LABORATORİYA İŞİ 2.

Buxar və su yollarının möhkəmlik xarakteristikasının öyrənilməsi

Temperaturun dəyişməsində yaranan dövrlü təkrarlanan dəyişən gərginliklərin çoxsaylı təsiri metalda termiki yorğunluğu yarada bilər. Bu isə onun xidmət etmə müddətini azaldır. Metalın qızdırılması birinci növbədə atomlararası əlaqələrin zəifləməsi hesabına onun möhkəmlik və plastiklik xassələrinin mühüm dəyişməsini yarada bilər. Bundan başqa texniki metal və ərintilərin temperaturlarının artırılması fiziki-kimyəvi proseslərin daha effektiv inkişafına gətirir. Bu proseslər isə otaq temperaturlarında çox cüzi sürətlə baş verir və yaxud heç keçmir. Məsələn, azkarbonlu poladın plastiklik göstəriciləri temperaturun qaldırılması ilə əvvəl azalır, sonra isə təxminən 250^0C-dən başlayaraq artmağa başlayır. Başqa cür möhkəmlik həddi dəyişir. O, 50-100^0C temperaturlarda azalır, sonra isə qalxmağa başlayır və 250-300^0C-də maksimuma çatır. İstilik mübadilənin intensivliyi qazanın metal həcminin azalmasına gətirir, ancaq bununla yanaşı metalın işləmə şəraitlərini mürəkkəbləşdirir. Əgər kiçik məhsuldarlıqlı qazan aqreqatlarında istilik gərginlikləri 45-55 kVt olarsa, 300 MVt-lı buxar buxargenerator blokların aşağı radiasyon hissəsində mazut istifadə olunduqda gərginliklər on dəfə artır. Divarın qalınlığı boyu istilik düşküləri kəskin artıb və bəsləyici suyun təmizliyinə tələbatlar sərtləşib. Qeyd olunan istilik axınlarında boruların daxili tərəfində qalınlığı 0,1 mm ərpin əmələ gəlməsi kifayətdir ki, metalın icazə verilməyən qızdırılması və dağılması əmələ gəlsin.

Buxarın parametrlərinin artması ilə həm qaz, həm də buxar tərəfindən gedən korroziyon prosesləri kəskin intensivləşir.

Bu proseslərin əhəmiyyəti xüsusən vacib olur ki, buxarın temperaturu 510^0C-dən yüksək olur.

İstismar rejimlərinin dəqiq saxlanılmasına verilən tələbatlar artmışdır.

Şirma və ya konvektiv buxar qızdırıcıların, hətta qısa müddətdə hesablama səviyyədən temperaturun 50-60^0C artması metalın strukturunda bərpa olunmayan dəyişikləri yaradıb, xidmət etmə müddətinin kəskin azalmasına və gələcəkdə gözlənilməz qəzalara gətirə bilər.

Energetik sistemlərdə gün ərzində və həftənin günləri ərzində yüklərin qrafiklərinin qeyri-bərabərliyi ilə əlaqədar dəyişən rejimdə işləyən İES-in sayının artması müşahidə edilir.

Buraxılma, saxlanma və yükün kəskin dəyişməsi nəticəsində əlavə, zaman üzrə dəyişən termiki gərginliklər əmələ gəlir. Belə gərginliklər çəki yükləri ilə birlikdə baş verərək dağılmanı əmələ gətirirlər.

Səbəbi ondan ibarət olur ki, detalların materialları termiki və ya aztsiklli yorğunluğa, müqavimətin təsirinə məruz qalır.

Dağılma təhlükəsi o qədər çox olur ki, nə qədər kəskin rejimlər dəyişir və detallar nə qədər iri olurlar.

