

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ

для студентів 2 курсу денної і заочної форм навчання
напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Про-
мислове та цивільне будівництво», «Теплогазопостачання і вентиля-
ція», «Міське будівництво і господарство», 6.060103 – «Гідротехніка
(Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення»

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з опору матеріалів для студентів 2 курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Промислове та цивільне будівництво», «Теплогазопостачання і вентиляція», «Міське будівництво і господарство» 6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Л. С. Андрієвська, М. А. Засядько, – Х.: ХНАМГ, 2010. – 20 с.

Укладачі: Л. С. Андрієвська, М. А. Засядько

Рецензент: д.т.н., проф. Шпачук В. П.

Рекомендовано кафедрою теоретичної і будівельної механіки,
протокол № 1 від 31.08.2010р.

Вступ

Опір матеріалів – наука експериментально-теоретична. Експериментальна і теоретична частини курсу тісно пов'язані між собою і існування однієї з цих частин без іншої неможливо. Вихідні дані, на підставі яких робляться теоретичні підсумки, потребують експериментальної перевірки. Крім того, для розв'язання задач інженерного проектування необхідно дані про фізико-механічні властивості матеріалів, які можуть бути одержані тільки експериментально.

Випробування в лабораторії ставлять з метою:

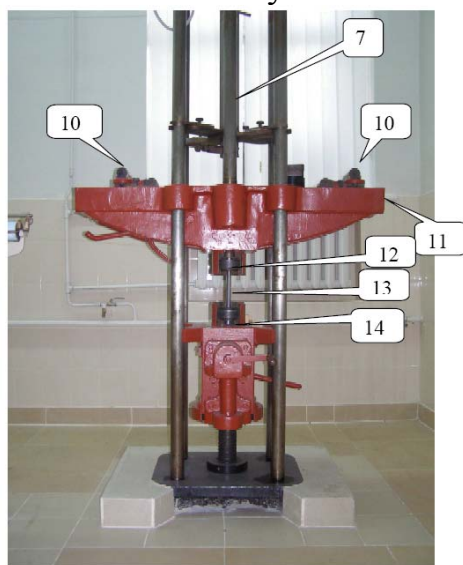
- ознайомити студентів з основними фізико-механічними характеристиками матеріалів;
- продемонструвати закони, що пов'язують між собою напруження та деформації;
- проілюструвати фізичну суть явищ при різних деформаціях;
- обґрунтувати гіпотези, на яких базуються теоретичні висновки опору матеріалів.

У лабораторних роботах передбачено вивчення властивостей як металевих (сталь, чавун), так і неметалевих (деревина) матеріалів, що дістали широке застосування у будівництві.

Перш ніж приступити до виконання лабораторної роботи, необхідно засвоїти теоретичний матеріал, ознайомитись зі схемою машин та приладів, застосованих при випробуванні. Схеми зразків, дані попередніх обмірів і експериментів необхідно заносити в журнал лабораторних робіт.

Універсальна випробувальна машина УВМ-50

На цій машині передбачена можливість виконання випробувань на розтяг, стиск та згин при максимальному навантаженні 500 кН (50 тс).



Універсальна випробувальна машина УВМ-50 (фото)

Схему машини наведено на рис. 1. Машина складається з трьох основних вузлів: силовий агрегат, вимірювач сили та робоча частина.

