

МЕТАЛДАРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

7.1 Механикалық қасиеттердің жалпы сипаттамалары

Сырттан түскен механикалық күштерге металл материалдарының көрсетер қабілетінің сипаттамалары оның механикалық қасиеті деп танылады. Механикалық қасиеттерге металдың немесе қорытпаның деформацияға қарсылығы (беріктік), сынуға қарсылығы (созымталдық, тұтқырлық т.б.) жатады.

Металдың механикалық қасиетіне баға беру критерийлерін келесі топтарға бөлуге болады:

1) бұйымдардың жұмыс атқару шарты мен конструктивтік ерекшеліктерін ескермейтін критерийлер. Демек, сынаққа түсетін үлгілер ешқандай кедір-бұдырсыз бірбеткей жазық күйінде сыналады. Олардың созымталдығы, беріктігі, соққы тұтқырлығы жұмыс қолданатын бұйымдардың қасиеттеріне сәйкес келмейді;

2) материалдың жұмыс атқару шартына сәйкес конструктивтік беріктігіне баға беру критерийлері. Мұндай критерийлер екі топқа бөлінеді:

а) материалдың кенеттен қирауға қарсылық көрсетуге сенімділігін анықтайтын критерий;

б) материалдың мәңгілігін (шалдығуға, тозуға, коррозияға қарсылық көрсету) анықтайтын критерий.

3) стендтер арқылы, тетіктердің іс жүзінде және пайдалану сынақтары арқылы конструкцияның жалпы (конструкциялық беріктік) беріктігін бағалау критерийлері.

Мұндай сынақтарда конструкцияның сенімділігі мен мәңгілігіне металл бұйымдарындағы технологиялық ақаулар, қалдық кернеулер шамасының әсерлері қаралады.

Металтанудың практикалық мәселелерін шешу үшін стандартты механикалық қасиеттерді анықтаумен қатар конструктивті беріктік критерийін анықтау қажет.

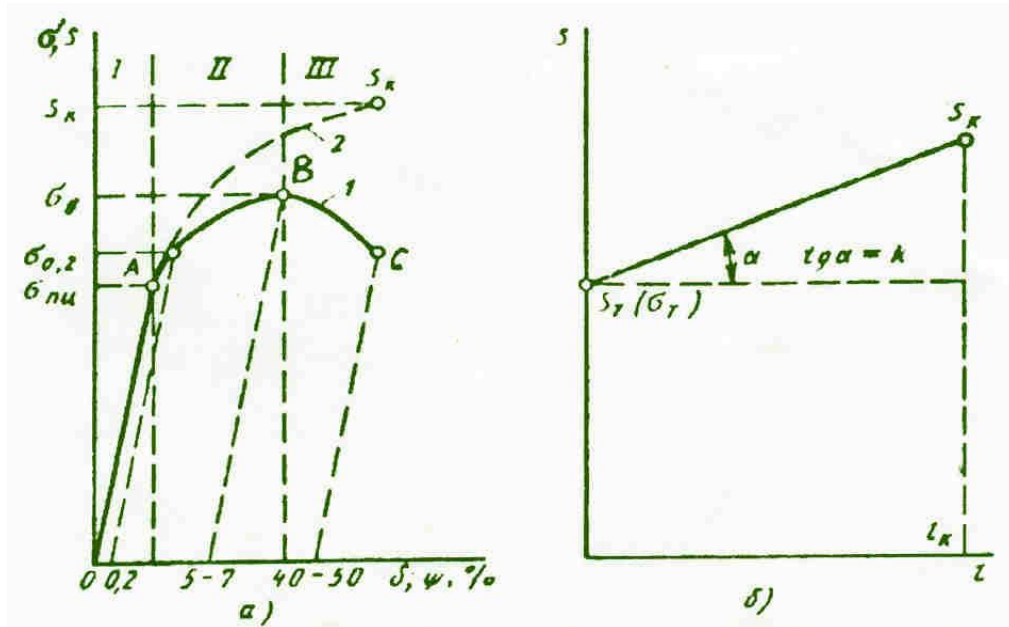
7.2 Статикалық әдістермен сыналатын механикалық қасиеттер

Үлгіге түсетін күштің біртіндеп баяу берілуі статикалық сынаққа жатады. Көбінесе бір сынақтың көмегімен бірнеше маңызды механикалық сипаттамалары алынатын сынақ ретінде созып сынау қолданылады.