İES – in buxar və su kəmərləri yüksək təzyiq və temperaturda işləyirlər. Ona görədə borular möhkəmliyə hesablanmalıdırlar. Elektrik stansiyasında qoyulan qurğuların əksəriyyətinin forması silindr şəklində olur. Bu qurğuların möhkəmlik hesabat tənliyi eyni cür olur. Ən çox istifadə olunan hissə borulardır. Boruların daxilindəki mayenin təzyiqlə onun divarının möhkəmliyinə uyğun seçilməlidir. Borunun daxilindəki təzyiqlə onun divarının qalınlığı, diametri və materialın buraxıla bilən gərginliyi arasındakı asılılıq aşağıdakı kimi yazılır :

$$P = \frac{2\delta_h \ \sigma_t}{D_x - \delta_h} \ ; P = \frac{2\delta_h \sigma_t}{D_d + \delta_h} \ ; P = \frac{2\,\delta_h \ \sigma_t}{D_{or}}$$

Burada δ_h - boru divarının hesabat qalınlığı ; σ_t – temperatura görə götürülən buraxıla bilən gərginlik ; D_x ; D_d ; D_{or} borunun xarici, daxili və orta diametridir.

Hesabat qalınlığı :

$$\delta_h = \frac{\delta}{k}$$

Burada δ - boru divarının normal haldakı qalınlığı; k – divar qalınlığının dəyişilməsini nəzərə alan əmsaldır , k>1. Boru divarının qalınlığı 5-6% dəyişə bilər. (k≈1,06) .

Boruların nisbi qalınlığı anlayışından istifadə olunur. Boru divarının nisbi qalınlığı :

$$\vartheta = \frac{2\delta_h}{D_x - \delta_h} = \frac{2\delta_h}{D_{or}} = \frac{\delta_h}{r_{or}}$$

Boru divarının nisbi qalınlığı , hesabat qalınlığından orta radiusa olan nisbəti kimi təyin olunur.

İES – lərdə istifadə olunan borular üçün

$$\beta = \frac{D_x}{D_d} \leq 2$$

Belə halda $\vartheta \leq 0.6$. Məsələn , 28×7 mm borular üçün $\beta = 2.0$, $\vartheta = 0.58$; 32×7 mm borular üçün isə $\beta = 1.8$; $\vartheta = 0.49$. Yazılan ifadələri nəzərə alsaq aşağıdakı ifadə alınır :

$$P = \vartheta \sigma_t$$

Bu axırıncı ifadədən görünür ki , boru daxilindəki təzyiq onun divarının tempraturuna görə seçilməlidir , çünki tempraturdan asılıdır.

Gücü 300 MVt olan turbinlərdə buxar kəməri 377×70 mm borulardır. Gücü 500 MVt olan turbinlərdə isə belə iki xətli boru kəmərlələrindən istifadə olunur.Gücü 800 MVt oaln turbinlərdə isə xarci diametri 426 mm olan borulardan istifadə olunur. Belə borular üçün nisbi qalınlıq 0.40 olur. Ümumiyyətlə İES-də qızma səthlərində qoyulan borularda isə 0.40 olur.

Bəsləyici su yolunda boru kəmərləri və yüksək təzyiqli qızıdırcılar yerləşdirilir. Bəsləyici nasosun yaratdığı hesabat təzyiqi turbindəndən əvvəlki buxarın təzyiqindən 1.30-1.35 dəfə artıq olur. Nasosun yaratdığı ən böyük təzyiq hesabat təzyiqindən 15 – 20% artıq olur. Beləliklə, bəsləyici nasosun maksimum təzyiqi turbindən əvvəlki buxarın təzyiqindən təxminən 1.5 dəfə artıq olur:

$$P_{b.n} = 1.5P_0$$

Bəsləyici su yolundakı boruların temperaturu qazandan əvvəlki temperaturuna görə bərabər götürülür. Bu temperatur 160-170^0 olduğundan bəsləyici su yolundakı borular və yüksək təzyiq qızdırıcılarındakı borular karbonlu və ya marqanlı poladlardan hazırlana bilərlər.

Yüksək təzyiq qızdırıcılarında suyun 100^0 C qızmasını nəzərə alsaq , bu qızıdırcların səthinin sahəsi 1 KVt gücə uyğun olaraq 0.01 m^2 götürülür. Turbinin gücü 300 MVt olduqda və qızdırcılarda su 100^{0}C temperatura qədər qızdırdıqda qızdırcının səthinin sahəsi :

$$F = 10^{-4}\Delta t\omega$$

Boru sisteminin kütləsi :

$$G = 81\frac{P_{bs}\Delta t\omega}{(2600+P_{bs})}$$

Ifadələrindən təyin olunur. Boru sisteminin xüsusi qiymətini təyin etmək olar.