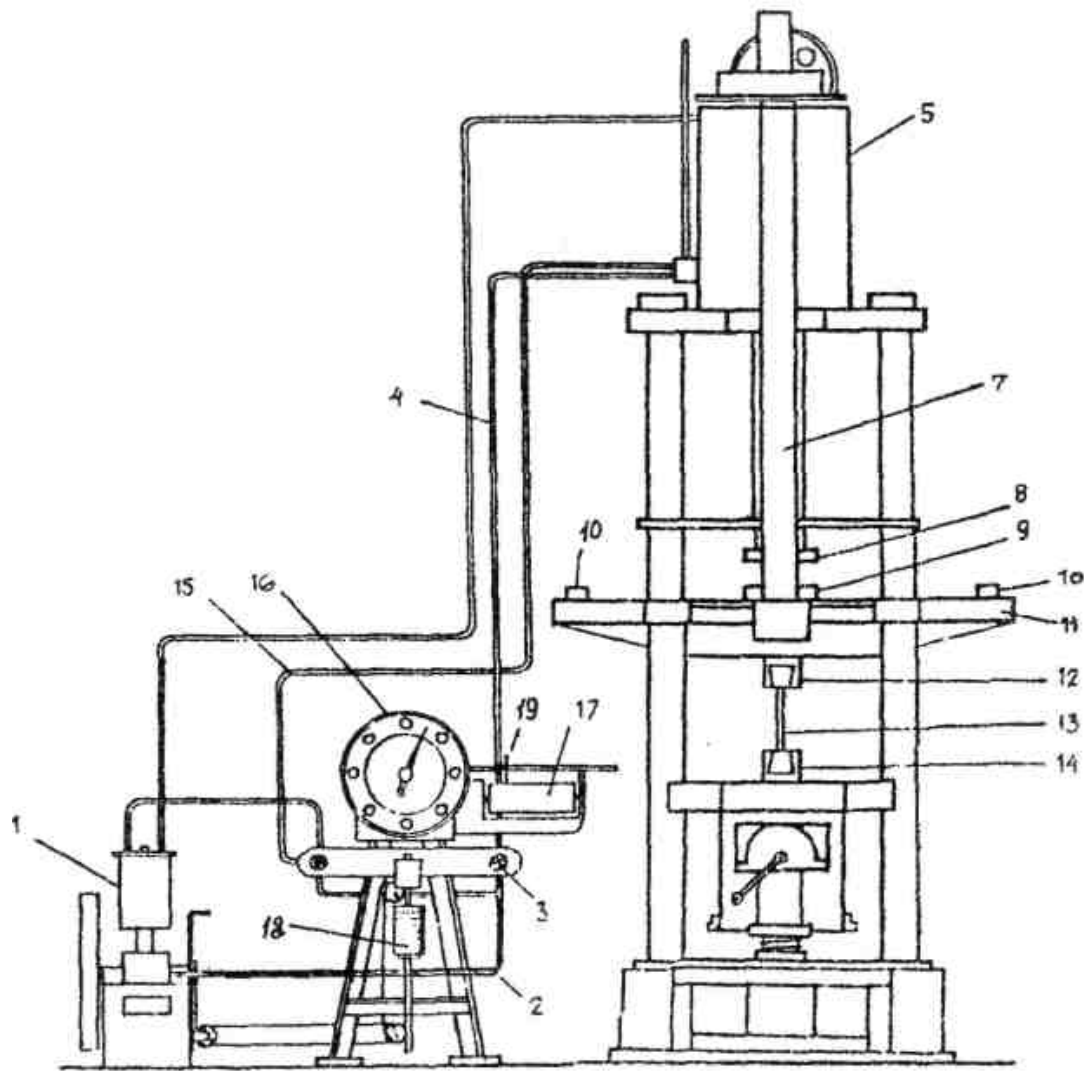


Рис. 1

Силовий агрегат являє собою гідравлічний насос 1, який приводиться до дії електричним двигуном. Силовий агрегат зв'язаний трубопроводами 2, 4, 15 з вимірювачем сили та робочою частиною.

Вимірювач сили складається з гідравлічного циліндра, шток якого через важіль з'єднаний з маятником 18. Маятник через зубчасту передачу пов'язаний зі стрілкою шкали 16 вимірювача сили, а також через зубчасту рейку з олівцем 19, який зміщується уздовж осі барабана 17. Кут відхилення маятника, а отже й кут повороту стрілки на шкалі 16 та величина зміщення олівця на барабані 17 залежить від тиску рідини в циліндрі вимірювача сили.

Робоча частина – це гідравлічний прес. Під тиском рідини поршень робочого циліндра 5 зміщується угору і піднімає через тяги 7 траверсу 11. При такому переміщенні між її захватом 12 та нижнім нерухомим захватом 14 станини здійснюється розтяг, а між упором 9 траверси та верхнім нерухомим упором 8 – стиск. При випробуваннях на згин балку розміщують на верхніх опорах 10 траверси.

До траверси прикріплена нитка, другий кінець якої перекинута через шків барабана 17 вимірювача сили. Отже при переміщенні траверси барабан 17 повертається навколо своєї осі на відповідну величину.

При випробуваннях робоча рідина від насоса 1 через трубопровід 2, регулювальний вентиль 3 та трубопровід 4 подається до робочого циліндра 5. Поршень циліндра приходить в рух, приводячи до переміщення траверси 11. Отже здійснюється навантаження на зразок: стиск, або згин над траверсою чи розтяг - під нею. Величина навантаження визначається тиском рідини у робочому циліндрі. Завдяки трубопроводу 15, що з'єднує робочий циліндр та вимірювач сили, означений тиск передається на циліндр вимірювача сили. Отже, залежно від тиску робочої рідини, стрілка на шкалі 16 вимірювача сили відображає величину навантаження. При цьому олівець 19 на барабані 17 креслить криву залежності між навантаженням і переміщенням траверси (подовженням або покоротшенням відповідно розташованому зразку).

Лабораторна робота № 1

Випробування сталевого нормального зразка на розтяг

Мета роботи - одержання діаграми розтягу сталевого зразка, ознайомлення з методикою визначення механічних характеристик матеріалів на прикладі маловуглецевої сталі і визначення марки сталі за одержаними характеристиками міцності й пластичності.

За даними випробувань необхідно визначити:

- межу текучості σ_m ;
- межу міцності σ_{max} ;
- абсолютне подовження розрахункової довжини Δl ;
- відносне подовження ε ;
- відносне звуження після розриву ψ ;
- площу діаграми розтягу S ;
- повну роботу, що витрачена на розрив W ;
- питому роботу деформації w ;
- міру заповнення діаграми η ;
- марку сталі.

Роботу виконують на універсальній випробувальній машині УВМ-50 (рис.1). Вимірювання розмірів зразка виконують за допомогою штангенциркуля.

Зразок для випробування. Як показали експерименти, межа міцності матеріалу не залежить від довжини й форми перерізу зразка.

