

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



ОПР МАТЕРІАЛІВ

Методичні вказівки до виконання самостійних робіт
для здобувачів освіти
спеціальності 192 Будівництво і цивільна інженерія
освітньо-професійної програми «Будівництво та
експлуатація будівель і споруд»

денної форми навчання

Любешів 2023

УДК 539.3/.5

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»

_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій
коледжу

Бібліотекар _____

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 _____ Данилік С.М.

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

Рецензент: _____ Хомич А.В., кандидат технічних наук

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

Опір матеріалів: методичні вказівки до виконання самостійних
робіт для здобувачів освіти спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія, ОПП «Будівництво та експлуатація будівель і споруд»/уклад.:
Т.П. Герасимик-Чернова, – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»,
2023. – 22 с.

Призначено для здобувачів освіти спеціальності 192 Будівництво і
цивільна інженерія. Вказівки містять необхідну інформаційну базу і
рекомендації щодо організації самостійної роботи студентів при вивченні
ними опору матеріалів.

© Герасимик-Чернова Т.П., 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ТЕМИ І ПИТАННЯ КУРСУ ОПОРУ	
МАТЕРІАЛІВ, ЇХ МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	6
Тема 1. Вступ. Метод перерізів	6
Тема 2. Розтяг-стиск	6
Тема 3. Геометричні характеристики плоских перерізів	6
Тема 4. Епюри при згині	7
Тема 5. Теорія напруженого стану. Теорії міцності	7
Тема 6. Напруження при плоскому згині	7
Тема 7. Переміщення в пружних системах	8
Тема 8. Зсув. Кручення	8
Тема 9. Стійкість центрально-стиснутих стрижнів	8
2 ПИТАННЯ ДО ОПИТУВАНЬ З ТЕОРІЇ	9
Опитування 1	9
Опитування 2	12
ЛІТЕРАТУРА	16
ДОДАТКИ	
Додаток А. Основні параметри катаних профілів	17

ВСТУП

Курс опору матеріалів вивчають студенти, які навчаються за ОПП «Будівництво та експлуатація будівель і споруд».

Дані методичні вказівки мають за мету створення найбільш сприятливих умов для самостійної роботи студентів по вивченню ними теоретичних і практичних аспектів курсу. Вони містять перелік тем і питань курсу, перелік питань до поточних опитувань з теорії і теоретичних питань, список рекомендованої літератури, додаток з необхідними довідково-інформаційними матеріалами.

1 ТЕМИ І ПИТАННЯ КУРСУ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ, ЇХ МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Тема 1. Вступ. Метод перерізів

Основні поняття, задачі та місце дисципліни «Опір матеріалів» у системі інженерної підготовки. Прийняті допущення. Реальні об'єкти і розрахункові схеми. Типові елементи конструкцій.

Зовнішні сили та їх класифікація. Внутрішні зусилля, метод перерізів. Напруження повні, нормальні та дотичні. Зв'язок напружень з внутрішніми зусиллями.

Основні теоретичні відомості:/1/, с.9-15, 37-41.

Тема 2. Розтяг-стиск

Розтяг-стиск. Визначення напружень. Зв'язок напружень і деформацій, закон Гука. Коефіцієнт Пуассона.

Побудова епюр подовжніх сил і напружень при розтяганні – стисканні. Умови міцності. Визначення допустимих напружень. Умова жорсткості.

Механічні випробування матеріалів на розтягання і стискання. Діаграми розтягання і стискання, їх особливі точки. Показники міцності та пластичності. Матеріали крихкі та пластичні.

Статично визначені та статично невизначені стрижневі системи, що працюють на розтягання-стискання. Ступінь статичної невизначеності, план її розкриття.

Основні теоретичні відомості:/1/, с.42-43, 83-97, 112-114, 130-134.

Тема 3. Геометричні характеристики плоских перерізів

Статичні моменти площини. Центральні осі та центр ваги плоскої фігури. Положення центрів ваги найпростіших фігур. Способи визначення центрів ваги фігур складної конфігурації.

Моменти інерції плоскої фігури, їх види. Зв'язок полярного і осевих моментів інерції. Головні осі інерції. Формули для моментів інерції найпростіших фігур.

Залежності між моментами інерції плоскої фігури при паралельному переносі та повороті осей координат.

Головні центральні осі плоскої фігури, їх положення. Визначення головних моментів інерції.

Основні теоретичні відомості:/1/, с.17-29.

Тема 4. Епюри при плоскому згині

Балки і рами, їх елементи і різновиди. Типи опор і опорні реакції. Внутрішні зусилля, правила знаків. Диференціальні залежності при згині.

Правила побудови епюр внутрішніх зусиль для балок. Особливості епюр у місцях прикладення до балки зосереджених сил і моментів, також на ділянках, де є розподілене навантаження і де воно відсутнє. Визначення екстремальних значень згинальних моментів.

Особливості та правила побудови епюр внутрішніх зусиль для плоских рам. Перевірка правильності побудов.

Основні теоретичні відомості: /1/, с.46-66.

Тема 5. Теорія напруженого стану. Теорії міцності

Напружений стан у точці тіла, його задавання і компоненти.

Індекси нормальних і дотичних напружень. Закон парності дотичних напружень.

Головні площадки, головні напруження і головні напрями. Типи напружених станів. Пряма і зворотна задачі теорії напруженого стану.

Аналітичне розв'язання прямої і зворотної задач теорії плоского напруженого стану.

Графічне розв'язання прямої і зворотної задач теорії плоского напруженого стану, круги Мора.

Об'ємний напружений стан. Напруження і деформації. Узагальнений закон Гука. Питома потенційна енергія пружної деформації, її складові.

Основні теоретичні відомості: /1/, с.152-187.

Тема 6. Напруження при плоскому згині

Плоский згин, його різновиди. Чистий згин, визначення нормальних напружень. Умова міцності.

Поперечний згин. Визначення дотичних напружень, формула Журавського.

