

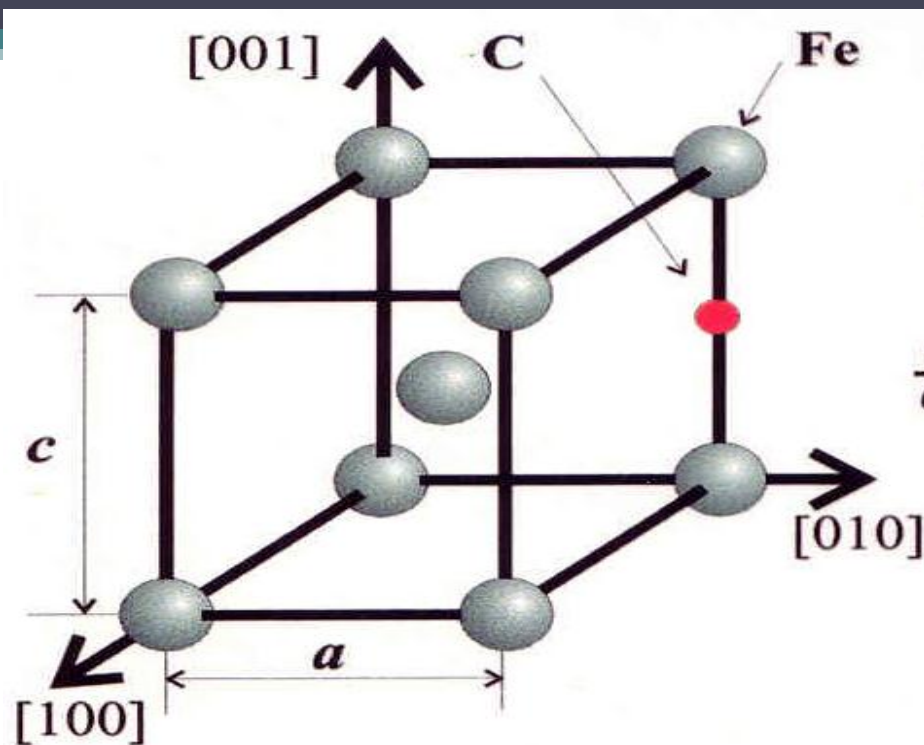
Мартенситтік түрленулердің негізгі заңдылықтары

Лектор: PhD, Султангазиев Р.Б.

Дәрістің жоспары:

- Мартенсит кристалдарының пайда болуы және өсуі. Ауысудың кристалды геометриясы
- М-ті кристалдар типі, М-ті ауысудың қайтымдылығы
- М-ті нүктенің орналасу жағдайына M_6 ЛЭ-тердің әсері

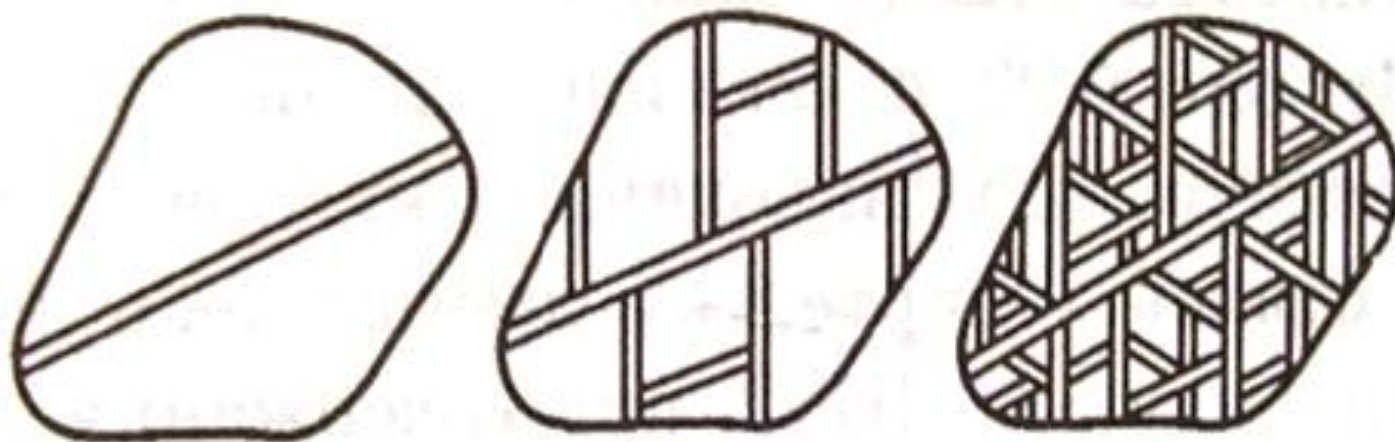
- Аустенит М-ке айнала бастайды.
- Бұл айналу үрдісі M_{δ} -да (басталу t -сы) басталып, M_a -да (аяқталу t -сы) аяқталады.
- М-тік айналу кезінде қатты ерітіндіден көміртегі бөлінбей тек ғана А-тің ЖОТ-лі (кубті) – КОТ-на көшуі орын алады, бұл, текшелі тордың тетрагондыққа шейін көмескіленуіне әкеліп соғады.



