

« »

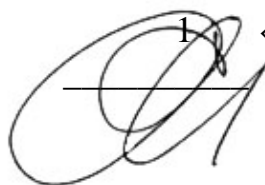
,

«27»

2020 .

«27»

2020 .

1


МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНОГО (СЕМІНАРСЬКОГО) ЗАНЯТТЯ

Навчальна дисципліна	Медична і біологічна фізика
Модуль №2	Основи медичної фізики
Змістовний модуль	Біологічна фізика
Тема заняття	Вивчення деформаційних властивостей стоматологічних матеріалів
Курс	I,II
Факультет	Стоматологічний

1. Актуальність теми.

На сучасному етапі в стоматології використовується широкий спектр конструкційних (металеві сплави, пластмаси, керамічні матеріали, ситали та ін.), допоміжних (відтискні, моделювальні, абразивні та ін.) і клінічних (цементи, композитні матеріали, адгезивні системи та ін.) матеріалів. Від їх якості залежить ефективність стоматологічного лікування та протезування, тому властивості стоматологічних матеріалів мають важливе значення.

2. Конкретні цілі.

Трактувати, класифікувати поняття, механічні властивості стоматологічних матеріалів та їх характеристики: механічні (σ_{np} , $\sigma_{0,2T}$, $\sigma_{мц}$, E), технологічні (ковкість, крихкість, плавкість, затвердіння), хімічні (колір, стійкість),

оволодіти навичками визначати величину деформації,

Розраховувати модуль пружності кісток,

Ознайомитись з будовою та принципом дії деформаційної установки і методикою випробувань на розтяг; визначати за діаграмами розтягу основні механічні характеристики міцності та пластичності матеріалів.

Трактувати отримані результати.

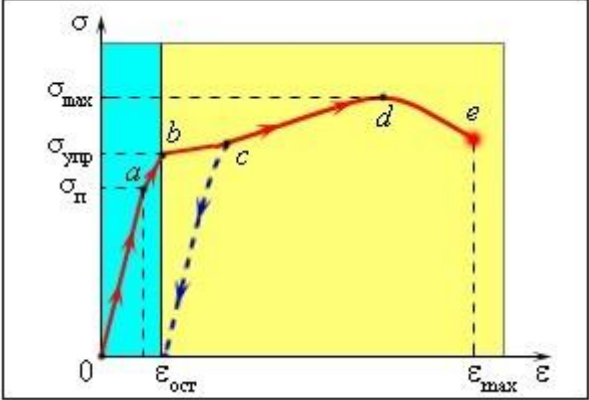
3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми:

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
Фізика	Сила пружності $F = -kx$, Модуль Юнга, Закон Гука, механічні властивості матеріалів.
Хімія	Властивості металів, електрохімічний ряд активності металів

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

4.1 Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття.

Термін	Визначення
Пружність	Під пружністю, або еластичністю розуміють здатність тіла повністю відновлювати свою форму і розміри після припинення дії зовнішніх сил, які викликали його деформацію
Пластичність	Здатність матеріалу давати значні залишкові деформації, не руйнуючись, називають пластичністю.
Міцність	здатність матеріалу бути стійким до дії зовнішніх сил, які можуть викликати пластичну деформацію або руйнування
Напруження механічне	Механічною напруженням σ називається відношення сили пружності, що виникає в зразку, до площі поперечного перерізу зразка σ – механіческое напряжение $F_{упр}$ – сила упругости S – площа поперечного сечения $[\sigma] = 1 \frac{H}{м^2}$ $[F_{упр}] = 1H$ $[S] = 1м^2$
Абсолютна та відносна деформація (на прикладі розтягу- стиску)	Абсолютне видовження Δl $\Delta l = l - l_0$