Еквівалентні напруження в стрижні при поперечному згині. Повна перевірка міцності балки; умови міцності, допустимі напруження.

Основні теоретичні відомості: /1/, с.237-261.

Тема 7.Переміщення в пружних системах

Потенційна енергія пружної деформації стрижня і стрижневої системи в загальному випадку навантаження. Потенційна енергія балок і плоских рам.

Метод і інтеграли Мора для визначення переміщень в стрижневих системах.

Числові способи визначення інтегралів Мора: правило Верещагіна, формула крайніх ординат.

Статично невизначені балки і рами, ступень їх статичної невизначеності і послідовність розрахунку. Особливості багато прогонних нерозрізних балок.

Канонічні рівняння методу сил, їх коефіцієнти і фізична сутність. Деформаційна перевірка. Визначення переміщень у статично-невизначених балках і рамах.

Основні теоретичні відомості:/1/,с.354-390, 392-397, 404-412, 416-417.

Тема 8. Зсув. Кручення

Чистий зсув, напруження і деформації. Закон Гука при зсуві. Умова міцності, допустимі напруження.

Кручення. Зв'язок потужності з крутним моментом. Побудова епюр крутних моментів. Характер деформації і напружений стан стрижнів при крученні.

Визначення напружень і деформацій при крученні. Умови міцності та жорсткості.

Основні теоретичні відомості:/1/,с.44-45,193-199,201-203,206-213.

Тема 9. Стійкість центрально-стиснутих стрижнів

Поняття стійкості стиснутого стрижня. Види пружної рівноваги. Критична сила і критичне напруження. Задача Ейлера.

Межі застосування формули Ейлера для критичного напруження. Формула Ясинського. Розрахунки на стійкість стиснутого стрижня з використанням коефіцієнта зменшення основного допустимого напруження.

Основні теоретичні відомості:/1/,с.492-505.

2 ПИТАННЯДООПИТУВАНЬЗТЕОРІЇ

Опитування 1

Теми: *«Вступ. Метод перерізів», «Розтяг-стиск», «Геометрія плоских перерізів», «Енюри при плоскому згині», «Теорія напруженого стану. Теорії міцності».*

1. Дайте визначення предмету «Опір матеріалів». На яких припущеннях він базується?
2. Яким методом визначаються внутрішні силові фактори в навантажених тілах? Назвіть його сутність.
3. Скільки внутрішніх силових факторів виникає в поперечних перерізах стрижня при його довільному навантаженні? Назвіть їх.
4. Дайте визначення напружень. В яких одиницях вони вимірюються?
5. Які напруження виникають в поперечному перерізі стрижня при його довільному навантаженні? Запишіть і поясните формулу зв'язку між ними.
6. Наведіть і поясните формули зв'язку між напруженнями і внутрішніми силовими факторами в поперечному перерізі стрижня.
7. Який вид навантаження стрижня зветься розтяганням – стисканням? Наведіть і поясните формулу для визначення напружень в стрижні при цьому навантаженні.
8. Що таке волокно стрижня? Як деформуються волокна стрижня при розтяганні – стисканні?
9. Запишіть і поясните закон Гука при розтяг-стиск. Назвіть значення модуля пружності першого роду для сталі.
10. За якою формулою підраховується абсолютне подовження або укорочення стрижня при розтяганні – стисканні? Поясните її.
11. Що таке коефіцієнт Пуассона? Вкажіть границі його змінювання та значення для сталі.
12. Дайте визначення пластичності та крихкості. Наведіть приклади пластичних і крихких матеріалів.
13. Запишіть і поясните умови міцності при розтяг-стиску.
14. Які напруження вважаються небезпечними для пластичних і крихких матеріалів?
15. Наведіть і поясните формулу для визначення допустимих напружень для пластичних матеріалів.
16. Наведіть і поясните формулу для визначення допустимих напружень для крихких матеріалів.
17. Які механічні властивості можна визначити з діаграми розтягання маловуглецевої сталі?
18. Що зветься границею пропорційності матеріалу? Наведіть і поясните формулу для її обчислення.

19. Що зветься границею пружності матеріалу? Наведіть і поясніть формулу для її обчислення .
20. Що зветься границею текучості матеріалу? За якою формулою вона визначається?
21. Що зветься границею міцності матеріалу? За якою формулою вона визначається?
22. Які показники визначають пластичність сталі? Наведіть і поясніть формули для їх обчислення.
23. Які механічні показники можна визначити з діаграм стискання маловуглецевої сталі й чавуну?
24. Назвіть послідовність дій з розкриття статичної невизначеності стрижневих систем, що працюють на розтяг-стиск.
25. Що є сутністю статичного боку задачі з розкриття статичної невизначеності стрижневих систем, що працюють на розтяг-стиск?
26. У чому сутність геометричного боку задачі з розкриття статичної невизначеності стрижневих систем, що працюють на розтяг-стиск?
27. Назвіть сутність фізичного боку задачі з розкриття статичної невизначеності стрижневих систем, що працюють на розтяг-стиск?
28. Дайте визначення статичних моментів плоскої фігури.
29. Які осі плоскої фігури зветься центральними? Що таке центр ваги плоскої фігури?
30. Наведіть формули для визначення координат центра ваги плоскої фігури. Поясніть їх.
31. Покажіть на схемах положення центрів ваги круга, прямокутника, трикутника.
32. Якими методами визначається положення центрів ваги складних фігур? Назвіть сутність цих методів.
33. За якими формулами визначаються координати центра ваги складної фігури? Дайте необхідні пояснення.
34. Дайте визначення осьових, полярного та відцентрового моментів інерції плоскої фігури. Наведіть необхідну схему.
35. Який зв'язок існує між осьовими і полярним моментами інерції плоскої фігури?
36. Назвіть одиниці виміру статичних моментів і моментів інерції плоскої фігури. Які з цих моментів можуть бути від'ємними?
37. Які осі зветься головними осями інерції плоскої фігури? Покажіть на схемах їх положення у фігур з однією та двома осями симетрії.
38. Дайте визначення головних центральних осей і головних моментів інерції плоскої фігури.
39. Як підраховуються головні моменти інерції круга та прямокутника? Приведіть необхідні схеми і формули.

