

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



ОСНОВИ ТЕОРЕТИЧНОЇ ТЕХАНІКИ ТА ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

*для здобувачів освіти за спеціальністю 192 Будівництво та
цивільна інженерія, освітньо-професійної програми «Опорядження
будівель і споруд та будівельний дизайн»
денної форми навчання*



Любешів 2023

УДК

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»

_____ Т.П. Герасимик-Чернова

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

Бібліотекар _____ М.М. Демих

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»

протокол № _____ від «_____» _____ 2023 р.

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів будівельних дисциплін

протокол № _____ від «_____» _____ 2023р.

Голова циклової методичної комісії _____ С.М. Данилік

Укладач: _____ Т.П. Герасимик-Чернова, викладач-методист

Рецензент: _____ А.В. Хомич, к.т.н.

Відповідальний за випуск: _____ Т.П. Кузьмич, методист

Основи теоретичної механіки та опору матеріалів [Текст]: методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» з спеціальності 192 *Будівництво та цивільна інженерія, ОПП «Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн»* денної форми навчання / уклад. Т.П. Герасимик-Чернова – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. –13 с.

ЗМІСТ

Вступ _____	4
Лабораторна робота _____	5
Теоретичне пояснення _____	9
Опис випробувальної машини _____	11
Діаграма розтягання _____	12
Література _____	13

Вступ

Опір матеріалів – наука, яка широко використовує експериментальні дані про механічні властивості матеріалів для обґрунтування і застосування розрахунків на міцність, жорсткість і стійкість.

Вивчення характеру дії зовнішніх сил на споруду, виведення умов рівноваги між зовнішніми та внутрішніми зусиллями в різних елементах споруди, а також визначення необхідних розмірів цих елементів і становить дисципліна «Основи теоретичної механіки та опору матеріалів».

Основне призначення лабораторної роботи:

1. Ознайомлення здобувачів освіти з механічними властивостями матеріалів і методами їх дослідження.
2. Дослідне підтвердження фізичної сутності явищ, розглянутих в курсі «Основи теоретичної механіки та опору матеріалів», «Матеріалознавство».
3. Ознайомлення здобувачів освіти з сучасними експериментальними методами обробки дослідних даних.
4. Здобуття здобувачами освіти елементарних навиків проведення експериментів.

При виконанні лабораторної роботи здобувачі освіти знайомляться із спеціальними (випробувальними) машинами, призначеними для дослідження механічних властивостей, лабораторними установками, вимірювальними засобами.

Виконання лабораторної роботи складається з трьох основних етапів:

- підготовка до лабораторної роботи;
- проведення експерименту;
- обробка результатів експерименту.

Лабораторна робота

Тема: Механічні характеристики матеріалів. Визначення фізико-механічних характеристик арматурної сталі

Мета роботи: визначення фізико-механічних характеристик арматурної сталі.

Обладнання

1. Розривна машина.
2. Металева лінійка.
3. Штангельциркуль.
4. Маркер.
5. ДСТУ 3760:2006 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій».

Хід роботи

Для отримання характеристик арматурної сталі рекомендують відібрати зразки гладкої арматури класу А240С діаметром 6...10 мм, арматури періодичного профілю класу А400С діаметром 8...12 мм і дротової арматури класу А500 діаметром 3...5 мм.

На кожному зразку наносять мітки через 10 мм на довжині не менше 10 діаметрів зразку (рис. 2.1). Випробування виконують на розривній машині до руйнування зразку (розриву). Швидкість навантаження до межі текучості не повинна перевищувати 10 МПа/с.

Геометричні розміри зразків і підсумки випробувань заносять до табл.

2.1.