При випробуваннях на розтяг для досягнення порівнюваних між собою результатів використовують нормальні циліндричні зразки семи типів і плоскі зразки двох типів. Тип зразка визначається конструкцією його кінцівок. У цій роботі використовують циліндричний зразок IV типу (рис. 2).

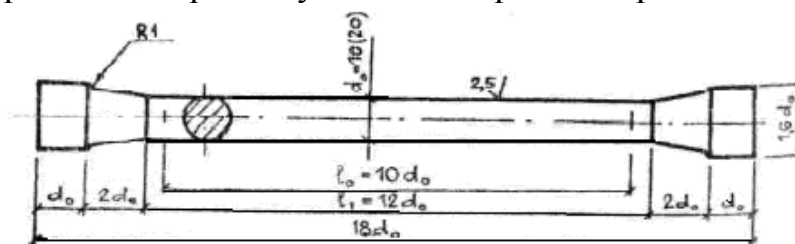


Рис. 2

Розрахункова довжина l_0 на зразках помічається рисками. Ця довжина повинна бути меншою, ніж відстань між кінцівками, щоб виключити вплив способу прикладання зовнішніх сил і концентрації напружень в місцях зміни перерізу. Зона цього впливу на підставі принципу Сен-Венана не перевищує меншого розміру перерізу.

Основні відомості з теорії

Особливості поведінки зразка при випробуванні на розтяг наочно ілюструються діаграмою розтягу - графіком залежності між навантаженням F та абсолютним подовженням Δl . Для маловуглецевої сталі вона має вигляд, наведений на рис. 3.

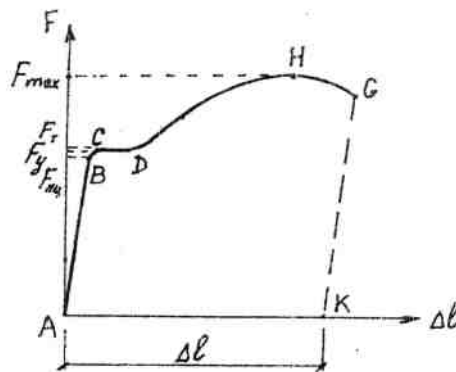


Рис. 3

На цій діаграмі можна відокремити три ділянки: лінійна AB ; горизонтальна CD та нелінійна DHG .

На ділянці AB подовження Δl пропорційне навантаженню F , тобто дійсний закон Гука. Величина $F_{mц}$ визначає навантаження, що відповідає межі пропорційності. Дуже близьке до нього значення $F_{mц}$, яке визначає межу пружної роботи матеріалу.

На ділянці CD подовження Δl зростають при незмінному навантаженні F_m . Таке явище, характерне для пластичних матеріалів, називається текучістю, а F_m - навантаження, що відповідає межі текучості матеріалу.

Коли зона текучості минає, навантаження знову зростає до F_{max} , після чого стрімко падає до миті розриву зразка (т. G). F_{max} - навантаження, що відповідає межі міцності матеріалу (тимчасовому опору).

Падіння навантаження після досягнення F_{max} обумовлене тим, що в цей час на зразку утворюється місцеве звуження - так звана шийка діаметром d (рис. 4). Внаслідок цього несуча здатність зразка знижується.

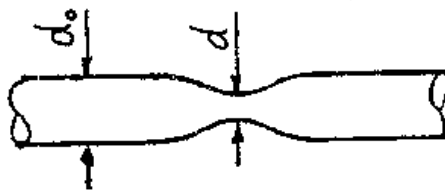


Рис. 4

На основі цієї діаграми розтягу будують діаграму напружень - залежність між напруженнями σ та відносним подовженням ε :

$$\sigma = \frac{F}{A_0}, \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}.$$

Ця діаграма є характеристикою матеріалу безвідносно до розмірів зразка. На діаграмі напружень зберігаються всі характерні точки діаграми розтягу.

Послідовність виконання роботи

За допомогою штангенциркуля вимірюють діаметр d_0 та розрахункову довжину l_0 зразка, після чого закладають його в зачіпки машини УВМ-50.

Перед початком випробувань проводять попередній натяг, щоб виключити вплив люфтів та сковання зразка в зачіпках. Далі виставляють на барабан діаграмного апарата олівець і створюють зростаюче навантаження F , доводячи зразок до розриву.

Упродовж експерименту на силовій шкалі машини відзначають навантаження F_m , що відповідає межі текучості та F_{max} . Після розриву зразка його частини виймають з машини і вимірюють довжину розрахункової частини l та діаметр зразка в зоні розриву - діаметр шийки d .