40. Запишіть і поясніть формули для перетворення осьових і відцентрового моментів інерції плоскої фігури при паралельному перенесенні осей координат.

41. Запишіть і поясніть формули для перетворення осьових моментів інерції плоскої фігури при повороті осей координат.

42. Запишіть і поясніть формулу для перетворення відцентрового моменту інерції плоскої фігури при повороті осей координат.

43. Як визначити кут, на який треба повернути довільні центральні осі плоскої фігури, щоб вони зробились головними? Наведіть і поясніть відповідну формулу.

44. Наведіть і поясніть схемою формули для визначення через кут повороту α_0 головних моментів інерції довільної плоскої фігури.

45. Наведіть і поясніть формули для визначення без використання кута повороту α_0 головних моментів інерції довільної плоскої фігури.

46. Дайте визначення балки, прогону, консолі, рами, стійки, ригеля.

47. Як поводить себе волокна стрижня при згинанні? Що таке нейтральний шар?

48. Скільки і яких внутрішніх силових факторів виникає в балках при плоскому згинанні в загальному випадку навантаження? Назвіть правила знаків для цих факторів.

49. Скільки і яких внутрішніх силових факторів виникає в плоских рамах в загальному випадку навантаження? Назвіть правила знаків для них.

50. Дайте визначення характерних перерізів балок і рам. Яким методом визначаються внутрішні силові фактори в цих перерізах?

51. Запишіть і поясніть диференціальні залежності при плоскому згинанні стрижня.

52. Сформулюйте правило визначення поперечних сил у довільному перерізі балки.

53. Сформулюйте правило визначення згинального моменту в довільному перерізі балки.

54. Сформулюйте правило визначення подовжньої сили в довільному перерізі рами.

55. Сформулюйте правило визначення поперечної сили в довільному перерізі рами.

56. Сформулюйте правило визначення величини і напрямку згинального моменту в довільному перерізі рами. З якого боку він відкладається на епюрі?

57. Якими лініями зображуються епюри поперечних сил і згинальних моментів на ділянках балок і рам з рівномірно розподіленим навантаженням?

58. Якими лініями зображуються епюри поперечних сил і згинальних моментів на ділянках балок і рам, де розподілене навантаження відсутнє?

59. Назвіть особливість епюри згинальних моментів у місці, де епюра поперечних сил перетинає базу.

60. Назвіть компоненти напруженого стану в точці тіла. Які індекси їм надають?
61. Сформулюйте закон парності дотичних напружень.
62. Дайте визначення головних напружень, головних площадок і головних напрямів.
63. Які типи напружених станів Вам відомі? Чим вони відрізняються один від одного?
64. Сформулюйте пряму і зворотну задачі теорії напруженого стану.
65. Якими методами розв'язують основні задачі теорії плоского і об'ємного напружених станів?
66. Наведіть і поясніть формулу для визначення максимальних дотичних напружень в точці тіла. Як розташована площадка їх дії?
67. Дайте визначення головних деформацій. Як їх позначають і як вони пов'язані з головними напруженнями?
68. Запишіть і поясніть узагальнений закон Гука.
69. Дайте визначення питомої потенційної енергії пружної деформації. Назвіть її складові.
70. Назвіть призначення теорій міцності. Дайте визначення критерія міцності та еквівалентного напруження.
71. Сформулюйте першу теорію міцності, назвіть область її застосування. Запишіть і поясніть умову міцності за цією теорією.
72. Сформулюйте другу теорію міцності, назвіть область її застосування. Запишіть і поясніть умову міцності за цією теорією.
73. Сформулюйте третю теорію міцності, вкажіть область її застосування. Запишіть і поясніть умову міцності за цією теорією.
74. Сформулюйте четверту теорію міцності, вкажіть область її застосування. Запишіть і поясніть умову міцності за цією теорією.
75. Укажіть область застосування теорії міцності Мора. Наведіть і поясніть умову міцності за цією теорією.

Опитування2

Теми: «Напруження при плоскому згині», «Зсув. Кручення», «Переміщення в пружних системах», «Стійкість центрально-стиснутих стрижнів».

1. Наведіть і поясніть формулу для визначення нормальних напружень при плоскому згинанні стрижня.
2. Наведіть і поясніть формулу для визначення максимальних нормальних напружень в стрижні при плоскому згинанні.
3. Дайте визначення осьових моментів опору.
4. Наведіть і поясніть формулу для обчислення осьових моментів опору круга і прямокутника.
5. Зобразіть епюру нормальних напружень в поперечному перерізі стрижня при плоскому згинанні, вкажіть на ній місця максимуму цих напружень.