Boru sistemi üçün orta qiymət 800-900 man/t götürülür.

Buxar qazanının su ekonomayzerinə daxil olan bəsləyici suyun temperaturu 270-300^{0}C-dən artıq olmur. Su ekonomayzerindən sonra tüstü qazlarının temperaturu bəsləyici suyun temperaturundan təxminən 40-50^{0}C artıq olur. Demək su ekonomayzerindən sonra tüstü qazlarının temperaturu 340-350^{0}C ola bilər. Onda ekonomayzerdən əvvəl tüstü qazlarının temperaturu 380-390^{0}C ola bilər. Belə temperaturda su ekonomayzeri birinci qrup poladlardan hazırlana bilər.

Su ekonomayzerindən sonra su qazanı ekran borularaına daxil olur. Kritiklərdən aşağı təzyiqlərdə işləyən qazanlarda ekran borularında təzyiq 18-MPa-dan artıq olmur.Bu təzyiqə uyğun qaynama tempraturu 360^{0}C-dən az olur. Ekran borularında normal istilikötürmə prosesi gedəndə boru divarının temperaturu qaynama temperaturundan təxminən 50^{0}C artıq ola bilər yəni 400-410^{0}C qədər ola bilir.Belə olan halda ekran boruları birinci qrup poladlardan hazırlana bilər.

Kritiklərdən böyük təzyiqlərdə işləyən düz axınlı qazanlarda isə bu hissələr perlit sinfindən olan poladlardan hazırlana bilərlər.

Alınan buxar qazanının buxar qızdırıcısına daxil olur. Qızdırıcıdan sonrakı buxarın tempraturu turbindən əvvəlki buxarın temperaturundan 5^{0}C artıq olur. Buxarın təzyiqi isə

turbindən əvvəlki buxarın təzyiqindən 5-6% çox olur.Belə parametrlərdə buxar qızdırıcısı ikinci qrup poladlardan hazırlana bilər,çünki buxarın temperaturu 540-565^{0}C olur.

Əgər buxarın temperaturu 620^{0}C qədər artırılarsa, inda buxar qızdırıcısı austenit sinfindən olan paslanmayan poladlardan hazırlanmalıdırlar. Beləliklə qızma səthini təxminən 30%-ə qədər legirlənmiş poladlardan hazırlayırlar.

İES-in sxemlərində buxarın aralıq qızdırıcısından da istifadə edirlər.Buxarın aralıq qızdırılma sxemində buxarın tempraturu təxminən başlanğıc tempratura qədər artırılır. Buxarın təzyiqi az olduğuna görə burada boruların odadavamlı olması şərtini ödəmək lazımdır.Belə halda ikinci qrup poladlardan istifadə oluna bilər.

Buxar kəmərlərinin kütləsi və qiyməti onlarda hərəkət edən buxardan və onun sürətindən asılıdır. Buxarın sürəti artırdıqda borunun diametrini kiçiltmək olar. Bunun nəticəsində onun hidravlik kütləsini və qiymətini azaltmaq olar.Bununla bərabər hidravliki müqavimət artır, bu isə ya turbindən əvvəl buxr təzyiqinin aşağı düşməsinə,ya da ki, bəsləyici nasosun basqısının artmasına səbəb olur. Buxar kəmərlərinin optimal diametri hesabat xərclərini minimum qiymətinə görə təyin edirlər.

Metalın yüksək temperatur və gərginliklərin təsiri altında dağılmaya müqavimət qabiliyyəti uzun müddətli möhkəmlik həddi ilə xarakterizə edilir. Bu hədd metalı verilmiş temperaturda müəyyən zaman müddətindən sonra dağılmaya gətirən gərginlikdir.

