Fe}_\alpha$ ($a = 2,88\text{Е}$) алмашиниши содир бўлади.

Шундай қилиб, амалда темир атомлари турли ҳароратда икки хил кристалл панжара ҳосил қилади:

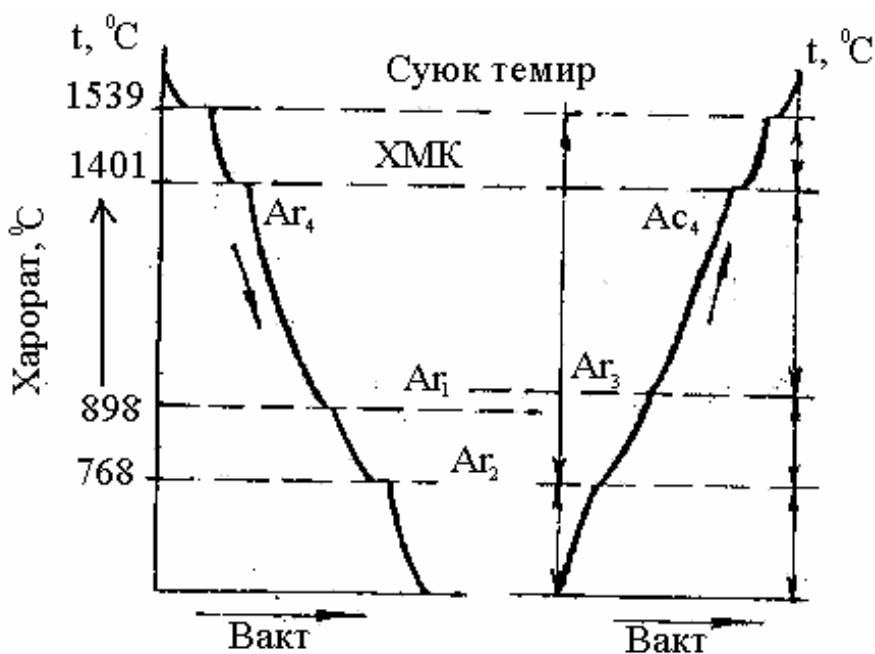
Fe_α (β , δ) - Х.М.К., Fe_γ - Е.М.К.

Аллотропик шакл ўзгаришлар руй берадиган ҳароратлар **критик ҳароратлар** дейилади ва *A* ҳарфи (французча *arret* - тухташ) билан белгиланади. Ўзгаришлар қиздиришда содир бўлса *C* индекси (*choffage* - қиздириш, совитишда эса *r* (*refrowofisment* - совитиш) қуйилади.

Аллотропия ходисаси металлларга термик ишлов бериш режимларини тўғри аниқлашда хал қилувчи аҳамиятга эгадир.

Барча металллар маълум ҳароратгача қаттиқ ҳолатда бўлади. Кристалл панжаранинг атомлари тақрибан 10^{13} Гц частота билан доимий равишда тебраниб туради. Ҳароратнинг кутарилиши билан атомларнинг тебранишлари амплитудаси ошади ва маълум бир ҳароратга етганда (суюқланиш ҳарорати) кристалл панжара бузилади, металл атомлари тартибсиз (хаотик) ҳаракатлана бошлайди, металл қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтади, ана шу ходисага **фазавий ўзгариш** дейилади.

Металл (қотишма) ларнинг суюқ ёки газ ҳолатидан қаттиқ ҳолатга ўтиши уларнинг **бирламчи кристалланиши** деб аталади. Кристалларнинг шакли, ўлчами ва ўзаро жойлашуви металл ва қотишмаларнинг барча хоссаларини белгилайди.



3-шакл. Тоza темирнинг совиш ва кизиш эгри чизиклари.

Суюқ ҳолатдаги ҳар қандай металл ўзгармас босимда совитила борганда маълум ҳароратда кристаллана бошлайди. Агар бу ҳарорат бирдек тутиб турилса, металлнинг кристалланиши давом этмайди ва суюқ металл билан кристалланган металл ўзаро мувозанатда туради. Ана шу ҳарорат **мувозанат ҳарорати, критик ҳарорат** ёки **кристалланишнинг назарий ҳарорати** (t_m) дейилади. Ҳарорат мувозанат Нуқтасидан маълум даража пасайтирилганда, яъни металл ўта

совитилгандагина у суюқ ҳолатдан кристалл ҳолатга батамом ўтади. Шу жараёнга тўғри келган ҳароратга **хакикий кристалланиш ҳарорати** (t_x) дейилади. Назарий ва хакикий кристалланиш ҳароратлари орасидаги фарқ **ўта совиш даражаси** деб аталади:

$$t = t_m - t_x.$$

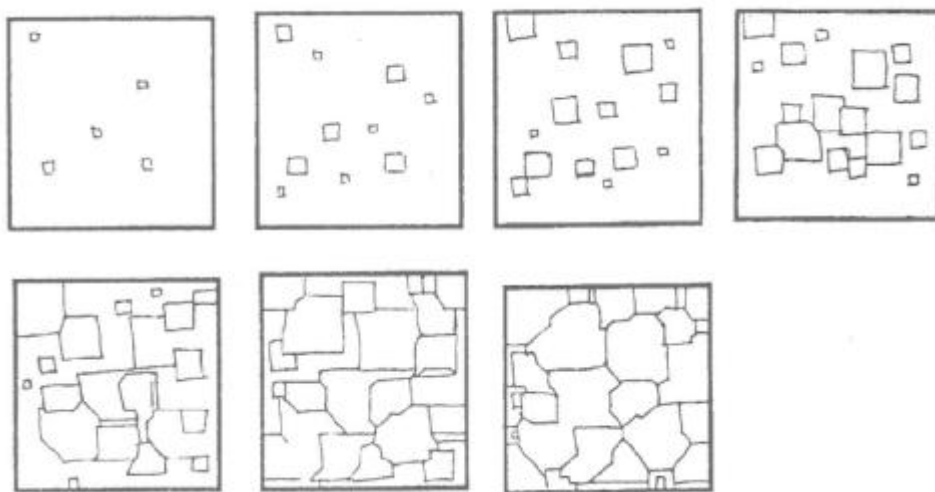
Ўта совиш даражаси қанча катта бўлса, металл доналари ўлчами шунча кичик кристалланади, майда донали металл (қотишма) нинг механик хоссалари, хусусан, пластиклиги юқори бўлади. Кристалланиш жараёнига таъсир этадиган омилларнинг яна биттаси суюқ металда бегона заррачалар (модификаторлар) нинг бўлишидир, улар кристалланиш марказлари ролини ўйнайди.

Суюқ ҳолатдаги металдан кристаллар ҳосил бўлиш жараёни процесси икки босқичдан: кристалланиш марказлари ҳосил бўлиш босқичи ва шу марказлар асосида кристалларнинг ўсиш босқичидан иборат.

Суюқ металллар ҳарорати мувозанат ҳароратига яқинлашганда айрим жойлардаги атомлар худди кристалл панжаралардагидек жойлашиб, атомлардан иборат гуруҳлар ҳосил қилади, металлнинг ҳарорати мувозанат ҳароратига етганда ана шу гуруҳ атомлардан кристалл панжара ҳосил бўлади ва бу кристалл панжаралар кристалланиш марказлари бўлиб қолади. Бундан ташқари, суюқ металлдаги бегона заррачалар (суюқланиш ҳарорати шу металлникидан юқори бўлган заррачалар) ҳам кристалланиш марказлари вазифасини ўтайди. Ҳосил бўлган кристалланиш марказлари ёқларидан кристаллар ўса бошлайди. Кристалланишнинг дастлабки пайтларида кристаллар ўз геометрик шаклларини сақлаган ҳолда бемалол ўсади, яъни монокристаллар ҳосил бўлади, аммо ўсаётган кристаллар бир-бири билан учрашган жойларида ўсишдан тухтаб, ўсиш учун тускинлик бўлмаган томонга уса бошлайди, бунинг оқибатида кристалларнинг геометрик шакли бузилади. Мунтазам геометрик шакли бузилган бундай кристаллар **доналар** ёки **кристаллитлар** деб аталади.

Суюқ металдан кристалланиш марказлари ҳосил бўлиб, бу марказлар асосида кристалларнинг ўсиш схемаси 4 – расмда тасвирланган.

Ҳосил бўладиган кристалларнинг катта-кичиклиги кристалланиш марказлари сони билан кристалларнинг ўсиш тезлигига боғлиқдир. Кристалланиш марказлари сони кўп ва кристалларнинг ўсиш тезлиги кичик бўлса майда кристаллар ва аксинча, кристалланиш марказлари сони оз ва кристалларнинг ўсиш тезлиги катта бўлса, йирик кристаллар ҳосил бўлади. Кристалланиш марказлари сони ва кристалларнинг ўсиш тезлиги эса ўз навбатида ўта совиш даражасига (совитилиш тезлигига) боғлиқ.



4 –расм. Кристалларнинг ўсиш схемаси (И.Л.Миркин)

Ўта совиш даражаси катта бўлса, кристалланиш марказлари кўп ҳосил бўлади ва кристаллар секинроқ ўсади, ўта совиш даражаси кичик бўлганда эса кристалланиш марказлари кам ҳосил бўлади ва кристаллар тез ўсади. Демак, ҳосил бўладиган кристалларнинг катта- кичиклигига, оқибат натижада, ўта совиш даражаси таъсир этар экан: ўта совиш даражаси катта бўлганда майда кристаллар, ўта совиш даражаси кичик бўлганда эса йирик кристаллар ҳосил бўлади.

Ҳосил бўладиган кристалларнинг ўлчамларига таъсир этадиган яна бир омил суяқ металлда бегона зарраларнинг бўлишидир. Масалан, суяқ металлга кийин суяқланувчан бошқа металлларнинг жуда майда зарралари қўшилса, бу зарралар қўшимча кристалланиш марказлари вазифасини ўтайди, натижада кристалланиш марказлари сони кўпайиб, майда кристаллар ҳосил бўлади. Суяқ металлга бундай зарралар атайлаб кушилиши ҳам мумкин, чунки майда донали (кристалли) металнинг механикавий хоссалари йирик донали металникига қараганда анча яхши бўлади. Суяқ металлга атайлаб кушиладиган бундай зарралар **модификаторлар** деб, металл кристалларини ана шу усулда майдалаштириш эса **модификациялаш** деб аталади.

Ўта совиш даражаси суяқ металдан ҳосил бўладиган кристалларнинг шаклига ҳам таъсир этади: ўта совиш даражаси кичик бўлса, яъни металл жуда секин совитилса, мунтазам геометрик шаклдаги кристаллар, ўта совиш даражаси каттароқ бўлса, дендрит тарзидаги кристаллар, ўта совиш даражаси катта бўлганда эса сфероид (дона) шаклидаги кристаллар ҳосил бўлади.

7. Металл қўймасининг тузилиши

Металнинг қотиш жараёнида ҳосил бўладиган кристаллар турли ўлчамлар ва шаклларга эга бўлиши мумкин. Бу совитиш тезлигига, қўшимчаларнинг характери ва миқдорига боғлиқ.

Суяқ металнинг кристалланиш жараёнида кўпинча дендритлар (грекча **dendron** - дарахт) ҳосил бўлади, аммо металнинг хали қотмаган (суяқ) қисми етарли бўлса, дендритларнинг шохлари орасини тўлдиради, натижада доналар ҳосил бўлади. Турғун пўлат қўймасининг кристалл тузилиши бир жинсли

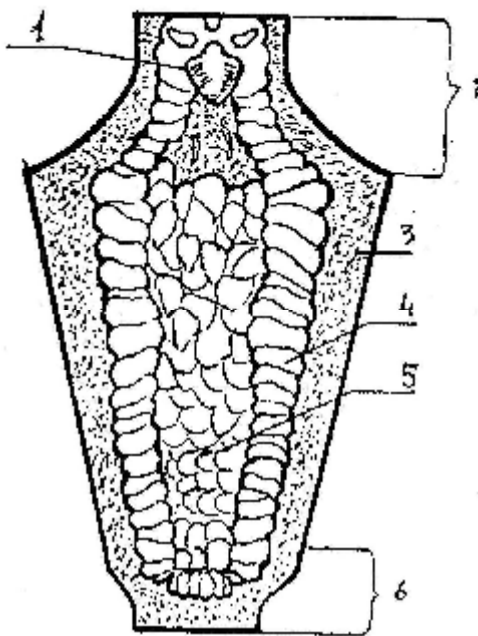
бўлмайди (5-расм). Қуйманинг сирти тез совиганлиги учун майда доналардан, ички қисми эса чузунчок ва тенг укли кристаллардан иборат бўлади. Қуйманинг юқори қисмида чўкиш бўшлиғи жойлашади, шунинг учун унинг юқоридан **20...25 %** и ва пастки қисмидан **5...7 %** и чиқиндига чиқади.

Маълумки, машина деталларига ва конструкция элементларига ташқи кучлар (юклар) хилма-хил тарзда таъсир этиши мумкин. Масалан, ҳар хил валларга бурувчи кучлар, двигатель шатунларига, транспорт воситаларининг тиркамаларига чузувчи куч таъсир этади. Бинобарин, машина деталлари ва конструкция элементлари ўзига таъсир этувчи статик, динамик ва ўзгарувчан кучларга бардош берадиган материаллардан тайёрланиши керак.

Металл ва қотишмаларнинг ташқи кучлар таъсирига қаршилиқ кўрсатиш хусусияти уларнинг **механиқавий хоссалари** дейилади.

Бундай хоссаларга металл ва қотишманинг чўзилишдаги мустахкамлиги (пухталиги- σ_s), сиқилишдаги, эгилишдаги, кирқилишдаги, буралишдаги мустахкамлиги, зарбий қовушоқлиги, қаттиқлиги ва бошқалар киради.

Механиқавий хоссалар турли асбоб ва машиналардан фойдаланиб, ҳар хил кучлар таъсирида синаб кўрилади.



5 - расм. Турғун пўлат қуймасининг тузилиши.

8. Металл ва қотишмаларнинг механиқавий ва технологик хоссалари тўғрисида тушунча

Металл ва қотишмаларнинг технологик хоссалари жумласига уларни технологик ишлаш, яъни куйиш, болғалаш, пайвандлаш, кесиб ишлаш учун яроқлилик даражасини кўрсатувчи хоссалар, масалан, болғаланувчанлик, пайвандланувчанлик, кесиб ишланувчанлик хоссалари ва бошқалар киради.

Савол ва топшириқлар:

1. Хом ашё, материал ва яримфабрикат тушунчаларига таъриф беринг.

2. Материалшунослик фанининг олдига қўйилган масалалар нималардан иборат?
3. Материалнинг таркиби, тузилиши ва хоссаларига таъриф беринг.
4. Чиқиндисиз ишлаб чиқариш технологияси деганда нимани тушунасиз?
5. Материалшуносликдаги муҳим кашфиётлардан сўзлаб беринг.
6. Композицион материаллар тўғрисида тушунча беринг.
7. Материалшуносликдаги муаммоларни таърифланг.
8. Материалшуносликнинг экологик муаммоларига нималар киради?
9. Металларни таърифлаб беринг.
10. Металларда қандай кристалл панжаралар бўлади?
11. Кристалл панжаранинг даври ва координацион сони деганда нимани тушунасиз?
12. Х.М.К ва Ё.М.К панжараларнинг элементар катакчаларига нечтадан атом тўғри келади?
13. Кристалл панжараларда қандай нуқсонлар учрайди?
14. Аллотропия ходисасини тушунтиринг.
15. Металларнинг бирламчи кристалланиши нима?
16. Ўта совиш даражаси деганда нимани тушунасиз?
17. Суюқ метални модификациялаш жараёнининг моҳиятини ёритинг;
18. Металл қуймасида қандай структуравий сохалар мавжуд бўлади?
19. Металлар ва қотишмаларнинг механик ва технологик хоссаларига мисоллар келтиринг?

Маъруза мавзуси: Чўян ишлаб чиқариш

Режа:

1. Домна печининг хом ашёлари;
2. Домна печида содир бўладиган жараёнлар;
3. Домна печининг тузилиши ва ишлаши;
4. Домна печидан олинадиган маҳсулотлар.

Таянч иборалар: Темир рудалари, кокс, домна жараёни, флюс, қуймакорлик чўяни, ферроқотишмалар, колошник чанги, печнинг ҳажмидан фойдаланиш коэффициентлари.

1. Домна печининг хом – ашёлари

Домна печида чўян суюқлантириб олиш мураккаб, оғир меҳнат талаб қиладиган ишлаб чиқариш жараёнидир. Чўян олиш учун темир ва марганец рудалари флюслар ва ёқилғилардан иборат хом – ашё зарур.

Таркибида чўян ишлаб чиқариш учун иқтисодий жиҳатдан арзийдиган миқдорда темир моддаси бўлган тоғ жинслари *темир рудалари* дейилади. Руда таркибидаги темир бекорчи жинслар (қум оҳактош, ...) билан аралашган оксидлар ёки тузлар тарзида бўлади.

Чўян олиш учун қизил, қўнғир, магнитавий ва шпатли темир тошлар ишлатилади. Қизил темир тош (гематит) таркибида 55...70% темир Fe_2O_3 шаклида бўлади. Қолган қисми – бекорчи жинслар. Қўнғир темиртош – сарғиш – қўнғир тусли жинс бўлиб, унинг таркибида темир $m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ кўринишда ифодаланади, унда 35...60% темир бўлади. Магнитавий темиртош қорамтир тусдаги, магнитавий хоссаларга эга бўлган, Fe_2O_3 формула билан ифодаланадиган оксид тарзидадир. Бу рудада темир миқдори 45...70% га етади. Шпатли темиртош сарғиш – кулранг тусли руда. Унда темир Fe_2O_3 ифодаланадиган корбонат тарзида бўлади.

Флюс. Домна печларида чўян суюқлантириб олишда рудадаги бекорчи жинсларни ва ёқилғи ёнганда ҳосил бўлган кулни бирга суюқлантириб, шлакка айлантириш учун ишлатиладиган материаллар флюс деб аталади. Флюс сифатида оҳактош (CaCO_3), доломит ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) ёки қумтупроқ (SiO_2) каби моддалар қўлланилади. 1 т чўян олиш учун, одатда, 02...05 т флюс сарфланади.

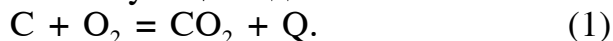
Ёқилғи. Домна жараёнида ёқилғи сифатида кокс, пистакўмир ва табиий газ ишлатилади. Кокс тошқўмирни ҳаво кирмайдиган махсус печларда 950...1000°C да 16...18 соат қиздириш йўли билан олинади. Коксланувчи кўмир куруқ ҳайдалганда учувчан моддалар чиқиб кетади ва қолган қисми қошувиб, мустаҳкам, ҳамда ғовак массага, яъни коксга айланади.

Домна печларида коксининг ўрнини қисман босиш мумкин бўлган ёқилғи табиий газдир. У коксга қараганда анча арзон бўлиб, коксни 10...15% гача тежаш имконини беради. Натижада чўяннинг таннархини бирмунча пасайтиради.

2. Домна печида содир бўладиган жараёнлар

Домна печига солинган шихтага қизиган газлар таъсир этиш натижасида содир бўладиган жараёнлар туфайли чўян, шлак колошник газлари ҳосил бўлади.

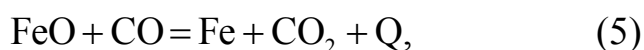
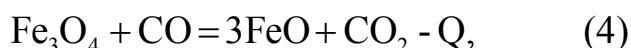
Печга солинган ёқилғи (кокс) пастга томон тушар экан, кўтарилиувчи газлар таъсирида қизий боради ва печнинг фурмалари рўпарасида горнга ҳайдалган ҳаво таркибидаги кислород ҳисобига тўлиқ ёнади:



Ҳосил бўлган карбонат ангидрид юқорига кўтарилади ва қаттиқ қизиган кокс қатламлари орасидан ўта туриб, кокс таркибидаги углерод билан реакцияга киришиб, ис газы ҳосил қилади:



Углерод оксиди ($400...1000^{\circ}C$ ҳароратда) темирни унинг оксидларидан қайтаради:



Соф ҳолатгача қайтарилган темир углеродга тўйинади ва чўян ҳосил бўлади. Суюқ чўян печнинг тубида (лешчадда) йиғилади.

Печнинг распар ва заплечик қисмларида руда таркибидаги бекор жинслар, ёқилғи кули ва олтингургурт, ҳамда рудадаги қўшимчалар флюс билан қўшилиб, суюқланиш натижасида шлак ҳосил бўлади, шлак ҳам суюқ ҳолатда печнинг пастки қисмида суюқ чўяннинг устида йиғилади. Суюқ чўян ва шлак печдан вақти – вақти билан махсус новлар орқали чиқариб турилади.

3. Домна печининг тузилиши ва ишлаши

Ҳозирги замон домна печлари жуда катта иншоотлар бўлиб, бўйи 70 м (фойдали баландлиги 35 метргача)га етади, ҳажми эса $2000...5000\text{ м}^3$ дан ошади. Битта домна печида бир кеча–кундузда 10000 тоннадан кўпроқ чўян ишлаб чиқарилади. Бу печлар, барча шахта печлари каби, қарши оқим принципида ишлайди, яъни ёқилғи (кокс), руда ва флюс домна печининг юқори қисмидан туширилади. Улар ўз оғирлиги таъсирида печнинг тубига томон узлуксиз тушиб туради, печнинг тубидан эса ёқилғининг ёнишидан ҳосил бўлган маҳсулотлар – юқори ҳароратли газлар тепага узлуксиз кўтарилиб туради.

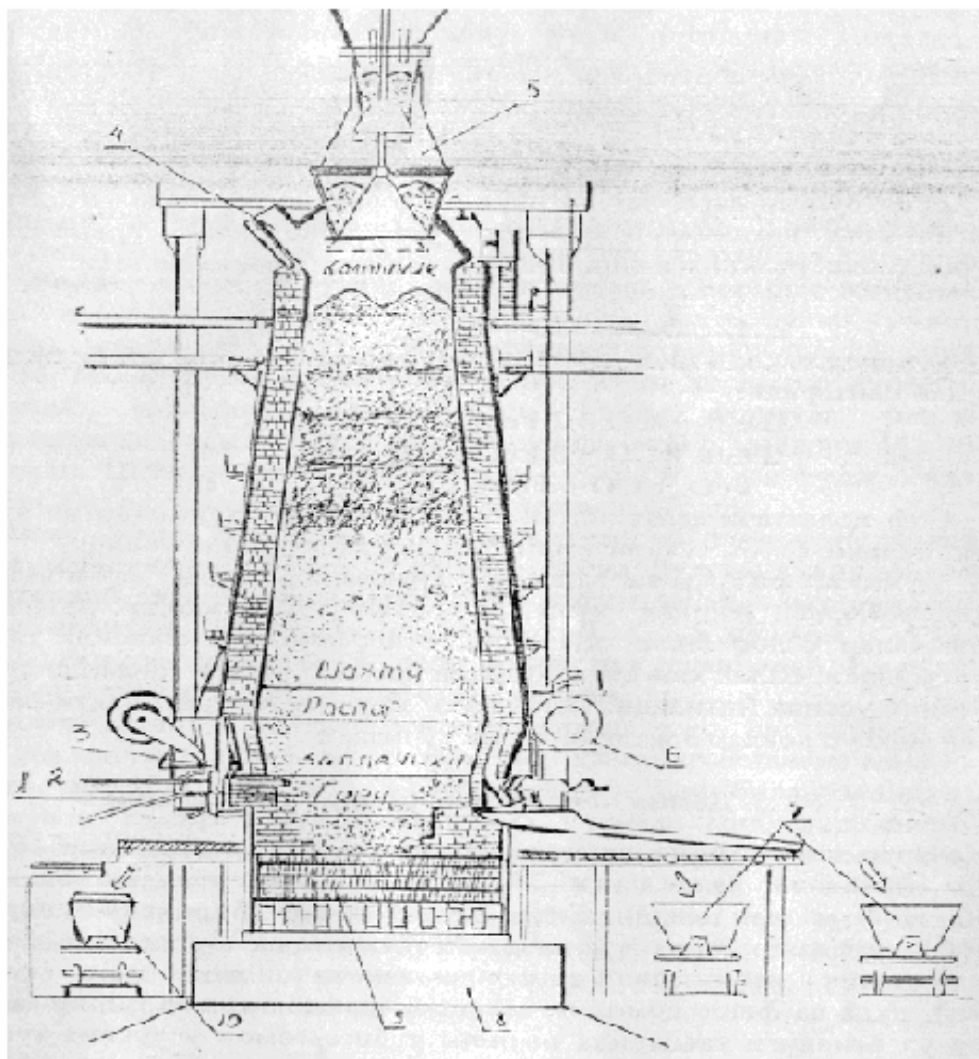
Домна печи бешта асосий қисмдан иборат (6-шакл):

Горн (лешчад), заплечик, распар, шахта, колошник.

Домна печининг янги конструкциялари 8...10 йил тўхтовсиз кечаю–кундуз ишлайди. Бу вақт *компания даври* деб аталади.

Компания даврида печнинг қандай ишлаётганлиги назорат–ўлчов асбоблари ёрдамида аниқланиб турилади. Домна печидан суюқ чўян нов 1 орқали ҳар 3...4 соатда, суюқ шлак эса нов 2 орқали ҳар 1,5...2 соатда чиқарилиб турилади.

Суюқ чўян домна печидан махсус транспорт (вагонетка, ковш ва ҳ.к.)ларга туширилади ва пўлат олиш цехига юборилади ёки ковшларга солиниб, улардан қолипларга қуйилади.



6-шакл. Домна печининг тузилиши.

1-чўянни куйиб олиш учун нов; 2-шлак учун нов; 3-фурма; 4-газ чиқарувчи трубалар; 5-юклаш круилмаси; 6-ҳаво ҳайдовчи қисм; 7-шлак ташигичлар; 8-пойдевор; 9-лешчад; 10-чўян ташувчи вагонеткалар.

4. Домна печидан олинадиган маҳсулотлар

Домна печидан олинадиган маҳсулотлар жумласига *чўян, шлак, домна газ* ва *колошник чанги* киради.

Чўян домна печидан олинадиган асосий маҳсулотдир.

Унинг таркибида 2,14...4,5% С, 0,50...4,25% Si, 0,2...3,5% Mn, 0,1...1,3% P, 0,02...0,20% S бўлади. Ишлатилиш соҳасига кўра чўян учта гуруҳга бўлинади:

қайта ишланувчан чўян, қуймакорлик чўяни ва ферроқотишмалар.

Қайта ишланувчан чўянлар пўлат ва қуймабоп пўлатлар олишга мўлжалланган (П1, П2, ПЛ1, ПЛ2), фосфор миқдори кўп бўлган (ПФ1, ПФ2 ва ПФ3), ҳамда юқори сифатли чўянлар (ПВК1, ПВК2 ва ПВК3)га бўлинади.

Қуймакорлик чўяни домна печида олинадиган ҳамма чўяннинг тахминан 18%ни ташкил этади ва қуйма деталлар олиш учун ишлатилади. Бу чўянлар ЛК–ОО, ЛКО, ЛК–1, ЛК–2, ЛК–3, ЛК–4 ва ЛК–5 каби маркаланади.

Ферроқотишмалар (махсус чўянлар) таркибида кремний ва марганец миқдори одатдаги чўянлардагига қараганда анча кўп бўлади. Ферроқотишмалар чўяндан пўлат олишда темир (II) оксидидан темирни қайтариш, шунингдек пўлатни легирлаш учун ишлатилади.

Шлак домна печидан олинадиган қўшимча маҳсулот бўлиб, унинг миқдори олинадиган чўян оғирлигининг тахминан 60 фоизини ташкил этади. Шлак таркибига кўра асоси (кўпроқ кумтупроқ, озроқ оҳак) ва кислотали (кўпроқ оҳак, озроқ кумтупроқ) характерга эга бўлиши мумкин. Домна шлагига жуда арзон ва юқори сифатли қурилиш материали саналади. Масалан, асосли шлаклардан цемент, бетон ва ғишт тайёрланади, кислотали шлакдан эса, одатда, иссиқликни ўтказмайдиган материал сифатида фойдаланилади.

