

# **БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ**

*Підручник*

*Київ – 2016*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНЬСКА АКАДЕМІЯ НАУК  
(ВІДДІЛЕННЯ «АРХІТЕКТУРИ І БУДІВЕЛЬНИХ НАУК»)

# БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

*Підручник, видання 2-ге*

За редакцією академіка Української академії наук,  
д-ра техн. наук, проф. О. М. Лівінського

тні  
их,  
це  
ма-  
ові  
ла,  
щії  
ю-  
що  
  
лії,  
их  
ль-  
се-  
их  
  
ла-  
ені  
су-  
ій,  
та,  
р-  
ю-  
ж  
ми  
ям

Київ – 2016

УДК 691 (075.8)  
ББК 38.3 я. 73  
О75

*Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник  
для студентів вищих навчальних закладів будівельного профілю  
(лист № 1.4/18-Г-2255 від 18.11.12)*

**Рецензенти:**

**Р. Ф. Рунова**, д-р техн. наук, професор (Київський національний університет будівництва і архітектури);

**В. М. Дерев'янку**, д-р техн. наук, професор (Придніпровська державна академія будівництва і архітектури);

**В. Р. Сердюк**, д-р техн. наук, професор (Вінницький національний технічний університет).

**О. М. Лівінський**

075 Будівельні матеріали та вироби : підручник / О.М. Лівінський, Курок О.І., О.М. Пшінько, М.В. Савицький, І.Н. Дудар, Бондаренко М.І., Хоменко О.Г., Т.Е. Патапова. – К. : «МП Леся», 2016. – 660 с.

У підручнику поряд із загальними питаннями будівельного матеріалознавства детально розглянуто практично всі сучасні ефективні будівельні матеріали, галузі їх застосування, технічні характеристики, що важливо для отримання повної інформації про матеріали.

Для студентів середніх та вищих навчальних закладів будівельного профілю, а також проєктувальників, фахівців, менеджерів будівельних організацій.

ISBN 978-966-8126-89-5

© Лівінський О. М. та ін., 2016

**ВСТУП**

Протягом багатоміліардної історії людство використовувало різноманітні матеріали для будівництва житла, а потім і інших споруд – культових, спортивних, громадських, промислових, інженерних тощо. Спочатку це були земля, глина, природний камінь, дерево, кістки тварин (зокрема, мамонта та ін.). З часом удосконалювалися знаряддя праці, з'являлися нові матеріали, що задовольняли зростаючі потреби людини (випалена цегла, метал, в'язучі матеріали тощо). Таким чином, з розвитком цивілізації в усіх напрямках йшла вперед наука, культура, мистецтво й удосконалювалася будівельна справа на основі застосування нових матеріалів, що створювалися людиною.

Житлові будинки, школи, клуби, лікарні, заводи й фабрики, греблі, мости, електростанції й багато інших будівель і споруд зводять з різних будівельних матеріалів і виробів. Тому розвитку промисловості будівельних матеріалів і виробів в Україні приділяється велика увага як безпосередньо в будівництві, так і у вищій школі (їх вивчення й засвоєння набутих знань студентами).

В Україні над проблемою створення й застосування ефективних матеріалів у будівельній практиці працювали і працюють відомі вчені й спеціалісти, а саме: Б. С. Лисін, Д. Д. Єршов, В. С. Григор'єв, А. В. Жуков, О. П. Мчедлов-Петросян, Б. Є. Корнілович, В. Д. Глуховський, В. П. Кривенко, І. А. Пашков, Г. Д. Діброва, А. В. Ралко, А. А. Крупа, А. А. Пащенко, Р. Ф. Рунова, О. І. Черепанова, Л. Н. Дворкін, В. Р. Сердюк, А. В. Мішутін, М. А. Санницький, К. К. Пушкарьова, В. Б. Барановський та багато інших. Їх досвід, розробки та досягнення, а також опубліковані праці зарубіжних науковців були використані авторами в ході укладання цього видання. Підручник підготовлено з урахуванням вимог чинних нормативних документів, у тому числі ДСТУ, ДБН, ЕН.

Основна мета запропонованого підручника – надати фахівцям повні відомості про сучасні матеріали, а студентам ґрунтовні знання, засвоєння яких допоможе їм правильно оцінювати властивості будівельних матеріалів під час їх вибору для тієї чи іншої конструкції залежно від умов її роботи в споруді та для ефективного використання під час зведення різних об'єктів.

Підручник охоплює більшість сучасних матеріалів, що застосовуються в будівництві. З розвитком будівельного виробництва розширюється номенклатура матеріалів та виробів будівельного призначення, що сприяє подоланню економічної й екологічної кризи за рахунок економії матеріальних ресурсів та є підставою для розробки нових технологій їх отримання.

У підручнику поряд із сучасними будівельними матеріалами й конструкціями висвітлено традиційні, які протягом останніх 50–60 років випускалися промисловістю й були застосовані для спорудження нині експлуатованих будівель і в окремих випадках потребують заміни у зв'язку із зношенням і новими вимогами (енергозбереження, екологічні, санітарно-гігієнічні, естетичні тощо).