Созып сынау үшін стандартты жұмыр немесе таспалы үлгілер қолданылады. Сынақ жүргізетін машина арнаулы созылу диаграммасын (33- сурет) жазып түсіретін қондырғымен жабдықталған. 33- суреттегі 1- сызық, шартты шамада мөлшерленген кернеудің σ әсерінен ($\sigma = P / F_0$) үлгінің өзгеруін (деформациялануын) сипаттайды. Мұнда F_0 – көлденең қиманың бастапқы ауданы.

А нүктесіне дейін деформация кернеуге пропорционалды. ОА түзуінің абсцисса өсіне түскен тангенс бұрышы материалдың серіппелік

модулін, $E = \sigma/\delta$ (δ - салыстырмалы деформация) сипаттайды. Материалдың серіппелік модулі оның қатандығын анықтайды. Серіппелік модульдің физикалық мәні материалдың серіппелік деформацияға көрсетер қарсылығының сипаттамасы, демек, атомдардың тепе-теңдік қалпынан ауытқуы. Серіппелік модуль металдың құрылымына қарамайды, атомаралық байланыс күшімен анықталады.



I- серіппелі деформация ауданы; II- пластикалық деформация ауданы; III- жарықшаның даму ауданы.

33-сурет. Шартты және нақты кернеулер үшін металдың созылу диаграммасы (а) және нақты кернеу диаграммасы(б).

А нүктесіне сәйкес кернеу пропорциональ шегі ($\sigma_{\text{пц}}$) деп аталады. Үлгіге түскен кернеу мен деформация арасындағы пропорционалдық сақталатын кернеу

$$\sigma_{\text{пц}} = P_{\text{пц}} / F_0.$$

Пропорционалдық шегінен аспайтын кернеу тек серпімді деформация тудырады. Оны шартты серпімділік деп те атайды.

Серпімділік шегі үлгінің алғашқы ұзындығының 0,05%- на жететін қалдық деформация тудыратын кернеу арқылы анықталынады:

$$\sigma_{0,05} = P_{0,05} / F_0.$$

Мөлшері 0,2 % қалдық деформация тудыратын кернеу шартты аққыштық шегі ($\sigma_{0,2}$) деп аталады:

$$\sigma_{0,2} = P_{0,2} / F_0.$$

Темірді және КЦК торлы металдарды сынау кезінде созылу диаграммасында белгілі кернеудің σ_T тұсында көлденең алаң пайда болады.

Созу күшін үдетпей үлгінің деформациялануын тудыратын кернеу физикалық аққыштық шегі деп аталынады

$$\sigma_T = P_T / F_0.$$

$\sigma_{0,2}$ және $\sigma_{0,2}$ металдың шағын деформацияға көрсеткен қарсылығының сипаттамалары.

Қалыпты температурада $\sigma_{0,2}$ мағынасы бойынша материалдар үш класқа ажыратылады (1- кесте).

1- кесте. Қорытпаларды беріктігі бойынша класқа бөлу

Материалдың кластары	$\sigma_{0,2}$, МПа		
	Fe қорытпалары	Al қорытпалары	Ti қорытпалары
Беріктігі төмен	650	200	400
Беріктігі орта	650-1300	200-400	400-800
Беріктігі жоғары	1300-1400	400	800

Түскен күштің әрі қарай көтерілуі металда елеулі пластикалық деформация тудырады. Үлгінің сынуына әкеліп соғатын ең үлкен күштен туындаған кернеу деформацияға көрсетер уақытша қарсылығы немесе беріктік шегі (σ_B) деп аталады.

$$\sigma_B = P_{max} / F_0.$$

Созымтал металдағы деформациялар, σ_B кернеуінен бастап үлгінің жіңішкерген мойнына жинақталады да, құрылымдағы біргелкілік жойылып, вакансиялар мен дислокациялар тығыз орналасқан жерде кеуектілік пайда болады. Бір-бірімен қосылған кеуектер жарық туындатып, соңынан үлгінің сынуына әкеліп соғады (33- сурет, С нүктесі).

