

Көміртегі мен тұрақты кірмелердің болаттың қасиетіне тигізер әсері

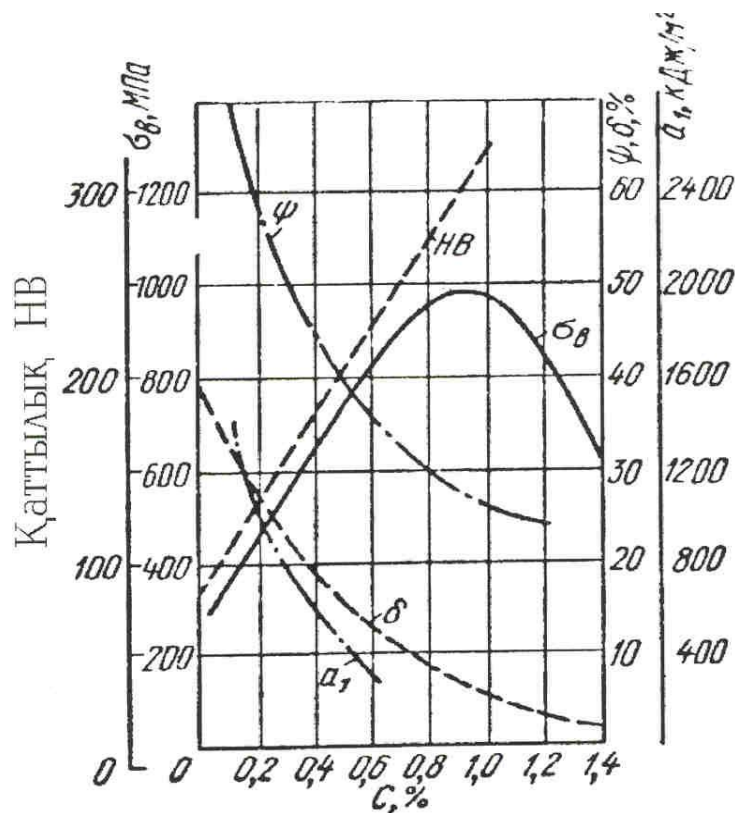
Болат көп компонентті қорытпа. Оның құрамында көміртегі және оның қасиетіне әсерін тигізетін кірмелер Mn, Si, P, S, O, H, N т.б. бар.

8.4.1 Көміртегінің әсері

Баяу суытылған болаттың құрылымы екі фазадан – феррит пен цементиттен тұрады. Цементиттің мөлшері көміртегінің мөлшеріне тура пропорциональ өсіп отырады.

Цементиттің қатты да морт бөлшектері деформацияға қарсылық қабілетін көтеріп, созымталдығы мен тұтқырлығын төмендетеді. Сондықтан көміртегінің мөлшері артқан сайын болаттың қаттылығы, беріктік шегі мен аққыштығы көтеріліп, салыстырмалы созылуы, салыстырмалы сығылуы және соққы тұтқырлығы төмендейді. Төзімділік шегі көміртегінің мөлшері 0,55-0,65% дейін көтеріліп, көміртегі одан жоғары болса төмендеп кетеді. Көміртегінің мөлшері артқан сайын болаттың суыққа сынғыштық қабілеті артады. Әрбір 0,1% көміртегі болаттың суыққа сынғыштық табалдырығын орташа 20°C-қа көтереді.

Болаттың құрамындағы көміртегінің мөлшері артқан сайын оның тығыздығы төмендейді, электр кедергісі көтеріледі, жылу өткізгіштігі, қалдық индукция және магниттік өткізгіштігі төмендейді.



42 –сурет. Болаттың механикалық қасиетіне көміртегінің тигізер әсері.

8.4.2 Марганец пен кремнийдің әсері

Кремний мен марганец болатты қорыту кезінде тотықсыздандырғыш ретінде енгізіледі. Кремнийдің мөлшері 0,37 %-ға дейін, марганец 0,8% -ға дейін болады. Олар темір тотығымен қосылып темір оксидін FeO түзіп, шлаққа шығады. Тотықсыздандыру процесі болаттың қасиеттерін жақсартады. Кремний металдағы газдарды жойып, құйманың тығыздығын арттырады. Сонымен қатар кремний аққыштық шегін бірталай көтереді. Марганец созымталдығын жоғалтпай беріктігін елеулі көтереді, күкірттен туындайтын қызуға сынғыштығын төмендетеді.