	<p>Формула відносного видовження ε</p> $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ <p> ε – <i>относительное удлинение</i> l_0 – <i>начальная длина</i> Δl – <i>абсолютное удлинение</i> $[l] = 1\text{м}$ $[\varepsilon]$ – <i>безразмерная</i> </p>
<p>Межі пропорційності, пружності, плинності та міцності</p>	<p>Межа пропорційності. Існує максимальна напруга (до точки <i>a</i> на діаграмі), при якій зберігається пряма пропорційність між механічною напругою і відносним видовженням</p> <p>Межа пружності. Максимальна напруга (точка <i>b</i> на діаграмі), при якій ще не виникають помітні залишкові деформації. При знятті зовнішньої сили, деформуючої зразок, розміри і форми повертаються до вихідних. При подальшому впливі зразок після зняття напруги вже не відновлює свої початкові розміри і в тіла зберігається залишкова деформація. Такі деформації називаються пластичними (ділянки <i>bc</i>, <i>cd</i> <i>de</i>). На ділянці <i>bc</i> деформація відбувається майже без збільшення напруги. Це явище називається плинністю матеріалу. В точці <i>d</i> досягається найбільша напруга, яку здатний витримати матеріал без руйнування (межа міцності).</p>
<p>Діаграма розтягу</p>	<p>Графічне зображення залежності між σ і відносною деформацією. називається діаграмою розтягу.</p> 
<p>Закон Гука</p>	<p>Закон Гука встановлює лінійну залежність між <u>деформаціями</u> та <u>механічними напруженнями</u>. Запис закону Гука через напруження і відносні деформації, дає можливість виключити вплив конструктивних особливостей стрижня на вид залежності між силовим параметром і деформацією.</p> <p>$\sigma = E\varepsilon$, E – модуль Юнга, ε - відносне видовження, σ - механічне напруження</p>

4.2. Теоретичні питання до заняття.

1. Що називається деформацією? Які види деформації?
2. Яким видам деформації піддаються зуби та протези при виконанні акту жування,

при акті відкушування?

3. Дайте чітку означення механічним властивостям, технологічним характеристикам, хімічним характеристикам.

4. Чим зумовлена дивовижна міцність кісток?

4.3. Практична робота, яка виконується на занятті.

Ознайомитись з установкою:

1. Ознайомитися з загальною будовою деформаційної установки та призначенням окремих її компонентів.
2. Познайомитись з принципом дії випробувальної машини.
3. Розглянути приклади зразків для різних видів випробувань.
4. Познайомитись з прикладами діаграм, отриманих при дослідженнях.

Оволодіти методикою та технікою експерименту;

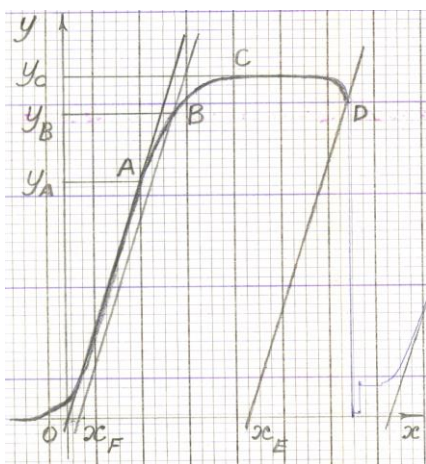
1. Виміряти товщину і ширину зразка не менш ніж у трьох місцях – посередині і на кінцях робочої частини зразка з точністю до $0,01\text{мм}$ і його розрахункову довжину, спочатку позначивши її рисками. За середніми значеннями товщини і ширини обчислити середнє значення площі поперечного перерізу зразка до випробування. Середні значення отриманих величин занести до таблиці 1.
2. Закріпити зразок у захватах машини без перекосів і так, щоб навантаження спрямовувалось уздовж осі зразка.
3. Перед пуском електроприводу перевірити готовність записуючого пристрою і встановити необхідну чутливість мостової схеми установки. Показчик **КСП-4** вивести в нульове положення.
4. Ввімкнути електродвигун приводу випробувальної машини і привод руху діаграмної стрічки і спостерігати процес розтягу зразка, при швидкості поступального руху гвинта $v_{zg} = 0,25 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}$ та

швидкості руху діаграмної стрічки $v_{cmp} = 720 \frac{\text{мм}}{\text{год}}$.

5. Після руйнування зразка вимкнути електропривод і вивільнити обидві частини зразка із захватів машини.
6. Здійснити калібрування за допомогою стандартного вантажу масою 5кг , і вимкнути привод руху діаграмної стрічки.
7. Зняти з барабана стрічку з отриманою діаграмою.