Созылу диаграммасы бойынша металдың созылмалық қабілетін сипаттауға болады. Металдың созылмалығы (пластикалығы) салыстырмалы созылу (δ) және салыстырмалы сығылу (ψ) арқылы анықталады:

$$\delta = (l_k - l_0) 100 / l_0;$$

$$\psi = (F_0 - F_k) 100 / F_0 ,$$

мұндағы ℓ_0 және ℓ_k - үлгінің ұзындығы, ал F_0 және F_k – үлгінің сынуға дейінгі және сынудан кейінгі көлденең қимасы, мм².

Материалдың беріктігін нығайтуда оның пластикалық қасиеті төмендейді. Конструкциялық материалдарды ұсынатын мемлекеттік стандарттарда, сынақ паспорттарында, сонымен қатар беріктігін және қор мөлшерін есептеуде $\sigma_{0,2}$, σ_b , δ , ψ және E көрсеткіштері материалдардың базалық сипаттамалары ретінде қаралады.

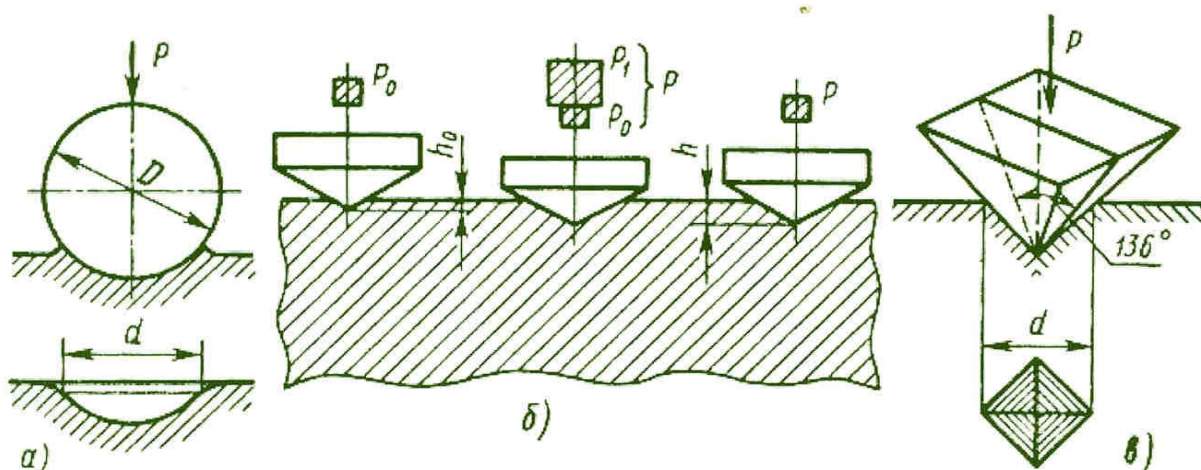
Шойын, құймалы алюминий қорытпалары және басқа созылмайтын морт материалдарды сығу арқылы сынақтан өткізеді.

Жоғары сапалы конструкциялық материалдар әрі берік, әрі сенімді және мәңгілік болу керек.

Материалдың беріктігі деформацияға қарсылық көрсетуі бойынша анықталса, сенімділігі, мәңгілігі қирауға қарсылық көрсетер қабілеті арқылы анықталады.

7.3 Металдың қаттылығы

Материалдың беткі қабатына әсер еткен пластикалық деформацияға қарсылық көрсету қабілеті қаттылық деп аталады. Қаттылықты өлшеу арқылы металл материалдарының сапасын анықтау кең тараған. Себебі сынаққа түскен материалдар бастапқы қалпын өзгертпей, бүлінбей сақтап қалады және өлшеу процесі оңай, жылдам жүреді. Қаттылықты сынау тәсілдері көп.



34- сурет. Қаттылықты Бринель (а), Роквелл (б) және Виккерс (в) тәсілдерімен анықтау сұлбасы.

7.3.1 Бринель тәсілімен қаттылықты өлшеу

Бұл тәсілдің мәніне сынақ үлгісіне D (мм) диаметрлі болаттан жасалған шарикті $F(P)$, N (кгс) күшімен батырып, түсірілген күш тоқтатылғаннан кейінгі шариктен түскен іздің диаметрін d (мм) өлшеу жатады (34,а- сурет). Алынған нәтиже бойынша арнаулы аударма кестесіне

сүйеніп немесе $HV = 2 F(P) / \pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})$ формуласы бойынша қаттылық анықталады. Мұндағы Н- қаттылықтың символы, В - Бринель тәсілі. Шариктен түскен іздің диаметрі қанша кішкене болса, қаттылық сонша жоғары болады.