За одержаними даними випробувань виконують обчислення:

– площа перерізу зразка до випробувань: $A_0 = \frac{\pi d_0^2}{4}$;

– площа шийки зразка (в місці розриву): $A = \frac{\pi d^2}{4}$;

– межа текучості матеріалу $\sigma_m = F_m / A_0$;

– межа міцності $\sigma_{max} = F_{max} / A_0$;

– абсолютне подовження $\Delta l = l - l_0$ (l - довжина розрахункової частини зразка після розриву);

– відносне подовження $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$;

– коефіцієнт звуження шийки $\psi = \frac{A_0 - A}{A_0}$;

робота, витрачена на розрив зразка $W = S \cdot m \cdot n$ (S - площа діаграми розтягу, m та n - масштаби сил та переміщень, які наведені в паспорті машини);

– питома робота деформації $w = \frac{W}{A_0 l_0}$;

– межа заповнення діаграми $\eta = \frac{W}{F_{max} (l - l_0)}$.

Маючи межу міцності, відносне подовження і межу текучості, визначають марку сталі зразка (див. табл. 1 додатку).

Контрольні запитання

1. Яка мета роботи?
2. Які параметри характеризують міцність матеріалу?
3. Які параметри характеризують пластичність матеріалу?
4. Назвіть характерні точки діаграми розтягу?
5. Які деформації мають місце в процесі деформації зразка до руйнування?
6. Як за даними випробувань визначають марку матеріалу?
7. Яке призначення має машина УВМ-50?
8. Який принцип роботи машини УВМ-50?

Лабораторна робота № 2 Випробування сталі на стиск

Мета роботи: вивчення властивостей пластичних матеріалів при тиску і визначення їхніх механічних характеристик.

Випробувальна машина. Випробування проводять на випробувальній машині УВМ-50 (Рис. 1).

Зразок для випробувань. Для випробування використовують зразок у вигляді циліндра за відношенням висоти до діаметра $\frac{h}{d_0} = 1 \dots 3$. Стиск проводять центральним навантаженням паралельно осі зразка. На результати експерименту впливають сили тертя, що діють у площинах контакту між торцями зразка і опорними плитами машини. Якщо змастити торці зразка для зменшення сил тертя, величина межі міцності виявляється меншою, ніж при відсутності мастила. Щоб одержати порівнювані результати, наявність чи відсутність змащування необхідно зазначати. Сили тертя протидіють деформації зразка у поперечному напрямку. Вплив цих сил зменшується при віддаленні від торців до середини. Через це зразок при стиску стає бочкоподібним (рис. 5).

Враховуючи вплив сил тертя на результати експерименту, не рекомендується вживати дуже короткі зразки. Не слід застосовувати також довгі зразки, оскільки внаслідок хоча незначних ексцентриситетів приклада навантаження крім стиску з'явиться згин. При збільшенні довжини зразка зростає і вплив згину.

Основні відомості з теорії

При стиску зразок скорочується і розширюється на відміну подовження та звуження при розтягу. Усі механічні характеристики матеріалів зберігають ті самі визначення та позначення, що й при розтягу.

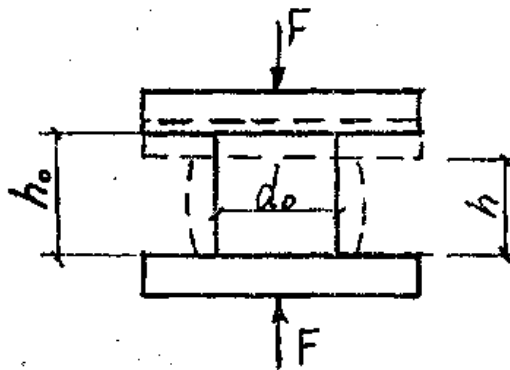


Рис. 5

Відносне покоротшання

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h}{h_0}$$

де h_0 та h - висота зразка відповідно до та після експерименту.

Відносне поперечне розширення

$$\psi = \frac{A_0 - A}{A_0},$$

де A та A_0 - площа перерізу зразка відповідно після та до експерименту.

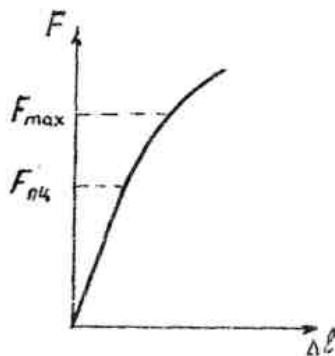


Рис. 6

З діаграми стиску м'якої сталі (рис. 6) видно, що в початковому періоді завантаження, як при розтягу, має місце пропорційність між силою та деформацією. Після досягнення навантаження, що відповідає межі пропорційності, лінійна залежність порушується: деформації зростають швидше, ніж навантаження. При подальшому збільшенні стискуючої сили зростання деформацій поступово стає повільним за рахунок збільшення перерізу зразка. Оскільки зразок під дією зростаючого навантаження поступово розплющується, визначити руйнуюче навантаження неможливо. Тому випробування переривають при деякому навантаженні F_{max} , обмежуючись вивченням поведінки та характеру деформацій пластичної сталі при стиску.

Випробування на стиск для пластичного матеріалу є додатком до випробувань на розтяг.

Визначення напружень за формулою

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A_0}$$

дає дуже умовні величини через неоднаковість перерізів зразка вздовж висоти. Межу пропорційності при стиску можна визначити так само, як і при розтягу:

$$\sigma_{пц} = \frac{F_{пц}}{A_0}.$$

Послідовність виконання роботи

Перед початком випробувань заміряють діаметр перерізу та висоту сталевого зразка.