Мартенсит тетрагонды торға ие болады, онда бір период c екіншісінен – a үлкен. Болаттағы көміртегі мөлшерінің көбеюі кезінде тетрагонды призманың биіктігі c үлкейеді, ал оның басының a өлшемі кішірейеді. Сондықтан, М-те көміртегі неғұрлым көп болса, c/a арақатынасы соғұрлым үлкен, яғни тордың тетрагондығы үлкен.

Ең қолайлы және көп тараған М-тің жіктелу типі болып оның морфологиялық белгілері бойынша:

α -М-тің кристалдары негізгі 4 типке бөлінеді: рейкалы, көбелек тәрізді, пластиналы немесе линза типті және жұқа пластиналы.

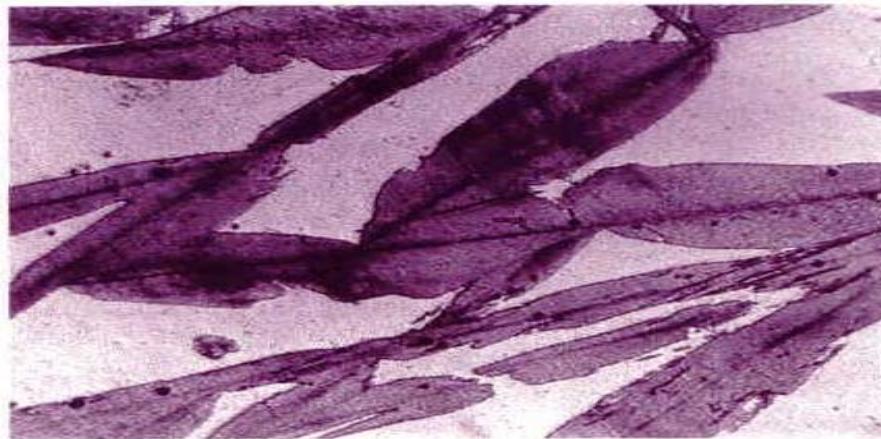


*Бір А-ті түйіршіктегі М-ті
пластиналардың түзілу сұлбасы*

Мартенситтің құрылымдары



Пакетті (рейкалы) М-т

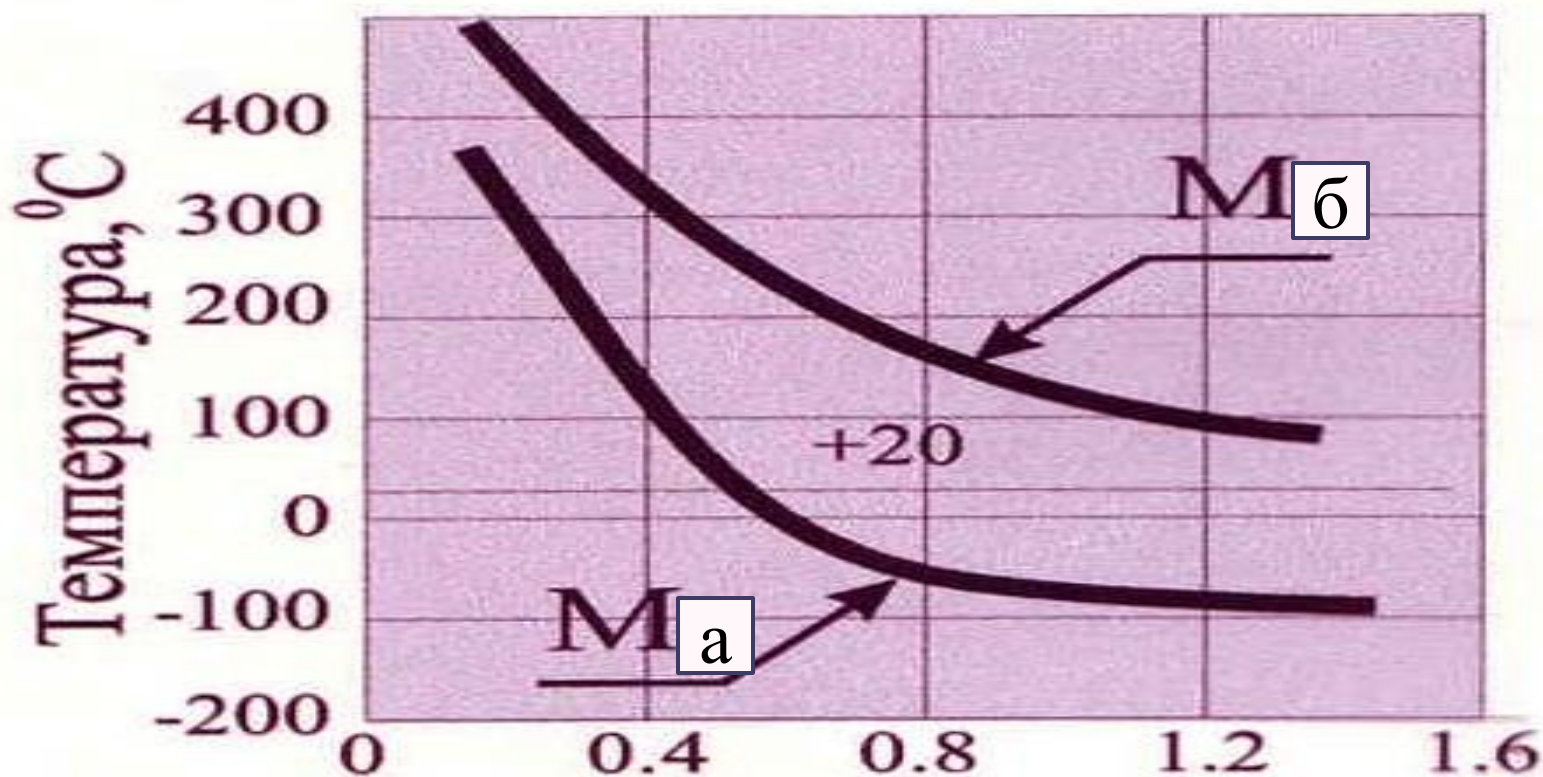