6. Наведіть і поясніть формулу для визначення дотичних напружень при плоскому згинанні стрижня. Назвіть її автора.
7. Зобразіть епюру дотичних напружень при плоскому згинанні балки прямокутного поперечного перерізу, вкажіть на ній місце максимуму цих напружень.
8. Наведіть і поясніть формулу для обчислення максимальних дотичних напружень при плоскому згинанні балки прямокутного поперечного перерізу.
9. Зобразіть епюру дотичних напружень при плоскому згинанні двотаврової балки, вкажіть місце максимуму цих напружень.
10. Наведіть і поясніть формулу для обчислення максимальних дотичних напружень при плоскому згинанні двотаврової балки.
11. Наведіть і поясніть формули для підрахунку еквівалентних напружень при плоскому згинанні стрижня за третьою та четвертою теоріями міцності.
12. Наведіть умови міцності стрижня при плоскому згинанні.
13. Запишіть формули для визначення допустимих дотичних напружень за третьою та четвертою теоріями міцності.
14. Який вид напруженого стану зветься чистим зсувом? Чому?
15. Наведіть і поясніть закон Гука при зсуві.
16. Наведіть і поясніть формулу для визначення абсолютного зсуву.
17. Що визначає модуль пружності другого роду? Назвіть його значення для сталі.
18. Наведіть і поясніть формулу зв'язку модулів пружності першого і другого роду.
19. Наведіть і поясніть умову міцності при зсуві (зрізі).
20. Що зветься крученням? Як зветься стрижні, які працюють на кручення?
21. Переважно яку форму поперечного перерізу мають стрижні, що працюють на кручення? Який її різновид більш доцільний?
22. Сформулюйте, як визначається крутний момент у довільному перерізі вала.
23. Запишіть і поясніть формулу зв'язку крутного моменту з потужністю, що передається валом.
24. Який вид напруженого стану і характер деформації виникають у валах при крученні?
25. Наведіть і поясніть формулу для визначення дотичних напружень у поперечному перерізі вала.
26. Наведіть і поясніть формулу для визначення максимальних дотичних напружень у поперечному перерізі вала.
27. Дайте визначення полярного моменту опору. Як він пов'язаний з осьовими моментами опору?
28. Наведіть і поясніть формули для обчислення полярних моментів опору для валів суцільного та пустотілого перерізів.
29. Зобразіть епюри дотичних напружень у поперечному перерізі суцільних та пустотілих валів, кажіть на них місця максимуму цих напружень.

30. Наведіть і поясніть формулу для визначення погонного кута закручування вала.
31. Наведіть і поясніть умови міцності й жорсткості вала при крученні.
32. Які види пружної рівноваги стиснутого стрижня Вам відомі? Які з них є небезпечними з точки зору подовжнього згину?
33. Дайте визначення стійкої рівноваги стиснутого стрижня.
34. Дайте визначення нестійкої рівноваги стиснутого стрижня.
35. Дайте визначення байдужої рівноваги стиснутого стрижня.
36. Дайте визначення критичної сили і критичного напруження для стиснутого стрижня.
37. Наведіть і поясніть формулу Ейлера для критичної сили.
38. Наведіть і поясніть формулу Ейлера для критичного напруження.
39. Наведіть формулу для визначення приведеної довжини стиснутого стрижня. Назвіть фізичну сутність цієї величини.
40. Наведіть і поясніть формулу для визначення гнучкості стиснутого стрижня.
41. Вкажіть межі застосування формули Ейлера для критичного напруження.
42. Запишіть і поясніть формулу Ясинського для критичного напруження в сталевих стрижнях.
43. Вкажіть межі застосування формули Ясинського для критичного напруження.
44. Що таке коефіцієнт зменшення основного допустимого напруження? Від яких факторів він залежить?
45. Наведіть і поясніть умову стійкості стиснутого стрижня при використанні коефіцієнта зменшення основного допустимого напруження.
46. Розтлумачте спосіб визначення потенційної енергії пружної деформації стрижня.
47. Скільки складових має потенційна енергія пружної деформації стрижня в загальному випадку його навантаження? Назвіть найбільше вагомі з них.
48. Як визначається потенційна енергія пружної деформації стрижневої системи? Наведіть відповідну формулу.
49. Наведіть і поясніть формулу для підрахунку потенційної енергії пружної деформації стрижня від дії подовжньої сили.
50. Наведіть і поясніть формулу для підрахунку потенційної енергії пружної деформації стрижня від дії однієї з поперечних сил.
51. Наведіть і поясніть формулу для підрахунку потенційної енергії пружної деформації стрижня від дії одного із згинальних моментів.
52. Наведіть і поясніть формулу для підрахунку потенційної енергії пружної деформації стрижня від дії крутного моменту.
53. Наведіть і поясніть формулу, яку використовують звичайно для підрахунку потенційної енергії пружної деформації балки при плоскому згинанні.

54. Наведіть і поясніть формулу, яку використовують звичайно для підрахунку потенційної енергії пружної деформації плоскої рами.
55. Яка теорема встановлює зв'язок потенційної енергії пружної деформації з переміщеннями в системі? Сформулюйте її.
56. Що таке узагальнена сила і переміщення точки її прикладання в теоремі Кастіліано?
57. Назвіть причину обмеженого застосування теореми Кастіліано в інженерних розрахунках. Який метод усуває цю причину?
58. Розтлумачте сутність методу Мора для визначення переміщень у пружних системах.
59. Скільки інтегралів Мора можна записати для стрижня в разі його довільного навантаження? Який з них використовують звичайно при визначенні переміщень у балках і плоских рамах?
60. Назвіть числові способи обчислення інтегралів Мора.
61. Сформулюйте правило Верещагіна для обчислення інтегралів Мора.
62. Наведіть і поясніть схемою формулу крайніх ординат.
63. Як визначається знак поправки на кривизну в формулі крайніх ординат? Поясніть прикладом.
64. Дайте визначення статично визначених і статично невизначених стрижневих систем. Які переваги мають статично невизначені системи в порівнянні зі статично визначеними?
65. Як визначається ступінь статичної невизначеності стрижневої системи? Поясніть на прикладі плоскої рами.
66. Що таке розкриття статичної невизначеності стрижневої системи? Назвіть його основні етапи.
67. Що таке основна і еквівалентна системи? Покажіть їх наприклад і один раз статично невизначеної рами або балки.
68. Яке призначення канонічних рівнянь методу сил? Яка їх фізична сутність?
69. Запишіть канонічне рівняння методу сил для один раз статично невизначеної системи. Як визначаються його коефіцієнти?
70. Запишіть канонічні рівняння методу сил для двічі статично невизначеної системи. Вкажіть однакові коефіцієнти в цих рівняннях.
71. Яка основна система вважається оптимальною для багатопрогонних нерозрізних балок?
72. Як будуються епюри поперечних сил і згинальних моментів у багатопрогонних нерозрізних балках?
73. Назвіть сутність деформаційної перевірки розрахунку статично невизначеної системи. Скільки разів вона виконується?
74. Назвіть основні етапи визначення лінійних переміщень у статично невизначених балках і рамах.
75. Назвіть основні етапи визначення кутових переміщень у статично невизначених балках і рамах.