8.4.3 Күкірттің әсері

Күкірт зиянды кірме саналады. Темірмен байланысып, сұйық металда еритін, бірақ қатты күйінде мүлдем ерімейтін FeS химиялық қосылысын түзеді. FeS қосылысы темірмен бірігіп, балку температурасы $988^{\circ}C$ оңай балқитын эвтектика түзеді. Кристалданған эвтектика түйіршіктердің шекарасына орналасады. Болатты $1000-1200^{\circ}C$ температурада қыздырғанда эвтектика еріп, деформациялау кезінде үзіктер мен жарықтар пайда болады. Мұндай құбылыс қызуға сынғыштық деп аталады.

Болаттың құрамындағы марганец күкіртпен тығыз балқитын MnS қосылысын түзудің арқасында қызуға сынғыштықты болдырмайды.

Күкірт кірмелері соққы тұтқырлығын (КСУ), созымдылығын (δ, φ), төзімділік шегін төмендетеді. Пісірілу қабілеті мен коррозияға төзімділігін төмендетеді. Болаттың құрамындағы күкірттің мөлшері қатал шектелінеді, болаттың сапасына қарай 0,035 – 0,06% аспау керек.

8.4.4 Фосфордың әсері

Фосфор зиянды кірме саналады, оның мөлшері болаттың сапасына қарай 0,025 – 0,045% аспау керек. Ферритте еріген фосфор болаттың кристалдық торын бұзады, беріктік шегі мен аққыштығын көтереді, бірақ созымталдығы мен тұтқырлығын төмендетеді. Фосфор суыққа сынғыштық табалдырығын көтереді, жарықтың даму қарқынын азайтады. Әрбір 0,01% фосфор болаттың суыққа сынғыштық табалдырығын $20-25^{\circ}C$ көтереді.

8.4.4.1 Азот, оттегі, сутегінің әсері

Азот, оттегі, сутегі болатта металл емес кірмелер түрінде болады (мысалы, FeO , Fe_2O , $FeOMnO$, $FeOAl_2O_3$, SiO_2 , Al_2O_3 тотықтары және басқалар), қатты ерітінді түрінде немесе металдағы ақауларда (куыстар, жарықтар және т.б.) бос орналасады.

Азот пен оттегі суыққа сынғыштық табалдырығын көтереді, морт сынуға қарсылығын төмендетеді. Металл емес кірмелер «болаттың металлургиялық сапасын» анықтайды, механикалық қасиетінің анизатропиясын көтереді, әсіресе δ , φ , КСУ төзімділік шегі мен қирау тұтқырлығын елеулі төмендетеді. Сутегі болатқа морттық тудырады. Болаттың құрамындағы сутегі вакуумды қорытуда азайтылады.

8.5 Болатты легірлеуші элементтер

Болаттың құрылымын және қасиетін талапқа сай өзгерту үшін енгізілетін легірлеуші элементтер темірмен байланысып келесі фазалар түзеді:

- қатты ерітінділер;
- легірленген цементит немесе арнаулы карбидтер;
- интерметалдық қосылыс.

8.5.1 Легірлеуші элементтердің темірдің полиморфты өзгеруіне әсерін тигізуі

Көміртегі, азот, сутегіден басқа элементтердің бәрі темірмен байланысып, қатты ерітінді түзеді. Темірде ерігеннен кейін олар α және γ -темірдің алып жатқан аудандарын өзгертеді (A_3 , A_4 нүктелері).

Легірлеуші элементтердің темірде еруі атомдарының көлеміне байланысты. Егер темірдің атомдық радиусы мен легірлеуші элементтің атомдық радиусы арасындағы айырмашылық 15% мөлшерінде болса, онда легірлеуші элементтер толық ериді. Мысалы, Cr, Ni шексіз ериді.

Егер легірлеуші элементтің кристалдық торы орталық текше тор болса, онда α -темірде еріп, легірленген феррит түзеді. Мұндай элементтер Fe_γ ауданын қысып кішірейтеді. Олардың қатарына Cr, V, Mo, W, Ta, Nb, Zr, Ti жатады. Мұндай элементтер A_3 нүктесін жоғарылатып, A_4 нүктені төмен түсіреді. Мұндай қорытпалар ферритті деп аталады.