Домна (колошник) газининг ўртача кимёвий таркиби қуйидагича:

26...32%CO; 1...4,5%Н₂; 0,2...0,4%СН₄; 8...10%СО₂; 56...63%N₂. Колошник газида кўп миқдорда ёнувчи газлар бўлгани учун, у чангдан тозалангач, юқори калорияли ёқилғи сифатида ишлатилади. Тозаланган 1 м³ домна гази 4500 кЖ иссиқлик чиқаради. Домна печида ёқиладиган кокснинг ҳар тоннасидан 400000 м³ чамаси газ чиқади.

Колошник чанги шихта материалларининг домна газига қўшилиб чиқадиган жуда майда заррачаларидан иборат. Колошник чанги домна газини махсус аппаратларда тозалаш вақтида йиғилиб қолади. Бу чангдан агломерат тайёрлашда қўшимча хом-ашё сифатида фойдаланилади, чунки унинг таркибида маълум миқдорда руда ва кокс бўлади.

Домна печининг техник–иқтисодий кўрсаткичи унинг фойдали ҳажмидан фойдаланиш коэффициенти (K_{ϕ}) ва ёқилғининг солиштира сарфланиш коэффициенти (K_e) орқали аниқланади

$$K_{\phi} = \frac{V}{T}, \quad \frac{m^3}{t}$$

Бу ерда: V – печнинг фойдали ҳажми, м³; T – ўртача бир кеча–кундузда ишлаб чиқарилган чўян миқдори, т.

Кўпчилик домналарда $K_{\phi} = 0,5...0,7$ оралиғида бўлади.

Домналарда ёқилғининг солиштира коэффициенти (K_e) ни аниқлаш учун ёқилғининг бир кеча – кундузлаги сарфи (A) эритилган чўян миқдорига (T) бўлинади:

$$K_e = \frac{A}{T}$$

Одатда, бу коэффициент 0,5...0,6 оралиғида бўлади.

Савол ва топшириқлар

1. Асосий темир рудаларини айтиб беринг.
2. Домна печида қандай жараёнлар содир бўлади?
3. Домна печидан олинадиган маҳсулотларни ва уларнинг ишлатилишини айтиб беринг.
4. Домна печи ишининг техник–иқтисодий кўрсаткичларини айтиб беринг?

Маъруза мавзуси: Пўлат ишлаб чиқариш

Режа:

1. Пўлат ишлаб чиқаришда содир бўладиган физик – кимёвий жараёнлар;
2. Кислород конверторларида пўлат ишлаб чиқариш;
3. Мартен усули тўғрисида қисқача маълумотлар;
4. Электр печларида пўлат суюқлантириш;
5. Темирни унинг рудасидан бевосита қайтариш.

Таянч иборалар: Пўлат; оксидловчи муҳит; кислород конвертори; мартен усули; скрап - жараён; скрап – рудавий жараён; электр ёй ва индукцион электр печлари; темир губкаси; крица.

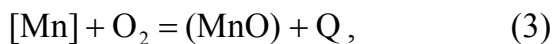
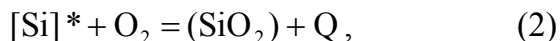
1. Пўлат ишлаб чиқаришда содир бўладиган физик – кимёвий жараёнлар

Пўлат ишлаб чиқариш учун куйидаги материаллардан фойдаланилади: металл шихта, металл қўшимчалар, флюслар ва оксидловчилар.

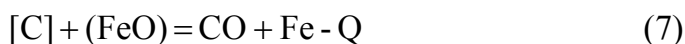
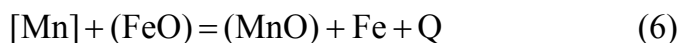
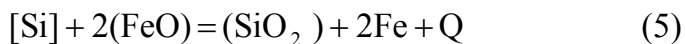
Металл шифтанинг асосий қисми қайта ишланувчан чўян ва пўлат чиқиндилардан иборат бўлиб, унинг таркибига ферроқотишмалар ва темирни унинг рудасидан бевосита қайтаришда ҳосил бўладиган маҳсулотлар ҳам кириши мумкин. Чўянни пўлатга айлантириш жараёнининг моҳияти – чўян таркибида углерод, кремний, марганец ва фосфор каби элементларнинг миқдорини камайтириб, уларнинг бир қисмини (Si, Mn, S, P) шлакка ўтказишдан иборат. Ферроқотишмалар пўлатни кислородсизлантириш ва легирлаш учун қўшилади. Флюслар сифатида оҳактош, боксит ва дала шпати ишлатилади. Флюслар шлак ҳосил қилиш ва унинг суюқ ҳолатда оқувчанлигини ошириш учун хизмат қилади. Оксидловчи муҳит сифатида газ ҳолатидаги кислород ва печь муҳитида, шунингдек темир рудаси, агломерат, оқатиш, куйиндилардан ҳам фойдаланиш мумкин. Темир кислород билан куйидаги реакция бўйича оксидланади:



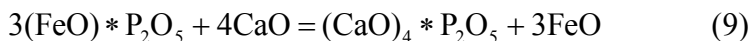
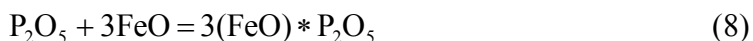
Печь газлари (оксидловчи газлар) темир билан бир қаторда, унда эриган бошқа элементларни ҳам оксидлайди, хусусан:



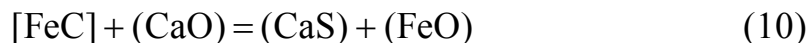
*Квадрат қавсдаги элементлар металл таркибига, айлана қавсдагилари эса шлак таркибига киради. Темир таркибидаги элементлар (Si, Mn, C) шлак таркибидаги FeO билан ҳам оксидланади:



Пўлат ишлаб чиқариш агрегатида шлак ($\text{FeO} + \text{CaO}$) остида фосфордан тозаланиш жараёни содир бўлади:



Пўлатни олтингурутдан тозалаш учун ҳам CaO дан фойдаланилади:



Зарур ҳолларда пўлатга легирловчи элементлар қўшилиб легирланади.

2. Кислород конверторларида пўлат ишлаб чиқариш

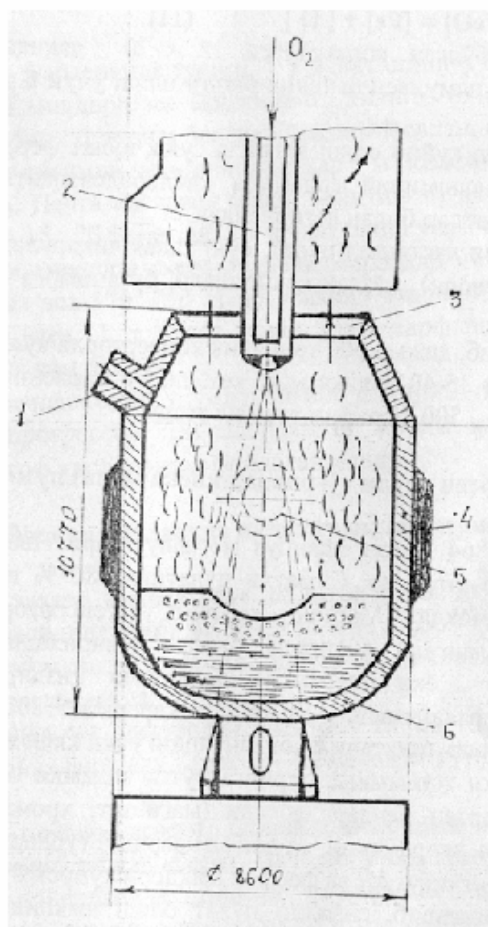
Конверторларда пўлат ишлаб чиқариш жараёнининг асосида суюқ чўянга газ ҳолатидаги оксидловчилар (O_2) билан ишлов бериш ётади. Оксидланиш реакцияларини экзотермик иссиқлиги ва суюқ чўяннинг физик иссиқлиги жараёни тўлиқ таъминлайди. Замонавий кислород конверторлари (7-шакл) қобиғи пўлат листлардан тайёрланиб, уларнинг ички қисмига ўтга чидамли материаллар (магнезит, хроммагнезит, доломит)дан девор терилади. Бу девор 2000 мартагача пўлат суюқлантиришга чидайди. Конвертор усулида пўлат олиш учун конвертор горизонтал вазиятга келтирилади ва унга фурмалар орқали кислород ҳайдалади. Кислород оқимининг таъсирида, асосан (1)–реакция натижасида чўян таркибидаги темир оксидланади, ҳосил бўлган FeO шлакда эриб, доимо металл билан аралашиб туради.

Қўшимчаларнинг оксидланиши (5), (6) ва (7) реакциялар бўйича содир бўлади. Пўлат (8) ва (9) реакциялар асосида зарарли қўшимча бўлган фосфордан, (10)–реакция бўйича эса олтингурутдан тозаланади. Ҳосил бўлган CaS ва $(\text{CaO})_4 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ шлакка ўтади ва печдан чиқарилади. FeO нинг бир қисми металлда эрийди ва уни кислород билан бойитади.



Ҳажми 300 т бўлган конверторга 12-20 дақиқа кислород ҳайдалади. Пўлат намунасини текширишга олиш учун 6 дақиқа вақт сарфланади.

Конвертордан қуйиб олиш даврида суюқ пўлат ферромарганец, ферросилиций, алюминий ёрдамида кислородсизлантирилади ва легирловчи элементлар билан лигерланади. Конвертордан даставвал пўлат, сўнг шлак чиқарилади, печнинг ички қоплами (девори) кўздан кечирилади, бу ишларга 5 – 10 дақиқа вақт сарфланади. Шундай қилиб, ҳажми 300 тонналик конверторда чўянни пўлатга айлантириш учун 35-40 дақиқа вақт кетади, бу жараённинг меҳнат унумдорлиги 400...500 т/соатни ташқил этади.



7-шакл. Кислород-конверторининг тузилиши: 1-суюқ пўлат чиқариш; 2-кислород ҳайдаш фурмаси; 3-печнинг оғзи; 4-печнинг цилиндрик қисми; 5-цапфа; 6-конверторнинг сферик туби.

3. Мартен усули тўғрисида қисқача маълумотлар.

Бу усулни 1864 йилда француз металлурглари Пьер ва Эмиль Мартенлар кашф этганлар. Сифатли пўлатнинг 80%и шу усулда ишлаб чиқарилмоқда. Мартен жараёни регенераторлар билан таъминланган алангали печларда амалга оширилади. Иссиқлик манбаи - мазут ёки ёнувчи газлар билан қиздирилган ҳаво ($1000..1200^{\circ}\text{C}$) аралашмаси. Аланганинг ҳарорати $1800...1900^{\circ}\text{C}$ га етади, бу эса металл шихтани суюқлантириш учун кифоя қилади.

Печнинг ички қопламга терилган ўтга чидамли материалнинг хилига кўра Мартен печлари асосли (магнезит, хроммагнезит) ва кислотали (динас, кварц куми, янчилган кварцит) турларга бўлинади. Таркибида олтингугурт ва фосфор миқдори кўпроқ бўлган металл шихтани суюқлантириб, сифатли пўлат олиш имконини бергани учун асосли мартен печлари кенгроқ тарқалган.

Печга юкланадиган материалларнинг турига қараб мартен жараёни скрап-жараён (шихта $-25...45\%$ чўян, қолган қисми темир-терсак ва бошқа компонентлар) ва скрап-рудавий жараёнларга (шихта- $60...70\%$ суюқ чўян, қолгани скрап, темир ва марганец рудалари) бўлинади. Скрап-рудавий жараён кўпроқ қўлланилади.

Мартен печи ишининг техник-иқтисодий кўрсаткичларига печь тубининг 1м юзасидан бир кеча-кундузда олинган пўлат миқдори ва 1т пўлат олиш учун сарфланган шартли ёқилғи миқдори киради. Печь тубининг 1м юзасидан бир

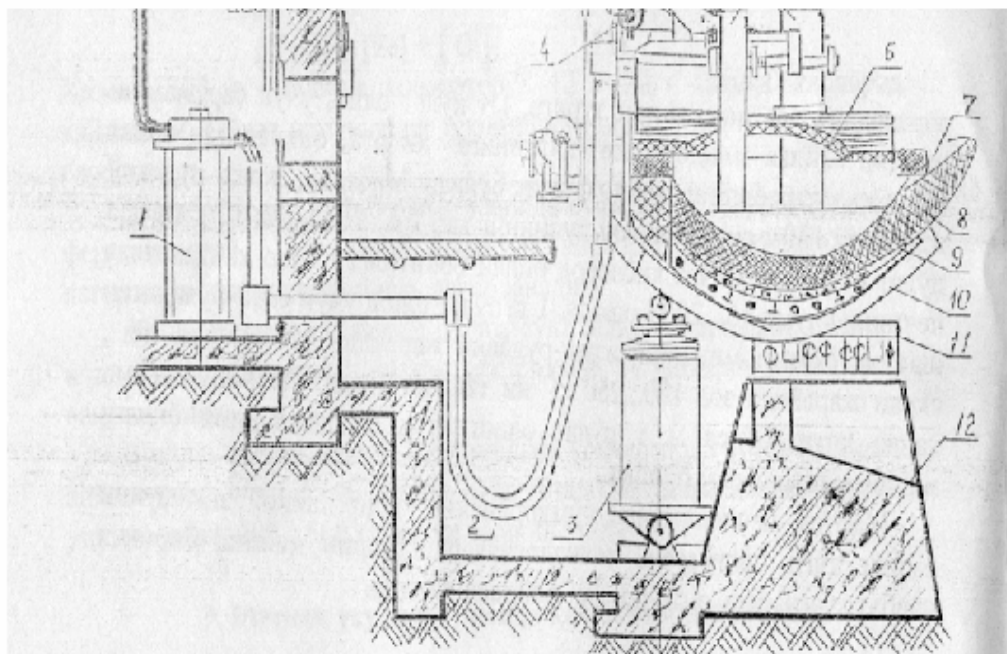
кеча-кундузда олинадиган пўлат миқдори печнинг ҳажмига, механизациялаштирилганлик даражасига ва жараённинг турига, 1т пўлат олиш учун сарфланган шартли ёқилғи миқдори эса ёқилғининг хилига, олинадиган пўлат нави ва жараённинг турига боғлиқ бўлади. Масалан, скрап-рудавий жараёнда 130т сиғимли печь тубининг ҳар 1м² юзасидан 10т чамаси пўлат олинади. Печга кислород билан бойитилган ҳаво ҳайдалганда печнинг унуми 15.. 20% ошади. 1т пўлат олиш учун сарф бўладиган шартли ёқилғи миқдори скрап – рудавий жараёнида 100...180 кГ ни, скрап жараёнда эса 170... 250 кГ ни ташкил этади. Печнинг сиғими қанча катта бўлса, 1т пўлат олиш учун сарфланадиган ёқилғи миқдори шунча кам бўлади.

Мартен печларининг унумдорлигининг оширишнинг энг муҳим омили янги прогрессив технологияларини жорий қилиш, биринчи навбатда эса, соф кислороддан фойдаланишдир.

4. Электр печларида пўлат суюқлантириш

Ҳозирги вақтда металлургия ва машинасозлик корхоналарида электр энергиясининг нисбатан арзонлиги ва юқори ҳарорат (2000°С) ҳосил қилиш мумкинлиги туфайли электр – ёй печларида пўлат ишлаб чиқариш ривожланмоқда.

Бу мақсадда уч электродли электр – ёй ва индукцион электр печларидан фойдаланилади. Электр – ёй печлари кўпроқ қўлланилади (8-шакл).



8-шакл. 30 тонналик электр-ёй печининг тузилиши:

1-пасайтирувчи трансформатор; 2-кабел; 3-печни оғдириш механизми; 4-электродларни маҳкамлаш ва силжитиш механизми; 5-электродлар; 6- печнинг гумбази; 7-пўлат чиқариш номи; 8- печнинг туби; 9-печнинг пўлат қобиғи; 10-тиргак сегментлар; 11-пойдеворнинг йўналтирувчиси; 12-пойдевор.

Бундай печлар, асосан, цилиндр шаклдаги пўлат қобиқ ва сферик ёки текис тубдан иборат. Печнинг ички девори ўтга чидамли ғиштлардан

тайёрланади. Асосий печларнинг туби магнезитли ғиштлардан тайёрланиб, устига 150...200 мм қалинликда магнезитли ёки доломитли қатлам қопланади. Бундай печларнинг сифими 400т гача бўлади. Электродларнинг диаметрлари 200...600 мм, узунлиги эса 3000мм қилиб тайёрланади.

Электр печлар суюқ пўлатни қўйиб олиш учун 40...45° бурчакка оғишни таъминлайдиган махсус механизмлар билан жихолангандир. Печь трансформаторларнинг қуввати печнинг сифимига ва ўлчамига боғлиқ бўлади. Масалан, 10 тонналик печ учун қуввати 3500 кВА, 250 тонналик печ учун 60000 кВА бўлган трансформаторлардан фойдаланилади.

Печларга хомашё махсус машиналар ёрдамида юкланади. Бундай юкловчи машина 35 тонналик печни бир соатга яқин вақтда юклайди. Сўнгра печга электродлар туширилади, ток ўланади ва пўлат суюқлантириш бошланади.

Оксидланиш жараёни даврида шихта суюқланади, унинг таркибидаги кремний, марганец, углерод ва баъзи легирловчи элементлар куйиб кетади. Оксидланиш жараёни конверторлар ва мартен печларидаги жараёнлардек бўлади. 1 тонна углеродли пўлат эритиб олиш учун 500...700 кВт – соат, легирланган пўлат учун 1000 кВт – соат электр энергияси сарф қилинади. Пўлат эритиш жараёни 6...8 соат давом этади. Электр печларида, асосан юқори сифатли пўлат суюқлантириб олинади.

5. Темирни унинг рудасидан бевосита қайтариш

Темир рудасини бевосита қайтариш йўли билан губка, крица ва суюқ ҳолатдаги темир олиш мумкин.

Темир губкаси кўмир, кокс ёки газ (углерод ва водород оксидлари) шаклидаги қайтарувчилардан фойдаланиб олинади. Бу жараён трубали ва шахта печларида 950...1000°C ҳароратда амалга оширилади. Бундай ҳароратда қайтарилган темир рудаси ва бекорчи жинслар суюқланмайди. Ҳосил бўлган маҳсулот янчилиб, майдаланади, сўнгра эса магнит сепарацияси ёрдамида темир бекорчи жинслардан тозаланади. Олинган губка таркибида 90% гача темир моддаси бўлади ва у пўлат суюқлантириб олиш учун ишлатилади.

“*Крица*” деган маҳсулот айланиб турадиган трубали печларда олинади. Темир рудаси, қаттиқ ёқилғи ва оҳактошдан иборат аралашма 1250...1300°C ҳароратли печда иссиқ газлар оқимига қарама-қарши йўналишда ҳаракат қилади, руда таркибидаги темир оксиди қайтарилади, ҳосил бўлган маҳсулот “крица” кўринишда шаклланади. Крица таркибида 90...95%Fe, 0,5...1,5%C, 0,2...1%S, 0,2...1%P ва шлак бўлади. Крица ҳам пўлат олиш учун хом ашё саналади.

Савол ва топшириқлар

1. Чўянни пўлатга айлантириш жараёнининг моҳияти нимадан иборат?
2. Чўян таркибидаги қўшимчаларнинг оксидланиш реакцияларини ёзинг.
3. Пўлат олиш усуллари айтиб беринг.
4. Мартен жараёни неча турга бўлинади? Скрап–рудавий жараёнини изоҳланг.
5. Электр печларида қандай пўлатлар олинади?
6. Темирни унинг рудасидан бевосита қайтариш усули билан қандай маҳсулотлар олинади? Уларни тавсифини келтиринг.

Маъруза мавзуси: Қотишмаларнинг назарий асослари.

Режа:

1. Қотишмалар ва уларнинг тузилиши;
2. Мувозанат ҳолатидаги фазалар
3. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари.

Таянч иборалар: қотишмалар; механик аралашмалар; Қаттиқ эритмалар; урин алмашиш; сингиш;. кимевий бирикма ҳосил қилувчи қотишмалар; барқарор кимёвий бирикма; компонентлар; фаза; фазалар (Гиббс) коидаси; ҳолат диаграммаси; биринчи тур ҳолат диаграммаси; иккинчи тур ҳолат диаграммаси;

1. Қотишмалар ва уларнинг тузилиши

Икки ёки ундан ортиқ металлнинг суяқ ҳолатдаги бир жинсли аралашмаси ёки бу аралашманинг қотишидан ҳосил бўлган маҳсулот **қотишма** дейилади. Лекин баъзи қотишмаларнинг таркибига нометалл элементлар ҳам маълум миқдорда қўшилиши мумкин. Бунда қотишманинг асосий металл хоссалари сақланади. Соф металлларни ишлаб чиқариш технологиясига нисбатан қотишмалар ишлаб чиқариш технологияси оддий ҳамда арзондир. Қотишмаларнинг механик ва технологик хоссалари соф металлларнинг шундай хоссаларидан афзалдир. Шунинг учун ҳам қотишмалар машина, ҳамда уларнинг механизмлари, қурилмалар, конструкцияларнинг деталларини тайёрлашда асосий зарур материал ҳисобланади.

Қотишмалар таркибидаги металл атомларининг ўлчами, кристалл панжаранинг ҳили, суяқланиш ҳарорати, умуман, металл атомларининг ўзаро муносабатига қараб қуйидаги турларга бўлинади:

1.Механик аралашмалар. Қотишма таркибидаги металл атомлари кристалланиш жараёнида ўзаро бир-бирларини итарса, атомлари соф металл кристаллар ҳосил бўлади. Бунда кристаллар бир-бирлари билан кристалл юзалари билан боғланади, холос. Бундай қотишмалар металл кристалларининг механик аралашмаларидан иборат бўлади. Шунинг учун уларни **механик аралашма** деб аталади. Механик қотишма таркибига кирувчи металл атомларининг ўлчамлари бир-биридан 15 % дан кам фарқ қилмаслиги керак. Қўрғошин-сурьма системаси икки компонентли механик қотишмага мисол бўла олади.

2. Қаттиқ эритмалар. Қотишмаларнинг бу турига кирувчи қотишмалар суяқ ҳолатда ҳам, қаттиқ ҳолатда ҳам бир жинсли бўлади, яъни компонентлар бир-бирида чексиз эрийди. Бундай қотишмаларда металл атомлари умумий кристалл панжарага жойлашади, яъни эрувчи металлнинг атомлари эритувчи металлнинг кристалл панжарадаги ўрнини алмашади. Демак, компонентлар қаттиқ ҳолатда ҳам бир-бирларида чексиз эрийди. Бундай хоссага эга бўлган қотишмалар қаттиқ **эритмалар** дейилади.

Қаттиқ эритмалар **урин алмашиш** ва **сингиш қаттиқ** эритмаларига бўлинади. Урин алмашиш қаттиқ эритмалари ҳосил бўлиши учун иккинчи (эрийдиган) элементнинг атомлари биринчи (эритувчи) элементнинг кристалл

панжарасида ўрин алмашади. Қаттиқ эритманинг микроструктураси бир жинсли кристалл доналардан иборат бўлади ва у тоза металнинг структурасидан кам фарқ қилади. Металлуносликда қаттиқ эритмалар α , β , γ , δ каби белгиланади. Барча металллар қаттиқ ҳолатда бир-бирида маълум даражада ўзаро эриши мумкин. Масалан, алюминийда 5,5% гача мис, мисда эса 39% рух эриши мумкин. Бунда кристалл панжаранинг тури ўзгармайди. Компонентлари бир-бирида чексиз эрийдиган урин алмашиш қаттиқ эритмалари ҳосил бўлиши учун қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

1. Қотишма компонентлари бир хил кристалл панжарага эга бўлиши;
2. Қотишма компонентларининг атомлари ўлчамлари орасидаги фарқ 9-15% дан ошмаслиги;
3. Менделеев даврий системасида компонентлар битта даврий гуруҳга мансуб бўлиши.

Масалан, Ё.М.К. панжарага эга бўлган қуйидаги металллар бир-бирида чексиз эриб қаттиқ эритма ҳосил қилади: кумуш ва олтин, мис ва никель, темир ва кобальт, темир ва хром, никель ва палладий ва бошқалар.

Сингиш қаттиқ эритмалари ҳосил бўлиши учун эрувчи элементнинг атоми диаметри эритувчи элементникига нисбатан жуда кичик бўлиши керак. Шу сабабли бундай қаттиқ эритмалар металллар (масалан, темирда, молибденда, хромда ва б.) кристалл панжараларига углерод, азот, водород каби элементлар атомларининг сингиши натижасида ҳосил бўлади. Бу жараённинг кечишида кристалл панжарада мавжуд бўлган бўшлиқлар сони катта аҳамиятга эга.

3. Кимевий бирикма ҳосил қилувчи қотишмалар. Бу турга кирувчи қотишмалар таркибидаги компонентлар ўзаро кимевий реакцияга киришиб бирикма ҳосил қилади. Ҳосил бўлган кимевий бирикма атомларининг кристалл панжараси айрим компонентларнинг кристалл панжараларидан фарқ қилади. Кимевий бирикмаларни қаттиқ эритмадан кескин ажратиб турадиган хусусиятлар қуйидагилардир:

1. Кимевий бирикма ўзига хос кристалл панжара турини ҳосил қилиш хусусиятига эга. Янги турдаги кристалл панжара шу кимевий бирикмани ташқил қилувчи компонентларнинг кристалл панжара турларидан тубдан фарқ қилади. Компонентлар атомлари тартибли жойлашган бўлиб, маълум жойлашиш қонуниятларига эга. Кўпчилик кимевий бирикмаларнинг элементар кристалл панжараларининг турлари мураккаб бўлади.

2. Бирикмада элементлар массасининг нисбати доимо сақланади. Шунинг учун кимевий бирикмалар содда қилиб $A_m B_n$ ифода билан белгиланади. Бу ерда m ва n бутун сонлар бўлиб, элементларнинг атом нисбатларини ифода қилади.

3. Кимевий бирикмаларнинг хоссалари шу бирикмани ташқил қилувчи элементлар хоссаларидан кескин фарқ қилади.

4. Кимевий бирикмаларнинг суюқланиш ҳарорати ўзгармас бўлиб, бирикма суюқланиш ҳароратигача сакланиб қолиши ҳам мумкин, лекин суюқланиш ҳароратига етмасдан парчаланиб кетиши ҳам мумкин. Агар кимевий бирикма суюқ фазадан тўғридан-тўғри кристалланса ёки қиздирганда суюқланиш ҳароратигача сакланиб қолса, бундай бирикма **барқарор кимевий бирикма** деб аталади. Агар кимевий бирикма қаттиқ фазаларнинг мувозанати ўзгариши натижасида вужудга келса ёки қиздириш натижасида қаттиқ ҳолда диффузион парчаланиб кетса, бундай кимевий бирикмалар **беқарор кимевий бирикмалар** деб аталади.

5. Кимёвий бирикмаларнинг ҳосил бўлишида ҳарорат ўз-ўзидан ўзгариши мумкин.

Кимёвий бимрикмаларнинг ҳосил бўлишида атом электрон тузилишлари бир-биридан кескин фарқ қиладиган компонентлар қатнашади.

Кимевий бирикма ҳосил қилувчи қотишмалар бир жинсли бўлиб, $MgSn$, Mg_2Pb , Mg_3Bi_2 , $MgSi$, MgS , Fe_3C , $NbCl$, $CaCl_2$, $CuZn$, $CuZn$, $CuZn_8$, $CuZn_3$ каби бирикмалар шулар жумласига киради.

2. Мувозанат ҳолатидаги фазалар

Тоза металлларнинг кристалланишида ташқи омилларнинг ўзгариши натижасида мувозанатнинг бузилиши ва система фазаларининг ўзгариши маълум.

Суюқ ёки қаттиқ қотишманинг бошқа қисмларидан чегара сиртлари билан ажралган, ҳамда кимевий таркиби ёки тузилиши билан фарқ қиладиган қисми **фаза** дейилади. Мураккаб системалар бир неча фазадан иборат бўлиб, бир-биридан чегара сиртлари билан ажралиб туради. Қотишмалар таркибидаги соф металллар, суюқ ёки қаттиқ эритмалар, кимевий бирикмалар фазалардир. Мувозанат ҳолатидаги фазалар йиғиндиси система (қотишма)дир. Системанинг таркибий қисмлари **компонентлар** дейилади. Соф металллар ёки барқарор кимевий бирикмалар системанинг компонентларидир. Система фазаларининг сонига ва хилига ҳалал етказмай ўзгартирилиши мумкин бўлган ташқи ва ички омиллар сони (ҳарорат, босим ва концентрация) тегишли системанинг эркинлик даражалари сони дейилади.