Зразок розміщують між стискуючими площинами випробувальної машини та проводять його поступово зростаюче навантаження. Одночасно спостерігають деформації зразка. Коли стискуюча сила досягає 350...400 кН, випробування переривають.

Вимірюють діаметр та висоту зразка після деформації.

Обчислюють нормальне напруження сталі при максимальному навантаженні.

Результати замірів та обчислень заносять в журнал спостережень.

Контрольні запитання

1. Яка мета лабораторної роботи?
2. Яка форма перерізу зразка для випробувань?
3. Яке відношення висоти до діаметру перерізу повинен мати зразок?
4. Який вигляд має діаграма стиску?
5. Чи впливають сили тертя між торцями зразка та опорними плитами на форму деформування зразка і результати випробувань?
6. За якою формулою обчислюють межу пропорційності сталі при стиску?
7. Яка розмірність умовної межі міцності й межі пропорційності сталі?
8. Якої форми набуває зразок при стиску?
9. За якими формулами визначають відносне покортшення та відносне розширення зразка?

Лабораторна робота № 3

Випробування чавуна на стиск

Мета роботи: вивчення властивостей крихких матеріалів при стиску та визначення межі міцності чавуна.

Випробувальна машина. Експеримент виконують на випробувальній машині УВМ-50.

Зразок для випробувань. Випробування чавуна на стиск звичайно проводять на зразках циліндричної форми за відношенням висоти до діаметра у межах $h/d = 1...2$ (рис. 7).

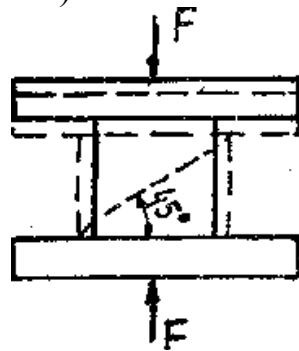


Рис. 7

Для таких крихких матеріалів, як камінь та бетон, звичайно зразок беруть у вигляді куба.

Основні відомості з теорії

Крихкі матеріали (чавун, камінь, бетон та ін.) на стиск працюють значно краще, ніж на розтяг, тому вони використовуються саме в стиснутих елементах споруд. Отже випробування на стиск для таких матеріалів є основними.

На початку дії навантаження діаграма стиску чавунного зразка дуже близька до прямої (рис. 8).

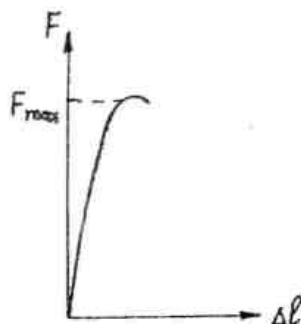


Рис. 8

Відхилення її від осі F мале. Точна пропорційність між навантаженнями та покоротшаннями відсутня, тобто закон Гука в цьому випадку не діє. Однак в межах тих напружень, при яких матеріал звичайно застосовується в конструкціях, відхилення від закону Гука незначне і на практиці ним нехтують.

При збільшенні навантаження діаграма суттєво викривляється, зростання деформацій випереджає зростання навантаження. Руйнування зразка відбувається миттєво при достатньо значному навантаженні F_{max} . Руйнування відбувається вздовж похилих площин, кут яких з віссю зразка складає $45... 50^\circ$. Цей кут нахилу площин руйнування близький до кута нахилу найбільших Дотичних напружень.

Стиснутий зразок змінює попередню циліндричну форму на бочкоподібну, що свідчить про наявність невеликих пластичних деформацій. Межу міцності чавуна визначають за відомою формулою

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A_0}.$$

Відзначимо, що діаграми стиску і розтягу крихких матеріалів мають однакову форму, але межа міцності при стиску ($500... 1000$ МПа) в декілька разів перевищує межу міцності при розтягу ($210... 320$ МПа).

Послідовність виконання роботи

Після вимірювання зразок встановлюють між стискуючими площинами машини і проводять його стиск до руйнування. Значення навантаження F_{max} , при якому відбулося руйнування, заносять в журнал спостережень. Обчислюють межу міцності чавуна на стиск і за табл. 2 додатку визначають марку чавуна.

Контрольні запитання

1. Яка мета лабораторної роботи?
2. Яка форма перерізу зразка для випробувань?
3. Який вигляд має діаграма стиску чавуна?
4. Для яких матеріалів випробування на стиск має важливе практичне значення?
5. Як відрізняються діаграми стиску чавуна та сталі?
6. Чому руйнування зразка відбувається вздовж площин, нахилених під кутом 45° до його осі?
7. За якою формулою визначають межу міцності чавуна при стиску.

Лабораторна робота № 4

Випробування деревини на стиск

Мета роботи: вивчення властивостей деревини при стиску її вздовж та поперек волокон, визначення межі міцності.

Випробувальна машина. Експерименти виконують на випробувальній машині УВМ-50.

Зразок для випробувань. Для випробувань деревини на стиск у цій роботі беремо кубики з сосни розміром 50x50x50 мм.