Беріктік шегімен қаттылық саны арасында келесідей байланыс бар: болат үшін $\sigma_B = 0,34 HV$,

мыс қорытпалары үшін $\sigma_B = 0,45 HV$,

алюминий қорытпалары үшін $\sigma_B = 0,35 HV$.

Бринель тәсілін қолдануда болаттың қаттылығы 450 НВ аспауы керек, ал түсті металдардікі 200 НВ шектеледі.

7.3.2 Роквелл тәсілімен қаттылықты өлшеу

Бұл тәсілмен өлшеуде төбесінің бұрышы 120° -қа тең алмаздан жасалған конус ұштықты (А және С шкалалары) немесе диаметрі 1,5875мм шыңдалған болат шаригін (В шкаласы) біртіндеп түсірілетін күштер (алдын ала P_0 кгс, негізгі P_1 , кгс) арқылы үлгіге батырып, оның ену тереңдігі анықталады. Өлшем бірлігі аспаптың шкаласының әрбір бөлігінің 0,002мм тереңдікті көрсетуіне сәйкес алынады. Роквелл тәсілімен анықталатын қаттылық HRA, HRB, HRC әріптерімен белгіленеді. Олардың бәрі үлгінің бетіне түсірілетін ұштықтың шартты тереңдігіне кері, өлшемсіз шамалар. Өлшеу сұлбасы 29,б- суретінде көрсетілген. Ұштықтың ену тереңдігі азайған сайын, сынақтағы материалдың қаттылығы жоғары. Қаттылықты:

алмазды ұштықпен өлшегенде - HRC (HRA) = $100 - e$ формуласымен болат шарикті қолданғанда - HRB = $130 - e$ формуласы арқылы есептейді.

Мұндағы $e = (h - h_0) / 0,002$ мм., (0,002 мм – Роквелл тәсілімен қаттылықты өлшейтін аспаптағы өлшем бірлігі).

R- Роквелл тәсілі, А, В, С – шкала белгілері, қаттылығы жоғары материалдар (≥ 450 НВ) С шкаласы бойымен, қалыңдығы жұқа (0,5-1,0мм) және өте қатты материалдар А шкаласы бойымен, қаттылығы төмен (≤ 400 НВ) материалдар В шкаласы бойымен өлшенеді.

7.3.3 Виккерс тәсілімен қаттылықты өлшеу

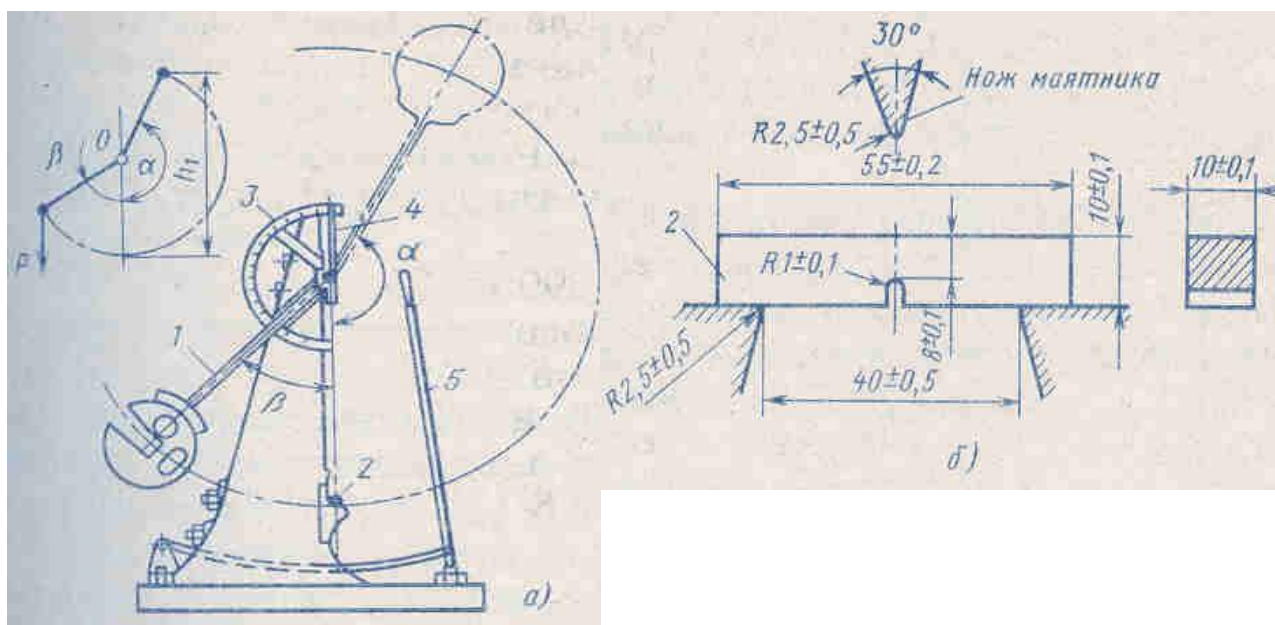
Бұл тәсіл формасы төрт қырлы пирамидалы алмаз ұштықты Р күшімен үлгіге батырып, түскен іздің диаметрінің диагоналін өлшеу арқылы жүргізіледі. Қаттылық $HV = 1,854 F / d^2$, кгс формуласымен анықталады. Виккерс тәсілімен беткі қабаты жұқа қалыңдығы жіңішке, қатты материалдарды өлшейді. Түсетін күштің салмағы материалдың қалыңдығы жұқарған сайын азайып отыру керек. Виккерс бойынша қаттылық өлшенген d шамасы бойынша арнаулы аударма кестенің көмегімен анықталады.