Підручник складається із сімнадцяти розділів, поділ на які автори здійснили за технологічною ознакою отримання будівельних матеріалів з урахуванням виду вихідної сировини. У кожному розділі подаються загальні відомості про той чи інший матеріал, а далі докладно описуються його характеристики, властивості та галузь застосування, правила перевезення, складання та зберігання.

Будівельне матеріалознавство – одна з основних інженерних дисциплін, що формує базові знання студента, необхідні для вивчення таких навчальних курсів, як «Будівельні конструкції», «Технології будівельного виробництва», «Економіка і організація будівництва», «Архітектура будівель і споруд» та ін.

Роль і значення матеріалів розглядаються в нерозривному зв'язку з їхньою роботою і поведінкою в конструкціях і спорудах за тривалий період експлуатації в реальних умовах. Розвиток теоретичної бази будівельного матеріалознавства не тільки змінює підходи фахівців до вибору відповідних матеріалів для будівництва різних споруд, але й ефективно впливає на удосконалення методів, що використовуються під час проектування будівельних конструкцій.

Завдяки розвитку теоретичних основ будівельного матеріалознавства відмічається поступовий перехід від традиційних підходів, пов'язаних з вивченням технічних характеристик будівельних матеріалів та оцінкою їхньої поведінки в різних умовах експлуатації, до встановлення фізико-

хімічних закономірностей утворення матеріалів з наперед заданими властивостями та розкриття механізмів їх руйнування.

Метою видання цього підручника є вивчення:

- властивостей будівельних матеріалів (механічних, фізичних, хімічних, технологічних);
- асортименту та номенклатури будівельних матеріалів та технології їх виробництва;
- закономірностей зміни властивостей будівельних матеріалів в умовах експлуатації за механічних та інших впливів (температурних, атмосферної вологи, сонячної радіації, біологічних, шуму тощо), а також виявлення шляхів ефективного використання багатофункціональних будівельних матеріалів.

Курс «Будівельне матеріалознавство» має дуже важливе значення в підготовці фахівців, адже жодну споруду не можна правильно спроектувати, побудувати й експлуатувати без наявності відповідних будівельних матеріалів і всебічного знання їхніх властивостей. Вартість матеріалів у загальних витратах на будівництво становить не менше 50 %, тому знання функціональних особливостей кожного матеріалу не тільки дозволяє вирішувати питання, пов'язані з економією в будівельному виробництві, але й дає можливість фахівцю:

- зробити і професійно обґрунтувати вибір матеріалу з урахуванням експлуатаційних характеристик;
- правильно застосувати прийоми його обробки та методи укладання в будівлі (споруди);
- у разі потреби замінити одні матеріали іншими без зниження якісних характеристик споруди;
- організувати правильне транспортування, складування та зберігання матеріалу.

У підручнику визначено основні напрямки розвитку будівельного матеріалознавства, а саме:

- створення нових матеріалів за рахунок використання раціональних рецептур з урахуванням імовірнісних показників якості й надійності;
- розширення вимог до матеріалів з урахуванням конкретних умов експлуатації будівель;
- керування якістю матеріалів за рахунок ускладнення рецептури введенням коригувальних домішок;
- розробка ефективних будівельних матеріалів та виробів за новими енергозберігаючими технологіями.

Знання і уміння, набуті студентами з курсу «Основи будівельного матеріалознавства», будуть корисними під час вивчення циклу дисциплін

професійної підготовки, проходження виробничої та технологічної практики, у курсовому проектуванні та науково-дослідній роботі.

Звичайно, готуючи таку велику працю, можливо, децю авторами було упущене, а окремі матеріали висвітлені не достатньо повно. Тому розраховуємо на конструктивні відгуки, зауваження і пропозиції від спеціалістів і вчених-матеріалознавців, які будуть з вдячністю прийняті та враховані під час підготовки другого видання.

Автори щиро вдячні рецензентам – докторам технічних наук, професорам Віктору Михайловичу Дерев'янку, Раїсі Федорівні Руновій і Василю Романовичу Сердюку за висловлені зауваження й пропозиції. Усі вони враховані в ході доопрацювання й підготовки підручника до видання.

*О. М. Лівінський,*  
доктор технічних наук, професор,  
Заслужений будівельник України,  
лауреат Державної премії України  
в галузі науки і техніки, академік УАН

## Загальні відомості про будівельні матеріали

### 1.1. Будівельні матеріали й вироби: загальна характеристика

*Будівельні матеріали* – це матеріали (вироби), які застосовуються для спорудження будівель. Вони, як правило, характеризуються сталими за часом властивостями й поділяються на *природні* (пиломатеріали, камінь, пісок, глина) і *штучні* (цемент, вапно, скло, метал), а за умовами роботи й призначенням – на *конструкційні* (природні та штучні кам'яні матеріали, в'язучі речовини, метали, полімери, деревина, композиційні матеріали) і *матеріали спеціального призначення* (теплоізоляційні, акустичні, гідроізоляційні, покрівельні, антикорозійні, опоряджувальні). Основна маса будівельних матеріалів, виробів і напівфабрикатів виготовляється на підприємствах промисловості будівельних матеріалів і підприємствах будівельної індустрії або постачається іншими галузями народного господарства, а певна частина – безпосередньо на будівельному майданчику, приоб'єктних полігонах чи виробничих базах. Заборонено використання будівельних матеріалів і виробів, які не мають товарного знака (заводської марки), а також супровідних документів (паспорт, сертифікат), що підтверджують відповідність їхніх якісних показників вимогам державних стандартів (ДСТУ) або технічних умов (ТУ).