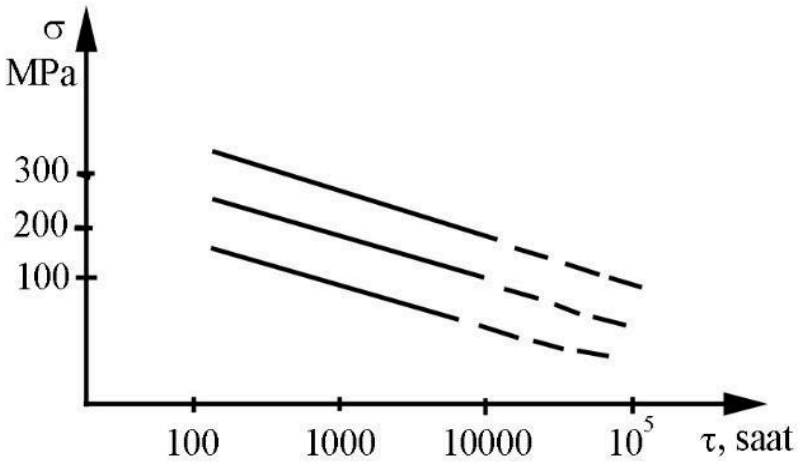
Metalın uzun müddətli möhkəmliyə sınaq metodları standartla reqlamentləşir.

Uzun müddətli möhkəmliyin nəzəri tədqiqatı və küllü miqdarda eksperimental nəticələrin analizi əsasında müəyyən olunub ki, verilmiş temperaturda dağılmaya qədər zaman τ_h və gərginlik σ arasında asılılıq vardır.

$$\tau_h = B \cdot \sigma^{-m} \qquad (1)$$

burada B və m – verilmiş metal üçün verilmiş temperaturda sabit kəmiyyətlər.

Bu asılılıq $\lg\sigma - \lg\tau_h$ loqarifmik koordinatlarda düz xətt ilə qeyd olunur.



Buxarın nominal parametrlərində qazanın hesablama işləmə müddəti 100 min saat qəbul edilir. Eksperimental göstəricilərinin işləməsini loqarifmik koordinatlarda istifadə edərək, sınaqların olduqca qısa müddətdə aparılması ilə kifayətlənərək, ekstrapolyasiya yolu ilə kifayət qədər etibarlı nəticələr əldə edirlər.

Ordinat oxu ilə gərginliyin loqarifmasını qeyd edirlər, absis oxu ilə dağılmaya qədər zamanın loqarifmasını. Qrafikdə 12X1MF markalı poladın 580^{0}C-də sınaqlarının nəticələrinin işlənməsi verilib. Uzun müd-dətli möhkəmlik həddi barəsində eksperi-mental etibarlı nəticələr almaq üçün sınaq-ların dvamiyyəti ən azı 7000-10000 saat olmalıdır.

Uzun müddətli möhkəmliyə sınaqların nəticələri əksər hallarda Larson-Miller parametrik koordinatlarında işlənilir. Bu metodikaya əsasən uzun müddətli möhkəmlik həddi parametrin funksiyası kimi təsəvvür edilir.