7.3.4 Микроқаттылық. Құрылымның бөліктерінің, жұқа жабындардың микроқаттылығын өлшеу үшін арнаулы ПМТ аспабы қолданылады. Өлшенетін үлгіге 0,05-5Н күшімен алмаз пирамидасы батырылады. Нәтижесі $H = 0,189 F / d^2$ формуласымен анықталады.

7.4 Динамикалық әдістермен сыналатын механикалық қасиеттер

Статикалық әдістермен салыстырғанда динамикалық әдістермен сынау кезінде деформациялау күші аса жоғарғы жылдамдықпен беріледі.

Динамикалық сынау арқылы материалдың морт сыну қабілеті анықталады. Мұндай әдіс маятникті тоқпақпен ортасы кертілген (тілікше) арнаулы мөлшерлі үлгіні соғып сындыру арқылы жүргізіледі (35, а, б - сурет). Маятникті тоқпақтың шкаласы арқылы соғуға жұмсалған жұмыстың толық мөлшері (К) анықталады: $K = Ph_1 (\cos \beta - \cos \alpha)$.



- а) 1- маятник, 2- үлгі, 3- шкала, 4- шкаланың тілі, 5- тежеу
 б) стандартты үлгі

35 –сурет. Маятникті тоқпақпен соғып сынау сұлбасы.

Соққы тұтқырлығы KC (Дж /м²) деп соғуға жұмсалатын жұмыстың (Дж) үлгідегі тілікшенің тұсындағы көлденең қимасының бастапқы ауданына S_0 (м², см²) қатынасы аталады, $KC = K / S_0$. Мемлекеттік стандарт бойынша тілікшенің пішіні үш түрде жасалады:

U- тәрізді, радиусы $R = 1$ мм;

V- тәрізді, радиусы $R = 0,25$ мм, бұрышы - 45^0 және

T- тәрізді қажу жарығы (35, б- сурет).

Демек, соққы тұтқырлығы KCU , KCV , KCT деп белгіленеді.

Соққы тұтқырлығы жарықтың туындауына жұмсалатын жұмыс (a_3) пен тұтқыр жарықтың таралуына жұмсалатын жұмыстардың (a_p) қосынды сипаттамасы:

$$KCU = a_3 + a_p,$$

Мұндағы a_3 - жарықтың туындауына жұмсалатын жұмыс, a_p - жарықтың таралу жұмысы.

Металдың морт сынғыштық қабілеті ең алдымен ондағы туындаған жарықтың дамып таралу жұмысын анықтаудан басталады. Жарықтың таралу жұмысы қанша үлкен болса, металдың кенеттен морт бұзылу мүмкіндігі сонша төмен.