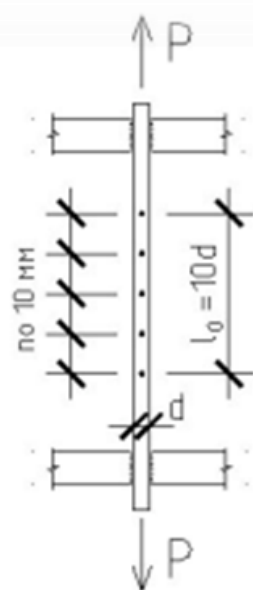


Рис. 2.1

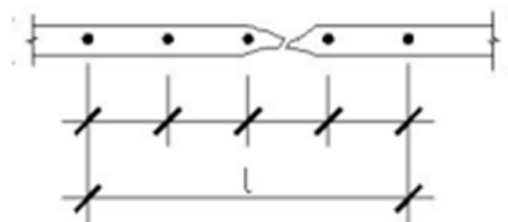


Рис. 2.2

Після розриву зразок зарисовують (рис. 2.2).

Таблиця 2.1

№ зразка	d, мм	Площа перерізу A_s , см ²	l_0 , м	Навантаження, кН		Міцність арматури, кН/см ²		Пластичність арматури		Клас сталі
				до межі текуч P_y	до розриву P_{max}	межа текуч. $f_{y,max}$	межа міцн. f_t	Δl_0 , мм	ϵ , %	
1										
2										
3										

Межа текучості $f_{y,max} = P_y / A_s$

Межа міцності $f_t = P_{max} / A_s$.

Відносна деформація розтягу при розриві $\epsilon = [(l - l_0) / l_0] * 100\%$.

Після випробувань здобувачі освіти зарисовують для кожного зразку копії діаграм «напруження-деформації», що видана розривною машиною (рис. 2.3).

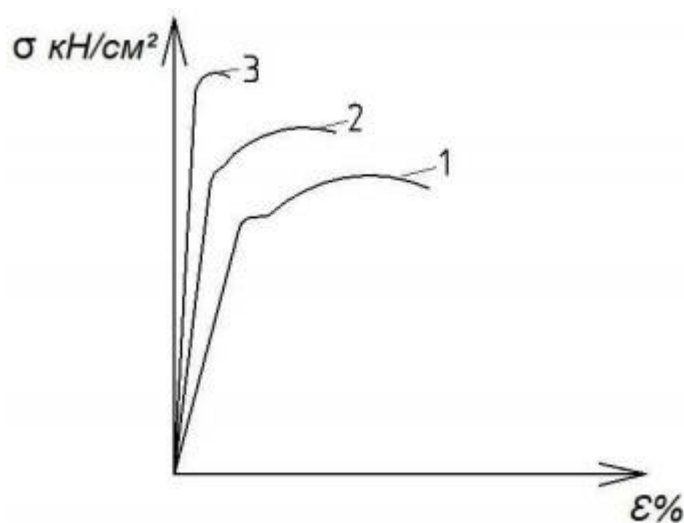


Рис. 2.3

Якщо явно виражена межа текучості на діаграмі відсутня (арматура немає фізичної межі текучості), то визначають умовну межу текучості напруження, що відповідають остаточній відносній деформації $\Delta \epsilon_{0.2} = 0,2\% * \epsilon$.

Визначаєм модуль Юнга

$$E = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{F * l}{S * \Delta l}$$

де: F — осьова сила;

S — площа поверхні (перерізу), по якій розподілена дія сили;

l — довжина стрижня, що деформується;

Δl — модуль зміни довжини стрижня в результаті пружної деформації.

Модуль Юнга встановлює зв'язок між деформацією розтягу й механічним напруженням направленим на розтяг.

$$\sigma = \frac{F}{S} = E \frac{\Delta l}{l} = E * \varepsilon$$

де: σ — механічне напруження, визначається, як сила, що припадає на одиницю площі поперечного перерізу тіла,

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \text{— величина відносної деформації (відносне видовження).}$$

Висновок: _____

Запитання для самоперевірки

1. Якими є цілі випробувань арматурної сталі?
2. Які існують методи зміцнювання м'якої арматурної сталі?
3. Поясніть характерну поведінку зразку при випробуванні типу «навантаження-розвантаження».
4. Як визначають остаточну деформацію зразку?
5. Як визначають пружну і пластичну деформації?
6. Що таке умовна межа текучості?