Визначити основні механічні характеристики випробовуваного матеріалу за його діаграмою розтягу:

1. Побудувати на діаграмі вісь абсцис.



2. Знайти точку перетину з віссю абсцис продовження лінійної ділянки діаграми, і провести через точку **O** вісь ординат.

3. Визначивши ординату точки **A** (в мм) за діаграмою та скориставшись співвідношеннями (3) і (4), розрахувати спочатку найбільше навантаження P_{ny} , до якого зберігається лінійна залежність між величиною навантаження та абсолютним видовженням зразка, а потім межу пропорційності σ_{ny} .

4. Провести розрахунки абсциси точки, яка відповідає величині відносного залишкового видовження зразка $\epsilon_{0,2} = 0,2\%$, використавши співвідношення (5).

5. Відклавши на осі абсцис від початку координат (точка **O**) відрізок довжиною $x_{0,2}$ (мм), отримати точку **F** та провести через неї пряму **FB** паралельну **OA**.

6. Визначити ординату точки перетину прямої **FB** з кривою діаграми (точка **B**) і,

використавши формули (3) і (6), розрахувати відповідно навантаження $P_{0,2}$, при якому досягається відповідна залишкова деформація, і умовну межу плинності матеріалу $\sigma_{0,2}$.

7. Визначивши ординату точки **C** (в мм) за діаграмою та скориставшись співвідношеннями (3) і (7), розрахувати спочатку найбільше навантаження $P_{mц}$, до якого не утворюється «шийка», а потім межу міцності $\sigma_{mц}$.

8. З точки діаграми **D** 4) провести пряму **DE**, паралельну прямолінійній частині діаграми **OA** до перетину з віссю абсцис.

9. Знайти абсцису точки **E**, розрахувавши величину приросту розрахункової довжини зразка $\Delta l_{повн}$ за формулою (1), визначити відносне залишкове видовження до руйнування δ за формулою (8).

10. Результати розрахунків занести до таблиці 1.

Таблиця 1.

$l_0, \text{мм}$			$x_F, \text{мм}$			$x_E, \text{мм}$		
$b, \text{мм}$		$y_A, \text{мм}$	$y_B, \text{мм}$		$y_C, \text{мм}$		$\Delta l_{повн}, \text{мм}$	
$h, \text{мм}$		$P_{mц}, \text{Н}$	$P_{0,2}, \text{Н}$		$P_{mц}, \text{Н}$		$\delta, \%$	
$F_0, \text{мм}^2$		$\sigma_{mц}, \text{МПа}$	$\sigma_{0,2}, \text{МПа}$		$\sigma_{mц}, \text{МПа}$			

Зміст теми

Здатність стоматологічного матеріалу протидіяти деформуванню і руйнуванню, пружно й пластично деформуватися під дією зовнішніх механічних сил характеризується механічними властивостями (пружність, еластичність, пластичність, в'язкість, міцність, крихкість, твердість та ін.).

Під **пружністю**, або **еластичністю** розуміють здатність тіла повністю відновлювати свою форму і розміри після припинення дії зовнішніх сил, які викликали його деформацію.

Здатність матеріалу давати значні залишкові деформації, не руйнуючись, називають **пластичністю**. Тобто пластичність властива матеріалам твердих тіл, які здатні деформуватися без руйнування під дією зовнішніх сил і зберігати пластичні деформації після припинення їх дії. Відомо, що пластична деформація призводить до зміни фізичних властивостей, наприклад, зміцнення металу (наклеп).

Пружність і в деякій мірі пластичність характерні для металів і сплавів, а еластичність – для полімерів. Еластична деформація може бути достатньо великою і, протікаючи в часі, має релаксаційний характер (релаксація – падіння внутрішньої механічної напруги при постійній початковій деформації).

Властивість тіл пластично або в'язко деформуватися називається **в'язкістю** або **плинністю**. Плинність у пластичних твердих тіл проявляється лише при напруженнях, які перевищують межу плинності. Із в'язкістю твердих тіл пов'язана їхня здатність демпфування коливальних напружень.