Гетероген системалар қонуниятлари 1873-1878 йилларда Д.В.Гиббс томонидан аниқланди ва системадаги умумий мувозанатнинг фазалар қоидасига бўйсунганлигини қуйидагича ифодалади:

$$C = K + n - \Phi; \quad (1)$$

бунда: C —эркинлик даражалари сони, K —системани ташқил этган компонентлар сони, Φ —системанинг мувозанатнинг ўзгарувчи омиллари бўлиб, бўлар ўзаро боғлиқ эмас.

Агар металл системаларни текширишда босим ўзгармас деб олинса, у ҳолда системанинг эркинлик даражалари сони қуйидагича аниқланади:

$$C = K + 1 - \Phi \quad (2)$$

Бу формулалардан фойдаланиб, бир ва икки компонентли системаларнинг мувозанат ҳолатларини қуйидагича текшириш мумкин.

Агар $K = 1$, $\Phi = 1$ бўлса, 2- формуладан $C = 1$ келиб чиқади. Бу шуни кўрсатадики, системани шу шароитда (маълум ҳароратда) қиздириш ёки совутиш мумкин, холос. Бунда фаза ўзгармайди.

Агар $K = 1$ ва $\Phi = 2$ бўлса 2-формуладан $C = 0$ келиб чиқади. Демак, айти шароитда система мувозанат ҳолатида бўлади. Фазалар қоидасига асосан бир компонентли системаларнинг фазалар сони иккидан ортиқ бўлиши мумкин эмас.

Энди фазалар қоидасини икки компонентли **Pb-Sb** қотишманинг суюқ ҳолатига тадбик этиб кўрайлик. Агар $K = 2$ ва $\Phi = 1$ бўлса, $C = 2$ га тенг бўлади. Бу шуни кўрсатадики, системанинг ҳарорати ва компонентлар концентрациясини маълум чегарада ўзгартириш мумкин бўлиб, фаза ўзгармайди.

3. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари

Қотишмалар ҳолатининг ҳарорат ва концентрацияга қараб ўзгаришини ёки бирор қотишманинг қайси ҳароратда қандай вазиятда бўлишини кўрсатувчи диаграмма **ҳолат диаграммаси** деб аталади.

Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси баъзан мувозанат диаграммаси ҳам дейилади, чунки у баъзи шароитда (маълум ҳарорат ва концентрацияда) қандай фазалар ўзаро мувозанатда бўлишлигини ифодалайди.

Маълумки, икки элемент (масалан, кўрғошин билан сурьма) суяқлантирилиб, сўнгра совутилганда механик аралашма (қотишма) ҳосил бўлади. Компонентлари механик аралашма ҳосил қиладиган қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари **биринчи тур ҳолат диаграммаси** деб аталади. (9- шакл, а)

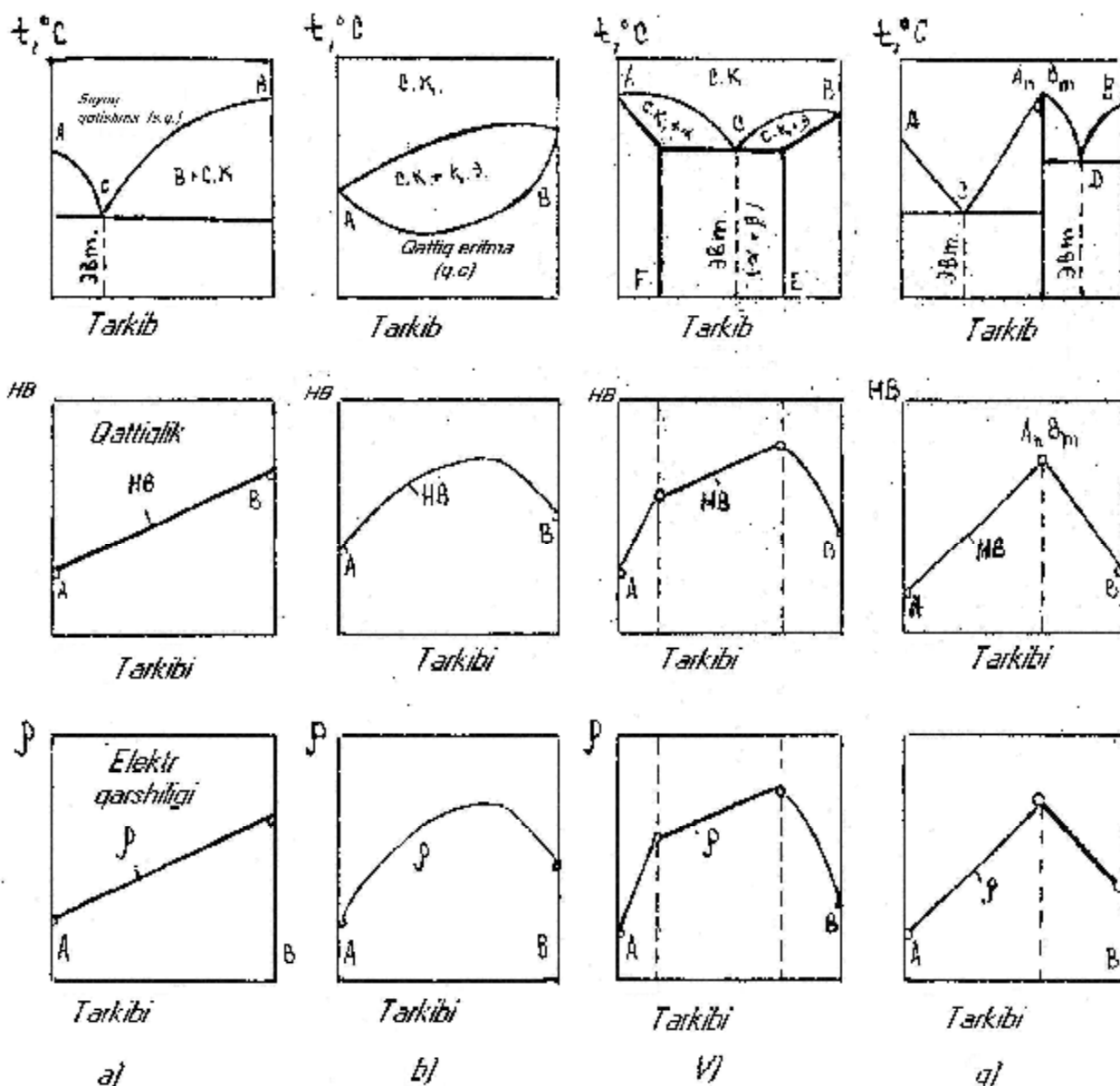
Компонентлари механик аралашма ҳосил қиладиган қотишмалар жумласига **Pb-Sb** системасидан ташқари, **Bi-Cd**, **Sn-Zn** ва бошқа системалар ҳам киради.

Суяқ ҳолатда ҳам, Қаттиқ ҳолатда ҳам бир-бирида истаганча эрийдиган икки элементдан иборат қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси **иккинчи тур ҳолат диаграммаси** деб аталади (9-шакл, б).

Иккинчи тип ҳолат диаграммаси ҳосил қиладиган системалар жумласига **Cu-Ni**, **Bi-Sb**, **Au-Sb**, **Au-Pt**, **Au-Ag**, **Au-Pb**, **Fe-Cr**, **Fe-Ni**, **Fe-Co**, **Fe-V** системалари киради.

Компонентлари бир-бирида маълум чегарагача эрийдиган (учинчи тур) ва компонентлари бир-бири билан кимевий бирикмалар ҳосил қиладиган (туртинчи тур) қотишмалар ҳам мавжуд. (9-шакл, в, г)

Қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари билан шу қотишмалар хоссаларининг боғлиқлиги (Н.С.Курнаков буйича) қуйидаги шаклда кўрсатилган:



9-расм. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари билан хоссалари орасидаги боғлиқлик.

Савол ва топшириқлар:

1. Қотишма деб нимага айтилади?
2. Қотишмаларнинг қандай турларини биласиз?
3. Қаттиқ эритма ҳосил бўлиши учун қандай шартлар зарур?
4. Кимёвий бирикмалар Қаттиқ эритмалардан қандай хусусиятлари билан фарк қилади?
5. Механик аралашмалар қандай ҳолатларда ҳосил бўлади?
6. Фазалар коидасининг математик ифодасини ёзинг.
7. Кимёвий бирикмаларга мисоллар келтиринг.
8. Ҳолат диаграммаларининг хилларини чизиб кўрсатинг.
9. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари билан уларнинг хоссалари орасидаги боғланишни изохланг.

Маъруза мавзуси: Темир ва унинг қотишмалари

Режа:

1. Темир ва углероднинг хоссалари;
2. Темир-углерод қотишмаларида учрайдиган фазалар ва структуралар;
3. Темир-цементит ҳолат диаграммаси.

Таянч иборалар: Темир ва углероднинг хоссалари; асосий структуралар: феррит, аустенит, перлит, цементит, ледебуриит, графит ва уларнинг хоссалари; ҳолат диаграммаси; асосий чизиклар; асосий Нуқталар; ҳолат диаграммасининг амалий аҳамияти.

1. Темир ва углероднинг хоссалари

Темир-суюқланиш ҳарорати 1539°C га тенг бўлган ялтироқ, оч кулранг металлдир. Хозирги пайтда ажратиб олинаётган техник тоза темирнинг таркибида $0,1...0,2\%$ (C , Mn , Si , S , P ва б.) қўшимчалар бўлади.

Темирнинг муҳим хоссаларидан бири-унинг аллотропик шакл ўзгартиришидир. Ҳароратга қараб $\alpha\text{-Fe}$ ёки $\gamma\text{-Fe}$ бўлиши мумкин. 911°C дан паст ҳароратларда $\alpha\text{-Fe}$, $911...1401^{\circ}\text{C}$ оралиғида $\gamma\text{-Fe}$, $1401-1539^{\circ}\text{C}$ да эса $\beta\text{-Fe}$ шаклида мавжуд бўлади.

Темирнинг механикавий хоссалари унинг тозалигига ва доналари ўлчамига боғлиқ. Темирнинг Бринель бўйича қаттиқлиги $58...80$ га, чўзилишдаги мустаҳкамлик чегараси $\sigma_s = 180...280 \text{ Н/см}^2$, нисбий узайиши $\delta = 30...50\%$, зичлиги $7,68 \text{ т/м}^3$ га тенг бўлиб, у C , Si , Mn , Cr , Ni каби элементлар билан қотишмалар ҳосил қилади.

Углерод - зичлиги $2,5 \text{ т/м}^3$, суюқланиш ҳарорати 3500°C га тенг бўлган нометалл элементдир. У уч хил аллотропик шаклда мавжуд бўлади: кўмир, графит ва олмос. Темир-углерод қотишмалари таркибида углерод графит ҳолатида, ёки цементит (Fe_3C) ҳолатида учрайди.

Графитнинг пухталиги кам, унинг металл хоссалари сезилар-сезилмас даражада. Темир-углерод қотишмаларида углерод ўзининг металл хоссаларини йўқотади. Углерод темирда эриб, α - ва γ -сингиш қаттиқ эритмаларини ҳосил қилади.

Соф ҳолатдаги темир ва углерод машинасозлик материали сифатида қўлланилмайди. Турли машина ва механизмларнинг деталларини тайёрлаш учун темир билан углероднинг қотишмалари - пўлатлар ва чўянлар асосий конструкцион материал сифатида ишлатилади.

2. Темир-углерод қотишмаларида учрайдиган фазалар ва структуралар

Темир билан углерод ўзаро таъсирлашиб, қаттиқ эритма (феррит ва аустенит), кимевий бирикма (цементит) ва механик аралашмалар (перлит ва ледебуриит)ни ҳосил қилиши мумкин. Шунингдек, темир-углерод системасида углерод соф-графит ҳолатида ҳам бўлиши мумкин.

Феррит - углероднинг ва бошқа элементларнинг α - темирдаги сингиш қаттиқ эритмасидир. 727°C гача ҳароратда α -феррит ($\text{C}=0,006...0,025\%$), юқори

хароратларда эса δ - феррит ($C \leq 0,1$ % гача) мавжуд бўлади. Феррит Х.М.К. панжарага эга; унинг асосий механикавий хоссалари қуйидагича:

$$\sigma_s = 250 \text{ Н/см}^2; \delta = 50 \%; \Psi = 80 \%; \text{HB} = 80...90.$$

Микроскоп остида кузатилганда феррит оқиш ранг доналар тарзида кўринади.

Аустенит - углероднинг γ - темирдаги сингиш каттиқ эритмасидир. Унда 727°C да $0,8$ % дан 1147°C да $2,17$ % гача углерод эриши мумкин, Е.М.К.панжарага эга, қаттиқлиги **HB 220** гача етади, магнитланмайди.

Цементит- темир билан углероднинг кимевий бирикмаси (Fe_3C), таркибида $6,67$ % углерод бор; қаттиқлиги **HB800** га тенг, пластиклиги паст, мўрт структура. Цементитнинг суюқланиш ҳарорати аниқ бир қийматга эга эмас, тахминан $1250-1260^\circ\text{C}$ га тенг. $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ системасидаги цементит шартли равишда уч хилга бўлинади: бирламчи (C_I), иккиламчи (C_{II}) ва учламчи (C_{III}). Бирламчи цементит бевосита суяқ қотишмадан кристалланади, иккиламчи цементит ҳарорат пасайиши билан аустенитдан, учламчи цементит эса ферритдан ажралиб чиқади. Иккиламчи (C_{II}) ва учламчи (C_{III}) цементитлар беқарор бўлиб, маълум ҳароратгача қиздирилганда каттиқ эритма ва графитга парчаланиши мумкин.

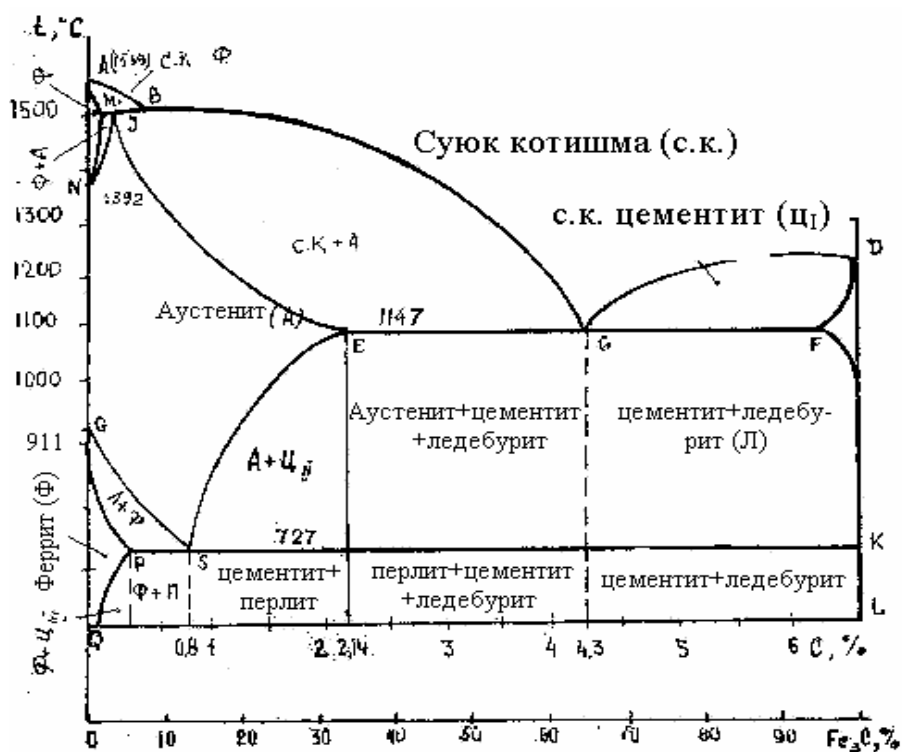
Перлит - феррит билан цементитнинг механикавий аралашмаси, аустенит 727°C да парчаланганда ҳосил бўлади, углерод микдори- $0,8$ % га тенг. Цементит шаклига қараб пластинкасимон ва донадор бўлади, пластинкасимон цементитли перлитнинг пухталиги юқори, нисбий узайиши эса пастрок бўлади.

Ледебурит - цементит билан аустенитнинг эвтектикавий аралашмаси, суяқ қотишма совиш жараёнида 1147°C ҳароратда ажралиб чиқади, агар совитиш давом эттирилса, аустенит перлитга айланади (727°C дан паст ҳароратда), демак, паст ҳароратларда ледебурит перлит билан цементитнинг аралашмасидан иборат бўлади. Ледебурит қаттиқлиги юқори (**HB700**) ва мўрт структурадир.

Графит - углероднинг гексогонал панжарага эга бўлган туридир, унинг зичлиги $2,2 \text{ т/м}^3$ га, суюқланиш ҳарорати 3500°C га тенг, мустаҳкамлиги жуда кам. Графит чўянларда ва графитланган пўлатларда пластинкасимон, бодрокнусха ва шар шаклларида учрайди.

3. Темир-цементит қотишмаларининг ҳолат диаграммаси

Темир - цементит (темир-углерод) ҳолат диаграммаси ҳар хил ҳароратларда темир билан углерод қотишмаларининг фазавий таркибини ва структурасини кўрсатади. Амалда темир-углерод қотишмаларидан таркибида $6,67$ % гача углероди бўлган, яъни 100 % цементит ҳосил қиладиган диаграмма қисми муҳим аҳамиятга эга. Шунинг учун темир-углерод диаграммасининг ана шу қисми таҳлил қилинади ва у **темир-цементит диаграммаси** деб аталади (10-расм).



10 - расм. Темир - углерод (цементит) ҳолат диаграммаси.

Диаграммадаги **ABCD** ликвидус чизиғи ва **AHJECF** солидус чизиғи орасида бирламчи кристалланиш содир бўлади. Суюқ фазадан аустенитнинг ажралиб чиқиши **ABC** чизиғи бўйича бўлса, **CD** чизиғи цементитнинг кристалланишига мос келади. **AH** чизиғи феррит билан суюқ фазанинг мавжуд бўлиш чегарасини, **AHN** эса юқори ҳароратли феррит фазасининг мавжудлик чегарасини белгилайди. **HJB** перетектик горизонтал чизиққа мос келувчи ҳароратда (**1499°C**) суюқ қотишма билан ферритнинг ўзаро таъсирлашувидан аустенит ҳосил бўлади.

ECF чизиғи (**1147°C**) буйлаб эвтектик реакция натижасида ледебуриг ҳосил бўлишини, **PSK** чизиғи эса (**727°C**) аустенит парчаланиб, феррит ва цементит ҳосил бўлишини кўрсатади.

Диаграммадаги асосий нукталарнинг координаталари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Нуктанинг белгиланиши	A	B	H	J	N	E	C	F	D
Ҳарорат, °C	1539	1499	1499	1499	1392	1147	1147	1147	1250
Углерод микдори, %	0	0,5	0,1	0,16	0	2,14	4,3	6,67	6,67

давоми

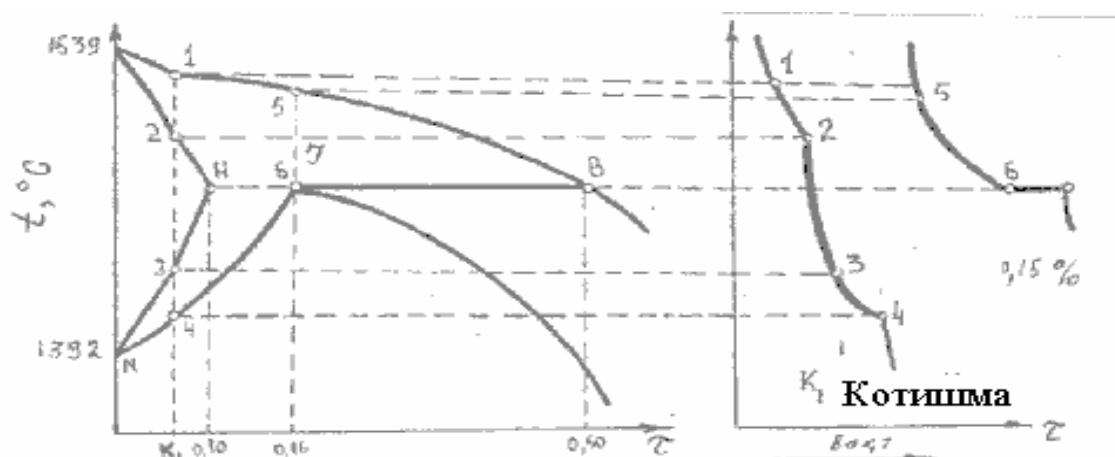
Нуктанинг белгиланиши	G	P	S	K	Q	L
Ҳарорат, °C	911	727	727	727	600	600
Углерод						

миқдори, %	0	0,02	0,8	6,67	0,01	6,67
------------	---	------	-----	------	------	------

Энди бевосита диаграммани ўрганишга киришамиз. Темир-цементит диаграммаси жуда мураккаб бўлгани учун уни қисмларга бўлиб ўрганамиз.

Қотишмаларда юқори ҳароратда рўй берадиган ўзгаришларни кузатиш учун диаграмманинг ана шу қисми қаттароқ қилиб кўрсатилган (11-шакл).

K_1 таркибли (0,1 % C) қотишмада содир бўладиган структуравий ўзгаришларни кўриб чиқайлик. Бу қотишма 1 нуқтадан паст ҳароратларгача совитилганда суюқ қотишмадан δ -феррит кристаллари ажралиб чиқа бошлайди, бу жараён 2 нуқтада тугайди. AHN соҳасида фақат δ -феррит мавжуд бўлади. 3 нуқтасигача қотишмада ҳеч қандай ўзгаришлар содир бўлмайди. 3 нуқтада δ -феррит аустенитга айлана бошлайди ва 4 нуқтада бу жараён тугайди. NHJ соҳасида қотишма структураси δ -феррит билан аустенитдан, HJ чизиғидан паст ҳароратларда эса фақат аустенитдан иборат бўлади.

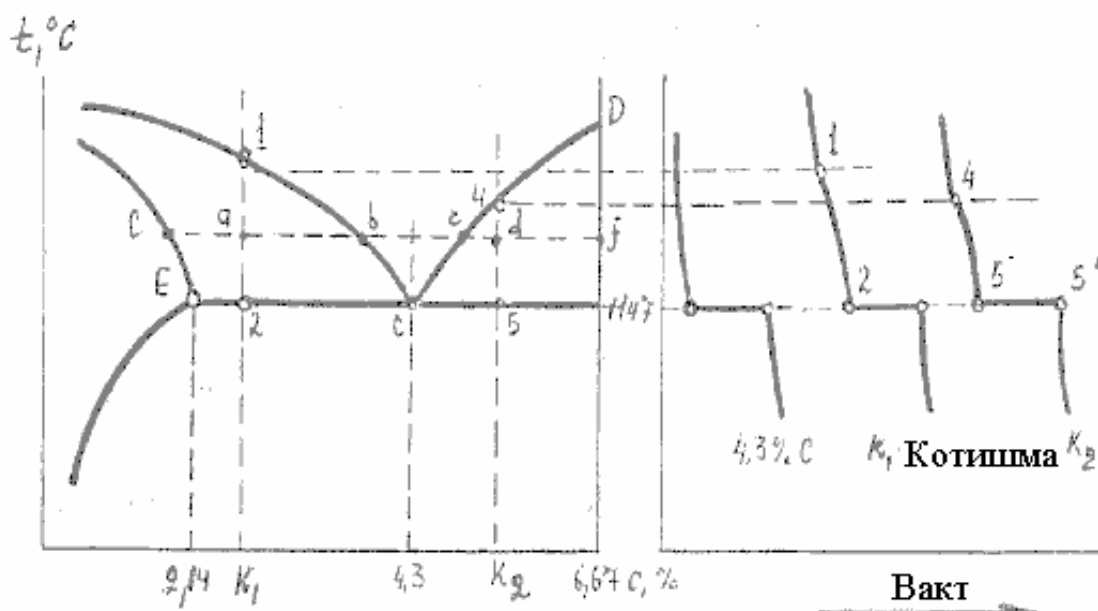


11- шакл. Кам углеродли пўлатларнинг бирламчи кристалланиши.

Таркибида 0,15 % углероди бўлган қотишмадан ҳам 5- ва 6- нуқталар орасида суюқ қотишмадан феррит ажралиб чиқади; J нуқтада (1499°C) суюқ қотишманинг концентрацияси B билан, δ -феррит концентрацияси H билан белгиланади ва J концентрацияли аустенит ҳосил бўла бошлайди. Фазалар коидасини куллаб ($C=K-\Phi+1=2-3+1=0$) ни аниқлаймиз, демак, ўзгаришлар маълум муддат (6-6¹ чизиғи) ўзгармас ҳароратда содир бўлади.

Таркибида 0,16...2,14 % углероди бўлган қотишмалар BC ва JE чизиқлари билан чегараланган соҳада кристалланади ва JE чизиғидан паст ҳароратларда бир фаза аустенит структураси ҳосил бўлади.

Кўп углеродли қотишмаларнинг бирламчи кристалланиш жараёнини 12-шаклдан фойдаланиб анализ қилиш мумкин.

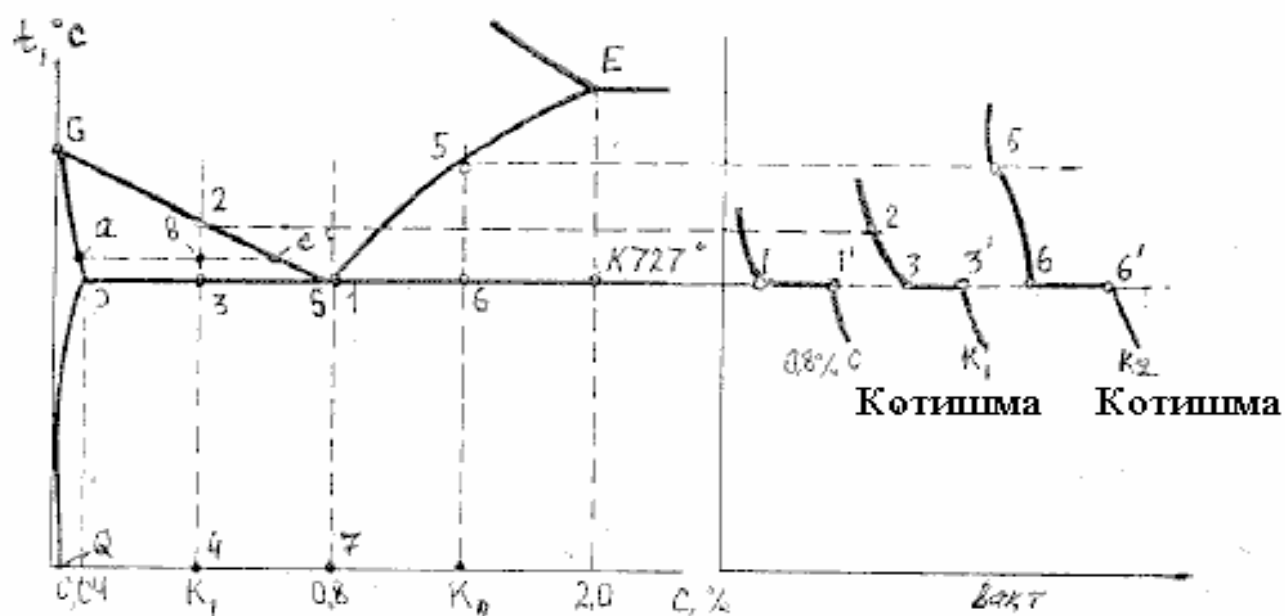


12-шакл. Кўп углеродли қотишмаларнинг бирламчи кристалланиши.

Таркибида **4,3 %** углероди бўлган чўян **1147°C** ҳароратда тўлиқ эвтектика (ледебуритга) айланади. Эвтектикагача бўлган қотишмаларда (**2,14...4,3 % C**) кристалланиш жараёни аустенит ҳосил бўлиши билан бошланади. **K₁** концентрацияли қотишма **1** нуктада қота бошлайди. **a** нуктага мос келувчи ҳароратда қотишма аустенит кристаллари ва суюқ қотишмадан иборат. Кесмалар қондасига кура қотишманинг суюқ қисмининг улуши **ac/вс** нисбатдан, аустенит миқдори эса **ав/вс** нисбатдан аниқланади. Аустенит кристалларининг ва суюқ қотишманинг кимевий таркиби мос равишда **c** ва **в** нукталарини концентрация ўқига проекциялаб аниқланади.