Теоретичне пояснення

Марка арматури сталі характеризує межу плинності на розтяг придовірчій ймовірності 95%. (A240с . A300с . A400с . A500с).

Модуль юнга

За ДСТУ 2825-94: Модуль пружності під час розтягу — відношення нормального напруження до відповідної лінійної деформації за лінійного напруженого стану до границі пропорційності.

Маркування сталі

Вуглецеві сталі звичайної якості маркуються двома літерами цифрою(Ст.1-Ст.7), цифра показує приблизний вміст вуглецю в десятих частках відсотка.

А у вуглецевих інструментальних сталей (У7, У8 і т. п.) - в десятих частках відсотка.

Леговані сталі, крім цифр у маркуванні, мають ще й букви, які позначають ті чи інші присадки в сталі, наприклад: Х - хром; Н - нікель; В - вольфрам; До - кобальт; Г (або Мг) - марганець; М - молібден; Ю - алюміній; Ф (або Ва) - ванадій; С - кремній.

Пружна і пластична деформація

Деформація - зміна форми і розмірів твердого тіла під впливом прикладених до нього навантажень. Розрізняють деформацію пружну (оборотну) і пластичну (необоротну)

Пружною деформацією називають таку, яка зникає після зняття навантажень, тобто тіло відновлює свою початкову форму.

Пластична деформація залишається після зняття зовнішньої навантаженні, (тіло не відновлює початкову форму і розміри).

Пластична деформація супроводжується зсувом однієї частини кристала щодо іншої на відстань, що значно перевищують відстані між атомами в кристалічній решітці металів і сплавів.

Зміцнення арматурної сталі

Зміцнення арматурної сталі дозволяє підвищити межу її плинності і більш ефективно використовувати арматурну сталь в залізобетонних конструкціях.

Зміцнення сталі може бути виконано в холодному стані і термічним способом.

Холодне зміцнення сталі проводять витяжкою, сплюсненням і волочінням.

Найбільшого поширення отримала витяжка.

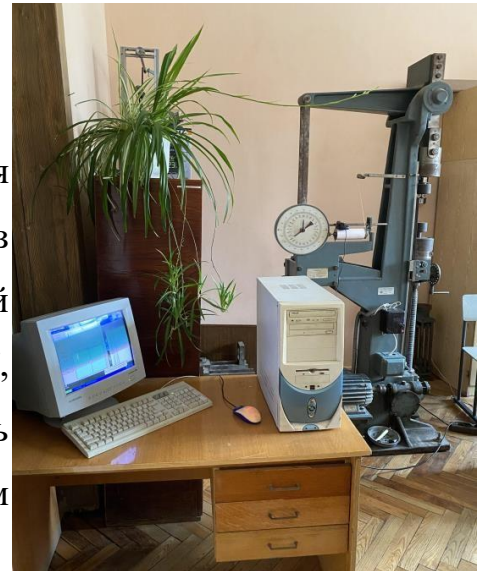
Зміцнення арматурної сталі витяжкою полягає в тому, що арматурні стержні на спеціальній машині розтягують до межі текучості сталі, коли залишкові деформації в сталі забезпечують заданий подовження стрижнів в 3,5- 5,5% в залежності від марки сталі. При зміцненні контролюють як подовження, так і напругу в стержні. Після зняття напруги сталь перекристалізуються, внаслідок чого межа її плинності залежно від класу стали і діаметра стержнів може збільшуватися на 15-50%. Зазвичай механічне зміцнення підвищує розрахунковий опір сталі приблизно на один клас у порівнянні з вихідним значенням.

В арматурних цехах піддають механічному зміцненню стали класів А -2 марки Ст5 і класу А-3 марок 35ГС і 25Г2С. При цьому сталь марки Ст5 витягають на 5,5% при напрузі до 450 МПа, сталь 25Г2С подовжують на 3,5% при напрузі до 550 МПа, а сталь 35ГС подовжують на 4,5% при напрузі до 550МПа.