Досить важливою властивістю для стоматологічних матеріалів є **міцність** – здатність матеріалу бути стійким до дії зовнішніх сил, які можуть викликати пластичну деформацію або руйнування. На міцність матеріалу, при його використанні, може вплинути порушення технологічного процесу.

Для характеристики основних механічних властивостей використовуються такі фізичні величини, як модуль пружності, межа пружності, межа міцності, межа плинності, відносне залишкове видовження до руйнування та ін.

Пружні властивості матеріалу характеризують модулем пружності (E) (при лінійному розтягу – модуль Юнга), коефіцієнтом Пуассона (відношення відносної поперечної деформації до відносної поздовжньої при деформації розтягу), **межею пропорційності** (σ_{np}) (напруження, вище від якого матеріал вже не підлягає закону Гука) **межею пружності** ($\sigma_{пр}$) (найбільше напруження, при якому в зразку, ще не виникають залишкові деформації (у межах **0,001**—

0,05%)).

Міцність матеріалу характеризується **межею міцності** (умовною) ($\sigma_{мц}$) або тимчасовим опором (найбільше напруження, яке здатний витримати зразок без утворення «шийки») та **межею плинності** (фізична межа плинності) ($\sigma_{пл}$ або σ_s) (найменша напруга, при якій виникає плинність матеріалу зразка).

У багатьох матеріалів точно вираженої площадки плинності немає, тому користуються терміном **межа плинності умовна**, яка являє собою напруження при залишковому видовженні **0,2 %** від початкової довжини зразка.

Деформаційна здатність матеріалу доведеного до руйнування при випробуванні на розтяг, характеризується **відносним залишковим видовженням до руйнування** δ (відношення приросту розрахункової довжини зразка $\Delta l_{повн}$ до його початкової довжини l_0) і **відносним залишковим звуженням** ϕ (відношення зменшення площі перерізу в місці розриву ($\Delta F = F_0 - F_{ш}$), де $F_{ш}$ – площа шийки, до початкової площі перерізу F_0 зразка).

Внаслідок пластичної деформації характеристики міцності підвищуються, а пластичні – знижуються.

Визначивши механічні характеристики матеріалу, можна знайти напруження, які будуть безпечними при експлуатації стоматологічних матеріалів, тобто встановити допустимі напруження. Очевидно, що допустиме напруження повинно бути меншим від небезпечного:

$[\sigma] = \frac{\sigma_n}{n}$, де $[\sigma]$ – допустиме напруження; σ_n – небезпечне напруження; n – коефіцієнт запасу міцності. Для деталей з пластичних матеріалів, небезпечним напруженням буде межа плинності: $\sigma_n = \sigma_{пл}$, для деталей з крихких — межа міцності: $\sigma_n = \sigma_{мц}$.

Вибір коефіцієнта запасу міцності залежить від стану матеріалу (крихкий, пластичний), характеру прикладення навантаження (статичне, динамічне, повторно-змінне), а також від таких загальних факторів, як неоднорідність матеріалу неточність визначення зовнішніх навантажень, наближеність розрахункових схем і формул.

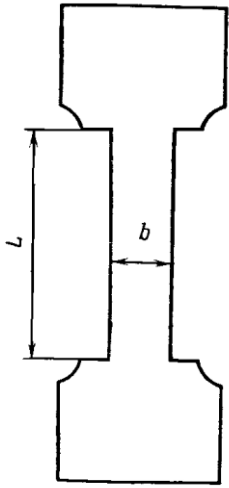
Для пластичних матеріалів при статичному навантаженні, коли $\sigma_n = \sigma_{пл}$, запас міцності $n = 1.4 - 1.6$, а для крихких, ($\sigma_n = \sigma_{мц}$) запас міцності $n = 2.5 - 3.0$. Інколи допустимі напруження для пластичних матеріалів визначають за межею міцності: $\sigma_n = \sigma_T = (0.5 - 0.7)\sigma_{мц}$ і $n = 2.4 - 2.6$.

Межа міцності матеріалу залежить як від його природи та складу, так і від способу деформації, наприклад, для сплавів на основі нікелю і кобальту міцність на розрив коливаються від **640 до 825 МПа**, межа міцності ситалів на згин, в залежності від складу, змінюється від **0,03 до 0,12 МПа**, на стиск – від **0,5 до 2,6 МПа**.