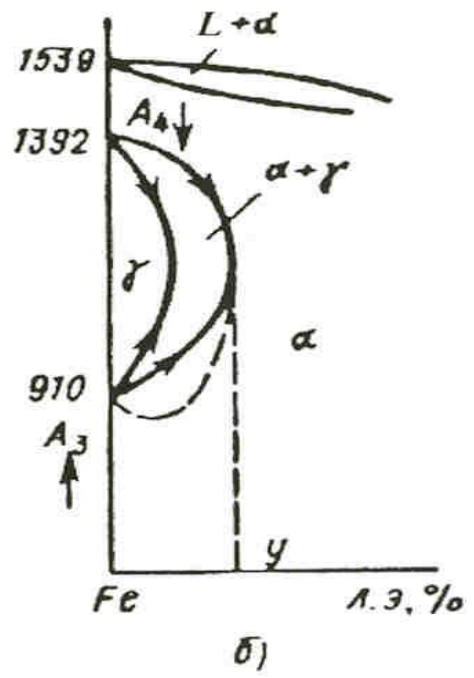
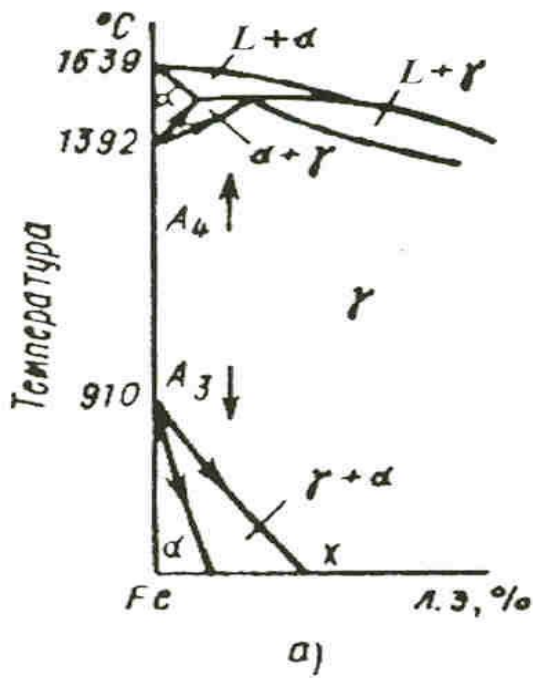
Егер легірлеуші элементтің кристалдық торы беттік центрленген тор болса, онда γ -темірде еріп, легірленген аустенит түзеді. Олар Fe_α ауданын қысып, кішірейтеді де, A_3 нүктесін төмен түсіріп, A_4 нүктесін жоғары көтереді. Олардың қатарына Mn, Ni, Zn, Cu т.б. элементтер жатады (43-сурет). Мұндай қорытпалар аустенитті деп аталады.

Көміртегімен әрекеттесуіне байланысты легірлеуші элементтер екі топқа бөлінеді:

- 1) графиттендіретін элементтер: Si, Ni, Cu, Al;
- 2) карбид түзетін элементтер



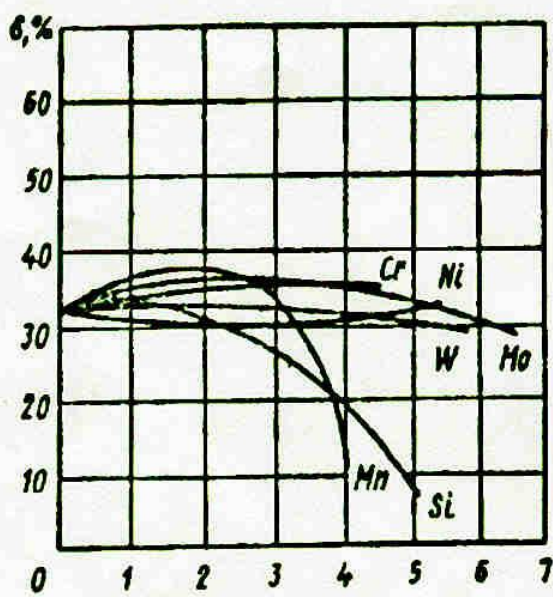
Болатта кездесетін карбидтер өздері құратын кристалдық торларға байланысты күрделі тордан тұратын бірінші топты карбидтер M_3C , $M_{23}C_6$, M_7C_3 , M_6C және қарапайым тор құратын екінші топты карбидтер MC , M_2C болып бөлінеді. Мұндағы М – карбид түзетін металдар жиынтығы.



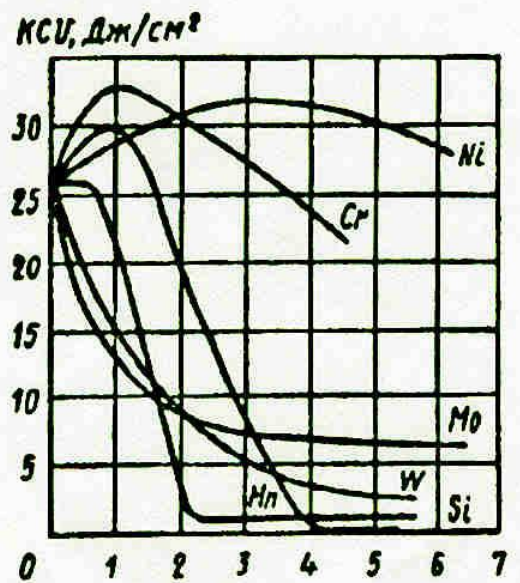
а) Mn, Ni, Cu темірмен әрекеттесуі; б) Si, Mo, W, Ti, V, Ta, Nb, Zr, Cr темірмен әрекеттесуі.