Пластинкалы (қосарланған) М-т

- А-те көміртегі неғұрлым көп болса, солғұрлым М-тің кристалдық торының тетрагондық дәрежесі мен шыныққан болаттың қаттылығы көп болады.
- А-тің М-ке айналуы үздіксіз суытқан жағдайда M_δ мен M_a t - интервалында жүреді және М бөлшектерінің үлкен V -пен өсуімен сипатталады. Өсу V -ғы 1000-7000 м/с шамасында. М-тің алғаш пайда болған пластинкалары әдетте бір-бірінен 60° немесе 120° бұрышқа бұрылған болады.

М-т пластинкаларының мөлшері А-т түйіршігінің бастапқы шамасымен анықталады. А-т түйіршігі неғұрлым үлкен болса, М-т пластинкалары да солғұрлым үлкен болады. А-тің М-ке айналуы, металл көлемінің өсуімен қатар жүреді.

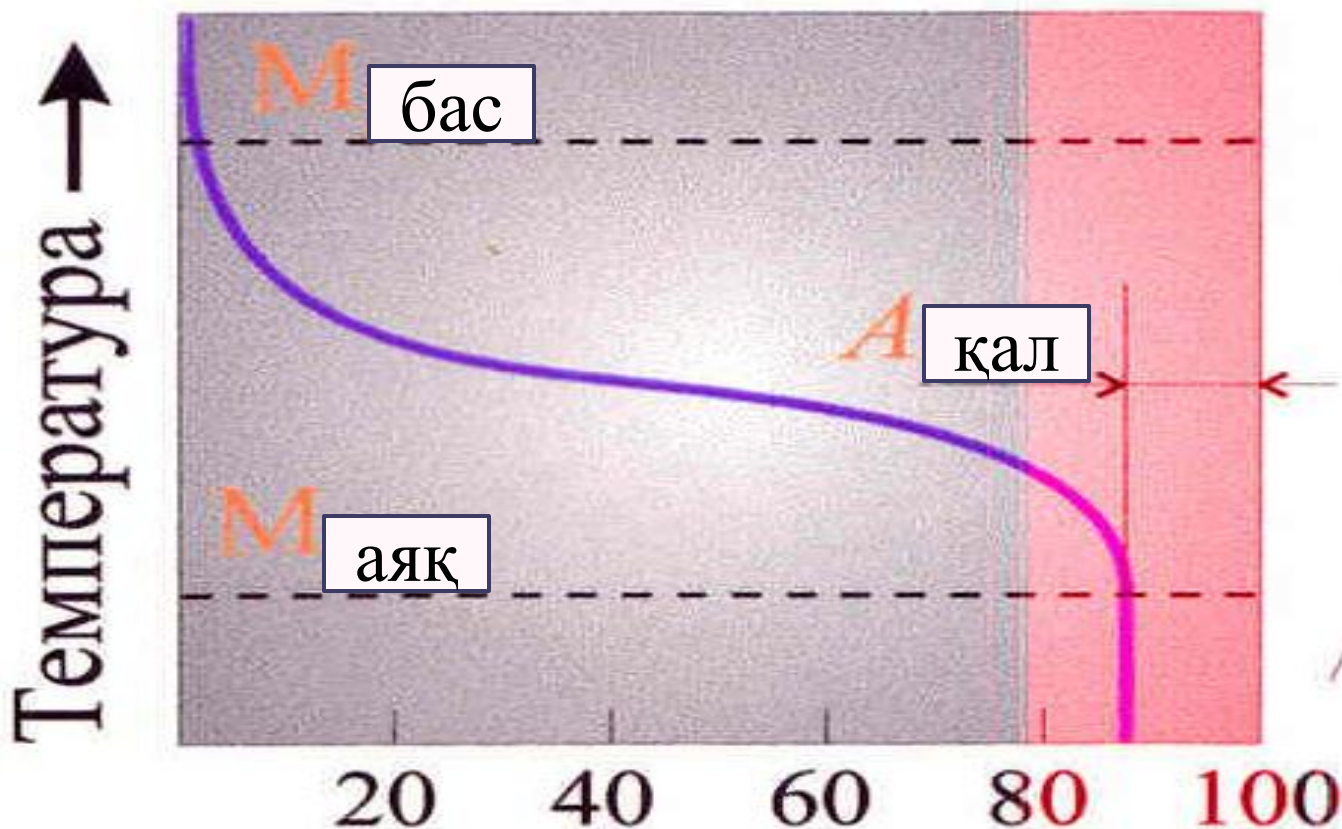
Мартенситтік нүктелердің орналасуына көміртегінің әсері