Для вивчення механічних властивостей матеріали випробовують на розтяг, стиск, зсув, кручення, згин, твердість. При статичних випробуваннях матеріал піддається дії постійної або сили, яка повільно змінюється. При динамічних – сила швидко змінюється. Для більш повного уявлення про властивості матеріалу проводять також випробування на стомлюваність (зменшення сили зчеплення зерен матеріалу внаслідок зсуву елементів кристалічної ґратки) та зношуваність (стирання – зміна форми поверхонь, що труться і зменшення маси зразка матеріалу).

Найчастіше проводять випробування на розтяг так, як це найпростіша деформація, яка виникає в стержні, коли до його кінців прикладені сили, спрямовані вздовж осі в протилежні сторони, та оскільки при цьому виявляються основні механічні характеристики стоматологічних матеріалів, що використовуються для оцінки їх міцності і пластичності. З цією метою застосовують розривні машини, які мають змогу автоматично отримати записаний в певному масштабі графік (діаграму).

При випробуванні на розтяг використовують плоскі зразки у формі подвійної лопатки



мал. 1

(див. мал. 1). Головки зразка мають специфічну форму для того, щоб в місцях контакту з захватами відбувався рівномірний розподіл напружень по всій площі контакту. Посередині між лопатками знаходяться робоча або початкова розрахункова довжина, яка на зразку обмежується кернами або рисками з точністю до 1%. Поперечний переріз зразка має форму прямокутника, площа якого F_0 дорівнює $F_0 = b \cdot h$, де h – товщина зразка, b – ширина його робочої частини.

Зразки виготовляють формуванням або механічною обробкою із спеціальних заготовок і виробів. Вони повинні мати гладеньку поверхню без тріщин, раковин та інших дефектів.

У навчальній і виробничій практиці широко використовують різного виду випробувальні машини, наприклад, **УММ-5**, **УММ-20**, **Р-5**, **Р-10**, **ИМ-4Р** та ін. Конструктивне виконання основних вузлів цих машин різне і

залежить від типу машини, величини навантаження, її потужності та принципу дії. У навчально-лабораторних випробуваннях доцільно використовувати універсальні випробувальні машини середньої потужності.

На рис. 2 зображено схему **деформаційної установка МРК-1**, гвинтового типу, яка призначена для дослідження механічних властивостей матеріалів шляхом їх квазістатичного навантаження з постійною швидкістю з автоматичним записом діаграм.

До основних її компонентів відносяться: блок механічних навантажень (**БМН**); електропривод (**ЕП**) та комплекс електровимірювальних приладів (**КЕВП**).

На масивній станині закріплений блок механічних навантажень, який складається з редуктора (**Р**), перетворювача обертального руху гайки у поступальний рух гвинта; електричного динамометра; штока; верхнього та нижнього захватів та шарнірного кріплення до корпусу машини.

До складу електроприводу входять: двигун постійного струму (**ЕД**); пульт керування (**ПК**) та блок живлення (**БЖ**).

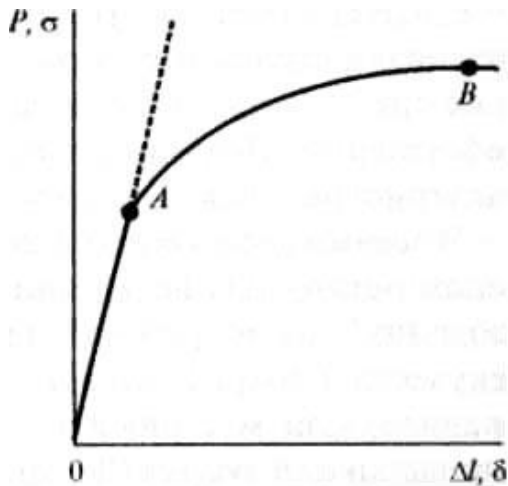
Комплекс електровимірювальних приладів містить: мостову схему (**МС**) і потенціометр **КСП-4**. Два плеча мостової схеми містять магазини опорів, два інші плеча – тензорезистори електричного динамометра. В одну з діагоналей моста ввімкнено блок живлення постійного струму стабілізованої напруги, в іншу діагональ в ролі нуля-індикатора ввімкнено автокомпенсаційний мікровольтнаноамперметр типу **Р325** з підсилювачем типу **Ф116/1**.