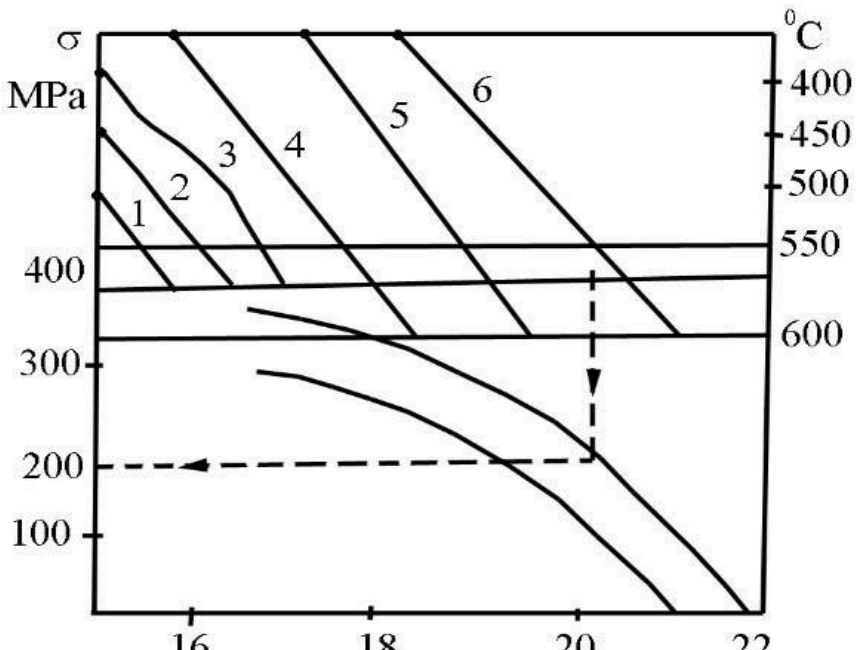
$$\sigma = f\left[T\left(c + \lg \tau_d\right)\right] \qquad (2)$$

burada T – mütləq temperatur, K;

c – materialdan asılı olan konstanta;

τ_d – dağılmaya qədər zaman.

Məlumdur ki, temperaturun və ya sınaqların davamiyyəti artdıqca uzun müddətli möhkəmlik həddi azalır. Deməli məsələ parametrin elə növünün tapılmasına gətirilir ki, bu parametrə zaman və temperatur daxil olmalıdır. Parametrin növünü uzun müddətli möhkəmlik həddinin ayrılıqda temperaturdan və gərginlikdən olan asılılıqlardan istifadə etməklə almaq mümkündür. Belə asılılıqlar eksperimental göstəricilərin işlənməsi nəticəsində tapılıb. “c” konstantanın qiyməti perlit və austenit poladların əksəriyyəti üçün 18-22 hüdudlarda yerləşir. Ferrit və ferrit-martensit sinifli xromlu paslanmayan poladlar üçün c=24-25.



$$T(20+\lg\tau)10^{-3}$$

12X1MF polad üçün uzun müddətli möhkəmliyə aparılan sınaqların nəticələrinin Larson-Miller metodu ilə emal edilməsinin qrafikini nəzərdən keçirək. Yuxarı qrafik dağılmaya qədər zaman üçün istifadə edilir. Sonra məlum olan parametr və uzun müddətli möhkəmlik əyrisi əsasında (aşağıdakı qrafik) verilmiştemperaturda dağılmanı əmələ gətirən gərginlik təyin olunur. Parametrik asılılığının istifadə edilməsi işçi temperaturlardan bir qədər yüksək temperaturlarda sürətləndirilmiş sınaqları keçirib nəticələri almağa imkan verir. Sınaqların temperaturu işçi temperaturdan yüksək olması metala əlavə dəyişmələr əmələ gətirmir. Adətən işçi temperaturdan 30-40^{0}C-yə qədər artırmağa icazə verilir.

Larson-Miller parametrik asılılığının əsasına sabit gərginlikdə dağılmaya qədər zamanın temperaturdan eksponensial qanunu asılılığı qoyulub.

$$\tau_h = A \cdot e^{Q/RT} \qquad (3)$$

burada A – eksponensial vurucu;

Q – dağılma prosesin aktivləşməsinin guya enerjisi;

R – universal qaz sabiti;

T – mütləq temperatur.

(3) tənliyə eyni gərginlikdə iki müxtəlif temperaturda konkret qiymətlər işlədikdə və loqarifmasını etdikdə dağılmaya qədər zaman və temperatur arasında asılılığı əldə edirik:

$$T_1(c+\lg\tau_{h2}) = T_2(c+\lg\tau_{h2}) \qquad (4)$$

Bu tənlik üzrə artırılmış temperaturlarda sürətləndirilmiş sınaqlarda dağılmaya qədər zamanın işçi temperaturlarda sınaqların zamanına yenidən hesablamaq olar.