Көміртегінің мөлшері, %

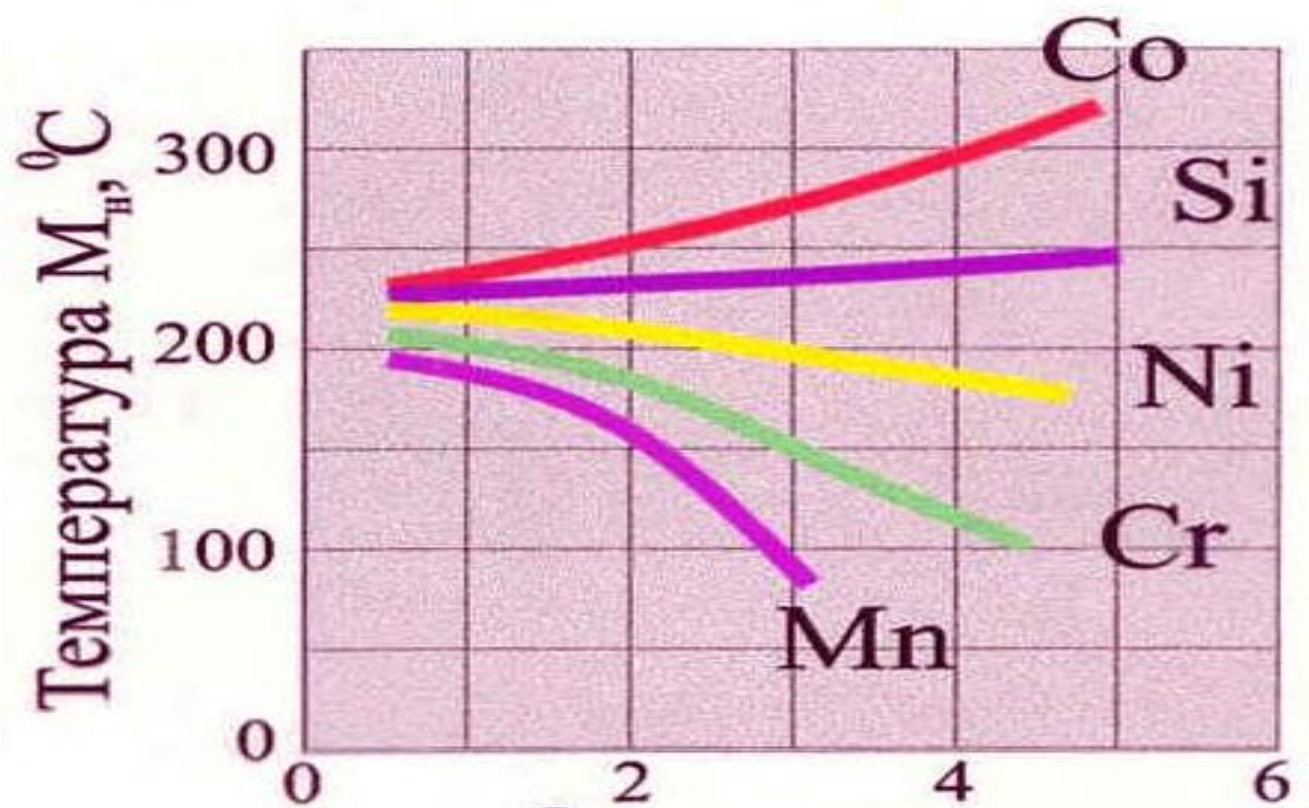
M_s мен M_a басталу және аяқталу t -сы

Мартенситтің түрлену қисығы



Мартенситтің мөлшері, %

- Орташа ЛБ-тарда ЛЭ-дің көпшілігі М-тің басталу t-сын төмендетеді. Әсіресе **Mn** күшті, ал әлсіз **Cr** және **Ni** әсер етеді.
- **Si** - M_6 нүктесіне әсер етпейді, ал **Co** және **Al** оны жоғарлатады. Егер болатта бірнеше ЛЭ-тер қатысса, онда олардың M_6 нүктесіне әсерін жай қосумен анықтауға болмайды, себебі сол не басқа Э-тің әсер етушілігі, оның тек конц-сына ғана емес, сонымен бірге басқада Э-тердің қатысуына да байланысты. M_6 нүктесін төмендететін барлық ЛЭ-тер, әдетте қалдық А-тің мөлшерінің үлкеюіне көмектеседі.



Легірлеуші элементтің мөлшері, мас.%

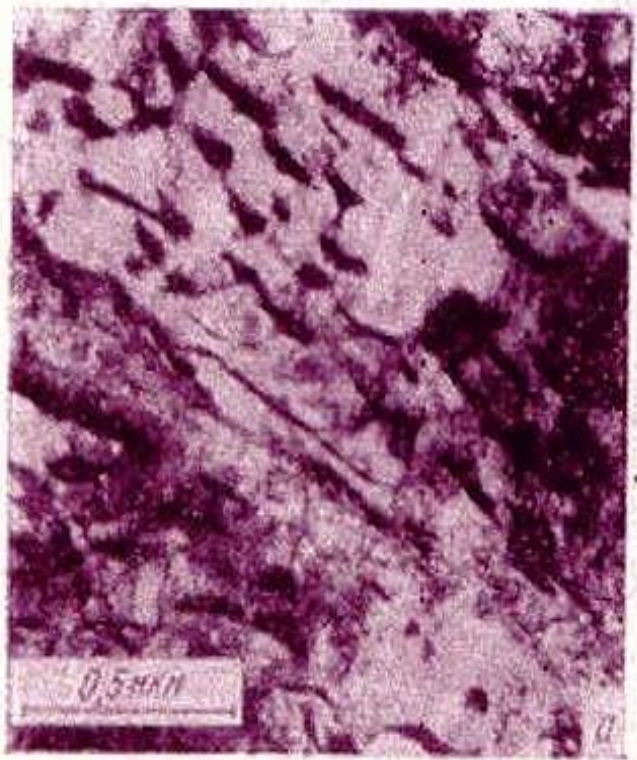
- А-т бір жағынан диффузиялық ауысумен, екінші жағынан – М-пен ұқсастығын көрсететін **аралық ауысудың** бірқатар ерекшеліктері:

1). Аралық ауысу аймағындағы салқындаған А-тің ыдырауы инкубациялық кезеңнен кейін басталады. Изотермиялық ұстау кезінде ауысу V -ғы ең алдымен максимумға жеткенше өсе түседі, ал содан кейін кішірейеді. Бірақ диффузиялық ауысумен салыстырғанда изотермиялық жағдайда максималды ыдырау V -ғы үрдістің бастапқы кезеңіне келеді.