Эвтектикадан кейинги қотишмалар (**K₂** таркибли қотишма) кристалланиши **CD** чизиғи буйлаб бирламчи цементитнинг ажралишидан бошланади. **d** нуктага мос келувчи ҳароратда қотишманинг суюқ қисмининг улуши **e** нуктани концентрация уқига проекциялаб топилади. Ҳарорат **S** нуктага пасайганда суюқ қотишмада яна **4,3 %** углерод бўлади. Шу ҳароратда қолган суюқ қотишманинг ҳаммаси эвтектикага айланади. **CF** чизиғидан паст ҳароратларда қотишма структураси цементит ва ледебуритдан иборат бўлади.

Пўлатлар совитилганда аустенит структурасининг ўзгаришини кўриб чиқамиз (13 - шакл).



13-расм. Пўлатларнинг иккиламчи кристалланиши.

Таркибида $0,8\%$ C бўлган қотишманинг структураси $727^{\circ}C$ гача аустенитдан иборат бўлади. Секин совитилганда S нуқтада аустенит феррит пластинкалари ва цементит аралашмасига парчаланади (перлит). Перлит - эвтектоид деб аталади. Таркибида $0,8\%$ гача углерод бўлган пўлатлар эвтектоидгача бўлган пўлатлар деб, $0,8\%$ дан кўп микдорда углерод бўлган пўлатлар эса эвтектоиддан кейинги пўлатлар деб юритилади.

Эвтектоидгача бўлган пўлатларда структуравий ўзгаришлар феррит ҳосил бўлишидан бошланади. K_1 таркибли пўлат 2 нуқтага мос келувчи ҳароратдан бошлаб таркибида деярли углероди бўлмаган ферритга айлана бошлайди. GPS соҳасида аустенит ва феррит, PS чизиғидан паст ҳароратларда эса феррит билан перлит мавжуд бўлади.

Эвтектоиддан кейинги пўлатларнинг иккиламчи кристалланиши иккиламчи цементит ажралиб чиқиши билан бошланади. K_2 таркибли қотишмада иккиламчи цементитнинг кристалланиши 5 нуқтада бошланиб, 6 нуқтада тугайди. Иккиламчи цементит аустенит доналарининг чегараларида жойлашади.

SK чизиғида аустенит перлитга парчаланади. Бу чизиқда паст ҳароратларда эвтектоиддан кейинги пўлатларнинг структураси чегараларида цементит тури жойлашган перлит доналаридан иборат бўлади.

Шундай қилиб, темир-цементит ҳолат диаграммасидан фойдаланиб, барча углеродли пўлатлар ва Чўянларни қиздирганда ва совитганда уларда руй берадиган фазавий, ҳамда структуравий ўзгаришларни тушуниб етиш мумкин. Шунингдек, қотишмаларга термик ишлов бериш учун ҳароратларни танлаш, қиздириб босим остида ишлов бериш учун қиздириш ҳароратлари оралиқларини белгилаш мумкин. Бўлар ҳолат диаграммасининг амалий аҳамиятини белгилайди.

Савол ва топшириқлар:

1. Темир – цементит ва темир – углерод қотишмаларида қандай фазалар ва структуралар учрайди?

2. Таркибида 1,1 % ва 4,0 % бўлган қотишмаларнинг совиш эгри чизикларини чизинг ва унда содир бўладиган структуравий ўзгаришларни ёзинг.

3. Кесмалар коидасидан фойдаланиб, 800 °С гача қиздирилган 45 маркали пўлатнинг ҳолатини, фазалар сонини ва уларнинг миқдорини аниқланг.

4. Перлит структураси қиздирилганда аустенитга айланиш жараёнини тушунтириб беринг.

Маъруза мавзуси: Углеродли пўлатлар

Режа:

1. Углерод ва доимий қўшимчаларнинг пўлат хоссаларига таъсири;
2. Углеродли пўлатларнинг турланиши ва маркаланиши;
3. Автоматбоп пўлатлар.

Таянч иборалар: Углеродли пўлатлар; доимий қўшимчалар; углерод; олтингугурт; фосфор; марганец; кремний; ишлаб чиқариш усулларига кўра; кайтарилганлик даражасига кўра; кимевий таркибига кўра; ишлатилиш соҳасига кўра; сифатига кўра; юмшатиш ҳолатдаги структурасига; оддий сифатли углеродли пўлатлар; асбобсозлик пўлатлари;

1. Углерод ва доимий қўшимчаларнинг пўлат хоссаларига таъсири.

Таркибида 2,14 % гача углероди бўлган темир - углерод қотишмалари **углеродли пўлатлар** деб аталади.

Углеродли пўлатлар таркибида углероддан ташқари кремний, марганец, олтингугурт, фосфор, азот, кислород, водород каби элементларнинг қўшимчалари бўлади ва улар **доимий қўшимчалар** деб аталади. Улар фойдали (марганец, кремний) ва зарарли (S, P, N, O, H) қўшимчалар гуруҳларига бўлинади.

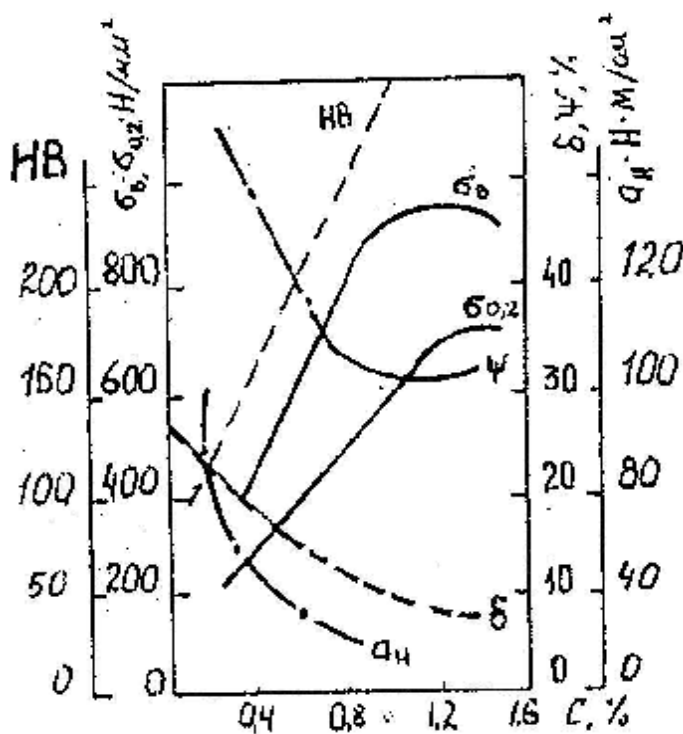
Углерод- асосий қўшимча саналади. Углерод пўлатнинг механик хоссаларига кучли таъсир кўрсатади (14- шакл).

Таркибида углероднинг ортиши билан пўлатнинг қаттиқлиги (HB), мустаҳкамлиги (σ_b) ортиб боради, зарбий қовушоқлиги (a_n), ҳамда пластиклиги (δ, Ψ) эса камаيдаи. Шунингдек, иссиқлик ва электр ўтказувчанлиги, магнитланиш хусусиятлари ҳам камаидаи.

Углерод миқдори ортиши билан пўлатнинг кесиб ишланувчанлиги, тобланувчанлиги яхшиланади, пайвандланувчанлиги эса пасаяди.

Зарарли элементлар пўлат хоссаларига салбий таъсир кўрсатади. Бу қўшимчалар таъсирида пўлатнинг иссиқ ва совуқ ҳолатдаги муртлиги ортади, пластиклиги ва қовушоқлиги камаидаи. Лекин баъзи вақтларда пўлат таркибидаги фосфор миқдори оширилади. Чунки, фосфор қўшилганда пўлатни кесиб ишлаш осонлашади, мис билан биргаликда пўлатнинг коррозиябардошлиги ортади.

Олтингугурт - пўлатда **FeS** холида бўлади. У темир билан **988°C** да суяқланадиган эвтектика (**Fe+FeS**) ҳосил қилади ва пўлат доналарининг чегараларида жойлашади. Бундай пўлатлар қизиганда мўрт бўлиб қолади. Бундан ташқари олтингугурт пўлатнинг пластиклигини, зарбий қовушоқлигини, чидамлилигини, пайвандланувчанлигини, коррозия мустаҳкамлигини камайтиради. Пўлатда олтингугуртнинг миқдори **0,05 %** дан ошмаслиги керак.



14-шакл. Пўлатнинг механик хоссаларига углероднинг таъсири.

Пўлат учун зарарли азот ва кислород элементлари пўлат таркибида, асосан, оксидлар (FeO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_4N) шаклида учрайди ва соф ҳолда микронуксонлар тўпланган жойда жойлашади (дарз ва ғовакларда). Бу элементлар пўлатнинг совуқ ҳолда муртлигини оширади, зарбий қовушоқлигини пасайтиради.

Фосфор пўлатнинг совуқ ҳолатда муртлигини оширади, пластиклиги ва зарбий қовушоқлигини камайтиради. Юқори сифатли пўлатлар таркибида фосфор миқдори $0,03\%$ дан ошмаслиги керак.

Марганец пўлатга кислород ва олтингургуртнинг зарарли таъсирини камайтириш учун кушилади. У пўлатнинг пухталигини оширади; Пўлат таркибида $0,8\%$ гача марганец бўлиши мақсадга мувофиқдир.

Кремний ҳам пўлатни кислороддан тозалайди, унинг пухталигини оширади, у ферритда тўлиқ эрийди ва алоҳида структура сифатида кузатилмайди. Одатда, пўлат таркибида $0,5\%$ гача кремний бўлади.

2. Углеродли пўлатларнинг турланиши ва маркаланиши

Пўлатлар ишлаб чиқариш усулига, кимевий таркибига, кулланилиш соҳасига, қайтарилганлик даражасига ва структурасига кура турланади.

Ишлаб чиқариш усулларига кура пўлатлар мартен, кислород-конвертор, бессемер, томас ва электр пўлатлари турларига бўлинади.

Қайтарилганлик даражасига кура пўлатлар Турғун, кайнамайдиган (спокойные), кайнайидиган (кипящие) ва оралик (полуспокойные) пўлатлари турларига бўлинади.

Кимевий таркибига кура кам углеродли (0,3 % гача), ўртача углеродли (0,4...0,6 % C) ва кўп углеродли (0,6 % дан кўп C) турларига бўлинади;

Ишлатилиш соҳасига кура конструкцион ва асбобсозлик пўлатларига бўлинади. Конструкцион пўлатлар ўз навбатида қурилиш (0,3 % гача C) ва машинасозлик (0,5 % гача C) пўлатлари деб турланади. Асбобсозлик пўлатлари таркибида 0,6 % дан кўпроқ микдорда углерод бўлиб, улар кесиш ва улчов асбоблари, ҳамда штамплар тайёрлаш учун ишлатилади.

Сифатига кура углеродли пўлатлар қуйидагича турланади:

- Оддий сифатли ($S \leq 0,06 \%$; $P \leq 0,04 \%$) ;
- Сифатли ($S \leq 0,04 \%$; $P \leq 0,04 \%$) ;
- Юқори сифатли ($S \leq 0,03 \%$; $P \leq 0,03 \%$).

Юмшатиш ҳолатдаги структурасига қараб углеродли пўлатлар эвтектоидгача бўлган (феррит + перлит), эвтектоид пўлати (перлит) ва эвтектоиддан кейинги (перлит + цементит) пўлатлар турларига бўлинади. (15-шакл)



Эвтектоидгача
бўлган пўлат



Эвтектоид
пўлати



Эвтектоиддан
кейинги пўлат

15- шакл. Углеродли пўлатларнинг микроструктуралари

Оддий сифатли углеродли пўлатлардан иссиқ ҳолатда прокатлаш йули билан турли прокатлар (балкалар, чивик, швеллер, бурчакликлар, трубалар, листлар), поковкалар, қурилиш конструкциялари, арматура ва машиналарнинг энгил шароитда ишлайдиган деталлари тайёрланади.

Бу пўлатлар ишлатилиш соҳасига кура ва кафолатланадиган хоссаларига қараб учта гуруҳга бўлинади:

- А - механик хоссалари кафолатланади;
- Б - кимевий таркиби кафолатланади;
- В - Механик хоссалари ва кимевий таркиби кафолатланади.

Бу гуруҳларга қуйидаги маркали пўлатлар киради:

- А - Ст.0, Ст.1, Ст.2, Ст.3, Ст.4, Ст.5, Ст.6;
- Б - Б Ст.0, Б Ст.1, Б Ст.2, Б Ст.3, Б Ст.4, Б Ст.5, Б Ст.6;
- В - В Ст.2, В Ст.3, В Ст.4, В Ст.5.

Барча гуруҳларга мансуб 1, 2, 3 ва 4 ракамли пўлатлар қайнайдиған, оралиқ ва Турғун, 5 ва 6 ракамли пўлатлар эса оралиқ ва Турғун қилиб тайёрланади. Пўлатларнинг маркасидаги “**Ст.**” белгиси шу қотишманинг пўлат (сталь) эканлигини, ракамлар эса (0...6) - пўлатнинг таркиби ва механик хоссаларига боғлиқ шартли ракамлардир. Пўлатнинг қайтарилганлик даражасини кўрсатиш учун марканинг охирида **кп** - қайнайдиған, **пс** - оралиқ ва **сп**- Турғун белгилари қуйилади; масалан, **Ст.3пс**, **Б Ст. 3сп**, **Ст. 3кп** ва х.к.

Оралиқ пўлатларнинг таркибида оширилган ёки кўпайтирилган марганец миқдори мавжуд бўлса, тегишли пўлат маркасида кийин **Г** ҳарфи қушилади, масалан, **Ст. 3 Гпс**, **Б Ст.3 Г пс**, **В Ст. 5 Г пс**.

Мартен ва электр печларида суюқлантириб олинадиган қайнайдиған, оралиқ ва Турғун сифатли пўлатлар **10...20; 25...85** каби маркаланади. Ракамлар юзга булиниб пўлат таркибидаги углерод миқдори топилади (0,1...0,2; 0,25...0,85 %).

Кам углеродли сифатли пўлатлар (0,5...25 % С) га термик ишлов берилмайди, балки улар цементитланади. Улар яхши пайвандланади ва штампланади. Ўртача углеродли пўлатлар (30...55 % С) термик ишлов берилган ҳолатда ишлатилади. **10...50** маркали пўлатлар совуқ ҳолатда чузилган чивиклар ва аниқ ўлчамли симлар тарзида ишлатилади.

Углеродли **асбобсозлик пўлатлари У7, У8, У8Г, У9, У10, У11, У12, У13, У7А, У8ГА, У10А, У9А, У11А, У12А, У13А** каби маркаланади.

Бундай маркалар таркибидаги **У** ҳарфи пўлатнинг углеродли эканлигини, ракамлар эса уннинг бир улушидаги углерод миқдорини (фоиз ҳисобида), **Г** - пўлат таркибида марганец миқдорининг кўплигини, **А** - ҳарфи пўлатнинг юқори сифатли эканлигини ифодалайди.

Углеродли асбобсозлик пўлатлардан баъзиларининг ишлатилиши 2-жадвалда келтирилган.

2- жадвал

Пўлат маркаси	Ишлатилиши
У7	Болгалар, дурадгорлик асбоблари.
У7А	Қачов, отвертка, токарлик дастгоҳларининг марказлари.
У8	Пуансонлар, мисни кесиш учун кескичлар, кернерлар.
У8А, У8Г	У8 каби, тиска жағлари...
У9, У9А	Кернерлар, қачовлар.
У10, У10А	Металл кескичлар, пармалар, метчиклар, фрезалар ва б.
У13, У13А	Турли штамплар.

3. Автоматбоб пўлатлар

Тез юрар автомат дастгоҳларида кесиб ишлаш учун мулжалланган пўлатлар **автоматбоб пўлатлар** деб аталади. Бу пўлатлар кам юкланадиган деталлар - болт, гайка, винт ва б., тайёрлаш учун ишлатилади.

Автоматбоб пўлатлар яхши кесиб ишланади, ишлов берилган юзалар силлик ва ялтироқ бўлиб чиқади. Бу пўлатларнинг таркибида **0,15...0,3 %** олтингугурт, **0,05...0,15 %** фосфор бўлади. Бу элементлар кесувчи асбобнинг

Турғунлигини оширибгина колмай, балки йунилган юзанинг яхши сифатли чиқишига ҳам сабаб бўлади.

Автоматбоп пўлатлар А ҳарфи билан маркаланади: **А 11, А 12, А 20, А 30, А 35, А 40Г**. Ракамлар (11, 12, 20...) пўлат таркибидаги углерод миқдорини (0,11; 0,12; 0,20 %), Г - эса марганец миқдорининг оширилганлигини билдиради.

Юқори кесиб ишланувчанлик хусусиятга эга бўлган конструкцион пўлатлар кимевий таркибига кура қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

- а) Углеродли -сульфидли - **А 11, А 12, А 20** ва х.к.;
- б) Углеродли - кўрғошинли - **АС 14, АС 40** ва х.;
- в) Углеродли- сульфидли-селенли - **А35Е, А45Е** ва б.;
- г) хромли- сульфид-селенли - **А40ХЕ** ;
- д) сульфидли-марганецли-кўрғошинли - **АС35Г2, АС45Г2**;
- е) легирланган кўрғошинли - **АС12ХН, АС14ХН, АС19ХН, АС20ХНМ, АС30ХМ, АС38ХМ, АС40ХНМ**.

Кесиш йули билан энг яхши ишланадиган автоматбоп пўлат **А 12** маркали пўлатдир, унинг кесиб ишланувчанлиги **100 %** га тенг қилиб, яъни эталон сифатида қабул килинган.

Савол ва топшириқлар :

1. Углерод, марганец ва кремний элементлари пўлатларнинг механик хоссаларига қандай таъсир кўрсатади?
2. Нима учун олтингугурт ва фосфор пўлат учун зарарли қўшимчалар хисобланади?
3. Углеродли пўлатларнинг сифати нима билан белгиланади?
4. Оддий сифатли ва юқори сифатли пўлатларнинг маркаланишига мисоллар келтиринг.
5. Углеродли асбобсозлик пўлатларнинг ишлатилиш сохаларига мисоллар келтиринг.
6. Қандай қотишмалар автоматбоп пўлатлар дейилади?
7. Эталон сифатида қабул килинган автоматбоп пўлатнинг маркасини кўрсатинг.

Маъруза мавзуси: Легирланган пўлатлар

Режа:

1. Легирловчи элементларнинг пўлат структурасига ва хоссаларига таъсири;
2. Легирланган пўлатларнинг турланиши ва маркаланиши;
3. Легирланган конструкцион пўлатлар;
4. Легирланган асбобсозлик пўлатлари;
5. Махсус хоссали легирланган пўлатлар;

Таянч иборалар: легирланган пўлатлар; аустенитли, феррит-аустенитли ва ферритли пўлатлара; хромли, марганецли, хром-марганецли. Хром никелли конструкцион легтрланган пўлатлар; алохида хоссали асбобсозлик пўлатлари: коррозиябардош, оловбардош ва иссиқбардош пўлатлар.

1. Легирловчи элементларнинг пўлат структурасига ва хоссаларига таъсири

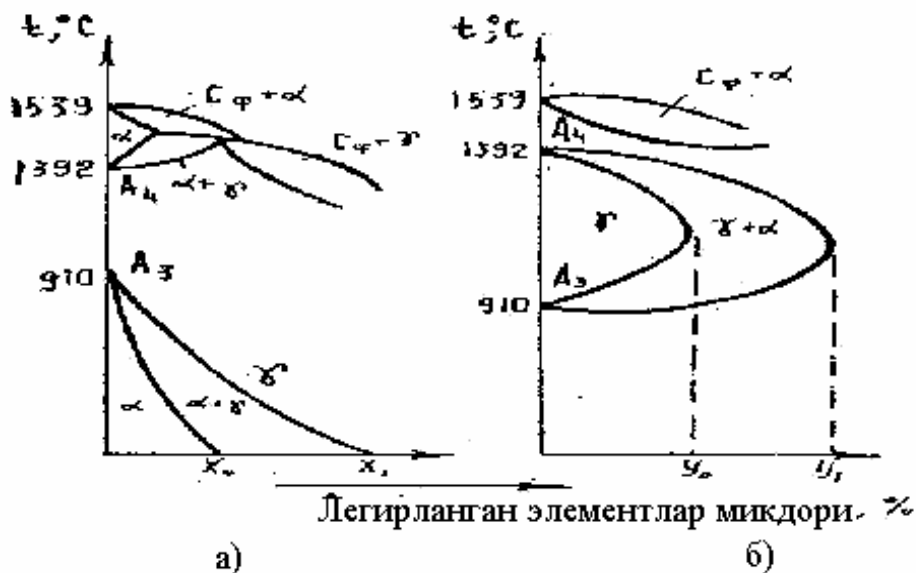
Углеродли пўлатларнинг механик ва физикавий-химевий хоссалари замонавий машинасозлик талабларини кондиролмайди. Зарур хоссали пўлат олиш учун углеродли пўлат суюқ пайтида унга легирловчи элементлар (Cr, Ni, Mo, V, Mn, Si, Ti, Al, B, Co ва б.) кушилади, натижада махсус хоссали (оловбардош, иссиқбардош, зангламайдиған, ишқаланиб емирилишга чидамли ва б.) легирланган пўлатлар олинади.

Пўлат таркибига киритилган легирловчи элементлар темир билан Қаттиқ эритма ҳосил қилиши, цементитда эриши (легиранган цементит) ёки алохида махсус карбидлар ҳосил қилиши мумкин.

Легирловчи элементлар пўлат полиморфизмига ҳам таъсир қилади. Полиморф ўзгаришлар ҳарорати темирда эриган элементларнинг хусусияти ва миқдорига боғлиқ бўлади (16- шакл).

Темирда металлар эриб урин алмашиш Қаттиқ эритмасини ҳосил қилади, α - ҳамда γ - фазаларнинг мавжудлик соҳаси A_3 ва A_4 чизиқларининг ҳолати билан белгиланади. Легирловчи элементларни темирнинг полиморфизмига қандай таъсир этишига қараб икки синфга ажратиш мумкин:

1) Никель ва марганец $\gamma \rightarrow \alpha$ утиш ҳароратини камайтиради, яъни A_3 чизиғи пасаяди, A_4 чизиғи эса кутарилади, натижада γ - фаза жуда катта соҳани эгаллайди. Оддий ҳароратда ҳам аустенит фазаси мавжуд бўлиши мумкин (19- расм, а). Легирловчи элементнинг миқдори X_1 дан ошганда пўлат структураси бутунлай аустенитдан (γ -фаза) иборат бўлади. Бундай пўлатлар **аустенитли пўлатлар** деб аталади. **Си, С, N** элементлари γ - майдонни бироз кенгайтиради. Бундай пўлатлар **феррит-аустенитли** пўлатлар деб аталади.



16- шакл. Легирунган элементларнинг критик Нуқталар вазиятига ва пўлат структурасига таъсири.

2) Cr, W, Mo, V, Si, Al каби легирунган элементлар A_3 чизиқни кутариб, A_4 ни пасайтиради, яъни γ -соҳанинг қисқариши ҳисобига α -соҳа кенгайди (19-расм, б). Легирунган элементларнинг миқдори Y_1 дан ошганда жуда кенг соҳада α -эритма ҳосил бўлади. Бундай пўлатлар **ферритли пўлатлар** деб аталади.

Легирунган элементлар пўлат таркибидаги углеродга бўлган муносабатига қараб карбид ҳосил қилувчи (Mn, Cr, W, Mo, V, Ti, Ta ва бошқалар) ва карбид ҳосил қилмайдиган (Ni, Co, Cu, Al ва б.) гуруҳларига бўлинади.

2. Легирунган пўлатларнинг турланиши ва маркалланиши

Легирунган пўлатлар кимевий таркиби, микроструктураси ва ишлатилиш соҳасига кура турларга бўлинади.

Легирунган пўлатлар кимевий таркибидаги легирунган элементлар сонига қараб хромли, молибденли, кремнийли, хром-никелли, хром-никель- молибденли ва х. турларда бўлинади.

Легирунган элементларнинг миқдорида кура кам легирунган (2,5 % гача ЛЭ), ўртача легирунган (2,5...10 % ЛЭ) ва кўп легирунган (10 % дан кўп ЛЭ) пўлатлар гуруҳларига бўлинади.

Легирунган пўлатлар мувозанат (юмшатиш) ҳолатидаги ва ҳавода совитилгандан кейинги (нормалланган) ҳолатдаги структурасига кура турланади.

Ҳавода совитилгандан кейин ҳосил бўладиган структурасига кура легирунган пўлатлар учта асосий синфга (Гийе классификацияси): перлит, мартенсит ва аустенит синфларига бўлинади.

Мувозанат ҳолатидаги структурасига кура легирунган пўлатлар эвтектоидгача бўлган (феррит кўпрок), эвтектоид (перлит) ва эвтектоиддан кейинги (карбидлар кўпрок) пўлат синфларига бўлинади.

Легирунган пўлатлар қандай мақсадларда ишлатилишига қараб **конструкциян (машинасозлик)**, **асбобсозлик** пўлатлари ва **алоҳида хоссали** пўлатлар синфларига бўлинади.

Конструкция пўлатлар машина деталлари тайёрлаш учун, асбобсозлик пўлатлари эса кесувчи, улчов асбоблари ва штамп асбоблари тайёрлаш учун ишлатилади.

Легирланган пўлатлар тегишли ҳарфлар ва ракамлар билан маркаланади. Пўлат маркасидаги ҳарфлар легирловчи элементларни, ракамлар эса уларнинг миқдорини кўрсатади. Давлат стандартига кура, ҳар қайси легирловчи элемент маълум бир ҳарф билан, масалан, никель-**Н**, хром-**Х**, кобальт-**К**, молибден-**М**, вольфрам-**В**, ванадий-**Ф**, марганец -**Г**, мис -**Д**, бор-**Р**, ниобий-**Б**, цирконий-**Ц**, кремний-**С**, титан-**Т**, алюминий-**Ю**, фосфор-**П**, азот-**А**, сийрак-ер металлари - **Ч** билан белгиланади.

Пўлат маркасида энг олдин тўрган ракамлар шу пўлат таркибидаги углерод миқдорини фоизнинг юздан бир улушлари ҳисобида, ҳарфлардан кейин тўрган ракамлар шу ҳарф билан кўрсатилган элементларнинг фоиз ҳисобидаги ўртача миқдорини кўрсатади. Легирловчи элементнинг миқдори

1 % дан кам ёки **1 %** дан сал ошиқроқ бўлса, ракам езилмайди. Масалан, **30ХГСА** маркали пўлат таркибида **0,28...0,35 % С**, **0,8...1,1 % Cr**, **0,9...1,2 % Mn** ва **0,8...1,2 % Si** бор. Марка охиридаги А-ҳарфи эса пўлатнинг юқори сифатли эканлигини билдиради.

Баъзи гуруҳ пўлатлар қўшимча равишда тегишли ҳарфлар билан белгиланади, масалан, шарикли ва роликли подшипник пўлатлари **Ш**-ҳарфи билан, магнитавий пўлатлар -**Е**, электротехникавий пўлатлар -**Э**, тезкесар пўлатлар эса -**Р** ҳарфи билан белгиланади.

3. Легирланган конструкция пўлатлар

Легирланган конструкция пўлатларнинг механик ва технологик хоссалари углеродли пўлатларникидан юқорироқ бўлади, хусусан, улар катта чуқурликка осон тобланади.

Легирланган пўлатлар 14 гуруҳга бўлинади, масалан, хромли, марганецли, хром-никелли ва х.