Термічне зміцнення арматурної сталі використовується рідше, ніж зміцнення витяжкою. Сутність термічного зміцнення полягає в тому, що підвищення механічних властивостей сталі (межа плинності і тимчасовий опір) здійснюється шляхом її гарту, що дозволяє скоротити витрату арматури при виготовленні залізобетонних виробів на 30-35%. При термічному зміцненні арматурні стрижні розігрівають за допомогою електричного струму до 900-1000 ° С, потім швидко охолоджують у воді. Для додання стали необхідної пластичності охолоджені водою стрижні знову нагрівають електричним струмом до 300-400 ° С і знову охолоджують, але вже на повітрі. Для термічного зміцнення застосовують установку типу СМЖ-176.

Опис випробувальної машини

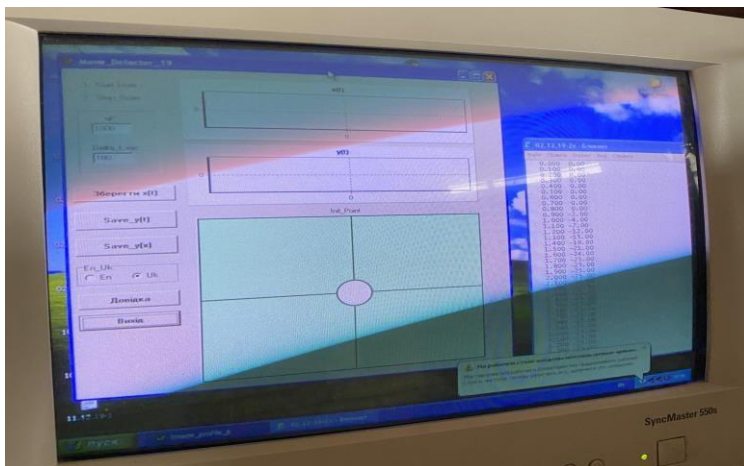
Розривна випробувальна машина — машина для випробування зразка на розрив під час розтягування з метою визначення механічних властивостей матеріалів (сили опору, деформації чи енергії, витраченої на руйнування), а також для випробувань деталей, складальних одиниць та виробів шляхом пошкодження або руйнування.



Розривна машина складається з випробувальної установки і блоку керування.

Розривна машина оснащена системою комп'ютерного керування, що забезпечує автоматичне керування процесом

випробування, обробку результатів випробування та подання їх у вигляді протоколу і діаграм «навантаження — деформація/переміщення» (машинних діаграм) для статичних випробувань, а для циклічних випробувань на втому — побудова кривих втоми, діаграм граничних напружень і амплітуд, пружно-пластичного деформування в будь-якому масштабі.