7.4.1 Суықта сынғыштық табалдырығы

Материалдың суықта сынғыштық табалдырығы мен жұмысқа пайдалануға жарамды температурасын білу арқылы оның тұтқырлық температура қорын, атап айтқанда, суыққа сынғыштық табалдырығының температурасы мен жұмысқа жарамды температура ара қашықтығын табуға болады.

Тұтқырлық температура қоры үлкен болған сайын, морт бұзылу қаупі төмендей береді. Суықта сынғыштық табалдырығы материалдың тұрақты көрсеткішіне жатпайды, оның мөлшері құрылымына, сынау шартына, кернеу тілікшелерінің болуына, үлгінің мөлшеріне өте тығыз байланысады. Беріктік (σ_b , $\sigma_{0,2}$) қаншалықты жоғары болса, суықта сынғыштық табалдырығы соншалықты жоғары келеді.

Машиналардың сенімділігін анықтауда, беріктігін есептеуде суықта сынғыштығы ескерілмейді, тек қана материалды суықта сынғыштық табалдырығы температурасынан төменде қолданбау керек деген жалпы ұсыныс қана беріледі.

7.5 Металдың мәңгілігі

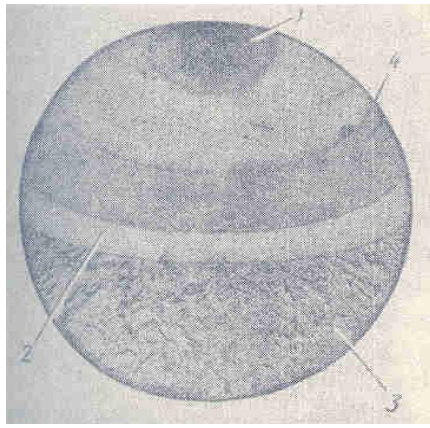
Металдың мәңгілігі оның қажуын, жылжып сырғымалығын, ұзақ беріктігін, тозуын, коррозиялануын анықтаумен және басқа да тәсілдер арқылы анықталады.

Металға түскен айнымалы кернеудің әсерінен жарықтың туындап, дамуына себепкер зақымдар жиынтығы қажу деп аталады, ал қажуға қарсылық көрсетер металдың қабілеті- төзімділік деп аталады. Төзімділік сипаттамасы қирау алдындағы үлгіге түсіретін циклдер саны арқылы қажудың мәңгілігін анықтайды.

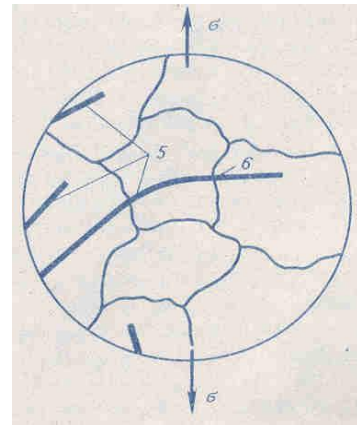
Қажуға сынау металға циклді (айнымалы-қайталанатын) жүктемелердің әсерін анықтау арқылы жүргізіледі. Сынау нәтижесін төмендегі 36-суреттен көруге болады.

Қажып қирау үш кезеңнен тұрады: 1) қирау ошағы - қираудың басталған көзі; 2) жарықтың бірқалыпты дамуы; 3) жіңішкерген қиманың шапшаң қирау зонасы.

Қирау ошағы, әдетте, беткі қабатқа жақын орналасады.



а)



б)

1- қирау ошағы 2 - бірқалыпты жарықтың даму зонасы 3 – қирауға ұшыраған зона; 4- қажу жолдары; 5 – жарықтың басталу кезеңі; 6- магистральді жарық.

36 – сурет. Қажу омырағы (а) және қажу жарығының даму сұлбасы (б).

Қажу сипаттамаларын жұмыр үлгіні айналдырып ию арқылы сынаумен анықтайды. Металдың бетіне түскен күш үстем болып келетіндіктен, онда микродеформация туындайды да, тойтарылған зонадағы беттің астында жарық пайда болады (36,б - сурет). Жарықтың дамуына жарамдысы (магистральды жарық) тік қырлы және ұзаққа созылып орналасуы керек. Жарық баяу дамиды. Жарықтың өсуі металдың қимасының жіңішкергеніне дейін жалғасады да, сонынан қирауға әкеліп соғады.