Көлемдік ақаулар

Қатты денелерде макрокернеулердің түзілуі, жарықшақтар сипаттамасы

- Дәрістің мақсаты: көлемдік ақаулардың табиғатын және материалдың бұзылуына әсерін түсіндіру.
- Негізгі ұғымдар: кеуектілік, қалдық кернеу, жарықшақ, сыну тұтқырлығы.

ҚАТТЫ ДЕНЕ ХИМИЯСЫ

Кристалдық ақаулардың жіктелуі

Ақаулар өлшемділігі бойынша ажыратылады.

- Нүктелік (0D): вакансиялар, түйінаралық атомдар.
- Сызықтық (1D): дислокациялар.
- Беттік (2D): түйіршік шекаралары, қабаттасу ақаулары.
- Көлемдік (3D): кеуектер, қуыстар, бөгде қосындылар.

Көлемдік ақаулар материалдың тұтас көлеміндегі қасиеттерді өзгертеді.

Көлемдік ақаулардың негізгі түрлері

Материалдың біртектілігін бұзатын үш өлшемді аймақтар.

- Кеуектер мен қуыстар — материал ішіндегі бос кеңістіктер.
- Бөгде қосындылар — негізгі матрицадан құрамы өзгеше бөлшектер.
- Шөгу қуыстары — қатаю кезіндегі көлемнің азаюынан пайда болады.
- Микрожарықшақтар — жергілікті тұтастықтың бұзылуы.

Ақаудың өлшемі, пішіні және орналасуы оның қауіптілігін анықтайды.

Көлемдік ақаулардың пайда болуы

Өндірістік және пайдалану факторлары.

- Балқыманың қатаюы: газдың бөлінуі және көлемдік шөгу.
- Ұнтақты престеу және күйежентектеу: толық тығыздалмау.
- Термиялық өңдеу: температура градиенттері мен фазалық өзгерістер.
- Механикалық жүктеме: пластикалық деформация және зақымдану.

Ақаулар технологиялық кезеңде де, пайдалану барысында да қалыптасады.

Макрокернеулер туралы түсінік

Түтікті ішкі кернеулер материалдың үлкен көлемінде таралады.

- Макрокернеулер көптеген түйіршіктерді қамтиды.
- Қалдық макрокернеулер сыртқы жүктеме алынғаннан кейін де сақталуы мүмкін.
- Созушы кернеулер жарықшақтың ашылуына ықпал етеді.
- Сығушы кернеулер жарықшақтың ашылуын тежеуі мүмкін.

$\sigma = F / A$ | σ — кернеу (Па), F — күш (Н), A — аудан ($м^2$)

Макрокернеулердің түзілу механизмдері

Біркелкі емес деформация — ішкі кернеудің негізгі көзі.

- Біркелкі емес қыздыру немесе салқындату.
- Пластикалық деформацияның көлем бойынша әркелкілігі.
- Фазалық түрленулер кезіндегі көлемдік өзгерістер.
- Дәнекерлеу, құю және механикалық өңдеу кезіндегі қалдық деформациялар.

Толық шектелген біросьті термиялық ұлғаю үшін: $|\sigma| = E\alpha|\Delta T|$

Жарықшақтардың сипаттамасы

Жарықшақ — қатты дененің тұтастығы бұзылған аймақ.

- Микрожарықшақтар және макрожарықшақтар.
- Беттік және ішкі жарықшақтар.
- Түйіршік бойымен (транскристалдық) және түйіршік шекарасымен (интеркристалдық) таралу.
- Негізгі параметрлер: ұзындық, ашылу шамасы, ұш радиусы және бағыты.

Жарықшақ ұшында кернеу шоғырланады.

Жарықшақтың ашылу түрлері

Сыну механикасында үш негізгі деформация режимі бар.

- I тип — жарықшақ беттерінің бір-бірінен ажырауы (ашылу).
- II тип — жарықшақ жазықтығында бойлық ығысу.
- III тип — жарықшақ фронтына параллель көлденең ығысу.

Нақты материалда аралас режимдер кездеседі.

Жарықшақтың энергетикасы

Гриффитс критерийі және кернеу қарқындылығы.

- Жарықшақ өскенде серпімді энергия босайды, жаңа беттер түзіледі.
- Энергетикалық шарт: G ≥ Gc, мұндағы Gc — сынуға кедергі.
- I тип үшін: $K_I = Y\sigma\sqrt{(\pi a)}$.
- Жазық деформацияда тұрақсыз өсу шарты: $K_I \geq K_{Ic}$.

a — жарықшақтың сипаттамалық өлшемі; Y — геометриялық коэффициент.

Ақауларды анықтау және алдын алу

Бұзбай бақылау және технологиялық басқару.

- Ультрадыбыстық бақылау — ішкі ақауларды анықтау.
- Рентгенография және томография — қуыстар мен қосындыларды көру.
- Капиллярлық бақылау — бетке ашық жарықшақтарды анықтау.
- Кернеуді азайту: тиісті термиялық өңдеу және біркелкі салқындату.

Бақылау әдісі материалға және ақаудың түріне қарай таңдалады.

Қорытынды және әдебиеттер

Дәрістің негізгі тұжырымдары.

- Көлемдік ақаулар материалдың беріктігі мен сенімділігіне әсер етеді.
- Макрокернеулер біркелкі емес деформациядан туындайды.
- Жарықшақтың өсуі энергетикалық және механикалық критерийлермен сипатталады.
- Әдебиеттер: Callister & Rethwisch, Materials Science and Engineering; T. L. Anderson, Fracture Mechanics.

Бақылау сұрағы: созушы қалдық кернеу жарықшақтың таралуына қалай әсер етеді?