Навантаження для здійснення деформації створюється завдяки електроприводу. Обертовий момент сили, створений двигуном електроприводу типу **ПМУ-1** номінальною потужністю **0,18кВт**, підсилюється редуктором зі ступінчатою зміною передачі у співвідношенні **1:10:100:1000** і передається гайці, яка закріплена на підшипниках, фіксуючих її у горизонтальній площині. Завдяки обертальному руху гайки, гвинт здійснює зворотно-поступальний рух. При переміщенні гвинта вгору, через електричний динамометр і шток та верхній захват здійснює навантаження зразка так, як нижнім захватом він шарнірно з'єднаний з корпусом приладу. При цьому зразок зазнає деформації розтягу. Швидкість деформації можна регулювати плавно реостатом пульта керування або ступенями за допомогою редуктора в межах від **0,005** до **50мм/хв.** Шляхом реверсування двигуна за допомогою пульта керування, можна здійснювати навантаження та розвантаження зразка.

Запис діаграми розтягу здійснюється завдяки комплексу електровимірювальних приладів таким чином. По мірі збільшення навантаження відбувається поступова зміна параметрів тензодатчика електричного динамометра, який знаходиться у навантажувальній лінії, що призводить до розбалансування мостової схеми. В результаті на вході нуля-індикатора виникає сигнал, який зазнає підсилення підсилювачем і передається на вхід потенціометра **КСП-4**, показчик якого здійснює переміщення відносно діаграмної стрічки пропорційне до величини

сигналу. Отже поступове зміщення покажчика відносно початкового положення (нульового рівня) буде прямо пропорційне величині зростаючого навантаження, яке прикладається до зразка в процесі деформації. Після руйнування зразка показник потенціометра повертається у початкове положення. Так, як діаграмна стрічка рухається із стабільною швидкістю в перпендикулярному напрямку відносно переміщення покажчика, то перо покажчика здійснює запис діаграми розтягу. Вигляд діаграми буде залежати від співвідношення швидкостей руху гвинта та стрічки та вибраної чутливості нуля-індикатора та реєструючого приладу. Масштаб діаграми в напрямку осі деформації визначають за співвідношенням швидкостей, а в напрямку осі навантажень шляхом калібрування. Воно здійснюють шляхом навантаження стандартним вантажем масою 5 кг із синхронним записом відхилень покажчика (калібрувальних імпульсів) на рухомій діаграмній стрічці.

Результат випробувань на розтяг сталевих зразків з малим вмістом вуглецю зображено на мал. 2. Ця діаграма виражає залежність абсолютного видовження зразка Δl від величини навантаження P .



мал. 2

Нелінійність на початку діаграми пояснюється стисканням головок зразка в захватах машини і пружною деформацією деталей блоку механічних навантажень.

По мірі зростання навантаження до $P_{ну}$ (точка A), спостерігається пряма пропорційна залежність між видовженням Δl зразка і силою P (закон Гука). (Після розвантаження початкова довжина зразка відновлюється, а пружна деформація практично зникає).

При подальшому навантаженні зразка починається деяке відхилення діаграми від прямої лінії (точка B), а після досягнення навантаження $P_{пл}$ (точка C) деформація починає зростати швидше ніж навантаження, а для деяких матеріалів зразок видовжується без збільшення, а іноді й при зменшенні навантаження. (Після розвантаження

матимемо значну залишкову деформацію).

Для подальшого деформування зразка доводиться збільшувати навантаження, оскільки зразок знову здатний чинити опір розтягу (точка F). Це пояснюється зміцненням матеріалу, тобто зміною його властивостей: межі пропорційності і плинності збільшуються; площадка плинності зникає; пластичність погіршується; жорсткість зростає. Інколи ці зміни корисні, інколи — шкідливі, і їх усувають. (Якщо тепер повністю розвантажити зразок, то пружна деформація $\Delta l_{пр}$ зникне, а $\Delta l_{зал}$ залишиться. При повторному навантаженні перо накреслило б лінію **RF**, а далі, продовжувало б переміщуватися вздовж лінії **FD**).