- 2). Аралық ауысу М-ті ауысу сияқты аяғына дейін жүрмейді, өйткені ол өздігінен тежеледі.
- 3). Аралық ауысудың дамуы М-тіге қарағанда жаңалардың пайда болуы есебінен, сол сияқты пайда болған кристалдар есебінен жүреді.
- 4). Аралық ауысу М-ті ауысу сияқты бетте рельефтің пайда болуымен ілеседі, бұл тордың қозғалмалы қайта құрылу сипатының дәлелі бола алады.

- А-тің **аралық (бейниттік) айналу** жоғарыдан диффузиялық ауысудың, төменнен – М-ті ауысу аймағымен шектелген t -лар аралығында өтеді. Ол t -лық шкаладағы өзінің орналасу жағдайы бойынша ғана емес, сонымен бірге диффузиялық, сол сияқты диффузиясыз ауысудың белгілеріне ие бола отырып ауысу механизмімен **аралық** болып табылады. Болаттағы аралық ауысудың нәтижесінде **бейнитті құрылым** қалыптасады.

Аралық (бейниттік) айналу



Жоғарғы бейнит



Төменгі бейнит

Бұл айналу диффузиялық процестер басылатын жоғары салқындату жылдамдықтарында орын алады. $Fe\gamma$ $Fe\alpha$ полиморфты айналуымен жүреді. Болатты үлкен критикалық ($V > V_k$) жылдамдықпен салқындату кезінде айналу мартенситті айналудың басталу температурасы (M_n) кезінде басталады және мартенситті айналудың аяқталу температурасы (M_k) кезінде аяқталады. Аустениттің осындай түрленуінің нәтижесінде шыңдау – мартенсит өнімі пайда болады.