Діаграма розтягання

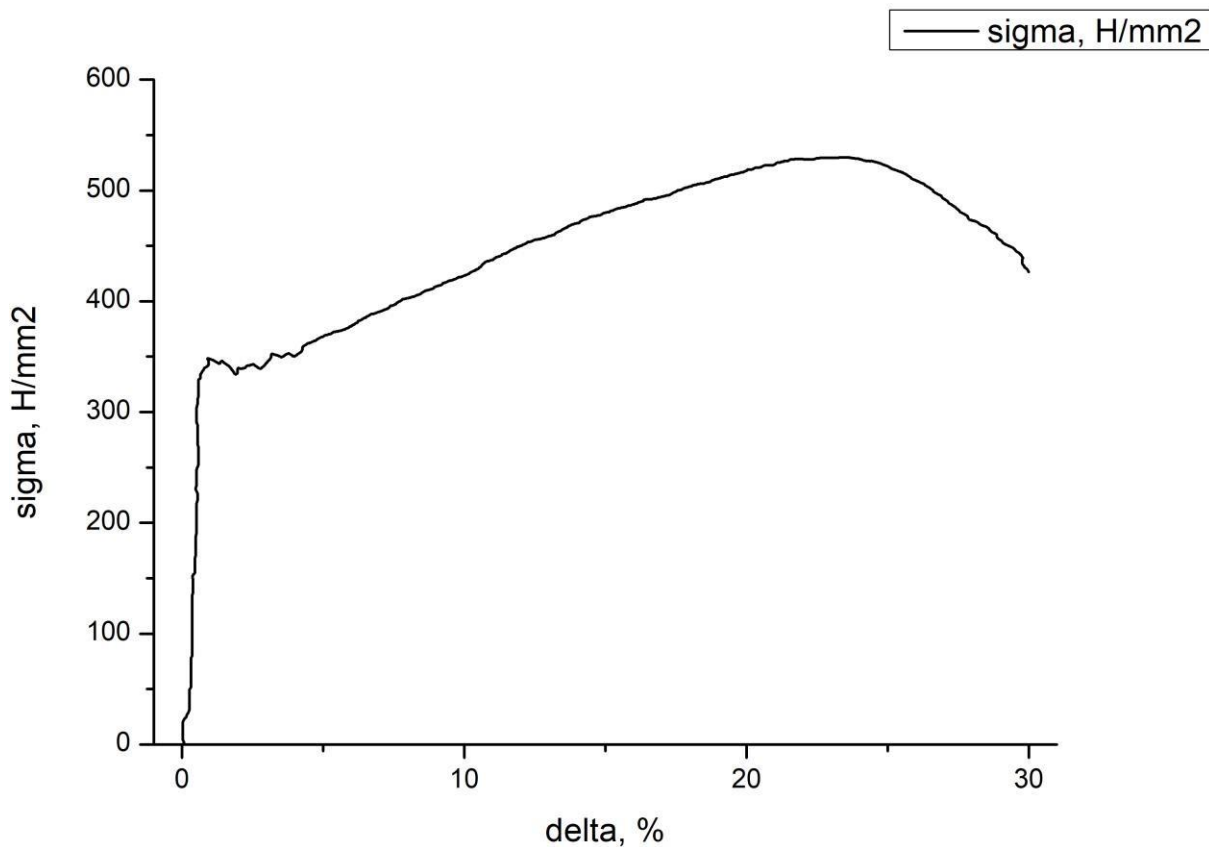
Випробування на розтягання проводиться при статичному навантаженні, тобто збільшення навантаження проводиться від нуля до кінцевого значення поступово без поштовхів та ударів.

При статичному випробуванні встановлюється функціональна залежність діючого на зразок навантаження та деформацією.

Випробувальна машина дає зразку подовження та показує навантаження, яке відповідає цьому подовженню.

Характер діаграми розтягання залежить від властивостей випробуваного матеріалу.

Нижче на рисунку показана типова діаграма розтягання.



ЛІТЕРАТУРА

1. Писаренко, Г.С. Опір матеріалів/ Г.С.Писаренко, О.Л.Квітка, Є.С.Уманський. – К.: Вища шк., 1993. – 360 с.
2. Герасимик-Чернова Т.П., Оласюк Я.В. Основи теоретичної механіки та опору матеріалів: конспект лекцій для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» з спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, ОПП «Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн» денної форми навчання / уклад. Т.П. Герасимик-Чернова, Я.В. Оласюк – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. –140 с.
3. Овчаренко, В.А. Самостійна робота студентів з дисципліни «Опір матеріалів»: навчальний посібник /В.А.Овчаренко, Л.В. Кутовий, М.О. Соломін, О.Ю. Деньщиков. – Краматорськ: ДДМА 2004. – 208 с. – ISBN 966-7851-27-3.
4. ДСТУ 3760:2006 «Прокат арматурний для залізобетоннихконструкцій».

Основи теоретичної механіки та опору матеріалів [Текст]: методичні вказівки до виконання лабораторної роботи для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» з спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, ОПП «Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн» денної форми навчання / уклад. Т.П. Герасимик-Чернова – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. –13 с.

Комп'ютерний набір і верстка: Т.П. Герасимик-Чернова

Редактор: Т.П. Герасимик-Чернова

Підп. до друку _____ 2023 р. Формат А4.
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. _____
Обл. вид. арк. _____ Тираж 15 прим.