43 – сурет. Легірлеуші элементтердің темірдегі полиморфты өзгеріске әрекетінің сұлбасы.

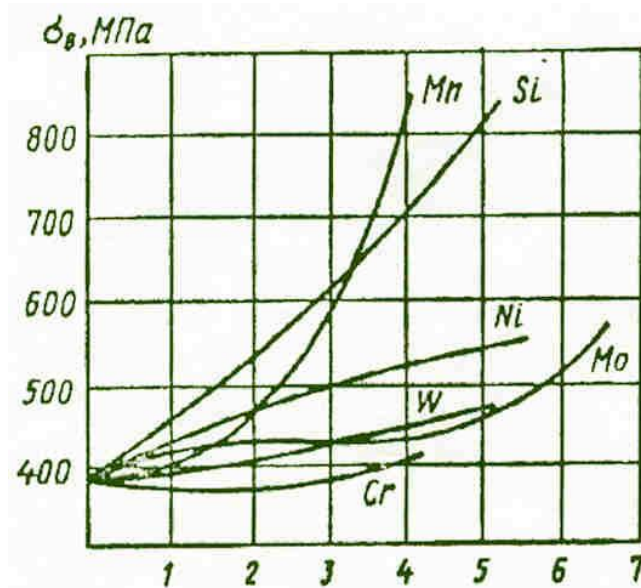
Қыздыру кезінде аустенитте бірінші топтағы карбидтер оңай ериді, екінші топтағы карбидтер мүлдем ерімейді. Карбид фазаларының қаттылығы жоғары және балқу температурасы өте жоғары. Мысалы, WC – (HB 1800); балқу температурасы 3500⁰C, TiC- (HB 3000), балқу температурасы 3200⁰C.



а) легірлеуші элемент, %



б) легірлеуші элемент, %



в) легирующй элемент, %

44–сурет. Легирующй элементтердй ферриттй салыстырмалы созылуына (а), соккы тйткырлыгына (б), берйктй шегйне (в) әсерй.

Легирующй элементтер болаттың кйрамындагы кймйртегйнй мйлшерйн өзгертйп отырады. Перлиттй және аустениттй кйрамындагы кймйртегй мйлшерйнй өзгеруйне қарай A_1 нйктесй тймен тйсйп немесе жоғары кйтерйлйп, эвтектоидты фазалык өзгеру температурасы ауысады. SE сызыгы солға қарай жылжиды. Легирующй элементтер аустениттй ыдырауына йлкен әсерйн тйгйзедй. Қыздыру йстйнде аустенитте ерйген легирующй компонент оның диффузиялык өзгеру қарқынын баяулатады, ыдырау қарқыны тежеледй. Суыну жылдамдыгы бәсеңдеген болаттың шыңдалу тереңдйгй өседй. Соның нәтижесйнде легируленген йрй кйлемдйк конструкциялык болаттың берйктй қасиеттерй жоғарылайды, кйрделй формалы бййымдарды шыңдау жеңйлейдй. Диффузиялык процестй баяулатудың арқасында легирующй элементтер шынықтырылған болатты босату йстйнде мартенситтй өзгеруйн тежейдй. Болаттың қаттылығы және берйктйлйгй сақталады.

8.5.2 Легирующй элементтердй тепе-тендйктегй болаттың механикалык қасиетйне кйрсетер әсерй

Легирующй элементтер болатта қатты ерйтйндй, карбидтй фаза немесе интерметалды қосылыс ретйнде орналасады. Легирующй элементтердй атомдары дислокациялар мен әрекеттесу йстйнде темйрдйң ақкыштык шегйн σ_T , берйктйк шегйн σ_B , қаттылығын НВ кйтередй. Әртйрлй легирующй элементтердй ферриттй берйктйгйне, созымталдыгына, тйткырлыгына кйрсетер әсерй 44- суретте кйрсетйлген.

Әсіресе никель бағалы легірлеуші элемент екені 44-суретте айқын көрінеді, ол ферриттің пластикалық деформацияға қарсылық көрсету қабілеті мен созымталдығын қатар көтереді. Легірлеуші элементтер көбінесе ферриттің түйіршіктерін ұсақтап болаттың морт сыну қаупін төмендетеді.

Легірлеуші элементтер болатты нығайта отырып оның кесілу, штампылану қабілетін төмендетеді, бірақ термиялық өңделудегі технологиялық қасиеттеріне пайдалы әсер береді.