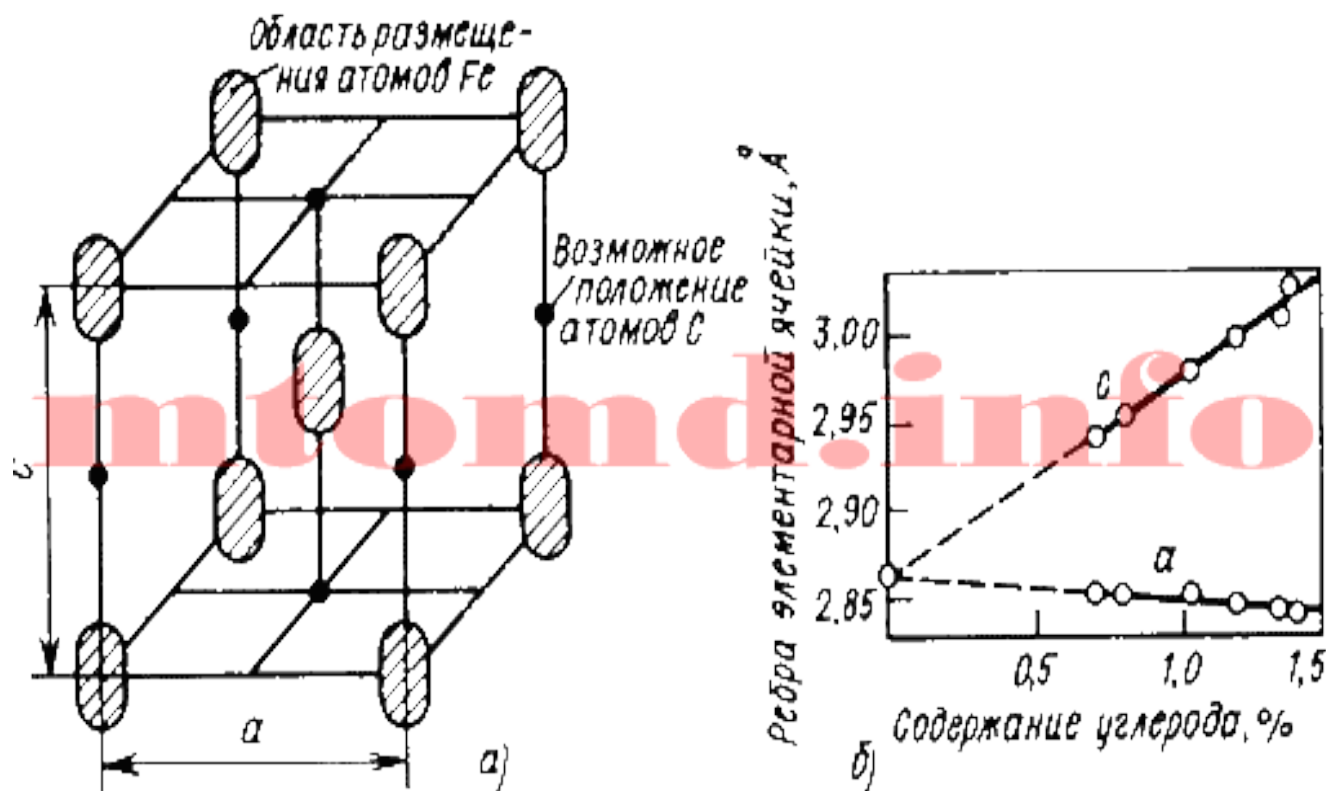
Барлық аустенит Мн температурасына дейін салқындатылатын және айналатын салқындаудың ең аз жылдамдығы, шыңдаудың сыни жылдамдығы деп аталады.

Диффузия процесі жүрмейтіндіктен, аустениттің барлық көміртегі $Fe\alpha$ торында қалады және тетраэдрдің центрлерінде немесе ұзын қабырғалардың ортасында орналасады (1-сурет).

Мартенсит- $Fe\alpha$ -да көміртекті енгізудің қаныққан қатты ерітіндісі. Мартенсит пайда болған кезде текшелік тор $Fe\alpha$ қатты бұрмаланады, тетрагональға айналады (сурет 1, А позициясы). Тордың бұрмалануы тетрагоналдылық дәрежесімен сипатталады: $c/a > 1$.

Тетрагоналдылық дәрежесі болаттағы көміртегінің құрамына тікелей әсер етеді (сурет 1, Б позициясы).

Сурет 1 - Мартенситтің кристалды торы. Көміртегі құрамының мартенсит торының параметрлеріне әсері.