Korroziyon-aktiv mühit, məsələn yüksək SO_2 və SO_3 tutumlu aqressiv ocaq qazları və həm də qızma səthlərin borularında aqressiv çöküntülər dağılma prosesini sürətləndirərək səthə çıxan makroyarıqların əmələ gəlmə və inkişafına səbəb olur. Əgər detalda gərginliklər qeyri-bərabər paylanıb və gərginliklərin konsentrasiyası varsa, dağılma gərginliklərin maksimal olan yerdə baş verir.

Sancaqlarda və çərtmə olan nümunələrdə uzun müddətli möhkəmliyə sınaqlar aparıldıqda maksimal dartıcı gərginliklər çərtmənin dibindən bir qədər məsafədə əmələ gəlir. Bu yerdə

birinci yarıqlar əmələ gəlir. Sancaqlar adətən birinci burum üzrə dağılır, çünki yivin burumları üzrə yük qeyri-bərabər paylanır: onun böyük hissəsi birinci burum ilə qəbul edilir, yarıdan az hissəsi isə qalan burumlarla.

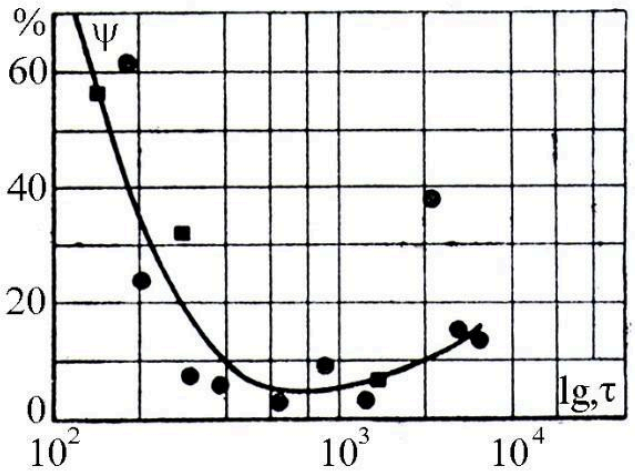
Poladların uzun müddətli möhkəmliyin və üsul müqavimətinin artırılmasının əsas üsullardan səmərəli leqirlənmə və optimal termiki emal rejimlərinin istifadə edilməsidir.

Dağılmaya qədər cəm deformasiya vacib rol oynayır. Buna poladın plastikliyinin mənbəyi deyilir. Yaxşı olardı ki, poladın daha yüksək plastiklik mənbəyi olsun. Bu zaman dağılmadan qabaq böyük qalıq deformasiyası olur və birdən kövrək dağılma mümkünatı azalır. Yüksək uzun müddətli plastiklik və çərtməyə az hissiyyatın qaynaq birləşmələrinin (yarıqların olmaması) və gərginlik konsentratorları olan hissələrin (məsələn sancaqların) işləmə qabiliyyətini təmin etmək üçün çox vacibdir.

Plastiklik ehtiyatını nisbi uzanma və eninə daralmaya görə dağılmadan sonra qiymətləndirmək olar. Bu perlit poladları üçün istifadə edilir. Hər bir polad üçün elə temperatur intervalı var ki, orada uzun müddətli qırılmada nisbi uzanma minimaldır.

Sınaqların davamiyyəti artdıqca nisbi uzanma əvvəl azalır, sonra artır. qrafikdə 15X1M1Φ poladı üçün 670^0C temperaturda eninə daralmanın ψ dağılmaya qədər zamandan asılılığı göstərilib. Poladın plastikliyinin azalması müşahidə edilən zaman müddəti poladın tərkibindən, termiki emaldan, gərginlikdən

və sınağın temperaturundan asılıdır. 12X1MΦ və 15X1M1Φ perlit poladların uzun müddətli plastikliyi nəzərə çarpan dərəcədə fərqlənir. 560-570^0C temperaturlarda aparılan küllü miqdarda sınaqlar nəticəsində uzun müddətli plastiklik üzrə 12X1MΦ poladın daha yaxşı göstəriciləri alınır.