Наступне збільшення навантаження призводить до появи «шийки» на зразку і зсуву. До моменту появи шийки навантаження досягає свого максимального значення $P_{мц}$ (точка D).

Тільки-но на зразку починає утворюватися шийка, навантаження зменшується (ділянка **DK**). Далі зразок деформується внаслідок подовження в зоні шийки і зазнає руйнування (точка K).

Після розриву пружна частина $\Delta l_{пр}$ загальної деформації $\Delta l_{заг}$ зникає. Залишається тільки деформація $\Delta l_{повн}$, на яку подовжилася робоча частина зразка до руйнування.

Для проведення розрахунків на діаграмі необхідно точку перетину продовження лінійної ділянки діаграми з віссю абсцис вважати початком координат. За абсцисою x будь-якої точки діаграми можна визначити абсолютне або відносне видовження зразка, за ординатою y — величину навантаження або напруження.

Абсолютне видовження Δl обчислюється за діаграмою зі співвідношення:

$$\Delta l = x \frac{v_{св}}{v_{стр}}, \quad (1)$$

де v_{zg} – швидкість поступального руху гвинта і v_{cmp} – швидкість руху діаграмної стрічки, а відносне видовження:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}, \quad (2)$$

де l_0 – початкова довжина робочої частини зразка.

Величину навантаження P , можна визначити із співвідношення:

$$P = \frac{\beta_2}{\beta_1} \cdot \frac{P_1}{y_1} \cdot y, \quad (3)$$

де β_1 – межа вимірювання нуль-індикатора при калібруванні, β_2 – межа вимірювання нуль-індикатора при записі діаграми розтягу, P_1 – вага стандартного вантажу для калібрування, y_1 – висота калібрувального імпульсу на діаграмі, y – ордината точки діаграми.

За ординатою точки A зі співвідношення (3) визначається P_{nu} – найбільше навантаження, до якого зберігається лінійна залежність між силою та абсолютним видовженням, а потім межа пропорційності:

$$\sigma_{nu} = \frac{P_{nu}}{F_0}, \quad (4)$$

де, F_0 – початкова площа перерізу зразка.

Для визначення умовної межі плинності спочатку розраховують абсцису точки F – $x_{0.2}$, яка відповідає величині відносного залишкового видовження зразка $\varepsilon_{0.2} = 0.2\%$:

$$x_{0.2} = \Delta l_{0.2} \frac{v_{cmp}}{v_{zg}} = \frac{\varepsilon_{0.2} l_0 v_{cmp}}{100 v_{zg}}, \quad (5)$$

де l_0 – початкова довжина зразка. Потім проводять пряму FB паралельну OA та за ординатою точки B визначають $P_{0.2}$ – навантаження, при якому досягається відповідна залишкова деформація (див. (3)). Умовну межу текучості обчислюють за формулою:

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0}. \quad (6)$$

де l_0 – початкова довжина зразка.

Матеріали для самоконтролю

тести

До механічних властивостей матеріалів відносяться:

- А) міцність на розтяг, стиск, згин і кручення;
- В) крихкість і твердість;
- С) питома теплоємність, температура плавлення і теплопровідність;
- Д) пружність, еластичність, пластичність і в'язкість;
- Е) питомий електричний опір і показник заломлення.

Які властивості має тіло, яке здатне повністю відновлювати свою форму і розміри після припинення дії зовнішніх сил, що викликали його деформацію?

- А) еластичність;
- В) міцність;
- С) пластичність;
- Д) пружність;
- Е) твердість.

Що виникає у наслідок втоми матеріалу?

- A) збільшення сили зчеплення деформованого матеріалу при зсуві елементів кристалічної решітки;
- B) зменшення ваги матеріалу без зміна форми поверхонь, що труться;
- C) зміна форми поверхонь матеріалів, що деформуються і зменшення ваги матеріалу;
- D) зміна форми поверхонь матеріалів, що деформуються і збільшення ваги матеріалу;
- E) зменшення сили зчеплення деформованого матеріалу при зсуві елементів кристалічної решітки.

Які величина використовується для характеристики деформації розтягу?