а-мартенсит кристалды тор; б-мартенсит торының а және с параметрлеріне көміртегі құрамының әсері

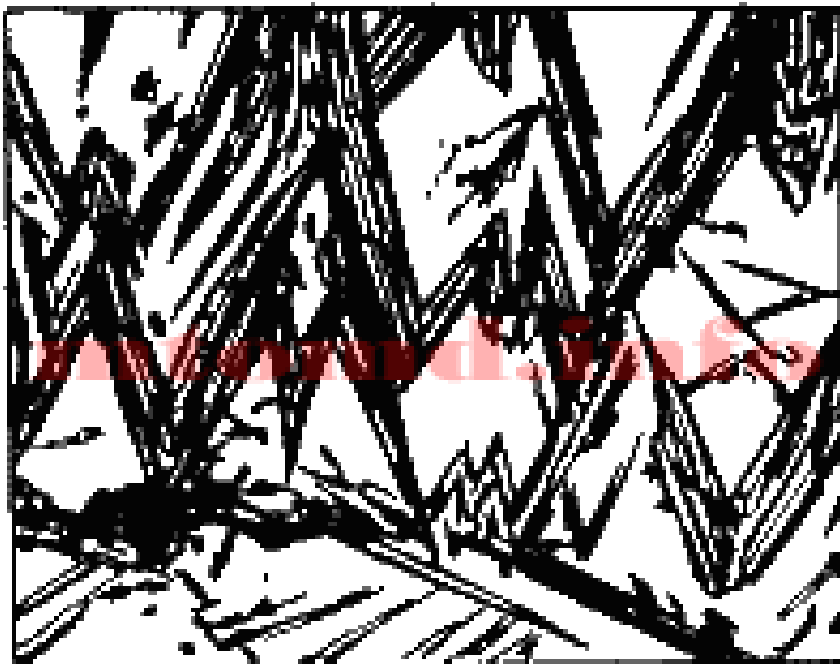
Мартенсит айналу механизмі бірқатар ерекшеліктерге ие

1. Диффузиялық емес сипат.

Айналу жылжу механизмі бойынша жүзеге асырылады. Айналудың басында аустенит торынан мартенсит торына (когерентті байланыс) үздіксіз көшу бар. Гранецентрирленген кубтық торды көлемді-орталықтанған кубтық атомдарға айналдырған кезде, атомаралық аз қашықтыққа ауысады, яғни темір атомдарының өзіндік фузиясын қажет етпейді.

2. Мартенсит кристалдарының бағытталуы.

- Кристалдар соңында тарылып жатқан пластиналардың пішініне ие, микроскоптың астында мұндай құрылым ине сияқты көрінеді. Тез арада пластиналарды қалыптастыру аустенит дәнінің шекарасына дейін немесе ақауға дейін өседі. Келесі пластиналар 60° немесе 120° бұрыштарының астында бірінші болып орналасқан, олардың өлшемдері бірінші пластиналар арасындағы учаскелермен шектелген (2-сурет).



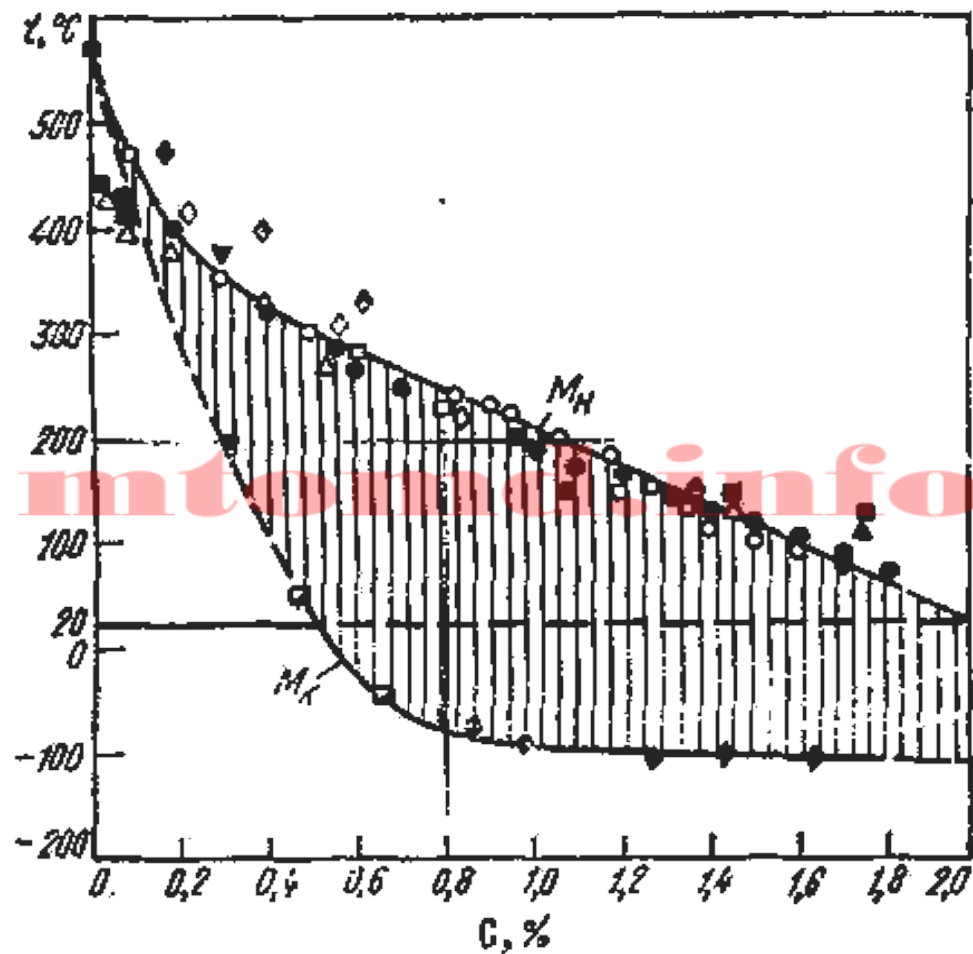
Сурет 2 – Мартенсит кристалдарының бағытталуы