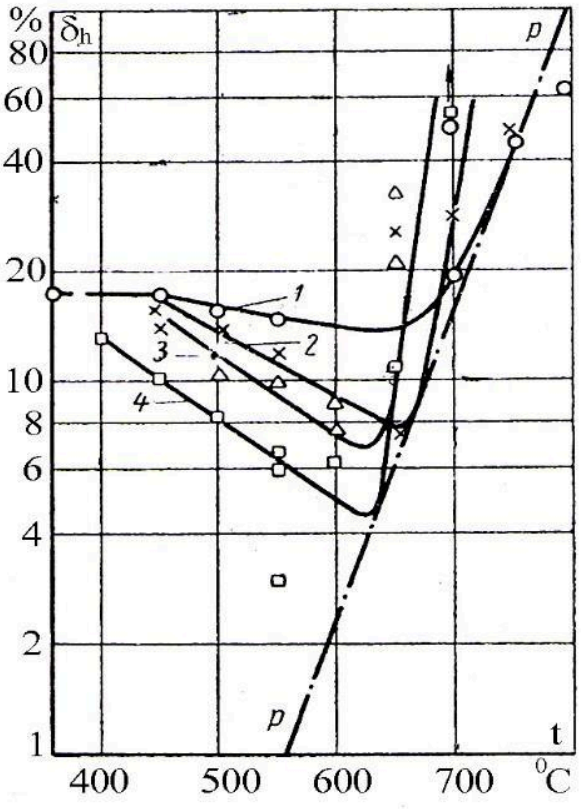
A.Stanyukovış tərəfindən ən hərarətə davamlı materialların deformasiya qabiliyyətini qiymətləndirmə metodu təklif olunub. Bu metod verilmiş sabit deformasiya sürəti ilə nümunələrin dartılmağa sınaqlarına əsaslanır. Deformasiyanın sabit sürəti ilə sınaqlarda dağılmada plastiklik qiymətlərinin səpələn nəticələrini qrafikə dağılmada uzanma-temperatur $(\lg\delta_h - t)$ koordinatlarında qeyd edirlər. Deformasiyanın sabit -mə sahəsi kəskin azalır. Sınaqların sürətlə keçirilən sınaqlarda temperaturun dəyişmə-silə nisbi uzanmanın dəyişməsi ϑ şəkilli əyri ilə xarakterizə olunur.

Hər sürət üçün ayrı-ayrı alınır.

Qrafikdə 25X2MΦA poladın sınaqlarının nəticələri verilib. Dağılmada nə qədər deformasiya sürəti az olsa, plastikliyin minimumu nisbətən kiçik temperaturlarda müşahidə olunur və qalıq uzanma ən aşağı olur. Bu zaman əyrilərin minimumları bir ümumi düz xətdə yerləşir PP. Burada temperaturdan asılı olaraq plastik deformasiyanın minimumunun dəyişməsini izləmək olar.

Qızma səthləri və buxar kəmərləri üçün istifadə olunan perlit poladlardan kövrək dağılmaya ən çox xrommolibdenvanadium poladları meyillidirlər. Özü də vanadium və molibden nə qədər çox olsa, qeyd olunan meyllik daha yüksək olur.

Poladın uzun müddətli plastikliyinə həm də dənəciklərin ölçüləri təsir edir. Austenit poladları üçün uzun müddətli plastikliyinin azalmasına görə ən əlverişli temperatur intervalı 550-560^{0}C-dir. Austenit poladların, xüsusən nikel əsasında olanların uzun müddətli plastikliyini vakuumda əritmə yolu ilə artırmaq olar.



550-600^{0}C temperaturlarda yüksək uzun müddətli plastikliyi ilə 12%-li xromlu poladlar fərqlənir. Onların minimal qiyməti nisbi uzanma ilə qiymətləndirildikdə, hətta böyük davamiyyətli sınaqlarda 6-10% səviyyəsində olur.

Uzun müddətli plastikliyi gərginlik toplanmaları olduqca azaldır. Bunlar bəzən energetik avadanlığının qəzalarının səbəbləri olur. Onların təsiri materialın ən yüksək hərarətə davamlılığı yüksək və uzun müddətli plastiklik alçaq nə qədər olsa nəzərə çarpan olur.