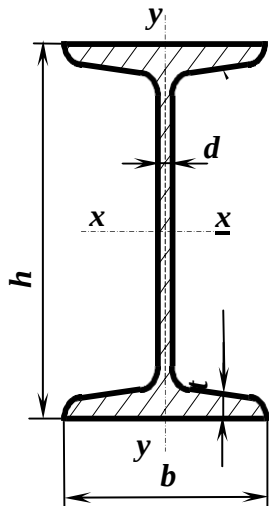
ЛІТЕРАТУРА

1. Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С.Писаренко, О.Л.Квітка, Є. С. Уманський. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.
2. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: Підручник. – К.: Знання, 2016. — 400 с.
3. Герасимик-Чернова Т.П. Опір матеріалів: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт для здобувачів освіти спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, ОПП «Будівництво та експлуатація будівель і споруд». - Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. – 21 с.
4. Герасимик-Чернова Т.П. Опір матеріалів: Конспект лекцій з дисципліни «Опір матеріалів» для студентів, що навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної форм навчання/ – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2018. – 106 с.

Додаток А
Основні параметри катаних профілів
1 Нормальні лінійні розміри, мм(по ГОСТ6636-69,фрагмент рядуRa20)

Таблиця А.1

1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6
4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	7,1	8,0	9,0	10	11	12	14
16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56
63	71	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220
250	280	320	360	400	450	500	560	630	710	800	900



2. Двотаври
стальні гаряче
катані
(заГОСТ8239-89)

Позначення:

h– висота профілю

b– ширина полки

d– товщина стінки

t– середня товщина полки

F– площа перерізу

J– момент інерції

W– момент опору

i– радіус інерції

S– статичний момент
напівперерізу

Приклад позначення
профілю:

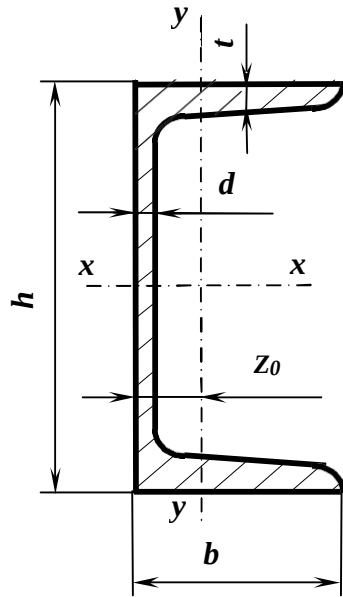
Двотавр 30 ГОСТ8239-89

Таблиця А.2

Номер профілю	Основні розміри,мм				<i>F</i> см ²	<i>J_X</i> см ⁴	<i>W_X</i> см ³	<i>i_X</i> см	<i>S_X</i> см ³	<i>J_Y</i> см ⁴	<i>W_Y</i> см ³	<i>i_Y</i> см
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>								
10	100	55	4,5	7,2	12,0	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	160	81	5,0	7,8	20,2	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,70
18	180	90	5,1	8,1	23,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
18a	180	100	5,1	8,3	25,4	1430	159	7,51	89,8	114	22,8	2,12
20	200	100	5,2	8,4	26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
20a	200	110	5,2	8,6	28,9	2030	203	8,37	114	155	28,2	2,32
22	220	110	5,4	8,7	30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
22a	220	120	5,4	8,9	32,8	2790	254	9,22	143	206	34,3	2,50
24	240	115	5,6	9,5	34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
24a	240	125	5,6	9,8	37,5	3800	317	10,1	178	260	41,6	2,63
27	270	125	6,0	9,8	40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
27a	270	135	6,0	10,2	43,2	5500	407	11,3	229	337	50,0	2,80
30	300	135	6,5	10,2	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
30a	300	145	6,5	10,7	49,9	7780	518	12,5	292	436	60,1	2,95
33	330	140	7,0	11,2	53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	360	145	7,5	12,3	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	400	155	8,3	13,0	72,6	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03
45	450	160	9	14,2	84,7	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09
50	500	170	10	15,2	100	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23
55	550	180	11	16,5	118	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39

60	600	190	12	17,8	138	76806	2560	23,6	1491	1725	182	3,54
----	-----	-----	----	------	-----	-------	------	------	------	------	-----	------

3. Швелери сталвні гарячекатані (заГОСТ8240-89)



Таблиця А.3

Позначення:

h – висота профілю
 b – ширина полки
 d – товщина стінки
 t – середня товщина полки
 F – площа перерізу
 J – момент інерції

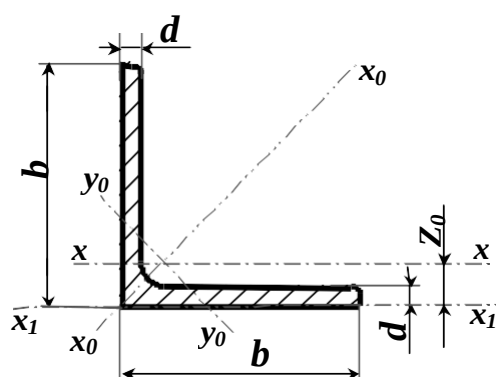
W – момент опору
 i – радіус інерції
 S – статичний момент
 напівперерізу
 Z_0 – відстань від осі y
 до зовнішньої грані стінки

Приклад позначення профілю:

Швелер 30ГОСТ8240-89

Номер профілю	Основні розміри, мм				F см ²	J_X см ⁴	W_X см ³	i_X см	S_X см ³	J_Y см ⁴	W_Y см ³	i_Y см	Z_0 см
	h	b	d	T									
5	50	32	4,4	7,0	6,16	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16
6,5	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15,0	2,54	9,0	8,7	3,68	1,08	1,24
8	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	100	46	4,5	7,6	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	120	52	4,8	7,8	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	140	58	4,9	8,1	15,6	491	70,2	5,60	40,8	45,4	11,0	1,70	1,67
14a	140	62	4,9	8,7	17,0	545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,3	1,84	1,87
16	160	64	5,0	8,4	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,6	13,8	1,87	1,80
16a	160	68	5,0	9,0	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2,00
18	180	70	5,1	8,7	20,7	1090	121	7,24	69,8	86	17,0	2,04	1,94
18a	180	74	5,1	9,3	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20,0	2,18	2,13
20	200	76	5,2	9,0	23,4	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,20	2,07
20a	200	80	5,2	9,7	25,2	1670	167	8,15	95,9	139	24,2	2,35	2,28
22	220	82	5,4	9,5	26,7	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
22a	220	87	5,4	10,2	28,8	2330	212	8,99	121	187	30,0	2,55	2,46
24	240	90	5,6	10,0	30,6	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,60	2,42
24a	240	95	5,6	10,7	32,9	3180	265	9,84	151	254	37,2	2,78	2,67
27	270	95	6,0	10,5	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	300	100	6,5	11,0	40,5	5810	387	12,0	224	327	43,6	2,84	2,52
33	330	105	7,0	11,7	46,5	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	360	110	7,5	12,6	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,10	2,68
40	400	115	8,0	13,5	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

4 КУТИКИ СТАЛІВІ ГАРЯЧЕ КАТАНІ РІВНОПОЛИЧНІ (за ГОСТ 8509-93 або ДСТУ2251-93)



Позначення:

b – ширина полки

F – площа перерізу

i – радіус інерції

d – товщина полки

J – момент інерції

Z_0 – відстань від центра ваги перерізу до зовнішньої грані полки

Приклад позначення профілю:

Кутик 50х50х3 ГОСТ8509-93

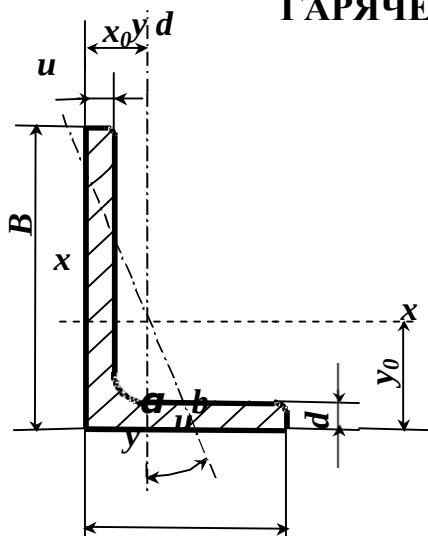
Таблиця А.4

Номер Кутика	Основні розміри мм		F см ²	J_X см ⁴	i_X см	J_{X_0} см ⁴	i_{X_0} см	J_{y_0} см ⁴	i_{y_0} см	Z_0 см
	b	d								
2	20	3	1,13	0,40	0,59	0,6	0,75	0,17	0,39	0,60
		4	1,46	0,50	0,58	0,8	0,73	0,22	0,38	0,64
2,5	25	3	1,43	0,81	0,75	1,3	0,95	0,34	0,49	0,73
		4	1,86	1,03	0,74	1,6	0,93	0,44	0,48	0,76
		5	2,27	1,22	0,73	1,9	0,92	0,53	0,48	0,80
2,8	28	3	1,62	1,16	0,85	1,8	1,07	0,48	0,55	0,80
3	30	3	1,74	1,45	0,91	2,3	1,15	0,60	0,59	0,85
		4	2,27	1,84	0,90	2,9	1,13	0,77	0,58	0,89
		5	2,78	2,20	0,89	3,5	1,12	0,94	0,58	0,93
3,2	32	3	1,86	1,77	0,97	2,8	1,23	0,74	0,63	0,89
		4	2,43	2,26	0,96	3,6	1,21	0,94	0,62	0,94
3,5	35	3	2,04	2,35	1,07	3,7	1,35	0,97	0,69	0,97
		4	2,67	3,01	1,06	4,8	1,33	1,25	0,68	1,01
		5	3,28	3,61	1,05	5,7	1,32	1,52	0,68	1,05
4	40	3	2,35	3,55	1,23	5,6	1,55	1,47	0,79	1,09
		4	3,08	4,58	1,22	7,3	1,53	1,90	0,78	1,13
		5	3,79	5,53	1,21	8,8	1,52	2,30	0,78	1,17
		6	4,48	6,41	1,20	10,1	1,50	2,70	0,78	1,21
4,5	45	3	2,65	5,13	1,39	8,1	1,75	2,12	0,89	1,21
		4	3,48	6,63	1,38	10,5	1,74	2,74	0,89	1,26
		5	4,29	8,03	1,37	12,7	1,72	3,33	0,88	1,30
		6	5,08	9,35	1,36	14,8	1,71	3,90	0,88	1,34
5	50	3	2,96	7,11	1,55	11,3	1,95	2,95	1,00	1,33
		4	3,89	9,21	1,54	14,6	1,94	3,80	0,99	1,38
		5	4,80	11,20	1,53	17,8	1,92	4,63	0,98	1,42
		6	5,69	13,07	1,52	20,7	1,91	5,43	0,98	1,46
5,6	56	4	4,38	13,1	1,73	20,8	2,18	5,41	1,11	1,52
		5	5,41	16,0	1,72	25,4	2,16	6,59	1,10	1,57
6,3	63	4	4,96	18,9	1,95	29,9	2,45	7,81	1,25	1,69
		5	6,13	23,1	1,94	36,6	2,44	9,52	1,25	1,74
		6	7,28	27,1	1,93	42,9	2,43	11,20	1,24	1,78
7	70	4,5	6,20	29,0	2,16	46,0	2,72	12,0	1,39	1,88
		5	6,86	31,9	2,16	50,7	2,72	13,2	1,39	1,90
		6	8,15	37,6	2,15	59,6	2,71	15,5	1,38	1,94
		7	9,42	43,0	2,14	68,2	2,69	17,8	1,37	1,99
		8	10,7	48,2	2,13	76,4	2,68	20,0	1,37	2,02
7,5	75	5	7,39	39,5	2,31	62,6	2,91	16,4	1,49	2,02
		6	8,78	46,6	2,30	73,9	2,90	19,3	1,48	2,06
		7	10,1	53,3	2,29	84,6	2,89	22,1	1,48	2,10
		8	11,5	59,8	2,28	94,6	2,87	24,8	1,47	2,15
		9	12,8	66,1	2,27	105,0	2,86	27,5	1,46	2,18