Мартенсит кристалдарының бағдарланған (когерентті) өсуі ең төменгі беттік энергияны қамтамасыз етеді. Аустенит пен мартенсит көлемінің айырмашылығынан когерентті өсу кезінде үлкен кернеу пайда болады. Мартенсит кристалдарының белгілі бір мөлшеріне жеткенде, бұл кернеу аустенит ағымдылығының шегіне тең болады. Нәтижесінде когеренттілік бұзылады және мартенсит торының аустенит торынан ажырауы орын алады. Кристалдардың өсуі тоқтатылады.

3. 1000 м/с дейін Кристалл өсуінің өте жоғары жылдамдығы.

4. Мартенсит өзгерісі үздіксіз салқындату кезінде ғана жүреді.

Әрбір болат үшін салқындату жылдамдығына қарамастан белгілі бір температурада басталады және аяқталады. Мартенситті айналудың басталу температурасы мартенситті нүкте деп аталады, ал айналудың аяқталу температурасы – M_k . M_n және M_k температуралары көміртектің құрамына байланысты және құрамында 0,6% M_k жоғары көміртегі бар болаттар үшін салқындату жылдамдығына байланысты емес теріс температура аймағына кетеді (3-сурет).



Сурет 3-болаттағы көміртектің құрамына мартенситті түрленудің басталу (M_n) және аяқталу (M_k) температурасының тәуелділігі

Мартенситті айналдыру кернеуге сезімтал және аустениттің деформациясы M_H -ден жоғары температурада да айналуға әкелуі мүмкін. M_K 20°C төмен болаттарда қалдық аустенит бар, оның мөлшері M_H және M_K төмен болған сайын көп (көміртегі 0,6...1,0 % болғанда қалдық аустенит мөлшері - 10 %, көміртегі мөлшері 1,5 % болғанда-50 % дейін). Микрoқұрылымда мартенсит инелері арасында ашық өрістер түрінде байқалады.

Мартенситтен аустенитті алу мүмкін емес. Мартенсит қасиеттері оның пайда болу ерекшеліктеріне байланысты. Ол жоғары қаттылықпен және төмен икемділікпен сипатталады, бұл сынғыштықты тудырады. Қаттылық 65 HRC дейін. Жоғары қаттылық α -фаза торына енгізілген көміртегі атомдарының әсерінен туындайды, бұл оның бұрмалануы мен кернеулердің пайда болуына әкеледі. Болаттағы көміртегі құрамының жоғарылауымен сынғыш қирауға бейімділік артады.

СӨЖ үшін бақылау сұрақтары:

- М-тік түрленудің кинетикасы.
- Түрленудің механизмі және кинетикасы.
- М-тке шынықтырылған қорытпаның микроқұрылымы және субқұрылымы
- Аралық ауысудың негізгі заңдылықтары
- Жоғарғы және төменгі бейнит.

Әдебиеттердің тізімі:

1. Гуляев А.П. Металловедение, учебник, 6-е издание, перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1986, 541с.
2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. Учебник, 3-е издание, перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1984, 360с.
3. Лифшиц Б.Г. Металлография. – М.: Металлургия, 1977, 320с.
4. Геллер Ю.А., Рахштадт А.П. Учебное пособие для вузов. Материаловедение. – М.: Металлургия, 1989, 456с.
5. Жүкебаева Т.Ж., Атамбаев Ж.Н., Сұлтамұрат Г.И. Металлография. – Қарағанды, 2004, 115 б.

- **Тыңдағандарыңызға көп рахмет !!!**