Основні відомості з теорії

Однією з механічних характеристик деревини є опір її стиску. Величина опору деревини перш за все залежить від того, як спрямоване навантаження відносно напрямку волокон: уздовж (рис. 9) або поперек (рис. 10).

При стиску вздовж волокон руйнування відбувається після вичерпання міцності твердих пластинок при порівняно невеликих деформаціях. Як свідчить діаграма стиску (рис. 11), між навантаженнями та деформацією спостерігається пропорційність майже до руйнування.

Випробування проводять до руйнування зразка. Максимальне зусилля визначають з діаграми стиску або відраховують на шкалі сил вимірювача випробувальної машини.

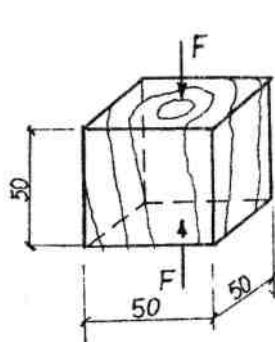


Рис. 9

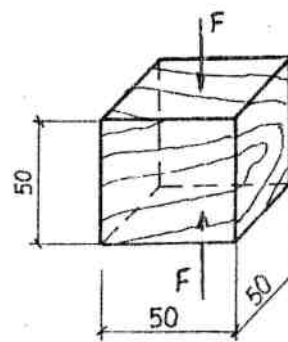


Рис. 10

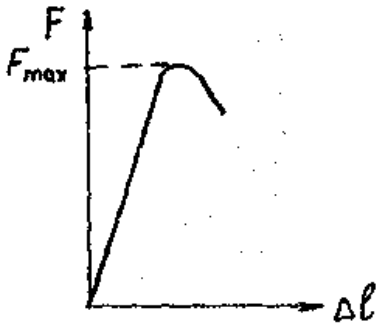


Рис. 11

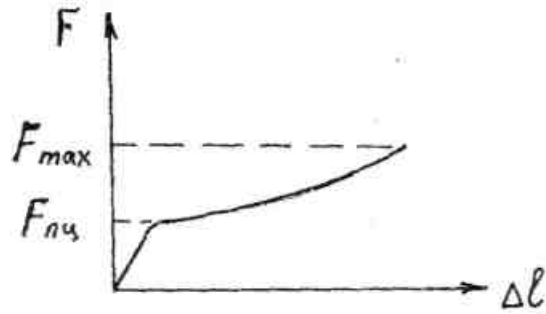


Рис. 12

При випробуванні на стиск поперек волокон (рис. 10) початок руйнування зразка помітити важко, оскільки при цьому стрілка манометра затримується на дуже короткий час. Далі деревина ущільнюється, її опір збільшується, навантаження зростає (рис. 12).

Тому за максимальне навантаження приймають або силу $F_{пч}$, що відповідає межі пропорційності або близьку до неї F_{max} . Остання відповідає навантаженню в час припинення експерименту, коли висота зразка при стиску зменшується приблизно на $1/3$ від свого початкового значення. При стиску поперек волокон руйнуються м'які шари зразка.

За результатами випробувань межа міцності деревини (сосна) при стиску, як вздовж так і поперек волокон, визначається за формулою

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A_0}.$$

Межа міцності деревини при стиску вздовж волокон приблизно в 10 разів більше межі міцності поперек волокон. Міцність деревини залежить від її вологості. З підвищенням вологості опір деревини зменшується.

Послідовність виконання роботи

Після вимірювання зразок розташовують між стискуючими площинами випробувальної машини.

Проводять стиск зразка зростаючим навантаженням, одночасно спостерігають за станом зразка.

Після руйнування зразка фіксують максимальне значення навантаження F_{max} , вивільняють зразок.

У журнал спостережень вносять обчислені дані меж міцності деревини при стиску вздовж і поперек волокон.

Контрольні запитання

1. Яка мета лабораторної роботи?
2. Які види випробувань проводять при стиску деревини?
3. Як впливає вологість деревини на опір її стиску?
4. Коли переривають випробування деревини на стиск уздовж і поперек волокон?
5. За якою формулою обчислюють межу міцності деревини при стиску?

6. Як відрізняються одна від одної діаграми стиску вздовж і поперек волокон?

7. Яка з меж міцності деревини при стиску більше (вздовж чи поперек волокон)?

Лабораторна робота № 5 Визначення модуля пружності та межі пропорційності сталі при розтягу

Мета роботи – визначення модуля пружності та межі пропорційності сталі при розтягу.

Машина та прилади для випробувань. Випробування можна проводити на будь-якій розривній машині, наприклад на УВМ-50. Для вимірювання деформацій застосовують механічний тензометр МК-3 або важільний тензометр Гугенберґера. Поширеним є також метод визначення деформацій за допомогою тензорезисторів.

Зразок для випробувань. У роботі використовують нормальний циліндричний зразок типу IV (див. лабораторну роботу 1).

Основні відомості з теорії

Як відомо, при роботі матеріалу в пружній стадії він підпорядковується закону Гука так, що однаковим приростам навантаження – ΔF відповідають однакові прирости подовження зразка – Δl . Ця пропорційність між навантаженнями і деформаціями порушується при деякому значенні навантаження – $F_{mц}$.