Хромли пўлатларнинг пухталиги юқори бўлади. Цементитланадиган хромли пўлатлар - **15Х**, **15ХА**, **15ХР**, **15ХРА**, **20Х**, **20ХР**- ўртача тезликда ишлайдиган ейилишга чидамли деталлар (поршень бармоқлари, уқлар, плунжерлар, шестернялар ва б.) тайёрлаш учун, яхшиланадиган **38ХА**, **40Х**, **40ХР** маркали пўлатлар эса муфтлар, фрикцион дисклар, турбокомпрессор роторлари каби деталлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Таркибида **0,9-1,1 %** углерод, **0,8...1,65 %** хром бўлган **ШХ6**, **ШХ9**, **ШХ10** маркали пўлатлардан шарикли ва роликли подшипник деталлари-халка, шарик ва бошқалар тайёрлашда қўлланилади..

Марганецли пўлатларнинг **10Г2**, **35Г2**, **40Г2**, **25Г2** ва **50Г2** маркалари ишлаб чиқарилади. Юқори пластик ва яхши пайвандланадиган **10Г2** маркали пўлатдан змесвик, штуцер ва маҳкамлаш деталлари тайёрланади. Бу пўлат **-70°С** ҳароратда ҳам ишлаши мумкин. **40Г2**, **50Г2** маркали ишқаланишга чидамли пўлатлар уқлар, тирсакли валлар, шток, шестерня каби деталлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Хром-марганецли пўлатлар (**18ХГ**, **18ХГТ**, **30ХГТ**, **40ХГР**, **35ХГ2**) катта босим, тезлик ва зарбий кучлар таъсирида ишлайдиган деталлар- червяк валлари, втулкалар, шестернялар каби- тайёрлашга кетади. **18ХГ**, **18ХГТ**, **20ХГР**, **30ХГТ**

маркали пўлатлар цементитланиб, **40ХГ, 40ХГР, 35ХГ2** маркали пўлатлар эса юқори частотали ток ердамида тобланиб, яхшилангандан сунг ишлатилади.

Хром-никелли пўлатлар (**40ХН, 45ХН, 50ХН** ва **30ХН3А**) махсус рессорлар, пружиналар, шарикли подшипниклар, трубалар ва бошқа деталлар учун қўлланилади.

Рессора - пружиналар ва шарикли подшипниклар тайёрлаш учун **55ГС, 55С2, 50ХГА, 50ХФА** каби кремний- марганец-хром-ванадийли легирланган пўлатларга термик ишлов бериб ишлатиш мақсадга мувофик бўлади.

Иссиқлик энергетикаси учун трубалар юқори ҳароратларда ($540...600^{\circ}\text{C}$) ва босим (такрибан 25 МПа) да ишлайди. Шунинг учун улар узоқ муддатга (100минг соатдан ортиқ) чидаши лозим. Иссиқ ҳолатда босим остида олинган чоксиз ва совуқ ҳолатда деформацияланиб олинадиган трубалар **15ХМ, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 12Х2МФСР, 12Х11В2МФ ва 12Х18Н12Т** каби маркали пўлатлардан тайёрланади ва улар нормалланиб сўнгра юқори ҳароратда бўшатилади.

4. Легирланган асбобсозлик пўлатлари

Бу пўлатлардаги энг муҳим легирловчи элементлар вольфрам, молибден, хром, марганец ва кремнийдир. Уларда углерод миқдори **0,35...1,80 %** га етади. Штамплар ва пресс-қолиплар учун ишлатиладиган пўлатларда углерод миқдори камрок, кесувчи асбоблар учун ишлатиладиган пўлатларда кўпрок бўлади.

Х12М ва **Х** маркали пўлатлар кизимайдиган штамплар тайёрлаш учун, **4ХНВ2** пўлати кизийдиган штамплар тайёрлаш учун ишлатилади. Кесувчи асбоблар **ХВГ, ХВ5, 9ХС, 4ХС** ва бошқа маркали пўлатлардан, улчаш асбоблари эса **ХГ, Х12, Х12М** маркали пўлатлардан ясалади.

Парма, фреза, кескич каби кесувчи асбоблар учун **тезкесар пўлатлар** ишлатилади. Бу пўлатлар кўп легирланган, жуда Қаттиқ пўлатлардир, улардан ясалган асбоблар **600°C** гача кизиганда ҳам уз қаттиқлигини йукотмайди.

Тезкесар пўлатларнинг **Р9, Р12, Р18, Р6М3, Р14Ф4, Р9К5, Р6М5** каби маркалари кенг куламда ишлатилади. Маркадаги **Р** ҳарфи пўлатнинг эски номи **“Рануд”** сузининг бош ҳарфи бўлиб, кейинги ракам вольфрамнинг фоиз билан ифодаланган ўртача миқдорини кўрсатади.

Кўп ишлатиладиган **Р18** ва **Р6М5** маркали тезкесар пўлатларнинг кимёвий таркиби қуйида келтирилган:

	С	Cr	W	V	Mo
Р18	0,7...0,8	3,8...4,4	17...18,5	1,0...1,4	1,0 гача
Р6М5	0,8...0,88	3,8...4,4	5,5...6,5	1,7...2,1	5,0...5,5

Бу пўлатлардан пармалар, фрезалар, протяжкалар, метални уйиб туширувчи асбоблар (долбяклар), арралар, эговлар каби асбоблар тайёрланади. Кесиш асбобининг иссиқбардошлигини ошириш учун у **1210...1230°C** ҳароратдан тобланиб, кўп марта (3 марта) **560°C** да бўшатилади.

5. Махсус хоссали легирланган пўлатлар

Махсус хоссали пўлатлар жумласига коррозиябардош (зангламас), оловбардош (куйондибардош) ва иссиқбардош пўлатлар киради.

Коррозиябардош пўлатлар хромли ва хром-никелли бўлиши мумкин.

Хромли коррозиябардош пўлатлар (19X13, 20X13, 30X13, 40X13, 12X17, 15X28) дан турли агрессив мухитларда ишлайдиган деталлар - жаррохлик асбоблари, пружиналар, уй-рузгор буюмлари, кислота ва озик-овкат ишлаб чиқариш саноати ускуналари деталлари тайёрланади.

Хром-никелли коррозиябардош пўлатлари (12X18Н9Т, 09X15Н8Ю) кимевий машинасозликда, зангламас пўлатларни газ алангаси ва электр ейи билан пайвандлашда чок сими сифатида, нефть ва озик-овкат саноатида, автомобилсозлик ва курилишда ишлатилади.

Оловбардош пўлатлар юқори ҳарорат таъсирида ва юқори ҳароратли газлар мухитида бўладиган деталлар тайёрлаш учун ишлатилади. Алюминий, хром ва кремний пўлатни оловбардош қилади. Таркибида **10...15 %** бўлган пўлат **900...950°C** гача, **15...20 %** хром бўлган пўлат **1000°C** гача, **25...30 %** хром бўлган пўлат эса **1100°C** гача ҳароратларда оловбардош бўлади.

Иссиқбардош пўлатлар юқори ҳароратда юк таъсирида бўладиган деталлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Иссиқбардош пўлатларнинг саноатда энг кўп ишлатиладиганлари **4X9C2, 15XM, 12X1MФ, 15X12ВНМФ, 4X14Н14В2М** ва кўпгина бошқа маркали пўлатлардир. Улардан турли қозонхона қурилмалари, ички енув двигателларининг клапанлари, турбина деталлари каби буюмлар тайёрланади.

Савол ва топшириқлар :

1. Легировчи элементларнинг пўлат полиморфизмига таъсирин изохланг.
2. Қайси легировчи элементлар пўлат таркибида аустенитнинг мавжуд бўлиш соҳасини кенгайтиради?
3. Легировланган пўлатлар қандай маркаланади? Мисоллар келтиринг.
4. Легировланган пўлатлар вазифасига, юмшатиш ва нормаланган ҳолатдаги структурасига кура қандай турларга бўлинади?
5. Легировланган конструкцион ва асбобсозлик пўлатларнинг маркаларига мисоллар келтиринг.
6. Тезкесар пўлатлар нималарга ишлатилади?
7. Оловбардош ва исикбардош пўлатларнинг таркибига қайси легировчи элементлар кирилади?

Маъруза мавзуси: Чўянлар

Режа:

1. Чўяннинг графитланиши;
2. Ок Чўянлар;
3. Кулранг Чўянлар;
4. Юқори мустаҳкамликка эга бўлган Чўянлар;
5. Болгаланувчан Чўянлар;
6. Махсус легирланган Чўянлар.

Таянч иборалар: Чўянлар; графитланиш жараёни; ок, кулранг, юқори мустаҳкамликка эга бўлган ва болгаланувчан Чўянлар; қуймакорлик ва қайта ишланувчан Чўянлар; оловбардош, ейилишга чидамли Чўянлар, уларнинг маркаланиши ва ишлатилиш соҳаларига мисоллар.

1. Чўяннинг графитланиши

Темир-углерод қотишмаси таркибидаги углерод миқдори **2,14 %** дан кўп бўлган қотишмалар шартли равишда **чўянлар** деб аталади.

Чўянлар таркибида пўлат таркибига қараганда қўшимчалар (кремний, марганец, фосфор, олтингугурт) кўп бўлади, чўяннинг хоссаси шу қўшимчалар миқдорига боғлиқ. Қотишма таркибидаги углероднинг ҳолати ва шакли чўян структураси ва хоссаларини белгилайди.

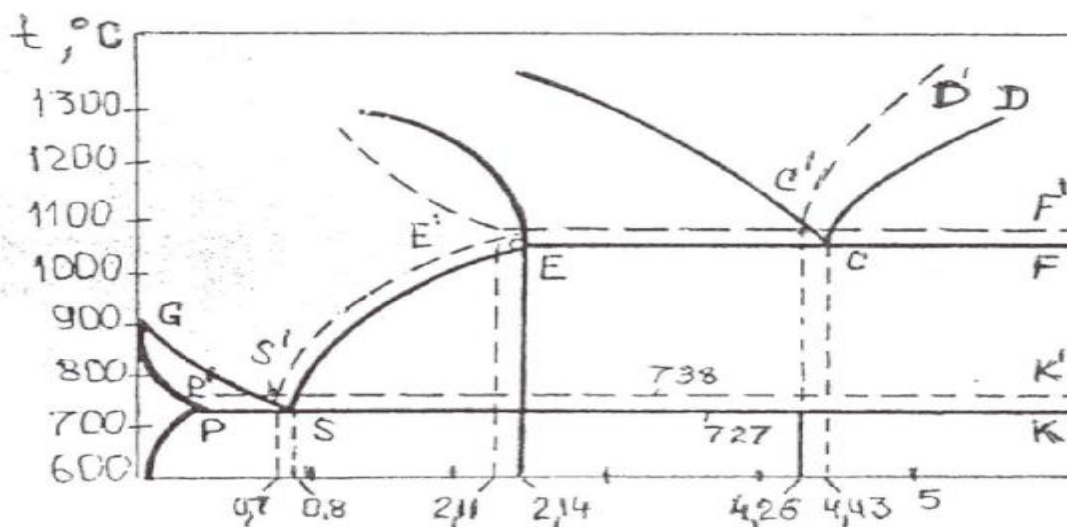
Темир-углерод қотишмаларида графит (эркин углерод)нинг ажралиб чиқиш жараёни **графитланиш** дейилади. Графит суюқ қотишмадан ҳам, Қаттиқ эритма (аустенит)дан ҳам ажралиб чиқиши мумкин.

Чўяннинг суюқ ҳолатда графитланиши **Fe-C** қотишмаларининг ҳолат диаграммаси асосида содир бўлади (17 – шакл).

$S^I D^I$ чизиғи буйлаб бирламчи графит, $E^I C^I F^I$ чизиғи буйлаб эвтектикавий графит $A + \Gamma$, $S^I E^I$ чизиғи буйлаб иккиламчи графит ва $P^I S^I K^I$ чизиғи буйлаб эса эвтектоид графити ($\Phi + \Gamma$) ҳосил бўлади.

Чўян уз таркибидаги углерод миқдори жиҳатидан, қолипга яхши қўйилиш хоссаси ва пластик деформацияланиш хоссасининг пастлиги жиҳатидан пўлатдан фарқ қилади. Чўянни одатдаги шароитда болгалаб бўлмайди, чунки у уваланиб кетади.

Чўянлар уз таркибидаги углероднинг қандай ҳолатда эканлигига қараб ок, кулранг, юқори мустаҳкамликка эга бўлган чўянлар ва болгаланувчан Чўянларга бўлинади.



17- шакл. Темир-углерод ҳолат диаграммаси.

2. Оқ чўянлар

Оқ чўянлар таркибида углерод кимевий бирикма - карбид ҳолатида бўлади. Оқ чўян цементит билан перлитдан тузилган. Унинг ўртача кимевий таркиби қуйидагичадир: $C=2,4...2,8\%$; $Si=0,8...1,4\%$; $Mn=0,3...0,4\%$; $S... 0,8...0,1\%$; $P...0,2\%$.

Чўяннинг бу тури синдирилса, унинг синган жойи хира оқ тусда кўринади, шунинг учун у **оқ чўян** деб аталади. Оқ чўян жуда қаттиқ ва муртдир, уни кесувчи асбоблар билан ишлаб бўлмайди. Оқ чўян пўлат тайёрлаш учун кетади, шу сабабли **қайта ишланувчан чўян** деб ҳам аталади.

3. Кулранг чўянлар

Кулранг чўян таркибида углероднинг жуда кўп қисми ёки ҳаммаси графит тарзида бўлади. Бу чўяннинг қолипга қўйилиш хоссаси юқори бўлганлиги учун у **куйиш чўяни** деб ҳам аталади.

Кулранг чўяннинг асосий таркиби **Fe - C - Si** бўлса ҳам, ундаги қўшимчалар- **Mn, P** ва **S** чўяннинг хоссаларига катта таъсир кўрсатади. Графитнинг шакли кўпинча буралган япрок шаклида бўлади.

Кулранг чўяннинг тузилиши бошқа соф графитли чўянлар каби металл асосдан иборат бўлади. Шунга кура чўян структураси перлит ($\Pi + \Gamma$), феррит ($\Phi + \Gamma$), ҳамда перлит ва феррит ($\Pi + \Phi + \Gamma$) асосли бўлиши мумкин.

Бундай Чўянларнинг қаттиқлиги **143...255 HB** атрофида бўлиб, муштаҳкамлиги маркада сонлар билан кўрсатилади.

Кулранг чўян **СЧ** ҳарфлари (серый чугу́н) ва икки хонали иккита сон билан маркаланади: **СЧ 00; СЧ 12-28; СЧ 15-32; СЧ 18-36; СЧ 21-40; СЧ 24-44; СЧ 28-48; СЧ 32-52; СЧ 36-56; СЧ 40-60; СЧ 44-64** ва б.

Маркадаги биринчи сон, масалан **12, 15, 44** чўяннинг чўзилишдаги муштаҳкамлик чегарасини (кГ/мм^2 хисобида), иккинчи сон эса (**28, 32, 64**) эгилишдаги муштаҳкамлик чегарасини билдиради. Чўяннинг сифати унинг

мустахкамлик кўрсаткичларига қараб аниқланади. **СЧ 00** маркали чўян энг паст сифатли чўян бўлиб, механик нагрузка жуда кам тушадиган деталлар куйиш учун ишлатилади.

Кулранг Чўянлардан двигатель блоклари ва уларнинг копкоклари, поршень ва цилиндрлар, трубалар, дастгохларнинг корпуслари каби муҳим буюмлар куйиб олинади.

4. Юқори мустахкамликка эга бўлган Чўянлар

Бундай Чўянларда ок чўяндаги цементитнинг парчаланиши натижасида ҳосил бўлаётган графит доначаларининг шакли шарга яқин бўлади, яъни графитнинг солиштирма юзаси энг кичик бўлган ҳолатдир. Шунинг учун бундай чўянлар юқори пластикликка эга бўлиб, уларнинг механик хоссалари пўлатнинг хоссаларига яқинлашади. Графит структурасини шар шаклига ўтказиш учун суяқ металга ишкорий ёки ишкорий-ер металллар (0,03...0,07%) кушилади.

Бу Чўянларнинг ўртача кимевий таркиби куйидагича бўлади: **C - 2,7...3,6 %; Si - 1,6...2,7 % ; Mn 0,5...0,6 % ; P ва S ≤ 0,1 %** дан кам.

Юқори мустахкамликка эга бўлган чўянлар **ВЧ** (высокопрочный чугун) билан белгиланади, сўнгра чўзилишдаги мустахкамлиги, **кГ/мм²**, ва нисбий чўзилиш қийматлари (%) кўрсатилади. Машинасозликда куйидаги чўянлар кўпроқ қўлланилади: **ВЧ 38-17; ВЧ 42-12; ВЧ 45-5; ВЧ 60-2; ВЧ 80-3 ва б.**

Бу Чўянлардан тирсакли валлар, тишли гилдираклар, муфталар, автомобилларнинг кетинги кўприклар, картерлар каби буюмлар куйиб тайёрланади.

Юқори мустахкамликка эга бўлган Чўянларнинг мустахкамлигини янада ошириш ҳамда барқарорлаштириш мақсадида уларга термик ишлов берилади. Масалан, мустахкамликни ошириш мақсадида уларга тоблаш билан бир каторда юқори ҳароратда (500...600°C) бўшатиш берилади. Баъзи графитнинг шаклини янада мустахкамлаштириш учун уларга юмшатиш берилади. Бу турдаги чўянларнинг пластиклиги $\square=2...7\%$ ва қаттиқлиги **150...360 НВ** атрофида бўлади.

5. Болгаланувчан чўянлар

Болгаланувчан чўян **КЧ** ҳарфлари ва икки хил сон билан маркаланади. Масалан, **КЧ 37-12, КЧ 35-10, КЧ 30-6, КЧ 33-8, КЧ 50-6, КЧ 55-4. КЧ** (ковкий чугун), биринчи ракамлар чўяннинг чўзилишдаги мустахкамлик чегарасини (кГ/мм² хисобида), иккинчиси эса нисбий узайишини (%) билдиради.

Оқ чўянни **950...970°C** гача **20...25 соат** давомида секин қиздириб, шу ҳароратда **10...15** соат тутиб туриш йули билан **болгаланувчан чўян ҳосил қилинади**. Натижада чўяннинг структураси аустенит ва графитдан иборат бўлади.

Юмшатиш жараёнини тезлаштириш мақсадида қотишмага баъзида висмут ёки алюминий кушилиб, куйиш олдидан ҳарорат оширилади.

Феррит асосидаги **КЧ 37-12 ва КЧ 35-10** чўянлар юқори динамик ва статик кучлар таъсирида муваффақиятли ишлай олади. Улардан тезликлар кутисининг гилофи, губчаклар каби машина қисмлари тайёрланади. Гилофлар, гайка, газ овозини пасайтирувчи воситалар, муфта каби қисмлар кўпинча **КЧ 30-6** ва **КЧ**

33-8 Чўянлардан тайёрланади. Ферритли болгаланувчан Чўянларнинг қаттиқлиги **160...165 HB** атрофида бўлади.

Перлит асосидаги Чўянларнинг қаттиқлиги **240...270 HB** атрофида бўлади. Бундай чўянлар автомобилсозликда, кишлок хужалиги машиналарининг қисмлари, тукимачилик саноати ускуналари, ишқаланиш, зарб ҳамда ўзгарувчан куч таъсирида ишлайдиган воситаларни тайёрлашда ишлатилади.

6. Махсус легирланган чўянлар

Легирловчи элементлар (Ni, Ti, Cr, Cu, V, Mo...) чўян структураси, яъни металл асоси, графитнинг шакли ва ўлчамларига таъсир кўрсатади. Натижада чўянлар махсус хоссаларга эга бўлиши мумкин. Легирловчи элементларни кушиш билан ишқаланишга чидамли, коррозиябардош, оловбардош, куйинди ҳосил қилишга бардошли легирланган чўянлар олинади.

Қумтупроқ шароитида ишлатиладиган ишқаланишга чидамли чўянлар никель (3,5...5 %) ва хром (0,8 %), титан, мис, ванадий, молибден каби бир қанча қўшимча элементлар билан легирланади. Бундай Чўянлардан автомобилларнинг тормоз элементлари, ҳаракатни узатиш воситалари, гильза каби қисмлар тайёрланади.

Хром миқдори юқори бўлган **ЧХ9Н5, ЧХ16М2, ЧХ22, ЧХ28Д2** маркали чўянлардан қаттиқ материалларни майдалайдиган ускуна воситалари, **ЧН4Х2** маркали чўяндан абразив мухит шароитида катта кучланиш остида ишлайдиган тегирмон ускуналари ва воситалари тайёрланади.

Оловбардош (4Х2, 4Х3) Чўянлардан металлургия саноатида агломерат машиналарининг колосниклари, кимевий мухитда ишлайдиган коррозиябардош ускуналар, трубалар тайёрланади. Бундай чўянлар **600...700°C** да ҳам хоссаларини йукотмай ишлай олади. Бундан ҳам юқори ҳароратларда ишлай оладиган **ЧЮХШ** (650°C), **ЧЮ7Х2** (750°C), **ЧХ16** (900°C), **ЧЮ30** (1100°C) маркали легирланган чўянлар ҳам мавжуд.

Ишқаланиш жуфтларининг материали сифатида кулранг, мустаҳкамлиги юқори бўлган ва болгаланувчан легирланган чўянлар (АЧС-1, АЧС-2, АЧВ - 1, АЧВ - 2, АЧК-1, АЧК-2) кенг қўлланилади.

Савол ва топшириқлар :

1. Чўяннинг графитланиш жараёнининг моҳиятини тушунтиринг.
2. Чўянларнинг қандай турларини биласиз?
3. Кулранг чўянлар металл асосига кўра қандай фарқланади?
4. Жуда пухта чўянлар қандай олинади? Улар қандай маркаланади?
5. Кулранг ва болгаланувчан чўянлар қандай маркаланади?
6. Болгаланувчи чўян олиш жараёнини тушунтиринг.
7. Махсус Чўянларнинг қандай турларини биласиз? Уларнинг маркалари ва ишлатилишига мисоллар келтиринг.

Маъруза мавзуси: Пўлатларга термик ишлов беришнинг назарий асослари

Режа:

1. Умумий маълумотлар;
2. Пўлат қиздирилганда унда содир бўладиган ўзгаришлар;
3. Аустенит соҳасигача қиздирилган пўлат совитилганда унда содир бўладиган ўзгаришлар;
4. Аустенитнинг узликсиз совитилишида парчаланиши.

Таянч иборалар: термик ишлаш; критик нуқталар; қиздиришдан мақсад; перлит, сорбит, троостит структуралари, уларнинг таркиби, хоссалари; аустенитни узликсиз совитиш; совитишнинг критик тезлиги; мартенсит структураси; аустенитнинг мартенситга айланиши, жараён механизми, мартенситнинг тузилиши ва хоссалари.

1. Умумий маълумотлар

Машинасозликда кўпгина пўлат ва Чўянлардан, шунингдек рангли металлларнинг қотишмаларидан (бронза, латун, дуралюминий ва бошқалар) ясалган буюмларнинг физикавий, механикавий ва технологик хоссаларини зарур томонга ўзгартириш мақсадида уларга термик ва кимевий термик ишлов берилди. Бу эса енгил, пухта ва чидамли машиналар тайёрлашда, металлларни тежашда, уларнинг таннархини камайтиришда катта роль ўйнайди.

Металллардан ясалган буюмларнинг кимевий таркибини ўзгартирмай туриб, уларнинг структураларини термик воситалар (маълум ҳароратгача қиздириб, шу ҳароратда маълум вақт тутиб тўргандан кейин ҳар хил тезликда совитиш) билан ўзгартириш металлларни **термик ишлаш** деб аталади.

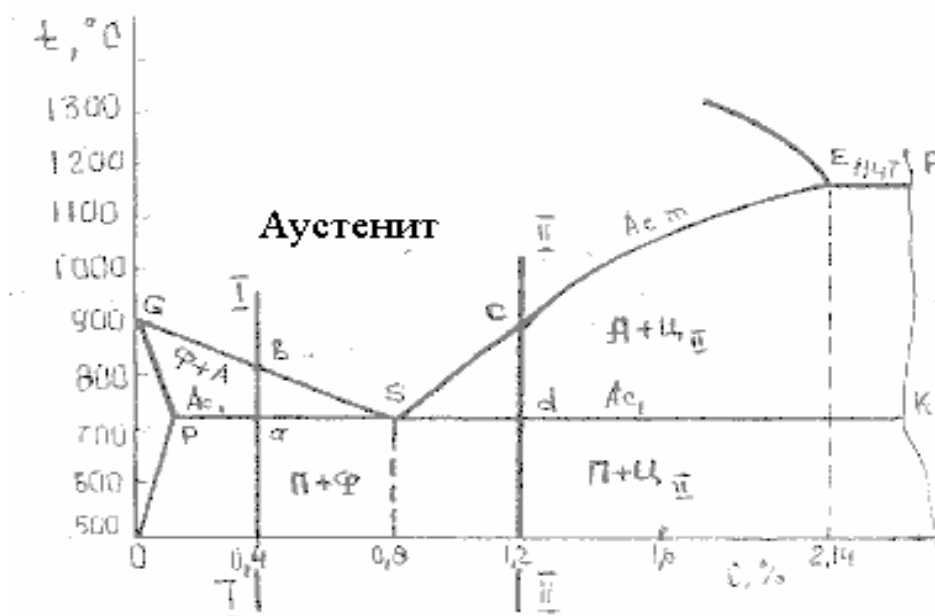
Қотишмани, масалан, пўлатни маълум ҳароратгача қиздириш, шу ҳароратда маълум вақт тутиб туриш, сўнгра маълум тезлик билан совитиш орқали структурасини, хоссаларини керакли йуналишда ўзгариш мумкин. Термик ишлашнинг илмий асосларини XIX асрнинг ўрталарида машҳур олим Д.К.Чернов яратган эди. У Қаттиқ қиздирилган пўлат заготовкаларини кузатар экан, қиздиришнинг ва совитишнинг маълум ҳароратларида (Нуқталарида) пўлатда ички ўзгаришлар содир бўлишини пайкади. Д.К.Чернов бу Нуқталарни **критик Нуқталар** деб атади ва уларни ***a*** ва ***v*** ҳарфлари билан белгилади. Хозирги вақтда бу Нуқталар A_1 ва A_3 билан белгиланади. ***Fe-Fe₃C*** системасининг ҳолат диаграммадаги ***GS*** чизиғи A_3 Нуқталарнинг, ***PSK*** чизиғи эса A_1 Нуқталарнинг геометрик ўрнидир. Пўлат қиздирилгандаги критик Нуқта ***Ac*** (Ac_1 ва Ac_3) билан, совитилган вақтдаги критик Нуқта эса ***Ar*** (Ar_1 ва Ar_3) билан белгиланади. (***r*** ҳарфи французча совитмок сузининг бош ҳарфи).

Д.К.Чернов пўлат ***Ac₁*** Нуқтадан паст ҳароратгача қиздирилиб, ҳар қандай тезлик билан совитилганда ҳам унинг структурасини ва демак, механикавий хоссалари, ўзгармаслигини ***Ac₁*** Нуқтадан юқори ҳароратгача қиздириб, тез совитилганда эса кескин даражада ўзгаришини жажонда биринчи бўлиб аниқлади.

2. Пўлат қиздирилганда унда содир бўладиган ўзгаришлар

Пўлатни термик ишлаш $Fe-Fe_3C$ системасининг ҳолат диаграммасига асосланади. Шунинг учун бу диаграмманинг пўлатларга оид қисмини келтириб утамыз (18- шакл).

18- шаклда тасвирланган диаграммадан куришиб турибдики, Ac_1 Нуктадан (727°C) пастда эвтектоиддан олдинги пўлатлар перлит билан феррит доналаридан, эвтектоидавий пўлат перлит доналаридан, эвтектоиддан кейинги пўлатлар эса перлит доналари билан цементитдан иборат. Термик ишлаганда пўлатни қиздиришдан мақсад - унда аустенит структурасини ҳосил қилишдир.



18- шакл. $Fe-Fe_3C$ ҳолат диаграммасининг пастки чап (пўлатларга оид) қисми.