- A) абсолютне видовження;
- B) густина;
- C) в'язкість;
- D) коефіцієнт поверхневого натягу;
- E) відносне видовження.

Що характеризує межа пружності матеріалу?

- A) міцність;
- B) пластичність;
- C) довговічність;
- D) пружність;
- E) твердість.

Що називається межею пропорційності?

- A) механічна напруга при якій матеріал тече;
- B) механічна напруга вище від якої матеріал вже не підлягає закону Гука;
- C) механічна напруга при якій матеріал не зазнає залишкових деформацій;
- D) механічна напруга при якій матеріал руйнується;
- E) механічна напруга вище від якої утворюється шийка.

Як пов'язані між собою механічна напруга і сила, яка викликає деформацію?

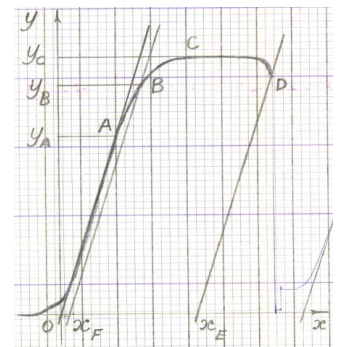
- A) механічна напруга дорівнює добутку сили на площу поперечного перерізу зразка, який зазнає деформації розтягу;
- B) механічна напруга дорівнює добутку сили на відносне видовження зразка, який зазнає деформації розтягу;
- C) механічна напруга прямо пропорційна силі і обернено пропорційна відносному видовженню зразка;
- D) механічна напруга прямо пропорційна силі і обернено пропорційна площі поперечного перерізу зразка, який зазнає деформації розтягу;
- E) механічна напруга прямо пропорційна силі і відносному видовженню зразка.

Як називається напруга при якій зразок подовжується без збільшення навантаження?

- A) границею пружності;
- B) границею пропорційності;
- C) границею міцності;
- D) границею текучості;
- E) тимчасовим опором.

Яка точка діаграми відповідає межі міцності матеріалу?

- A) точка A;
- B) точка B;
- C) точка D;
- D) точка C;
- E) точка F.



Б. Задачі для самоконтролю

1. Для визначити межі міцності метилметакрилату на стиск було виготовлено стандартний зразок у формі циліндра висотою 10 мм, діаметром 5 мм. Під час дослідження зразок зруйнувався при навантаженні 2,3 кН. Розрахувати межу міцності матеріалу.

2. Чому дорівнює межа міцності силікатного цементу, якщо зразок у формі циліндра висотою 9 мм, діаметром 4 мм зруйнувався при навантаженні 2 кН?
3. Для визначити межі міцності ситалу на стиск було виготовлено стандартний зразок у формі циліндра висотою 10 мм, діаметром 5 мм. Під час дослідження зразок зруйнувався при навантаженні 50 Н. Розрахувати межу міцності матеріалу.
4. Чому дорівнює межа міцності композитного матеріалу, якщо зразок у формі циліндра висотою 9 мм, діаметром 4 мм зруйнувався при навантаженні 3,6 кН?

Література

Основна література:

1. Медична і біологічна фізика / За ред. О. В. Чалого, 2-ге видання – К.: Книга - плюс, 2004
2. Тиманюк В. А., Животова Е. Н. Біофізика. – К.: Вища шк., 2001.
3. Іщейкіна Ю.О., Макаренко В.І., Тронь Н.В. Медична і біологічна фізика [Навчальний посібник] – Полтава: Шевченко Р.В., 2012. – 352 с., іл.

Додаткова література:

1. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. – М: Высш. шк., 1992.
2. Антонов В. Ф. и др. Биофизика.- М: Владос, 2000.
3. Эссаулова И. И., Блохина М. Е., Гонцов Л. Д. Руководство к лабораторным по медицинской и биологической физике. – М: Высш. шк., 1987.
4. Русяев В. Ф., Мищенко С. В., Пронина Н. В. Медицинская физика (Сборник вопросов и задач). – Полтава, АСМИ, 2001.
5. Агапов Б Т., Максютин Г. В., Островерхов П. И. Лабораторный практикум по физике. – М: Высш. шк., 1982.