Деформації, як правило, починають зростати швидше, ніж навантаження. Напруження $\sigma_{mц}$, при якому порушується лінійна залежність між силою і деформацією, називається межею пропорційності.

Для визначення $F_{mц}$ зразок завантажують поступово на випробувальній машині рівними частками ΔF . При кожному значенні навантаження приладом для заміру деформацій визначають збільшення довжини розрахункової ділянки зразка (бази вимірювального приладу).

Звичайно, в межах пропорційності кожній частці навантаження відповідатиме збільшення цієї ділянки на однакову величину $\delta \Delta l$ (рис. 13). Фактично через похибки експерименту ці величини $\delta \Delta l$ будуть відрізнятися на малі частки міліметра.

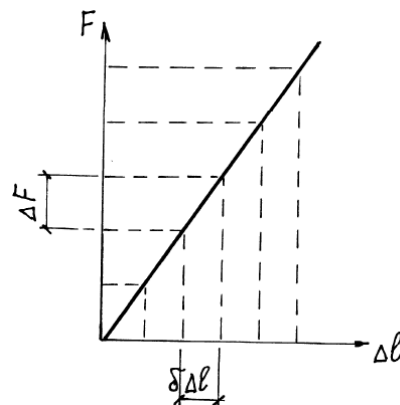


Рис. 13

Після досягнення навантаження значення $F_{нц}$ пропорційність між навантаженнями та подовженнями порушується і тим самим часткам ΔF будуть відповідати збільшені прирости подовжень $\delta \Delta l$. За відхиленнями від пропорційності визначають $F_{нц}$.

Модуль пружності E , що характеризує пружні якості матеріалу, визначають за формулою для абсолютного подовження

$$E = \frac{\Delta F \cdot l}{A_0 \Delta l},$$

де F - навантаження в межах пропорційності;

A_0 - площа перерізу зразка;

l - база вимірювального приладу;

Δl - подовження бази, що відповідає навантаженню F .

Зрозуміло, що замість абсолютного значення F для визначення модуля пружності можна взяти приріст навантаження ΔF . Тоді замість Δl необхідно брати приріст подовження $\delta \Delta l$:

$$E = \frac{\Delta F \cdot l}{A_0 \delta \Delta l}.$$

Послідовність виконання роботи

Перед початком випробувань виміряють зразок. Згідно з обраним типом тензometра визначають розрахункову довжину зразка (базу тензometра). Ці значення заносять в журнал спостережень.

Далі зразок закріплюють у зачіпках машини і встановлюють по обидва боки зразка тензometри.

Перед випробуванням дають незначне навантаження (1кН) для того, щоб обтиснути кінцівки зразка й усунути нещільності. При цьому навантаженні знімають перші відліки A_1 на правому і A_2 на лівому тензometрах.

Випробування проводять, збільшуючи навантаження однаковими частками $\Delta F = 10$ кН. Експеримент закінчують тоді, коли матеріал зразка починає текти, що показує різке зростання відліків на тензometрах без збільшення навантаження.

Обробку результатів випробувань починають з визначення навантаження $F_{нц}$.

Для цього підсумовують відліки A_1 та A_2 по лівому і правому тензometрах для кожного навантаження, а потім обчислюють прирости $\Delta(A_1 + A_2)$ цих сум. Навантаження, при якому ці прирости різко збільшуються, вважають $F_{нц}$.

Межу пропорційності обчислюють за формулою

$$\sigma_{нц} = \frac{F_{нц}}{A_0}.$$

Обчислення модуля пружності виконують через середній приріст деформацій

$$\Delta l_{cp} = \frac{\sum \Delta(A_1 + A_2)}{2n} \cdot \frac{K}{10000}, \text{ см,}$$

де n - кількість приростів сум відліків, що враховані при визначенні середнього відліку;

K - ціна поділення тензометра.

$$\text{Модуль пружності при розтягу } E = \frac{\Delta F \cdot l}{A_0 \Delta l_{cp}}$$

Контрольні запитання

1. Що таке модуль пружності першого роду?
2. В яких розрахунках потрібний модуль пружності?
3. Яка фізична суть модуля пружності?
4. Для чого призначені тензометри?
5. Чому при визначенні E напруження не повинні перебільшувати межу пропорційності?
6. Що є базою тензометра?

Лабораторна робота № 6

Випробування деревини на скіл

Мета роботи: вивчення межі міцності деревини на скіл уздовж волокон.

Машина та прилади для випробувань. Випробування виконують на випробувальній машині УВМ-50.

Зразок для випробувань. Для випробувань на скіл застосовують зразок, наведений на рис. 14.