Пўлат қиздирила борганда унда содир бўладиган ўзгаришлар билан танишамиз. Эвтектоиддан олдинги, масалан таркибида **0,4 %** углерод бўлган пўлат (19- шакл, I-I) қиздирилганда **a** (Ac_1) Нуктада перлит аустенитга айлана бошлайди, феррит эса ўзгармайди, **a** Нуктадан **в** Нуктага томон феррит аустенитда эрий боради, ҳарорат **в** Нуктага етгач (Ac_3), ферритнинг жуда кўп қисми аустенитда эриган бўлади. **B** Нуктадан юқорида эса пўлат фақат аустенитдан иборат бўлади. Ферритнинг ҳаммасини аустенитда эритиш ва аустенит структурасини бир жинсли қилиш учун пўлатни критик Нуктадан юқорироқ ҳароратгача қиздириш ва шу ҳароратда маълум вақт тутиб туриш керак. Пўлат критик Нуктадан канчалик юқори ҳароратгача қиздирилса, шу ҳароратда тутиб туриш вақти шунчалик киска бўлади. Аммо, ҳарорат кутарилаверса, аустенит доналари йириклаша боради, пўлат совитилганда ҳамма доналар йириклигича қолади. Пўлатни термик ишлашда эса ҳамма вақт пўлат доналарини майдалашга ҳаракат қилинади, чунки майда донали пўлатнинг механик хоссалари йирик донали пўлатникидан анча яхши бўлади.

Энди, эвтектоиддан кейинги пўлатлар қиздирилганда уларда бўладиган ўзгаришларни кўриб чиқайлик. Мисол тариқасида таркибида **1,2 %** углерод бўлган пўлатни оламиз (21-расм, II-II). Бу пўлат қиздирилганда **d** (Ac_1) Нуктада перлит аустенитга айлана бошлайди, цементит эса ўзгармайди. **d** Нуктадан **c**

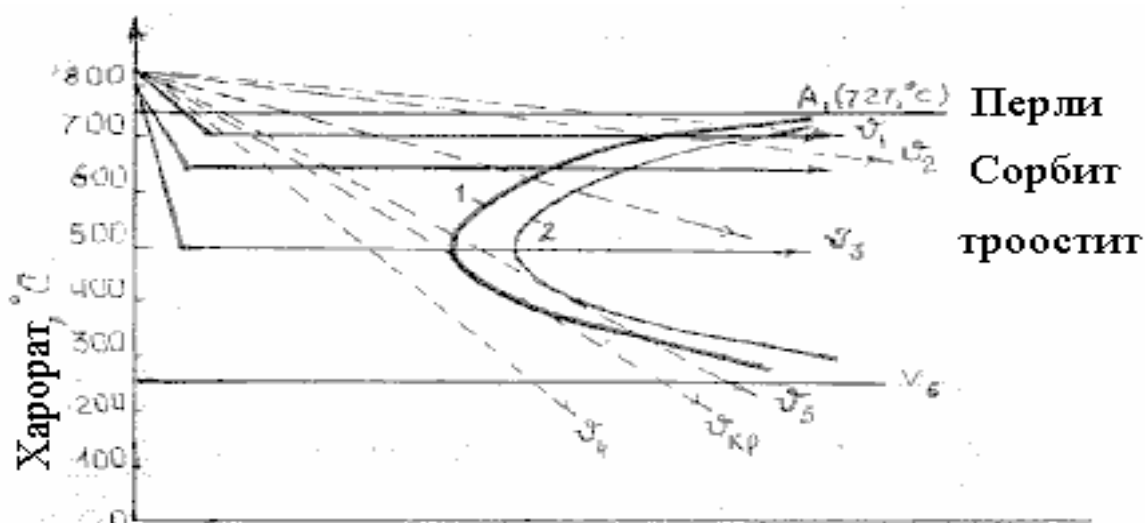
Нуктагача цементит аустенитда эрий боради, ҳарорат c (A_{cm}) Нуктага етгач цементитнинг жуда кўп миқдори аустенитда эриган бўлади, c Нуктадан юқорида эса пўлатнинг структураси фақат аустенитдан иборат бўлиб қолади. Эвтектоиддан кейинги пўлатларнинг структураси фақат аустенитдан иборат бўлиши учун улар A_{cm} критик Нуктадан юқурироқ ҳароратгача қиздирилиши ва шу ҳароратда маълум вақт тутиб турилиши лозим, аммо ҳароратни керагидан ошириб юбориш ярамайди, акс ҳолда пўлат доналари йириклашиб кетади.

3. Аустенит соҳасигача қиздирилган пўлат совитилганда унда содир бўладиган ўзгаришлар

Аустенит GS ва ES чизиқларидан, яъни A_{c3} ва A_{cm} критик Нуктасидан юқури ҳароратлардагина барқарор бўлади. Пўлат A_r ва A_{cm} Нукталардан паст ҳароратгача жуда секин совитилганда эвтектоиддан олдинги пўлатлардан феррит, эвтектоиддан кейинги пўлатлардан цементит ажралиб чиқа бошлайди. Бу жараён ҳарорат A_{r1} критик Нуктага тушгунча давом этади. Ҳарорат A_{r1} Нуктага тушганда эвтектоиддан олдинги пўлатларда аустенитдаги ортикча углероднинг ҳаммаси феррит тарзида, эвтектоиддан кейинги пўлатларда аустенит таркибидаги ортикча углероднинг ҳаммаси цементит тарзида ажралиб чиқа бошлайди.

Ҳарорат A_{r1} критик нуктадан пасайиши билан аустенит парчаланаяди, яъни у перлитга айланади. Аустенит парчаланганда мутлақо янги фазаларнинг (феррит билан цементитнинг) механик аралашмаси ҳосил бўлади. Маълумки, феррит таркибида углерод миқдори нисоятда кам, цементитда эса **6,67%** углерод бор. Бинобарин, аустенитнинг перлитга айланишида углерод диффузия йули билан қайта тақсимланади.

Аустенитдан перлит ҳосил бўлиш жараёни перлит кристаллари марказларининг ҳосил бўлиши ва уларнинг узишидан иборат. Даставвал аустенит доналари чегарасида цементитнинг кристалланиш марказлари ҳосил бўлади. Бу кристалланиш марказлари аустенитдан углероднинг диффузияланиши ҳисобига ўсади. Натижада, ҳосил бўлган цементит кристаллари (пластинкалари) атрофидаги аустенит таркибида углерод камая боради ва аустенитнинг ферритга айланиши учун шароит тугилади, натижада цементит кристаллари енида феррит кристаллари ҳосил бўлади. Цементит кристаллари ҳам, феррит кристаллари ҳам бир вақтда уса боради. Ўсиш жараёни бошқа кристаллар билан тукнашгунча давом этади. Бундай жараён такрорланиши натижасида перлит доналари ҳосил бўлади.



4. Аустенитнинг узликсиз совитилишида парчаланиши

Аустенитнинг парчаланиши пўлат узликсиз совитилганда ҳам A_{c1} критик нуктадан пастроқ ҳароратгача тез совитилиб (ўта совитилиб), шу ҳароратда тутиб турилганда ҳам содир бўлади. Аустенит A_{c1} нуктадан пастроқ ҳароратгача ўта совитилиб шу ҳароратда тутиб турилганда унинг парчаланиши **аустенитнинг изотермик парчаланиши** деб аталади.

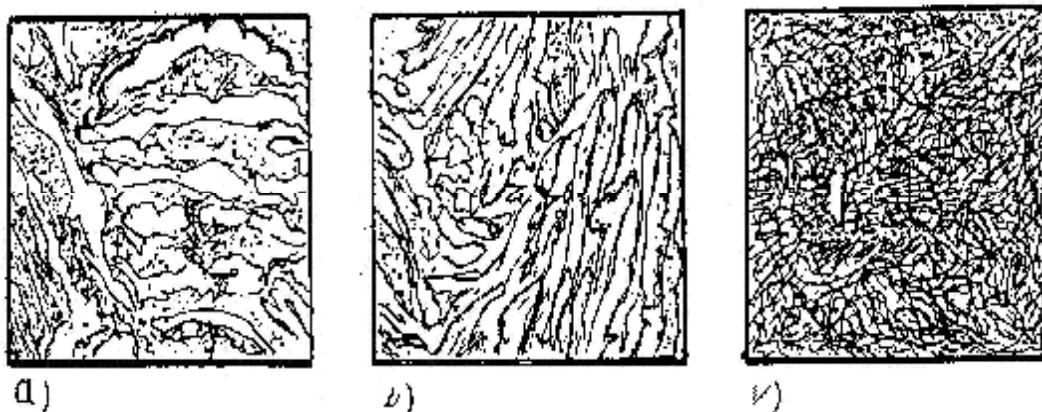
Пўлат A_{c1} критик ҳароратдан пастроқ ҳароратгача тез совитилиб, шу ҳароратда тутиб турилганда перлитнинг кристалланиш марказлари ҳосил бўлади ва улардан кристаллар уса бошлаб, оқибатда перлит доналари ҳосил бўлади. Бу доналарнинг катта- кичиклиги ўта совиш даражасига боғлиқ. Ўта совитилган аустенитнинг изотермик (ўзгармас ҳароратда) парчаланишини диаграмма тарзида ифодалаш мумкин (19- шакл).

19- шакл. Аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммаси.

Шаклдан кўринадики, 800°C гача қиздирилган аустенит тахминан 700°C гача тез совитилиб, шу ҳароратда тутиб турилса, у перлитга айланади, яъни феррит билан цементитнинг механик аралашмаси ҳосил бўлади. Аустенит тахминан 630°C гача $60\text{-}70\text{ град/с}$ тезлик билан узлуксиз ўта совитилиб ва шу температурада тутиб турилганда ҳам аустенит перлитга айланади, аммо бу перлитнинг доналари 700°C да ҳосил бўлган перлитникидан майда, қаттиқлиги анча юқори бўлади (НВ 380-400). Бундай перлит **сорбит** деб аталади.

Аустенит тахминан 500°C гача ($80\text{-}100\text{ град/с}$) тезликда ўта совитилиб, шу ҳароратда тутиб турилса, доналари сорбитникидан ҳам майда перлит ҳосил бўлади. Бу перлит **троостит** деб аталади. Трооститнинг қаттиқлиги **НВ 390-400** оралиғида бўлади.

Демак перлит, сарбит, тростит структураларининг барчаси феррит-цементит аралашмасидан иборат бўлиб, улар бир-биридан доналари ўлчамлари билан фарқланади (20- шакл).



20- шакл. Перлит (а), сорбит (б) ва троостит (в) структуралари

Аустенит 150°C/с тезлик билан сувда совитилса парчаланишга улгурмайди. Совиш тезлиги катта бўлганда диффузион жараёнлар тухтайди, лекин ☐ ☐ ☐ полиморф ўзгариш содир бўлади. натижада аустинитда эриган ҳамма углерод ферритда қолиб, туйинган Қаттиқ эритма ҳосил бўлади. Ҳарорат тахминан 240°C

га тушганда аустенит **мартенсит** деб аталадиган структурага айлана бошлайди. Ана шу ҳарорат (20- шаклдаги M_B) аустенитнинг **мартенситга айлана бошлаш ҳарорати** деб аталади. Мартенситга парчаланишда бошлангич ва охири фазалар миқдори ўзгармайди, агрегат кучиш натижасида фақат кристалл панжара қайта кўрилади (диффузиясиз жараён). Мартенсит таёқчалари (пластинкалари) олдинги доначалар ўрнида параллел ёки бир-бирига нисбатан 50° ҳамда 120° бурчак остида жойлашиши ҳам мумкин. Бу парчаланиш жуда катта тезликда боради ва кристалларнинг ўсиш тезлиги ҳам катта бўлади. (10^3 м/сек). Парчаланиш давомида кристалл катакча атомлари уз ўлчамларидан камрок масофага бир вақтда силжиш натижасида атом панжаранинг тури ўзгаради (агрегат кучиш содир бўлади). Мартенсит ҳосил бўлиш жараёни ўзининг бошланиш (M_B) ва тамом бўлиш (M_T) ҳароратига эга. Агар шу ораликда ҳарорат ўзгармаса (яъни совиш руй бермаса), парчаланиш ҳам тухтаб қолади. Лекин перлитга парчаланишда ҳарорат ўзгармай қолганда ҳам жараён давом этарди. Шу жиҳатдан мартенситга парчаланиш перлитга парчаланишдан фарқ қилади. Легирланган пўлатлардаги углерод миқдори қанча кўп бўлса, диффузия жараёни шунчалик секин боради, натижада мартенситга парчаланиш ҳарорати оддий ҳароратдан анча кичик бўлади. шунинг учун структурада материалнинг хажми бўйича парчаланмай қолга қолдик аустинит ($A_{\text{кол}}$) бўлади. мартенситнинг хажми катта бўлганлиги учун намуна деформацияланиши ҳам мумкин.

Демак **мартенсит** углероднинг $\square$ -темирдаги туйинган **Қаттиқ эритмасидир** унинг доналари ниналарга ухшаш, жуда ҳам юпка пластинкалардан иборат (21- шакл), қаттиқлиги эса **НВ** (600-650) оралиғида бўлади.



21- шакл. Пластинка (а) ва таёқча (б) шаклидаги мартенситнинг микротузилиши

Савол ва топшириқлар :

1. Қандай жараён термик ишлаш деб аталади?
2. Пўлат A_{c1} , A_{c3} , A_{cm} критик чизиқлардан юқори ҳароратгача қиздирилганда, унда қандай ўзгаришлар содир бўлади? Аустенит соҳасигача қиздирилган пўлат совитилганда-чи?

3. Қандай диаграмма аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммаси деб аталади?
4. Аустенит парчаланиб перлит, сорбит ва троостит ҳосил бўлиш шароитларини кўрсатинг.
5. Қандай шароитларда мартенсит структураси ҳосил бўлади?
6. Тоблашнинг критик тезлиги деганда нимани тушунасиш?

Маъруза мавзуси: Пўлатларга термик ишлов бериш технологияси

Режа:

1. Умумий маълумотлар;
2. Пўлатларни юмшатиш, турлари, технологияси;
3. Пўлатларни нормаллаш;
4. Пўлатларни тоблаш, турлари, технологияси;
5. Тобланган пўлатни бўшатиш.

Таянч иборалар: юмшатиш; биринчи ва иккинчи тур юмшатиш; рекристаллизацион юмшатиш; тула, чала, диффузион, изотермик, сфероидловчи юмшатиш; нормаллаш; тоблаш; тобланувчанлик; тоблаш чуқурлиги; паст, ўртача, юқори ҳароратларда бўшатиш.

1. Умумий маълумотлар

Пўлатларга термик ишлов бериш технологияси термик ишлаш назариясига асосланган. Машинасозлик пўлатларининг кўпчилиги қисми термик ишланади. Термик ишлаш натижасида мустахкамликнинг ортиши машина ва механизмларнинг ишлашини яхшилаш, металлардан унумли фойдаланиш ва тежашнинг муҳим усулидир. Машина ва ускуналарни тайёрлаш жараёнида уларнинг деталларига бир неча марта термик ишлов бериш мумкин, лекин ҳар бир термик ишлов бериш технологияси маълум мақсадларни кузлаб танланади.

Материалларнинг турлари кўп бўлиб, амалда машина конструкцияларига қуйилаётган талаблар ҳам турличадир. Демак, термик ишлов бериш технологиясининг турлари ҳам кўпдир. Ишлаб чиқаришнинг унумдорлигини ошириш учун ҳам термик ишлов бериш турларини тобора кенгайтириш керак бўлади.

Пўлатни термик ишлаш турлари жумласига юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бўшатиш киради.

2. Пўлатларни юмшатиш

Пўлатни маълум ҳароратгача қиздириб, шу ҳароратда зарур вақт тутиб тўргандан кейин печ билан биргаликда аста-секин совитиш жараёни **юмшатиш** деб аталади.

Юмшатишдан мақсад - пўлатдаги ички кучланишларни йукотиш, унинг структурасини бир жинсли қилиш ва барқарорлаштириш, пўлатнинг доналарини майдалаштириш, қаттиқлигини пасайтириб, кесиб ишланувчанлигини яхшилаш ва х.к.

Кузда тутиладиган мақсадга кура юмшатиш иккига: биринчи тур ва иккинчи тур юмшатишга бўлинади.

Биринчи тур юмшатишда пўлат фазалар ўзгариши ҳароратидан (A_{c1} критик нуқтадан) юқори (гомогенлаш) ёки паст ҳароратгача (рекристалланиш) қиздирилади. Биринчи тур юмшатишдан кўзда тутиладиган мақсад - совуқлайин босим билан ишланган пўлатда ҳосил бўлган ички кучланишларни йўқотиш,

пўлатнинг қаттиқлигини пасайтириб, пластиклигини ва қовушоқлигини ошириш, яъни пўлатни босим билан ишланишдан олдинги ҳолатга кайтаришдан иборат.

Гомогенлаш жараёни катта хажмли қуйма машина воситаларидаги дендрит ёки кристаллар орасидаги кимёвий нотекисликлар (ликвация) ни йукотиш учун қўлланилади. Бунинг учун заготовкalar печларга жойлаштирилиб, ҳарорат $1100...1200^{\circ}\text{C}$ гача кутарилади ва шу ҳарорат 8...20 соат давомида ушлаб турилади. Сўнгра заготовкalar печ билан биргаликда секин совитилади. Бундай термик ишловга ҳаммаси бўлиб, 50...100 соат чамаси вақт кетиши мумкин. Гомогенлаш жараёнида доначалар усиши мумкин. Шунинг учун бундай термик ишловдан кейин қўшимча доначаларни майдалайдиган термик ишлов (иккинчи тур юмшатиш) бериши лозим бўлади.

Биринчи тур юмшатиш **рекристаллизацион юмшатиш** деб ҳам аталади. Пўлатларни рекристаллизацион юмшатиш учун уларни $650...700^{\circ}\text{C}$ гача қиздириш керак, шу ҳароратда бироз (0,5...1,5 соат) ушлаб туриб, сўнгра печь билан биргаликда совитилади. Бунда ферритнинг қайта кристалланиши билан бир қаторда цементит ҳам бироз ўсади ва унинг пластиклиги ошади. Пўлат қуймаларда, пайвандлашдан кейин, кесиб ишлаш ёки жилвирлашдан кейин ҳосил бўладиган ички кучланишларни йукотиш ёки камайтириш учун материал юмшатилади. Бундай юмшатишнинг ҳарорати $150...700^{\circ}\text{C}$ гача бўлиши мумкин. Масалан, жилвирлашдан ($160...180^{\circ}\text{C}$), кесиб ишлашдан ($570-600^{\circ}\text{C}$) ёки пайвандлашдан ($650-700^{\circ}\text{C}$) кейин материал қиздирилиб, аста-секин совитилганда қолдик механик ёки термик ички кучланишлар камаяди. Бундай юмшатишга 2-3 соат вақт кетади.

Иккинчи тур юмшатишда пўлат фазалар ўзгариши ҳароратидан (As_1 ёки As_3 критик нуқтадан) юқори ҳароратгача қиздирилади. Иккинчи тур юмшатишдан кўзда тутилдиган мақсад - пўлат доналарини майдалаштириш, барқарор ва анча юмшоқ структура ҳосил қилиш, пўлат структурасини бир жинсли қилиш ва бошқалардан иборат. Иккинчи тур юмшатишга тула юмшатиш, чала юмшатиш, сфероидловчи юмшатиш, диффузион юмшатиш ёки изотермик юмшатиш киради.

Одатда эвтектоиддан олдинги ва эвтектоид пўлатларигина **тула юмшатилади**. Тула юмшатишда эвтектоидгача бўлган пўлатларни As_3 дан, эвтектоиддан кейинги пўлатларни As_1 дан $30...50^{\circ}\text{C}$ юқорида қиздириб, шу ҳароратда бир оз ушлаб туриб, сўнгра печ билан биргаликда совитилади. Юқори ҳароратда ушлаб туриш вақти фаза ўзгаришига етарли бўлса бас, натижада майда донали аустенитни совитиш ҳисобига перлит доначалари ҳам майда бўлади. Қиздириш тезлиги материалнинг таркибига ва машина воситаларининг шаклига, ҳамда печ турига боғлиқ бўлади. Совитиш тезлиги асосан материал таркибига боғлиқ бўлиб, пўлатлар учун $200...250^{\circ}\text{C}/\text{соат}$ ни ташқил қилади. Пўлат тула юмшатилганда унинг структураси майда донали бўлади, пўлатдаги ички кучланишлар йуқолади, пўлат юмшоқ бўлиб қолади. Тўла юмшатиш усулидан қиздириб туриб босим билан ишланган пўлатларни ва баъзан, пўлат қуймаларни қайта кристаллаш учун фойдаланилади. Тўла юмшатиш натижасида феррит билан перлит бир текис таксимланади.

Баъзи ҳолларда қуйма, поковка буюмлардаги ички кучланишларни йукотиш ва механикавий ишлашдан аввал структурасини яхшилаш учун **чала юмшатиш** мақсадга мувофиқ бўлади. Бунинг учун эвтектоидгача бўлган пўлатлар As_1 критик нуқта билан As_3 нуқта оралиғидаги ҳароратгача,

эвтектоиддан кейинги пўлатлар эса Ac_1 критик нуқта билан Acm критик нуқта оралиғидаги ҳароратгача қиздирилиб, шу ҳароратда маълум вақт тутиб турилгач, аста-секин совитилади. Бу ишловда фақат перлит структураси қайта кристалланади, қолган структуралар (феррит ва цементит) ўзгармайди, шу сабабли бу усул **чала юмшатиш** дейилади.

Сфероидловчи юмшатиш (донадор перлит ҳосил қилиш) эвтектоид-дан кейинги пўлатларни ва легирланган пўлатларни яхши кесиб ишланувчан қилиш мақсадида унинг структурасидаги цементит пластинкаларини шарсимон майда заррачаларга айлантириш мақсадида ўтказилади. Сфероидловчи юмшатиш усули эвтектоид, эвтектоиддан кейинги, легирланган, масалан, хромли пўлатларга тадбик қилинади. Бу хил юмшатишнинг **сфероидловчи юмшатиш** деб аталишига сабаб шуки, пўлатни юмшатиш жараёнида пластинкасимон перлит (цементит) сфероид шаклига киради. Сфероидловчи юмшатиш учун пўлатлар Ac_1 критик нуқтадан сал ($20...30^{\circ}C$) юқори ҳароратгача қиздирилади, шу ҳароратда $3...5$ соат тутиб турилгандан кейин $650...600^{\circ}C$ гача секин (соатига $30...50^{\circ}C$ тезлик билан) совитилади, сўнгра ҳавода совитилса ҳам бўлади.

Аустенитда эриган кўпгина карбидлар ва бошқа кўшимчалар пўлатни совитишда кўшимча кристалланиш марказлари ҳосил қилиб, донадор структура олишга кумаклашади. Пўлат канчалик секин совитилса, шунчалик йирик цементит доналари ҳосил бўлади. Пластинкасимон перлитни донадор перлитга тула ўтказиш мақсадида буюмни бир неча марта такрор (циклик) юмшатиш тавсия этилади, чунки, ҳар бир аввалги циклдаги юмшатишда ҳосил бўлган цементит заррачалари кристалланишда кўшимча марказлар ҳосил қилади.

Қотишмалар (айникса, легирланган пўлатлар) кимевий таркибининг нотекислигини (ликвацияни) йукотиш мақсадида **диффузион юмшатилади**. Бунинг учун пўлат буюм Ac_3 критик нуқтадан $180...300^{\circ}C$ юқори ҳароратгача қиздирилиб, шу ҳароратда $10...15$ соат тутиб турилгач, секин совитилади.

Изотермик юмшатишда эвтектоиддан олдинги пўлат Ac_3 нуқтадан, эвтектоиддан кейинги пўлат эса Ac_1 нуқтадан $20-30^{\circ}C$ юқори ҳароратгача қиздирилиб, шу ҳароратда перлит батамом аустенитга айлангунча тутиб турилади, сўнгра Ar_1 нуқтадан $50-100^{\circ}C$ паст ҳароратгача тез совитилиб, аустенит цементит билан ферритга батамом парчалангунча тутиб турилади. Изотермик юмшатишнинг одатдаги юмшатишдан фарқи шуки, бунда вақт кам кетади, гомогенлик даражаси анча юқори структура ҳосил бўлади. Таркибида кўп миқдор хром, никель ва бошқа элементлар бўлган пўлатларда аустенит анча барқарор бўлади, бундай пўлатлардаги аустенитни феррит билан цементит аралашмасига айлантириб, пўлатнинг кесиб ишланувчанлигини яхшилашнинг бирдан-бир усули изотермик юмшатишдир.

3. Пўлатларни нормаллаш.

Эвтектоиддан олдинги пўлатларни Ac_3 нуқтадан ва эвтектоиддан кейинги пўлатларни Acm нуқтадан $30-50^{\circ}C$ юқори ҳароратгача қиздириб, шу ҳароратда пўлат структураси тўлиқ аустенитдан иборат булгунча тутиб турилгандан кейин ҳавода совитиш жараёни **нормаллаш** деб аталади.

Нормаллашдан мақсад эвтектоиддан олдинги пўлатларда майда донали структура ҳосил қилиш, эвтектоиддан кейинги пўлатларда эса ички кучланишларни, наклепни ва иккиламчи цементит турини йукотишдан иборат. Пўлатни узил-кесил термик ишлашдан, совуқлайин штамплашдан ёки кесиб

ишлашдан олдин унда гомоген (бир жинсли) структура ҳосил қилиш учун у нормалланади.

Нормаллаш тула юмшатишдан совиш тезлиги билан фарқ қилади, яъни нормаллашда ҳавода совитилади. Ҳавода совиш тезлиги печ билан биргаликда совитишга қараганда қаттароқ бўлганлиги учун перлитга парчаланиш жараёни пастроқ ҳароратда боради. Натижада тула юмшатишдагига қараганда майдароқ структура (сорбит ёки троостит) ҳосил бўлади. Шунинг учун қаттиқлик ва мустаҳкамлик юмшатишдагига нисбатан 15...20 % га юқорироқ бўлади. Баъзи вақтда (пўлат таркибига караб) нормаллаш фақатгина юмшатиш вазифасини бажармасдан тоблаш ва эскиртириш вазифаларини ҳам бажариши мумкин.

Кам углеродли пўлатлар учун кўп ҳолларда юмшатиш ўрнига нормаллаш ўтказилади. Фақат иқтисодий нуқтаи назардан эмас, балки таҳнологик жараёнларни енгиллатиш мақсадида ҳам шундай қилинади. Чунки, пўлат қаттиқлигининг бироз ошиши кесиб ишлашни енгиллаштиради ва юзанинг сифати ошади. Масалан, ўрта углеродли легирланган пўлатлар учун нормаллаш тоблаш ўрнига утса, унда нормаллаш билан биргаликда бўшатиш қўшиб олиб борилиб, тўла юмшатиш вазифасини бажаради.

4. Пўлатларни тоблаш.

Конструкцион пўлатлардан тайёрланган буюмларнинг пухталигини, асбобсозлик пўлатидан қилинган буюмларнинг қаттиқлиги ва кескирлигини, шунингдек пўлатларни ейилишга ва коррозияга чидамлилигини ошириш мақсадида улар тобланади. Тоблашнинг бошқа соф термик ишлашдан асосий фарқи уни катта тезлик билан совитишдadir.

Тоблаш учун ҳароратни бир хиллаштириш учун вақт кўп кетса пўлатнинг юза қисмидаги аустенит доначаси усиб кетиши мумкин. Амалда қиздириш вақти ва керакли ҳароратни ушлаб териш вақти материалнинг шакли, унинг печда тахланиш усули, печнинг тури ва шунга ўхшаш шароитларга боғлиқ бўлади. Заготовкарни юқори ҳароратли печларда қиздиришда металл оксидланиши мумкин, натижада юза углеродга камбағаллашади (углерод қўяди). Машинасозлик амалиётида шундай печлар ҳам борки, унда ҳосил бўлаётган кимёвий муҳит текшириб турилади, яъни оксидланиш-қайтарилиш реакциялари махсус қурилма орқали бошқариб турилади.

Углеродли пўлатларни тоблаш учун қиздириш ҳарорати $Fe-Fe_3C$ ҳолат диаграммасига мувофиқ белгиланади. Эвтектоидгача бўлган пўлатлар ферритнинг тўла аустенитга парчаланиши учун A_{c3} дан $30-50^{\circ}C$ юқори ҳароратгача, эвтектоид ва ундан кейинги пўлатлар эса A_{c1} дан $30-50^{\circ}C$ юқори ҳароратгача қиздирилиб, шу ҳароратда маълум вақт тутиб турилгандан кейин тез совитилади. Пўлатни талаб этилган тезлик билан совитишнинг аҳамияти ғоят катта. Аустенитнинг мартенситга айланиши учун пўлатни тез совитиш керак, шундай қилинганда аустенит парчаланишга улгурмайди. Углеродли пўлатлар учун совитувчи муҳит сифатида, кўпинча, совуқ сувдан, легирланган пўлатлар учун минерал мойлар ва бошқа эритмалардан фойдаланилади.

Аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммасидан маълумки, тоблаш учун керак бўлган энг кам совитиш тезлиги эгри чизиққа ўринма ўтиши керак. Лекин совитишни мумкин қадар, айниқса мартенситга парчаланиш чегарасида, секинлатиш керак, чунки ички термик кучланишларни камайитириш лозим.

Демак, совитиш муҳитларини танлаш орқали совитиш тезлиги бошқарилади. Амалда кўп ишлатиладиган совитиш муҳитлари тўғрисида маълумот қуйидаги жадвалда келтирилган.

Тоблаш натижасида эришиладиган энг катта қаттиқлик **пўлатнинг тобланувчанлиги** дейилади, у асосан углерод миқдорига боғлиқ.

Юзадан бошлаб **50 %** мартенсит ва **50 %** трооститдан иборат қатламгача бўлган масофа **тоблаш чуқурлиги** дейилади.

Тоблаш чуқурлиги аустенитнинг барқарорлигига боғлиқ. Шунинг учун легирланган пўлатларнинг тоблаш чуқурлиги анча катта бўлади.

Пўлат тўғри тобланмаса, унда ҳар хил нуқсонлар ҳосил бўлиши мумкин: Бу нуқсонлар жумласига, масалан, тобланган деталь қаттиқлигининг етарли даражада бўлмаслиги, мўрт бўлиб қолиши, деталь сиртининг углеродсизланиши ва оксидланиши, деталнинг тоб ташлаши, дарз кетиши ва б.киради.

Тоблаш муҳитларининг совитиш жадаллиги

3 - жадвал.

Тоблаш муҳитлари ва уларнинг бошланғич ҳароратлари	Бугнинг юзага чиқиши ҳарорати (кайнаш)	Совитишнинг нисбий жадаллиги, Н
Сув, 20°C	400...100	1.0
Сув, 40°C	350...100	0.7
Сув, 80°C	280...100	0.2
NaCl нинг сувдаги 10% ли эритмаси, 20°C	650...100	3.0
NaOH нинг сувдаги 10% ли эритмаси, 20°C	650...100	2.0
NaOH нинг сувдаги 50% ли эритмаси, 20°C	650...100	2.0
Минерал мойлар, 20...200°C	500...250	0.3

Тоблашнинг қуйидаги усуллари мавжуд:

Бир совитувчида тоблаш учун зарур ҳароратгача қиздирилган пўлат сувда ёки мойда тўлиқ совитилади. Бу усул углеродли ва легирланган пўлатлардан тайёрланган оддий шаклли деталларни тоблашда қўлланилади.

Узликли тоблаш усули бўйича деталь аввал тезрок совитадиган муҳитга, сўнг эса бошқа муҳитга (мой, селитра, ҳаво) ўтказилади ва хона ҳароратигача совитилади. Кўп легирланган асбобларни тоблаш учун қўлланилади.

Босқичли тоблаш усулида детал иссиқ мой, суюқ тузлар муҳитида, 230...250°C гача совитилади, шу ҳароратда бироз тутиб турилгандан кейин ҳавода совитилади.

Изотермик тоблаш усули ҳам босқичли тоблаш каби алоҳида амалга оширилади, фақат тоблаш муҳитида деталь кўпроқ муддат ушлаб турилади, натижада аустенит изотермик шароитда бейнитга парчаланади.

Машинасозлик амалиётида ўз-ўзидан бўшашиш имконини берадиган тоблаш усуллари ҳам бор. Масалан, қиздирилган маҳсулотнинг бир қисмигина совитилади, маҳсулот тоблаш муҳитидан олинганда совитилмаган иссиқ қисми

ҳисобига совитилган қисми бўшатиш ҳароратига қайта исийди, натижада ўз-ўзидан бўшатиш жараёни содир бўлади.

Пўлатларни юза тоблаш. Кўпгина машина деталларининг ишқаланиб емирилишга, статик ва чарчаш юкланишларига (эгилишда) чидамлилигини ошириш учун индукцион ток ёрдамида қиздирилиб, юза тобланади. Масалан, тирсакли вал (45,60ХФА маркали пўлатлар), тақсимловчи вал (45), валлар (40), поршин бармоқлари (55), силлиқ валлар, метал кесиш дастгоҳлари деталлари (шпиндел) юза тобланади. Деталлар 2,5...400 кГц частотали ток ёрдамида қиздирилиб, сўнгра сувда совитилади ва паст ҳароратда бўшатилади. Пухталанган қатлам қалинлиги 1,0...4,0 ммга, қаттиқлиги эса HRC 50...60 га етади.

Юзани газ алангасида қиздириб ҳам тоблаш мумкин. Масалан, атига бир ёки бир нечта машина воситаларини тайёрлаш керак бўлганда газлардан фойдаланилади. Фгазлар аралашмаси ёнганда 2000...3600°C иссиқлик ажралиб чиқади, тоблаш учун шу ҳарорат етарли бўлади.

Юзани тоблаш учун кейинги вақтларда лазер нуридан ҳам фойдаланилмоқда

5. Тобланган пўлатни бўшатиш.

Тобланган пўлатни A_{c1} критик нуқтадан паст ҳароратгача қиздириб, шу ҳароратда маълум вақт тутиб тўргандан кейин секин ёки тез совитиш жараёни **бўшатиш** деб аталади. Тобланган пўлатни бўшатиш термик ишлашнинг охириги тури бўлиб, бунда беқарор структура барқарор ҳолатга келади, ички кучланишлар камаёди, пўлатнинг қовушоқлиги ортади. Пўлат паст, ўртача ва юқори ҳароратларда бўшатилиши мумкин.

Паст ҳароратда бўшатиш учун тобланган пўлат $180...250^{\circ}C$ гача қиздирилиб, шу ҳароратда биров ушлаб турилади, сўнгра совитилади. Ҳосил бўлган структура бўшатиш мартенсит бўлади, шунинг учун тоблашда эришилган қаттиқлик деярли ўзгармайди, мустаҳкамлик ва қовушоқлик етарли даражада ортади. Аксарият ҳолларда кам легирланган, ҳамда углеродли пўлатлар шундай бўшатилади.

Ўртача ҳароратда бўшатиш учун тобланган пўлат $350...500^{\circ}C$ гача қиздирилади, сўнгра очиқ ҳавода совитилади. Пружиналарнинг чидамлилигини ошириш учун $400...450^{\circ}C$ гача қиздирилиб, шу ҳароратда биров ушлаб турилгандан кейин сувда совитилади. Ўртача ҳароратда бўшатиш пўлат структураси троостит бўлади. Бу хил бўшатиш аксарият ҳолда пружиналар, рессорлар, штампларга берилади.

Юқори ҳароратда бўшатиш $550...680^{\circ}C$ да олиб борилади, бу ҳароратда 1...3 соат ушлаб турилади, сўнгра ҳавода совитилади. Бундай бўшатиш ўрта углеродли (легирилланган) пўлатларга қўлланилади. Юқори ҳароратда бўшатиш пўлат структураси **сорбит** бўлади.

Тўла тоблаб, юқори ҳароратда бўшатиш жараёни **яхшилаш** (улучшение) деб аталади.

Савол ва топшириқлар :

1. Пўлатни биринчи ва иккинчи тур юмшатишлар бир – биридан қандай фарқ қилади?
2. Тула юмшатиш жараёнининг моҳияти ва унинг қўлланилишини ёритинг.

3. Қандай жараён изотермик жараён деб аталади?
4. Сфероидловчи юмшатиш жараёнининг моҳияти ва унинг кулланилишини баён килинг.
5. Пўлат қандай нормалланади?
6. Пўлатни тоблаш усуллари айтиб беринг.
7. Тоблашда қандай нуқсонлар вужудга келиши мумкин?
8. Тобланувчанлик ва тоблаш чуқурлиги тушунчаларини ёритинг.
9. Тобланган пўлат нима учун бўшатилади? Бўшатишнинг қандай турларини биласиз?

Маъруза мавзуси: Пўлатларга кимёвий-термик ишлов бериш

Режа:

1. Кимевий-термик ишлов беришнинг физик асослари;
2. Пўлатларни цементитлаш;
3. Пўлат юзасини азот билан бойитиш;
4. Пўлатларни цианлаш;
5. Пўлат юзасини диффузион туйинтириш.

Таянч иборалар: кимёвий термик ишлаш; карбюризатор; азотлаш; цианлаш; хромлаш; диффузион кремнийлаш (силицийлаш); борлаш; нитроцементитлаш;

1. Кимёвий-термик ишлов беришнинг физик асослари

Ҳарорат таъсирида пўлат юзасини ҳар хил кимёвий элементлар билан диффузион бойитиш жараёнига *кимёвий-термик ишлаш* дейилади. Кимёвий-термик ишлов бериш жараёни 3 босқичдан иборат бўлади:

- диффузияланадиган элемент атомларининг ҳосил бўлиши (диссоциация);
- диффузияланувчи элемент атомларининг пўлат юзасига молекуляр яқинлашуви ва темирнинг кристалл панжарасига сингиши (абсорбция);
- учинчи босқичда фаол атомлар буюмнинг ички қатламларига сингади.

Диссоциация жараёни газ муҳитида содир бўлади, бунда молекулалар фаол атомларга парчаланadi:

Масалан, $2CO \rightarrow CO_2 + C$ ёки $NH_3 \rightarrow 3H + N$. Ҳосил бўлган углерод ва азот атомлари фаолликлари туфайли металда эрийди ва унинг сирт қисмини тўйинтиради.

Абсорбция жараёни газ-металл чегарасида содир бўлади, металл юзаси эркин атомларни ўзига сингдиради. Бу жараён диффузияланувчи элемент атоми буюм металида эриб, қаттиқ эритма ҳосил қилган тақдирдагина муваффақиятли кечади.

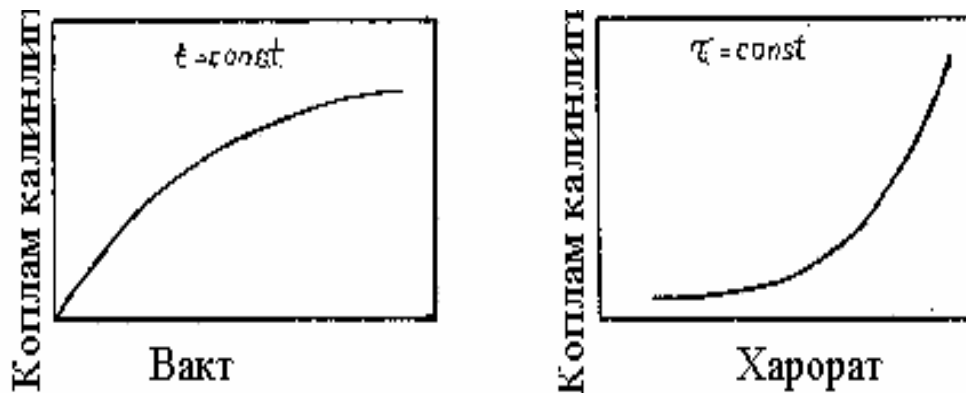
Диффузияланиш тезлиги металл қатламида ҳосил бўладиган фазаларнинг таркибига ва тузилишига боғлиқ. Масалан, углерод ва азот темир билан сингиш қаттиқ эритмаси ҳосил қилгани учун бу элементларнинг диффузияланиш тезлиги темир билан ўрин алмашиш қаттиқ эритмасини ҳосил қиладиган элементлар (Cr, Mn, Ni, Al, ва х.) никидан юқорироқ бўлади.

Диффузияланиш чуқурлиги ҳароратга, жараённинг вақтига, диффузияланувчи элементнинг концентрациясига боғлиқ (22- шакл).

Қотишмалар (пўлатлар)ни КТИ турларига цементитлаш, азотлаш, цианлаш ва диффузион легирлаш киради.

Пўлатларни цементитлаш

Цементитлаш-пўлатнинг сиртки қисмини углеродга туйинтиришдан иборат. Масалан, кам углеродли (0,1...0,3 %C) пўлат буюмларнинг сиртки қатлами углеродга туйинтирилганда сиртининг қаттиқлиги ошиб, ички қисми юмшоқ ва



22- шакл.. Тўйинган қатлам қалинлигининг КТИ жараёни параметрларига боғлиқлиги.

қовушоқлигича қолади. Бу эса тегишли детални зарбий кучлар таъсирига чидамли, кам ёйиладиган қилади.

Тишли гилдираклар, поршень бармоқлари, валлар, ўқлар, ричаглар, червяклар, подшипник қисмлари каби деталлар цементитланади.

Пўлатни цементитлаш учун углеродга бой муҳитдан фойдаланилади. Бу муҳит **карбюризатор** деб аталади.

Цементитлаш жараёни қаттиқ, суюқ ва газсимон карбюризаторларда амалга оширилиши мумкин.

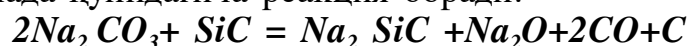
Қаттиқ карбюризаторда цементитлаш учун таркиби **70 %** писта кўмир, **20-25%** барий карбонати, **2,5...3,5 %** кальций карбонатидан иборат аралашма билан яшчикка жойлаштирилган деталлар кумилади-да, яшчикнинг копкоги яхшилаб, ҳаво кирмайдиган қилиб беркитилади ва ҳарорати **930...950°C** бўлган печда **5...10** соат давомда қиздирилади. Одатда, ҳар бир соатда буюмнинг **0,1 мм** қалинлиги цементитланади; тўйинтирилган қатламда углерод миқдори **0,95...1,1%** га етади.

Газсимон карбюризаторда цементитлаш усулида кўп углеродли газлардан, масалан, углерод (II)-оксид, тўйинган углеводородлар ($C_n H_{2n+2}$) ва тўйинмаган углеводородлар ($C_n H_{2n}$) дан фойдаланилади.

Газсимон карбюризаторда цементитлаш учун деталлар печнинг герметик беркитиладиган камерасига жойлаштирилади ва **920...950 °C** гача қиздирилиб, уларнинг устидан газ ўтказилади. Бу жараён **6...9** соат давом эттирилса, деталларнинг **1,2...1,6 мм** қалинликдаги сиртқи қатлами углеродга тўйинади.

Бу усулнинг қаттиқ карбюризаторда цементитлашга нисбатан кўпгина афзалликлари бор: бунда керакли қатлам қалинлигини таъминлаш осон; жараёни бажариш вақти кам, уни механизациялаш ва автоматлаштириш имконияти мавжуд, иш жойи тоза сақланади, цементитлаш учун махсус ускуналар қўлланилмайди, шу печдан фойдаланиб цементитланган детални тўғридан-тўғри тоблаш мумкин ва х.

Суюқ муҳитда цементитлаш деталларнинг сиртқи қатламларини углеродга тўйинтириб, юпка- **0,5 мм** гача қатлам олишда фойдаланилади. **75...85% Na_2CO_3** , **10...15% $NaCl$** ва **5...10% SiC** таркибли аралашмани **820...850 °C** ҳароратгача қиздириб, суюлтириб, цементитланадиган буюмни шу муҳитга **2** соатгача ботириб турилса, **0,50 мм** гача қатлам углеродга тўйинади. Аралашмада **SiC** ва **Na_2CO_3** бўлганлигидан ваннада қуйидагича реакция боради:



Бу усулда ишлатиладиган тузлар заҳарли эмас, жараён тез ўтади, деталларнинг сирти тоза чиқади. Цементитланган деталлар товланиб, бўшатилади.

Кам маъсулиятли деталлар бевосита печдан чиқарилгандан сўнг товланиб, паст ҳароратда ($150...170^{\circ}\text{C}$) бўшатилади.

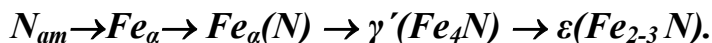
Муҳимроқ деталлар цементитланган кейин ҳавода совитилади ва $850...900^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилиб, товланади. Шундай қилинганда детал ўзагининг доналари майдаланади. Товланган деталнинг сиртки қатламининг структураси майда нинасимон мартенсит, озроқ қолдик аустенит ва цементитдан, ўзагининг структураси эса майда доналардан иборат бўлади. Сўнгра пўлат бўшатилади.

Жуда муҳим деталлар 2 марта товланади. Биринчи, $850...900^{\circ}\text{C}$ дан мойда ёки ҳавода товланиб, буюмнинг ўзагининг доналари майдалаштирилади, сўнгра эса $760...800^{\circ}\text{C}$ да товланиб юза қисмида қаттиқлиги юқори бўлган, майда донали мартенсит, ўзак қисми эса чала товланиб, сорбит билан феррит структуралари аралашмаси ҳосил қилинади. Цементитланиб, товланган углеродли пўлатларнинг юза қатламининг қаттиқлиги **60...64 HRC** га, легирланган пўлатларники эса **58...61 HRC** га етади.

3. Пўлат юзасини азот билан бойитиш

Пўлат юзасини азот билан диффузион туйинтиришга **азотлаш** деб аталади. Азот пўлат таркибидаги металллар билан бирикиб, нитридларни ҳосил қилади. Азотлаш жараёни $430...800^{\circ}\text{C}$ гача газсимон аммиак (NH_3) муҳитида олиб борилади. Пўлатлар $430...600^{\circ}\text{C}$ да азотланса уларнинг қаттиқлиги, ишқаланиб ейилишга чидамлилиги ва пухталиги ортади, $600...800^{\circ}\text{C}$ да азотланганда эса фақат коррозиябардошлиги ортади. Асосан, таркибида **Cr, Mo, W, Al, Ti** каби нитрид ҳосил қилувчи элементлари бўлган легирланган пўлатлар азотланади.

Деталлар азотлашдан олдин чанг ва мойлардан тозаланиб, герметик яшчикка бир-бирига тегмайдиган қилиб жойлаштирилади. Сўнг яшчик ёпилади-да, печга жойлаштирилади ва аста-секин аммиак муҳитида зарур ҳароратгача қиздирилади. Юқори ҳароратда аммиак қисман парчаланиб, фаол азот атомларини ҳосил қилади:



Темир сиртида азотланган қатлам $\text{Fe}_{2.3}\text{N}$ ($\square$ -фаза) ва Fe_4N ($\square$ -фаза) ва ($\square$ -фаза) дан иборат бўлади. Азотлаш 600°C дан юқорида ўтказилса нитрид қатлам ва $\square$ -фаза орасида азотланган аустенитдан иборат $\square$ -фаза ҳосил бўлади.

Сўнгги йилларда таркиби **50%** эндогаз ва **50%** аммиак ёки **50% CH_4** ва **50% NH_3** , шунингдек суяқ ҳолатдаги **55% $(\text{NH}_2)\text{CO}$** + **45% Na_2CO_3** аралашмадан фойдаланиб азотлаш жараёни қўлланилмоқда. Натижада буюм сиртида структураси $\text{Fe}_{2.3}(\text{N},\text{C})$ дан иборат бўлган карбонитрид қатлам ҳосил бўлади, унинг қаттиқлиги **HV600...1200** га етади ва буюмнинг ишқаланиб емирилишга чидамлилиги ортади.

Азотлаш жараёнига сарфланадиган вақт талаб этиладиган қатлам қалинлигига боғлиқ. Умуман, ҳар **10 соатда 0,1 мм** юза қатлам азотланади.

Деталларга азотлашдан олдин термик ишлов берилади, азотланган юзалар эса фақат жилоланади.

Азотлаш жараёни цементитлаш жараёнидан пастроқ ҳароратда ўтказилсада, қатламнинг қаттиқлиги ва ишқаланиб ейилишга чидамлилиги юқори, мўртлиги эса пастроқ бўлади.

4. Пўлатларни цианлаш

Пўлат деталларнинг юзасини бир вақтнинг узида углерод ва азотга туйинтириш жараёни **цианлаш** деб аталади. Қаттиқ, суяқ ва газ муҳитида цианлаш усуллари мавжуд. Цианланган юзанинг қалинлиги, одатда, **0,1...0,2 мм** га етади. Цианлаш натижасида деталларнинг юза қаттиқлиги ва ишқаланиб емирилиши чидамлилиги, ҳамда коррозиябардошлиги ортади. Айниқса, майда ва ўртача деталлар (шестерня, поршен бармоқлари, валлар ва бошқалар) ни цианлаш юқори самара беради.

Суяқ муҳитда цианлаш усули кенг тарқалган.

Таркиби **50 % NaCN, 3,5 % BaCl₂, 15 % NaCl** тузлардан иборат аралашма **500...600°C** гача қиздирилганда углерод ва азот атомлари ҳосил қилиб парчаланади, ана шу фаол атомлар детал юзасига сингади.

Тезкесар пўлатдан тайёрланган асбобларни пухталаш учун **25...40% NaCN, 20...45 % Na₂CO₃ ва 10...20 % NaCl** таркибли аралашма муҳитида **500...600°C** да **5...30** дақиқа давомида ишлов берилса, детал юзасининг **0,02...0,04 мм** қалинлиги цианланади.

Таркибида **0,4 %** гача углероди бўлган углеродли ва махсус пўлатларга **6...10% NaCN, 80...84 % BaCl₂, 10%** гача **NaCl** таркибли тузлар аралашмасида **800...950 °C** ҳароратда, **1...6** соат давомида ишлов берилса, **0,5...1,5 мм** юза қатлам углерод ва азотга туйинади.

Бундай юқори ҳароратда цианланган деталлар тобланиб, сўнгра паст ҳароратда бўшатилади, юза қаттиқлиги **58...62 HRC** га етади.

Газ муҳитида цианлаш (нитроцементация) жараёни **850...900°C** ҳароратда, таркибида углерод ва азот бўлган газлар (масалан, **70...80 %** табиий газ ва **20...30 %** аммиак) муҳитида олиб борилади. **0,25...1 мм** қатлам олиш учун **2...10** соат вақт сарфланади.

Нитроцементитланган детал бевосита печдан тобланиб, **160...180°C** да бўшатилади. Бўшатиш юзанинг қаттиқлиги **58-62 HRC** га етади. Бу жараён мураккаб шакли, тоб ташлашга мойил бўлган деталлар (шестернялар) учун қулланилганда самара беради.

5. Пўлат юзасини диффузион тўйинтириш

Машина воситаларининг ишчи юза қисмларининг хоссаларини ва иш унумини ошириш учун улар **Al, Cr, Si, B, Ti** каби элементлар билан диффузион бойитилади.

Диффузион алюминийлаш пўлатларни **850...900°C** гача оловбардош қилиш учун ўтказилади. Пўлат буюмнинг юзасида алюминий оксидидан иборат зич парда ҳам ҳосил бўлади ва у метални оксидланишдан саклайди.

Кўп ҳолларда кукунлар аралашмаси муҳитида алюминийга туйинтирилади. Деталлар **25...50%** алюминий кукуни ёки **50...75%** ферроалюминий, **25...75%** алюминий оксиди ва **1%** аммоний хлориддан иборат аралашма билан қўмилиб,

900...1050°C ҳароратда **3...12** соат печларда тутиб турилади. Бунда деталнинг **0,2 ...0,35 мм** сиртки қатлами алюминийга тўйинади.

Газогенератор машиналари деталлари, термопараларнинг гилофлари, турли ковшларнинг деталлари ва клапанлар каби буюмлар алюминийланади.

Хромлаш жараёнини қаттиқ, газ ва суюқ муҳитда ўтказиш мумкин. Мақсад-деталларнинг қаттиқлигини, ейилишга чидамлигини, коррозиябар-дошлиги, оловбардошлик ва иссиқликбардошлигини ошириш. Қаттиқ муҳит сифатида **40...45 %** феррохром, **40...45%** шамот ва **3...5%** аммоний хлориди куқунлари аралашмаси ишлатилади. Ҳарорат **1100...1150°C**, вақт **10...15** соат. Шу шароитда хромланган қатламнинг қалинлиги **0,25...0,30 мм** га етади.

Суюқ муҳитда диффузион хромлашда **20 % CrCl₂** ва **80% BaCl₂** дан иборат аралашма ишлатилади. Деталлар суюқлантирилган ана шу аралашма ваннасида **950...1100°C** да **4** соат чамаси тутиб турилса, **0,04...0,10 мм** қалинликдаги сиртки қатлам хромланади. Диффузион хромланган деталлар дарҳол ҳарорати **70°C** дан паст бўлмаган сувда ёки мойда тобланади.

Деталларни **950...1050°C** ҳароратда газ ҳолатидаги **CrCl₂** муҳитида хромлаш усули замонавий усул саналади. Хромланган қатлам қалинлиги **0,15...0,20мм** га етади.

Хромлаш усулидан емирувчи муҳитда ишлайдиган клапанлар, вентиллар, патрубклар каби деталлар, ҳамда парма, развертка каби асбоблар учун фойдаланилади.

Диффузион кремнийлаш (силицийлаш) усули пўлатларнинг ишқаланиб ейилишга чидамлилигини ошириш, коррозиябардошлиги ва кислотабардошлигини яхшилаш мақсадида амалга оширилади.

Қаттиқ муҳитда кремнийлаш учун **60%** ферросилиций, **38...39%** глинозем ёки каолин ва **1...2%** аммоний хлоридидан иборат аралашмадан фойдаланилади, буюмнинг **0,2...0,8 мм** сиртки қатлами кремнийга тўйинади (ҳарорат **1100...1200°C**).

Газ муҳитида кремнийлаш учун кремний хлориди **950...1050°C** гача қиздирилади ва буюм **2...4** соат мобайнида шу муҳитда тутиб турилади. Тўйинтирилган қатлам қалинлиги **0,5...1,24 мм** га, юза қаттиқлиги эса Виккерс бўйича **200...300** га етади.

Кимё, қоғоз ва нефть саноати ускуналари (насос валлари, трубопроводлар, гайкалар, болтлар...) деталлари кремнийланади.

Машинасозликда **бор** элементи билан юзани бойитиш жараёни суюқ эритмаларни (**Na₂B₄O₇**, **BCl**) электролиз қилиш усули билан олиб борилади. Борланган юзанинг қаттиқлиги Виккерс бўйича **2000** гача етади, қалинлиги эса **0,1...0,4 мм** ни ташқил қилади. Борланган қатлам юза қисмида **FeB**, ички қисмида эса **Fe₂B** ва □- қаттиқ эритмадан иборат бўлади. Нефть насослари, чузувчи, эгувчи ва шакл берувчи штамплар, босим остида қўйиш машиналарининг деталлари каби оғир шароитда ишлайдиган деталлар борланади. Борланган деталларнинг турғунлиги **2...6** мартага ортади.

Бор билан бойитилган юзага охирги механик ишлов берилади.

Савол ва топшириқлар:

1. Деталларни кимёвий-термик ишлашдан мақсад нима?
2. Кимёвий-термик ишлов бериш жараёни қандай босқичларда амалга оширилади?

3. Цементитлаш турларини айтиб беринг.
4. Цементитланган деталлар нима учун термик ишланади?
5. Газлар мухотида цементитлаш жараёни қандай амалга оширилади, бу усулнинг афзалликларини кўрсатинг.
6. Азотлашдан кузда тутилган мақсад нима?
7. Цианлаш нима? Унинг турларини айтиб беринг. Қандай жараён нитроцементитлаш деб аталади?
8. Диффузион легирлашнинг қандай турлари мавжуд?

Маъруза мавзуси: Рангли металлар ва уларнинг қотишмалари. Мис ва алюминий қотишмалари

Режа:

1. Умумий маълумотлар. Мис ва унинг қотишмалари, бронзалар, латунлар, маркаланиши, ишлатилиш соҳалари;
2. Алюминий ва унинг қотишмалари, уларга термик ишлов бериш;
3. Антифрикцион қотишмалар, турлари, маркаланиши, ишлатилиши.

Таянч иборалар: латунлар; бронзалар; калайли, деформациябоп, куймабоп, алюминийли, кремнийли, марганецли, бериллийли, кўрғошинли бронзалар; дуралюминийлар; алюминийнинг куймабоп қотишмалари; силумин, нормал силумин; антифрикцион қотишмалар; баббитлар;

1. Мис ва унинг қотишмалари

Халқ хўжалигининг баъзи соҳаларида, масалан, иссиқлик энергетикаси, авиация саноати, ракетасозлик, электротехника ва радиотехникада рангли металлар ва уларнинг қотишмалари кенг куламда ишлатилади..