Продовження таблиці А.4

Номер Кутика	Основні розміримм		F см ²	J_X см ⁴	i_X см	J_{X_0} max см ⁴	i_{X_0} max см	J_{y_0} min см ⁴	i_{y_0} min см	Z_0 см
	b	d								
8	80	5,5	8,63	52,7	2,47	83,6	3,11	21,8	1,59	2,17
		6	9,38	57,0	2,47	90,4	3,11	23,5	1,58	2,19
		7	10,8	65,3	2,45	104,0	3,09	27,0	1,58	2,23
		8	12,3	73,4	2,34	116,0	3,08	30,3	1,57	2,27
9	90	6	10,6	82,1	2,78	130	3,50	34,0	1,79	2,43
		7	12,3	94,3	2,77	150	3,49	38,9	1,78	2,47
		8	13,9	106,0	2,76	168	3,48	43,8	1,77	2,51
		9	15,6	118,0	2,75	186	3,46	48,6	1,77	2,55
10	100	6,5	12,8	122	3,09	193	3,88	50,7	1,99	2,68
		7	13,8	131	3,08	207	3,88	54,2	1,98	2,71
		8	15,6	147	3,07	233	3,87	60,9	1,98	2,75
		10	19,2	179	2,05	284	3,84	74,1	1,96	2,83
		12	22,8	209	3,03	331	3,81	86,9	1,95	2,91
		14	26,3	237	3,00	375	3,78	99,3	1,94	2,99
11	110	7	15,2	176	3,40	279	4,29	72,7	2,19	2,96
		8	17,2	198	3,39	315	4,28	81,8	2,18	3,00
12,5	125	8	19,7	294	3,37	467	4,87	122	2,49	3,36
		9	22,0	327	3,86	520	4,86	135	2,48	3,40
		10	24,3	360	3,85	571	4,84	149	2,47	3,45
		12	28,9	422	3,82	670	4,82	174	2,46	3,53
		14	33,4	482	3,80	764	4,78	200	2,45	3,61
		16	37,8	539	3,78	853	4,75	224	2,44	3,68
14	140	9	24,7	466	4,34	739	5,47	192	2,79	3,78
		10	27,3	512	4,33	814	5,46	211	2,78	3,82
		12	32,5	602	4,31	957	5,43	248	2,76	3,90
16	160	10	31,4	774	4,96	1229	6,25	319	3,19	4,30
		11	34,4	844	4,95	1341	6,24	348	3,18	4,35
		12	37,4	913	4,94	1450	6,23	376	3,17	4,39
		14	43,3	1046	4,92	1662	6,20	431	3,16	4,47
		16	49,1	1175	4,89	1866	6,17	485	3,14	4,55
		18	54,8	1299	4,87	2061	6,13	537	3,13	4,63
		20	60,4	1419	4,85	2248	6,10	589	3,12	4,70
18	180	11	38,8	1216	5,60	1933	7,06	500	3,59	4,85
		12	42,2	1317	5,59	2093	7,04	540	3,58	4,89
20	200	12	47,1	1823	6,22	2896	7,84	749	3,99	5,37
		13	50,9	1961	6,21	3116	7,83	805	3,98	5,42
		14	54,6	2097	6,20	3333	7,81	861	3,97	5,46
		16	62,0	2363	6,17	3755	7,78	970	3,96	5,54
		20	76,5	2871	6,12	4560	7,72	1182	3,93	5,70
		25	94,3	3466	6,06	5494	7,63	1438	3,91	5,89
22	220	30	111,5	4020	6,00	6351	7,55	1688	3,89	6,07
25	250	14	60,4	2814	6,83	4470	8,60	1159	4,38	5,93
		16	68,6	3175	6,81	5045	8,58	1306	4,36	6,02
		16	78,4	4717	7,76	7492	9,78	1942	4,98	6,75
		18	87,7	5247	7,73	8337	9,75	2158	4,96	6,83
		20	97,0	5765	7,71	9160	9,72	2370	4,94	6,91
		22	106,1	6270	7,69	9961	9,69	2579	4,93	7,00
		25	119,7	7006	7,65	11125	9,64	2887	4,91	7,11
		28	133,1	7717	7,61	12244	9,59	3190	4,89	7,23
25	250	30	142,0	8117	7,59	12965	9,56	3389	4,89	7,31

5 КУТИКИ СТАЛЄВІ ГАРЯЧЕКАТАНІНЕРІВНОПОЛИЧНІ (за ГОСТ 8510-86)



Позначення:

B – ширина більшої полки

b – ширина меншої полки

d – товщина полки

F – площа перерізу

I – момент інерції

i – радіус інерції

x_0, y_0 – відстані від центра ваги перерізу до зовнішніх граней полков,

α – кут нахилу осі u

Приклад позначення профілю:

Кутик 50х32х3ГОСТ8510-86

Таблиця А.5

Номер кутика	Основні розміри, мм			F см ²	J_x см ⁴	J_y см ⁴	J_u min см ⁴	i_u см	x_0 см	y_0 см	tg α
	B	b	D								
2,5/1,6	25	16	3	1,16	0,70	0,22	0,13	0,34	0,42	0,86	0,392
3/2	30	20	3	1,43	1,27	0,45	0,26	0,43	0,51	1,00	0,427
			4	1,86	1,61	0,56	0,34	0,43	0,54	1,04	0,421
3,2/2	32	20	3	1,49	1,52	0,46	0,28	0,43	0,49	1,08	0,382
			4	1,94	1,93	0,57	0,35	0,43	0,53	1,12	0,374
4/2,5	40	25	3	1,89	3,06	0,93	0,56	0,54	0,59	1,32	0,385
			4	2,47	3,93	1,18	0,71	0,54	0,63	1,37	0,381
			5	3,03	4,73	1,41	0,86	0,53	0,66	1,41	0,374
4/3	40	39	4	2,67	4,18	2,01	1,09	0,64	0,78	1,28	0,544
			5	3,28	5,04	2,41	1,33	0,64	0,82	1,32	0,539
4,5/2,8	45	28	3	2,14	4,41	1,32	0,79	0,61	0,64	1,47	0,382
			4	2,80	5,68	1,69	1,02	0,60	0,68	1,51	0,379
5/3,2	50	32	3	2,42	6,18	1,99	1,18	0,70	0,72	1,60	0,403
			4	3,17	7,98	2,56	1,52	0,69	0,76	1,65	0,401
5,6/3,6	56	36	4	3,58	11,4	3,7	2,19	0,78	0,84	1,82	0,406
			5	4,41	13,8	4,48	2,66	0,78	0,88	1,86	0,404
6,3/4	63	40	4	4,04	16,3	5,16	3,07	0,87	0,91	2,03	0,397
			5	4,98	19,9	6,26	3,72	0,86	0,95	2,08	0,396
			6	5,90	23,3	7,28	4,36	0,86	0,99	2,12	0,393
			8	7,68	29,6	9,15	5,58	0,85	1,07	2,20	0,386
6,5/5	65	50	5	5,56	23,41	12,08	6,41	1,07	1,26	2,00	0,576
			6	6,60	27,46	14,12	7,52	1,07	1,30	2,04	0,575
			7	7,62	31,32	16,05	8,60	1,06	1,34	2,08	0,571
			8	8,62	35,00	18,88	9,65	1,06	1,37	2,12	0,570
7/4,5	70	45	5	5,59	27,76	9,05	5,34	0,98	1,05	2,28	0,406
7,5/5	75	50	5	6,11	34,81	12,47	7,24	1,09	1,17	2,39	0,436
			6	7,25	40,92	14,60	8,48	1,08	1,21	2,44	0,435
			7	8,37	46,77	16,61	9,69	1,08	1,25	2,48	0,435
			8	9,47	52,38	18,52	10,87	1,07	1,29	2,52	0,430

Продовження таблиці А.5

Номер кутика	Основні розміри, мм			F см ²	J_X см ⁴	J_Y см ⁴	J_u min см ⁴	i_u см	x_0 см	y_0 см	tg α
	B	b	D								
8/5	80	50	5 6	6,36 7,55	41,64 48,98	12,68 14,85	7,57 8,88	1,09 1,08	1,13 1,17	2,60 2,65	0,387 0,386
8/6	80	60	6 7 8	8,15 9,42 10,6	52,06 59,61 66,88	25,18 28,74 32,15	13,61 15,58 17,49	1,29 1,29 1,28	1,49 1,53 1,57	2,47 2,52 2,56	0,547 0,546 0,544
9/5,6	90	56	5,5 6 8	7,86 8,54 11,2	65,3 70,6 90,9	19,7 21,2 27,1	11,8 12,7 16,3	1,22 1,22 1,21	1,26 1,28 1,36	2,92 2,95 3,04	0,384 0,384 0,380
10/6,3	100	63	6 7 8 10	9,59 11,1 12,6 15,5	98,3 113,0 127,0 154,0	30,6 35,0 39,2 47,1	18,20 20,83 23,38 28,34	1,38 1,37 1,36 1,35	1,42 1,46 1,50 1,58	3,23 3,28 3,32 3,40	0,393 0,392 0,391 0,387
10/6,5	100	65	7 8 10	11,2 12,7 15,7	114,0 138,3 155,5	38,3 43,0 51,7	22,77 25,24 30,60	1,41 1,41 1,40	1,52 1,56 1,64	3,24 3,28 3,37	0,415 0,414 0,410
11/7	110	70	6,5 8	11,4 13,9	142 172	45,6 54,6	26,9 32,3	1,53 1,52	1,58 1,64	3,55 3,61	0,402 0,400
12,5/8	125	80	7 8 10 12	14,1 16,0 19,7 23,4	227 256 312 365	73,7 83,0 100,0 117,0	43,4 48,8 59,3 69,5	1,76 1,75 1,74 1,72	1,80 1,84 1,92 2,00	4,01 4,05 4,14 4,22	0,407 0,406 0,404 0,400
14/9	140	90	8 10	18,0 22,2	364 444	120 146	70,3 85,5	1,98 1,96	2,03 2,12	4,49 4,58	0,411 0,409
16/10	160	100	9 10 12 14	22,9 25,3 30,0 34,7	606 667 784 897	186 204 239 272	110 121 142 162	2,20 2,19 2,18 2,16	2,23 2,28 2,36 2,43	5,19 5,23 5,32 5,40	0,391 0,390 0,388 0,385
18/11	180	110	10 12	28,3 33,7	952 1123	276 324	165 194	2,42 2,40	2,44 2,52	5,88 5,97	0,375 0,374
20/12,5	200	125	11 12 14 16	34,9 37,9 43,9 49,8	1449 1568 1801 2026	446 482 551 617	264 285 327 367	2,75 2,74 2,73 2,72	2,79 2,83 2,91 2,99	6,50 6,54 6,62 6,71	0,392 0,392 0,390 0,388
25/16	250	160	12 16 18 20	48,3 63,6 71,1 78,5	3147 4091 4545 4987	1032 1333 1475 1613	604 781 896 949	3,54 3,50 3,49 3,48	3,53 3,69 3,77 3,85	7,97 8,14 8,23 8,31	0,410 0,408 0,407 0,405

Опір матеріалів: методичні вказівки до виконання самостійних робіт для здобувачів освіти спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, ОПП «Будівництво та експлуатація будівель і споруд»/уклад.: Т.П. Герасимик-Чернова, – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. – 22 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.