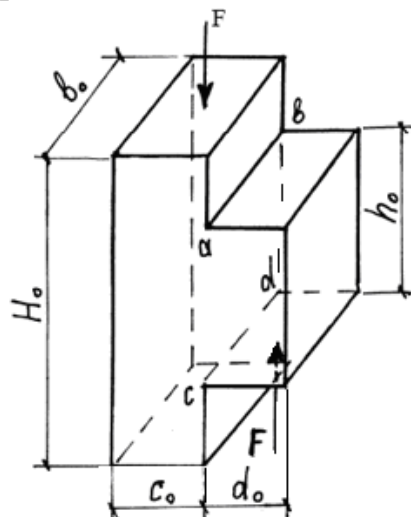


Рис. 14

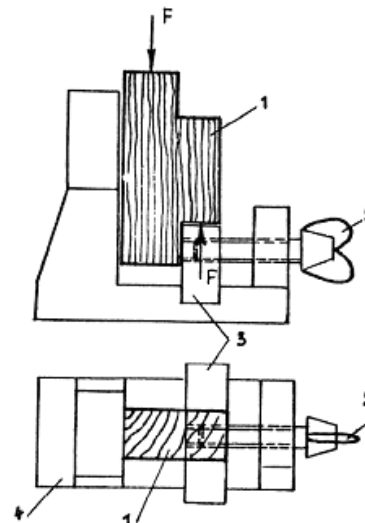


Рис. 15

Площина сколу зразка повинна бути дотична до річних кілець деревини. Зразок закладають у спеціальний пристрій (рис. 15) так, щоб виступ зразка був розташований напроти леза.

Основні відомості з теорії

При певній величині тиску F_{max} опори випробувальної машини на лезо 3 (рис. 15), закріплене гвинтом 2, станеться скіл виступу 1 зразка по площині $abcd$ (рис. 14). Межа міцності на скіл визначається за формулою

$$\sigma_c = \frac{F_{max}}{A_0},$$

де A_0 - площа сколу зразка (площа $abcd$).

Послідовність виконання роботи

Вимірявши розміри зразка, визначають площу сколу

$$A_0 = h_0 \cdot b_0.$$

Пристрій зі зразком встановлюють між стискуючими площинами випробувальної машини.

Поступово збільшуючи тиск, відзначають момент падіння значення навантаження. Найбільше досягнуте до цього падіння навантаження F_{max} відповідає миті сколу зразка. За наведеною вище формулою визначають межу міцності σ_c деревини на скіл.

Контрольні запитання

1. Яка мета лабораторної роботи?
2. Як розташована площина сколу відносно річних кілець деревини?
3. Як визначають площу сколу зразка?
4. Як фіксується явище сколу деревини?
5. Як визначають межу міцності деревини на скіл?

Список літератури

1. Сопротивление материалов /Под ред. Г.С. Писаренко. – 5-е изд. – К.: Высш. шк., 1986.
2. Цурпал И.А., Барабан Н.П., Швайко В.М. Сопротивление материалов, лабораторные работы. – 2-е изд. - К.: Высш. шк., 1988.

Таблиця 1 - Механічні характеристики деяких сталей

Матеріал	Марка	Межа		Відносне подовження ε	Відносне звуження ψ	Твердість за Брінелем НВ	Ударна в'язкість кДж/м ²
		Тежучості σ_m , МПа	Міцності σ_{max} , МПа				
Сталь вуглецева: звичайної якості	Ст.2	220	340... 420	0,31	-	140	
	Ст. 3	240	380... 470	0,25...0,27			
Гарячекатана	Ст.4	260	420... 520	0,23.. 0,25			
	Ст. 5	280	500... 620	0,19...0,21			
Сталь вуглецева: якісна	30	290	480	0,21	0,5	179	300... 400
	35	310	520	0,20	0,45	187	250... 350
	40	320	570	0,19	0,45	217	260... 300
	45	340	600	0,16	0,40	241	200... 300
	50	350	630	0,14	0,40	241	250... 300
Сталь хромиста	40х	800	1000	0,10	0,45	217	600
	50х	900	1100	0,08	0,40	229	400
Сталь хромоніке- лева	40ХН	800	1000	0,11	0,10	207	700
	50ХН	900	1100	0,09	0,08	207	500

Таблиця 2 - Механічні характеристики деяких чавунів

Матеріал	Марка	Межі міцності, МПа при					Стріла прогину (м) при відстані між опорами 0,6 м	Твердість за Бріне-лем НВ	Ударна в'язкість кДж/м ²	Межа витривалості Мпа	
		розтягу	тиску	згині	зрізі	крученні				Гладкого зразка при згині	при крученні
Модифікований чавун	сч21	210	750	400	220	280	0,009	171... 241	90	100	80
	сч24	240	850	440	300	300	0,009	190... 220	90	120	100
	сч28	280	1000	480	350	350	0,009	170... 240	100	140	110
Ковкий чавун	кч 30-3	200		490	280	340		160	80	120	110
	кч 33-8	210	-	530	290	345	-	160	130	130	120
	кч 35-10	220		570	300	350		150	140	140	130

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з опору матеріалів для студентів 2 курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Промислове та цивільне будівництво», «Теплогазопостачання і вентиляція», «Міське будівництво і господарство» 6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення».

Укладачі: **Андрієвська** Людмила Станіславівна
Засядько Микола Андрійович

Відповідальний за випуск Шпачук В. П.

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2010, поз. 207 М

Підп. до друку 28.12.2010
Ум. друк. арк. 0,9

Формат 60x84 1/16
Тираж 50 пр.

Друк на різнографі
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №731 від 19.12.2001