Мис ёқлари марказлашган куб панжарага эга бўлган, суюқланиш ҳарорати 1083°C га тенг рангли металдир. Унинг механик хоссалари қуйидагича: $\sigma_{\sigma} 200...250\text{МПа}$; $\delta=30...35\%$. Миснинг электр ва иссиқлик ўтказувчанлиги юқори.

Кимёвий таркибига кўра тоза мис қуйидагича маркаланади: *М00 (99,99% Cu), М0 (99,95%Cu), М1 (99,90%Cu), М2 (99,70%Cu), М3 (99,50%Cu) ва М4 (99,0%Cu).*

Мис қотишмалари икки гуруҳга - латунлар билан бронзаларга бўлинади.

Латунлар. Асосан мис билан рухдан иборат қотишмалар латунлар (жезлар) деб аталади. Техникавий латунлар таркибида рух миқдори **45 %** га етади. Мис билан рух қотишмалари қаттиқ ҳолатда α , β , γ ва бошқа фазалар ҳосил қилади. α - фаза - рухнинг мисдаги қаттиқ эритмаси (α -латун). Таркибида **40...45%** рух бўлган қотишмаларда β -фаза, яъни рухнинг CuZn таркибли бирикмадаги қаттиқ эритмаси ҳам ҳосил бўлади ($\alpha + \beta$ -латун). Таркибида рух миқдори **45...50%** гача бўлган қотишмалар фақат β -фазадан, **50 %** дан ортиқ рух бўлган қотишмалар эса β - фаза билан γ - фазадан иборат. γ - фаза рухнинг Cu_5Zn_8 таркибли бирикмадаги қаттиқ эритмаси бўлиб, ниҳоятда мўртдир.

Техникада α - латунлар билан $\alpha + \beta$ - латунларгина ишлатилади.

Латунлар *Л* ҳарфи ва ракамлар билан маркаланади. Масалан, *Л96, Л62, Л59* ва ҳақозо. *Л* ҳарфи қотишманинг номини (латун), ракамлар эса қотишма таркибидаги мис миқдорини билдиради.

Кенг тарқалган латунларнинг юмшатирилган ҳолатдаги механик хоссалари қуйидагича: α - латунлар *Л96* (томпак), *Л80* (ярим томпак) ва *Л70*:

$\sigma_{\sigma} = 240...320\text{ МПа}$; $\delta = 50...52\%$.

$\alpha + \beta$ - латунлар *Л62* ва *Л59*: $\sigma_{\sigma} = 360...390\text{ МПа}$; $\delta = 44...49\%$.

Махсус латунлар *Л* ҳарфи, кушилган элементларни билдирувчи ҳарфлар ва тегишли ракамлар билан маркаланади, масалан, *ЛС-74-3*, *ЛО70-1*, *ЛАН 59-3-2*, *ЛМц 58-2* ва ҳакозо. Маркадаги биринчи сон миснинг, кейинги сонлар эса тегишли элементларнинг % ҳисобидаги ўртача миқдорини кўрсатади. Легирловчи элементлар қуйидагича белгиланади: алюминий -*А*, кўрғошин-*С*, калай-*О*, темир-*Ж*, никель-*Н*, марганец-*Мц*, кремний эса-*К* билан белгиланади. Латун маркасининг охирида *Л* ҳарфи бўлса, унинг қуймабоп латун эканлигини билдиради, масалан, *ЛК80-3Л*, *ЛАЖ60-1-1Л* ва ҳакозо. Маркаси охирида *Л* ҳарфи бўлмаган латунлар деформациябоп латунлардир.

Қуймабоп латунлар нам атмосферада коррозиябардош бўлади ва кесувчи асбоблар билан осон ишланади. Бу латунлардан подшипник втулкалари, турли арматуралар, коррозиябардош деталлар қуйилади.

Деформациябоп латунлардан радиатор найлари, горфланган трубалар, тўғри труба, сим ва бошқа буюмлар тайёрланади.

Бронзалар. Миснинг калай, алюминий, кўрғошин, бериллий ва бошқа элементлар билан ҳосил қилган қотишмалари бронза деб аталади.

Бронзалар *Бр.* ҳарфлари, таркибидаги элементларни билдирувчи ҳарфлар ва шу элементларнинг % ҳисобидаги ўртача миқдорини кўрсатувчи ракамлар билан маркаланади. Масалан, *Бр. ОНС 11-4-3* марка бронзанинг ўрта ҳисобда *11%* калай, *4%* никель, *3%* кўрғошин ва қолгани мисдан иборат эканлигини билдиради.

Калайли бронзалар мис-қалай системасидаги қотишмалардир. Таркибида *5...6%* дан ортиқ қалай бўлган қотишмаларни босим билан ишлаб бўлмайди, чунки улар муртлашади, улар қуймабоп бронзалардир.

Деформациябоп бронзалар жумласига *Бр. ОФ 6,5-0,15*; *Бр. ОФ 4-0,25*; *Бр. ОЦ 4-3* ва б. киради. Бундай бронзалар лист, чивик, сим, тасма, труба ва бошқа буюмлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Қуймабоп бронзалар жумласига *Бр.О 10*, *Бр. ОЦСН. 3-7-5-1*, *Бр.ОЦС 3-12-5*, *Бр.ОФ 10-1*, *Бр.ОЦ 10-2* ва бошқа маркали бронзалар киради. Қуймабоп бронзалардан машиналарнинг юқори босимли бугда ва шўр сувда ишлайдиган деталлари қуйилади.

Қалай қиммат турадиган металл бўлганлиги учун калайли бронзалар зарур ҳолларда ишлатилади. Кўпинча уларнинг ўрнига махсус бронзалар (алюминийли, кремнийли, марганецли, бериллийли, кўрғошинли) дан фойдаланилади.

Алюминийли бронза (5...11% Al) юқори антикоррозион ва механик хоссаларга эга. Бундай бронзалардан турли тишли гилдираклар, турбина деталлари, втулкалар, клапан седлолари, шестернялар ва б. муҳим деталлар тайёрланади.

Бр. АЖ 9-4, БР. АЖН 10-4-4 маркали бронзаларнинг механик хоссаларини яхшилаш учун улар *650...950° С* гача қиздирилиб, сўнгра сувда совитилади. Шу тарзда термик ишлов берилган бронзаларнинг механик хоссалари қуйидагича бўлади: $\sigma_s=70 \text{ кГ/мм}^2$, Бринель бўйича қаттиқлиги эса *200...250* га етади.

Кремнийли бронзалар (Бр. КЗ, Бр. КЦ 3-9, Бр. КС 3-6 ва х.) нинг механик хоссалари калайли бронзаларникидан юқори туради. Кремнийли бронзаларнинг қолипга қўйилиш ва кесиб ишланиш хоссаларини яхшилаш учун унга рух ёки кўрғошин кушилади. Таркибида никель ҳам бўлган бронзалар *875° С* гача қиздирилиб, сўнгра тоблангандан кейин *450°С* гача қиздириб бўшатиlsa,

уларнинг механик хоссалари қуйидагича бўлади: $\sigma_s=50 \text{ кГ/мм}^2$, $\delta=15 \%$. Кремнийли бронзалардан ишқаланувчи шароитда 250°C гача ҳароратда ишлайдиган деталлар тайёрланади.

Марганецли бронзаларнинг механик хоссалари унча юқори эмас, аммо анча пластик ва оловбардош қотишмалардир. Масалан, **Бр. Мц5** маркали бронза узининг механик хоссаларини $400...450^\circ\text{C}$ да ҳам саклаб қолади.

Бериллийли бронза (Бр.Б2) 800°C гача қиздирилиб совитилса, пухталиги пастрок ($\sigma_B=50 \text{ кГ/мм}^2$), нисбатан юмшоқ ($HB=100$) ва пластик ($\delta=30 \%$) бўлади. Бериллийли бронза пухта, эластик, яхши пайвандланувчан, кесиб ишланиш хоссаси юқори ва коррозиябардош бўлганлиги учун, ундан пружиналар, мембраналар, зарб билан ишлайдиган асбоблар тайёрланади.

Қўрғошинли бронза (Бр.С30) машинасозликда ишқаланишга чидамли (антифрикцион) материал сифатида кўп ишлатилади. Қўрғошинли бронзанинг ишқаланишга чидамлилиги хоссалари юқори бўлганлигидан у катта нагрузка остида бўладиган подшипниклар учун ишлатилади.

2. Алюминий ва унинг қотишмалари

Алюминий юқори электр ва иссиқлик ўтказувчи, зичлиги паст ($2,7 \text{ г/см}^3$), атмосферада, денгиз суви, сирка ва азот кислотаси муҳитида коррозиябардош, босим остида яхши ишланадиган ва пайвандланадиган, аммо кесиб ишлашга ноқулай металл.

Таркибидаги қўшимчаларнинг миқдорига қараб, алюминий махсус **A999** (**99,999 % Al**), юқори **A99** (**99,99 % Al**) ва техник тоза **A9** (**99,9 % Al**), **A7** (**99,7 % Al**), **A0** (**99 % Al**) ва хоказоларга бўлинади.

Техниканинг турли соҳаларида алюминийли қотишмалар юқори инерцион ва динамик нагрузкаларга бардош бериш қобилиятларига қараб, худди юқори мустаҳкамликка эга бўлган пўлатлардек турли соҳаларда ишлатилади. Чунки, уларнинг зичлиги $\rho = 2,85 \text{ г/см}^3$ бўлганда, мустаҳкамлиги $\sigma_s = 500...700 \text{ мПа}$ га етади.

Ишлаб чиқариш усулига қараб алюминийли қотишмалар деформацияланадиган ва қўймабоп турларга бўлинади. Деформацияланувчи алюминий қотишмаларига дуралюминийлар, болгаланувчи ва юқори мустаҳкамликка эга бўлган қотишмалар киради.

Дуралюминийлар (D1, D2,..., D16) таркибида **3,8...4,9 %** мис, магний ва марганец бўлган қотишмалардир. **D1** маркали дуралюминий **3,8...4,8 % Cu**, **0,4...0,8% Mg**, **0,4...0,8% Mn**, **0,7%** гача **Si** ва **Fe**, **0,3%** гача **Zn**, **0,1 %** гача **Ni**, қолгани алюминийдан иборат бўлиб, **нормал дуралюминий** деб аталади.

Алюминийнинг болгалаб, штамплаб, прокатлаб буюмлар олиш учун ишлатиладиган қотишмалари **AK4**, **AK5**, **AK6** каби маркаланади. Бундай қотишмалардан авиация двигателларининг поршенлари, самолет винтларининг канотлари каби буюмлар тайёрланади.

Al-C-Mg-Mn туркумига кирувчи қотишмалар термик ишланганда мустахкамлиги ошади. Дуралюминийларни термик ишлаш усули билан мустахкамлаш учун улар тобланиб, эскиртирилади. Бунинг учун қотишма **495...505°C** гача қиздирилади ва сувда совитилади, сўнгра **5...6** кун уй ҳароратида ушлаб турилади, яъни **табiiй эскиртирилади**. Эскиртириш натижасида мустахкамлик янги тобланган қотишмага қараганда қарийб **70...75%** га ошади. Эскиртириш жараёнида қотишма таркибидаги миснинг алюминийдаги қаттиқ эритмасининг (□-қаттиқ эритма) парчаланаяди. Агарда эскиртириш жараёни юқорироқ ҳароратларда (100...150°C) 10...24 соат давомида олиб борилса (**сунъий эскиртириш**) қаттиқ эритма парчаланмайди, қотишма кристалл панжарасилаги мис атомларининг жойлашиш тартиби ўзгаради.

Алюминийнинг **қуймабон қотишмалари Al-Si** системасидаги қотишмалар бўлиб, **силуминлар** деб аталади.

Бу қотишмалар **АЛ** ҳарфлари ва рақамлар билан маркаланади, масалан, **АЛ1, АЛ2, АЛ3, ..., АЛ18**.

АЛ2 маркали қотишма **нормал силумин** бўлиб, фақат модификациялаш йули билан пухталанади.

АЛ3, АЛ5 ва **АЛ6** маркали қотишмалар кам кремнийли, аммо мис, магний ва марганец билан қўшимча легирланган силуминлар бўлиб, бу қотишмаларнинг қўйилиш хоссалари нормал силуминларникига қараганда пастроқ, аммо механикавий хоссалари юқоридир. Бу қотишмалар модификациялаш ва сўнгра термик ишлаш йули билан пухталанади.

АЛ11 маркали қотишма **Al - Si - Zn** системасидаги қотишмалардан бўлиб, унинг қўйилиш хоссалари юқори, уни модификациялаш йўли билан пухталаш мумкин. Бу қотишмадан мураккаб шаклли деталлар қўйилады.

САП (пиширилган алюминийли пудралар) қотишмалари ҳам **А97** маркали суюқ алюминийни пуркаш орқали ҳосил қилинади. Бу порошокнинг таркибига қанчалик кўп **Al₂O₃** қўшилса, қотишманинг мустахкамлиги, қаттиқлиги ва иссиқбардошлиги шунча юқори бўлады. **САП** лар **450° C** да ҳам узоқ нагрузка таъсирига бардош бера олады.

Кўпгина ҳолларда поршен штоклари, компрессор куракчалари, электродвигатель урамлари, иссиқлик алмашинувчилар, реактив двигателларида бошқариладиган системанинг винтеллари каби қисм ва узеллар шу қотишмалардан тайёрланади.

4. Антифрикцион қотишмалар

Машина ва механизмларда ишлатиладиган сирпаниш подшипникларнинг қисмларини тайёрлаш учун қўлланиладиган қотишмалар подшипникбоп ёки **антифрикцион қотишмалар** деб аталади.

Антифрикцион материаллар сифатида кулранг чўян, калайли ва кўрғошинли бронзалар, кукунсимон материаллар ва баббитлар ишлатилады.

Подшипниклар учун антифрикцион кулранг чўяннинг **АСЧ1, АСЧ2** маркаларидан фойдаланилади. Аммо, пўлат-чўян жуфтида ишқаланиш коэффициентлари анча катта бўлганлиги учун чўян вкладишлар тезюар машиналарда ишлатилмайди.

Огир шароитда ишлайдиган подшипниклар учун бронза вкладишлардан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун **Бр. ОСЦ4-4-4, Бр. С30, Бр. ОФ6,5-1,5** маркали бронзалар ишлатилади.

Вал ёки ўк бўйнининг имкони борица кам ейилиши талаб этилса, осон суоқланувчан (ок) антифрикцион қотишмалар - **баббитлар** ишлатилади. Баббитлар подшипникнинг ички қисмига қўйилади.

Ок антифрикцион қотишмалар - **Pb-Sn-Sb, Sn-Sb, Pb-Sb** системаларидаги қотишмалардир.

Баббитлар **БН, БТ, Б16, Б6** каби маркаланади. Бунда **Б**- баббит, **Н**- никель, **Т**- теллур, ракамлар эса қалайнинг % хисобидаги ўртача миқдорини билдиради.

Савол ва топшириқлар:

1. Тоза мис ва унинг қотишмалари қандай маркаланади?
2. Латуннинг механик хоссаларига рух қандай таъсир кўрсатади?
3. Қалайли бронзаларнинг қандай маркаларини биласиз?
4. Махсус бронзаларнинг маркаларини ва ишлатилиш соҳаларини айтиб беринг.
5. Алюминийнинг деформациябоп қотишмаларига мисоллар келтиринг.
6. Силуминлар деб қандай қотишмаларга айтилади? Улардан нималар тайёрланади?
7. Баббитлар қандай қотишмалар?

Маъруза мавзуси: Нометалл материаллар. Пластмассалар ва резина материаллар.

Режа:

1. Умумий маълумотлар
2. Пластмассалар, уларнинг турлари, таркиби, хоссалари, ишлатилиш сохалари;
3. Пластмассалардан буюмлар тайёрлаш усуллари;
4. Резиналар, таркиби, ишлатилиш сохалари;

Таянч иборалар: пластмассалар; термореактив ва термопластик пластмассалар; полимерлар; тўлдиргичлар; пластификаторлар; катализаторлар; буюклар; буюм олиш усуллари; резина, таркиби, табиий ва сунъий каучуклар.

1. Умумий маълумотлар

Мавжуд конструкцион материаллар захирасини ҳосил қилиш учун уларни тежаб ишлатиш, янги хом ашёларни излаб топиш, ҳамда улар асосида янги, чидамли конструкцион материалларни яратиш ва ишлаб чиқариш муҳим аҳамиятга эга.

Ана шундай материаллар ичида энг муҳимлари пластмассалар, резиналар, целлюлоза асосидаги материаллар, сопол ва композицион материаллардир. Металл, полимер ва сопол асосидаги композицион материаллар келажакда техниканинг ривожланишини белгилайдиган материаллардир.

2. Пластмассалар ва уларнинг турлари

Органик полимер боғловчи моддалар асосида сунъий равишда тайёрланган, муайян ҳароратларда ва босим остида пластик хоссаларга эга бўладиган материаллар **пластмассалар** деб аталади.

Полимерлар, одатда, бир неча мингдан тортиб, то бир неча миллионгача атомдан иборат бирикмалардир. Полимерлар **табиий** (натурал каучуклар, жун, ипак, целлюлоза, оксиллар, табиий смолалар ва б.), **сунъий** (табиий полимерлар-ни қайта ишлаш орқали олинади) ва **синтетик** (фенолформальдегидли ва карбамидли смолалар, полиэтилен, полистирол, полиамидлар, эпоксидли смолалар ва б.) бўлади.

Пластмассаларни таркибига кура икки гуруҳга ажратиш мумкин:

1. Оддий пластмассалар асосан, бир компонент-смоладан иборат бўлади (плексиглас, полистерол ва полиэтилен);
2. Мураккаб пластмассалар- бир неча компонентдан иборат бўлиб, уларнинг ҳар бири маълум вазифани бажаради (фенопластлар, фторопластлар, текстолитлар, стеклопластиклар).

Масалан, **боғловчи моддалар** (смодалар, битумлар) пластмасса таркибидаги айрим заррачаларни ўзаро боғлашга хизмат қилади.

Тўлдиргичлар (ғоч, ғоч уни, тўқима, чиқинди иплари, қоғоз, ...) пластмассаларнинг физикавий ва кимевий хоссаларини яхшилайдиган ва нархини арзонлаштирадиган моддалардир.

Пластификаторлар (камфора, канакунжут мойи, дибутилфтолат), асосан, пластмассаларнинг таркибий қисми бўлиб, уларнинг пластиклигини оширади.

Катализаторлар (магнезий, уротропин, оҳак, ...) полимер материалларнинг қотиш жараёнини тезлаштиради.

Буюклар пластмасса буюмларга декоратив тус бериш учун қўлланилади.

Мойловчи моддалар (стеарин) пластмассаларни пресслашда массанинг прессформа деворига епишиб қолмаслигини таъминлаш учун хизмат қилади.

Пластмассалар ҳарорат таъсирида узларининг физикавий -кимевий хоссаларини ўзгартиради. Ана шу хусусиятга кура пластмассалар **термореактив** ва **термопластик** турларига бўлинади.

Термореактив пластмассалар (текстолит, асботекстолит, гетинакс, эпокспластлар, ...) бир марта қиздирилиб, босим билан ишлангандан кейин қайта суюқланмайди.

Термопластик пластмассаларни (фторопласт, органик шиша, целлулоид, винипласт, капрон, полиэтилен,...) эса бир неча марта қайта қиздириш ва суюқ ҳолда қайта ишлаш мумкин.

3. Пластмассалардан буюмлар тайёрлаш усуллари

Пластмассалардан, асосан, қолиплаш, қўйиш, пресслаш, сиқиб чиқариш, пайвандлаш, елимлаш усулларида буюмлар тайёрланади. Уларни металл кесувчи дастгоҳларда осонгина кесиб ишлаш, қирқиш, фрезалаш, пардозлаш, жилвирлаш мумкин.

Қолиплаш орқали пластмассалардан мураккаб шаклли катта буюмлар олинади. Бу усулда буюмнинг модели (қолипи) майдалаб қирқилган тола, эпоксид смола ва қотиргич аралашмаси билан қопланади. Бунинг учун махсус пуркагич-“пистолетдан” фойдаланилади. Зарурий материаллар суюқ ҳолатда пуркагичнинг аралаштириш камерасига берилади, ундан эса сикилган ҳаво босими остида “пистолет”нинг соплоси орқали модель сиртига пуркалади, натижада моделнинг сирти аралашма билан бир текис қопланади ва қотиб, зарур буюм ҳосил бўлади.

Босим остида қўйиш усули турли пластмассалар (полиэтилен, капрон ва б.) дан деталлар тайёрлашда қўлланилади. Қўйиш машина-сининг цилиндрида пластмасса зарур ҳароратгача қиздирилади ва жуда қовушоқ ҳолатга келтирилади.

Шундан кейин пластмасса пресс-қолипга босим остида тўлдирилади. Буюм қотгач қолип очилиб, тайёр буюм чиқарилиб олинади.

Ҳозирги вақтда мавжуд қўйиш автоматларида соатига 2000 тагача буюм ишлаб чиқарилади. Бу усулда олинган буюмлар зич, текис ва аниқ чиқади.

Босимсиз қўйиш орқали қуйма буюмлар олишда пластмассанинг таркибий қисмлари аралашмаси суюқлантирилади ва тегишли қолипларга қўйилади, қотгандан кейин қолипдан ажратиб олинади ва керакли қисмларга ишлов берилади.

Пресслаш усулида қиздирилга прессформа бўшлигига тегишли материал солиниб пуансон билан босилади. Қиздирилган пресс материал қолип бўшлигини тўлдиради ва у қотгач босим олиниб, буюм ажратилади.

Пайвандлаш усулида термопластдан тайёрланган деталлар электр-контакт усулидан фойдаланиб уланади. Термореактив пластмассаларни пайвандлаш эса юқори частотали ток ёки ультратовуш орқали амалга оширилади.

4. Резиналар

Ҳозирги замон техникасида юқори эластикликка эга бўлган материаллар жуда катта аҳамиятга эга. Бундай материаллардан зарбий куч таъсирини юмшатадиган воситалар (амортизаторлар) ҳамда тебранишни пасайтирувчи ёки ютувчи асбоб ва қурилма (демпфер) лар ясалади. Бундан ташқари улардан жипсловчи воситалар тайёрлашда, ускуналарни ташқи муҳит таъсиридан сақлашда ҳам фойдаланилади. Юқори эластик материалларга табиий ва синтетик полимерларни мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Бундай материаллар, одатда жуда катта қайтар деформацияга эга бўлади. Каучуклар муҳим табиий юқори эластикка эга бўлган материалларга киради. Ҳозирги вақтда жуда кўп хилма хил сунъий каучуклар ишлаб чиқарилмоқда, бундай материаллар резина ишлаб чиқаришнинг асосини ташкил қилади.

Ҳозирги замон машинасозлигида резинадан тайёрланган воситалар жуда кенг қўлланилади. Бўлардан энг муҳими автомобиль шиналари, ҳар хил жипсловчи воситалар, амортизаторлар, ҳаракат ўтказувчи воситалар, шланглар ва хоказолар. Резиналардан ускуна ва қурилмаларни ташқи муҳитдан муҳофаза қилишда, электр симларининг сиртини коплашда (кабеллар тайёрлаш) фойдаланилади. Каучукни **вулканизациялаб**, резина маҳсулоти олинади. Каучукларга турли қўшимчаларни қўйиш билан ёруғлик ва радиация нурига чидамли арзон резинасимон маҳсулотлар олинади. Бу йўл билан махсус шароитларга чидамли резиналарни ҳам олиш мумкин.

Кейинги вақтда синтетик каучук ишлаб чиқариш жуда кенг ривожланган. Масалан, натрий – бўтадиен (**СКБ**), бўтадиен – стирол (**СКС**), полихропен, бўтадиен – нитрил (**СКИ**) каби синтетик каучуклар кенг тарқалган. Синтетик каучуклар ўз структурасига кўра катта молекуляр массага эга бўлган **чизиқли полимерлардир**. Нормал ҳароратда синтетик каучуклар юқори эластикли ҳолатда бўлиб, -40° дан -70° гача ҳарорат оралиғида шишасимон ҳолатга ўтади.

Ишлатилиш соҳасига кура, резина **оддий** ва **махсус** турларга бўлинади. Оддий мақсадларда қўлланиладиган резиналарга табиий каучук (**НК**) ҳамда **СКБ**, **СКС**, **СКИ** синтетик каучуклар киради. Бундай резиналар юқори мустаҳкамлик ва эластикка эга бўлиб, газ ва сувни ўзидан ўтказмайди. Бундай материаллардан

камералар, қўлқоплар, транспортёрлар лентаси, кабель кобиги, демпфер воситалари ва шунга ухшаш бошқа буюмлар тайёрланади. Уларнинг зичлиги **910...920 кг/м³**, мустаҳкамлиги эса **15...34 МПа** дан ошмайди, нисбий чўзилиши **700%** бўлиб, ишлаш ҳарорати **-80°** дан **+130°** гачадир. Махсус шароитларда ишлатиладиган резиналарга найрит, **СКН**, тиокол, **СТК** ҳамда иссиқлик ва кимёвий муҳитга чидамли резиналар (**СКФ**) киради. Лекин бу резиналар **-40°С** дан **-55°С** ҳарорат оралиғида мўрт бўлиб, бензин ва бензол таъсирига кам чидамлидир.

Уларнинг хоссалари **13808 – 79 ГОСТ, 9.024-74 ГОСТ** ҳамда **64333-71 ГОСТ** билан белгиланади. Резиналарнинг зичлиги **98...190 кг/м³** ни ташқил қилиб, мустаҳкамлиги эса ишлаш шароитининг ҳароратига боғлиқ. Масалан, найрит ва **СКН** учун ($\square_{\theta}$) мустаҳкамлик **20...26 Мпа** га, ишчи ҳарорат эса **100...130°С** га, ҳатто **170°С** га тенг.

Машинасозликда ишлатиладиган резиналар бир неча гуруҳга бўлинади: герметиклар, тебраниш ва товушни ютадиган, ишқаланиш жуфтлари тайёрланадиган, эгилувчан ва хоказо резиналар. Резиналарнинг физик –механик хоссалари синови учун ҳамда намуна шакли ва ўлчамларини белгилаш учун **269...66 ГОСТ** мавжуддир.

Савол ва топшириқлар

1. Пластмассаларнинг таркиби, турлари ва ишлатилиш соҳаларини кўрсатинг.
2. Термореактив ва термопластик полимерлар орасида қандай фарқ бор?
3. Резинанинг қандай хусусиятларини биласиз?
4. Резина таркибига қандай моддалар киради?

А д а б и ё т л а р

1. Илхом Носир. Материалшунослик. Тошкент., “Ўзбекистон ”, 2002.
2. Мирбобоев В.А. Конструкция материаллар технологияси. Тошкент. “Ўқитувчи” , 1991.
3. Гуляев А.П. Металловедение. М., “Металлургия”, 1991.
4. Турахонов А.С. Металлар технологияси. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1979.
5. Дриц М.Е., Москалев М.А. Технология конструкционных материалов и материаловедение. М., “Высшая школа”, 1990.
6. Кондратьев Е.Т. Технология конструкционных материалов и материаловедение. М., “Колос”, 1983.
7. Носиров И. Материалшунослик. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1994.
8. Каландаров Р. Конструкция материаллар технологияси. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1989.

Интернет сайтлари.

http: // www.rusmet.ru

http: // www.inforg.ru

http: // www.rest.org.by.

1. Кириш. Материалшунослик асослари. Металларнинг таркиби, тузилиши, кристалланиши ва хоссалари	5
2. Чўян ишлаб чиқариш.....	18
3. Пўлат ишлаб чиқариш.....	22
4. Қотишмалар назарияси асослари	28
5. Темир ва унинг қотишмалари.....	33
6. Углеродли пўлатлар.....	40
7. Легирланган пўлатлар.....	45
8. Чўянлар.....	50
9. Пўлатларга термик ишлов бериш назарияси асослари.....	54
10.Пўлатларга термик ишлов бериш технологияси.....	60
11.Пўлатларга кимевий–термик ишлов бериш.....	67
12.Рангли металлар ва уларнинг қотишмалари. Мис ва алюминий қотишмалари	73
13.Нометалл материаллар: пластмассалар ва резина материаллар.....	78
Адабиетлар.....	82