Є ще таке тлумачення цього терміна.

*Будівельні матеріали* – це предмети праці, які безпосередньо підлягають обробленню в процесі будівельного виробництва та визначають матеріальне наповнення будівельної продукції або її елементів: сировина, матеріали, вироби та конструкції.

*Будівельні вироби* – це вироби, з яких складаються конструктивні елементи (стіни мурують з окремих цеглин, сходи будують зі східців і косоурів, перекриття улаштовують з окремих плит, балок тощо).

До будівельних матеріалів належать речовини органічного й неорганічного походження (природні або штучні, спеціально синтезовані

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ .....	7
1.1. Будівельні матеріали й вироби: загальна характеристика .....	7
1.2. Класифікація будівельних матеріалів .....	14
1.3. Основні властивості будівельних матеріалів .....	18
1.3.1. Механічні властивості будівельних матеріалів .....	18
1.3.2. Міцність будівельних матеріалів .....	24
1.3.2. Фізичні властивості будівельних матеріалів .....	38
1.3.3. Хімічні властивості .....	60
1.3.4. Технологічні властивості .....	64
1.4. Стандартизація будівельних матеріалів .....	65
ГРУНТИ – ПРИРОДНИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ .....	70
2.1. Загальні відомості про ґрунти .....	70
2.2. Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом і числом пластичності. Зв'язні й незв'язні ґрунти .....	78
2.3. Фільтраційні властивості. Стисливість ґрунтів .....	81
ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ .....	85
3.1. Загальні відомості .....	85
3.2. Зовнішні ознаки та петрографічна характеристика природних кам'яних матеріалів .....	88
3.3. Породотвірні мінерали .....	92
3.4. Класифікація гірських порід .....	93
3.5. Види виробів з природного каменю, їх застосування, перевезення та зберігання .....	100
ШТУЧНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ Й ВИРОБИ .....	107
4.1. Загальні відомості .....	107
4.2. Основні види керамічних матеріалів .....	112
4.3. Саман і ґрунтоблоки .....	143
4.4. Вироби на основі вапна .....	144
4.5. Вироби на основі портландцементу .....	147
4.6. Вироби на основі гіпсу .....	150
4.7. Вироби на основі магнезійного в'язучого .....	151
СКЛО І СКЛОКРИСТАЛІЧНІ МАТЕРІАЛИ .....	154
5.1. Загальні відомості .....	154
5.2. Будівельні вироби зі скла .....	164
5.3. Склокристалічні матеріали .....	175
МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ .....	181

6.1. Загальні відомості	181
6.2. Будівельні вироби зі сталі	186
6.3. Кольорові метали та сплави й матеріали на їх основі	198
6.4. Обробка металів	200
6.5. Випробування металів	201
6.6. Захист металів від корозії	207
<b>МАТЕРІАЛИ З ДЕРЕВИНИ</b>	<b>209</b>
7.1. Загальні відомості	209
7.2. Будова й ознаки деревини	211
7.3. Дефекти деревини	217
7.4. Фізичні властивості деревини	224
7.5. Механічні властивості деревини	227
7.6. Матеріали й вироби з деревини	229
7.7. Захист деревини від руйнування	235
<b>МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ ТА ВИРОБИ НА ЇХ ОСНОВІ</b>	<b>238</b>
8.1. Загальні відомості	238
8.2. Повітряні в'язучі речовини	240
8.2.1. Гіпсові в'язучі речовини	240
8.2.2. Будівельне повітряне вапно	244
8.2.3. Розчинне та рідке скло. Магnezіальні в'язучі	250
8.2.4. Глина	253
8.3. Гідралічні в'язучі речовини	254
8.3.1. Гідралічне вапно	254
8.3.2. Шлакові в'язучі	257
8.3.3. Цементи	258
8.3.3.1. Портландцемент	259
8.3.3.2. Різновиди цементів на основі портландцементного клінкеру	263
8.3.3.3. Романцемент	266
8.4. Вироби на основі мінеральних в'язучих	266
<b>БЕТОНІ Й БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНІ</b>	<b>272</b>
9.1. Загальні відомості	272
9.2. Структура та властивості бетону	273
9.3. Властивості бетонної суміші	279
9.4. Звичайний (важкий) бетон	281
9.5. Легкі бетони	289
9.6. Різновиди бетонів спеціального призначення	291
9.7. Визначення і класифікація будівельних розчинів	292
9.8. Властивість розчинової суміші й затверділого розчину	293
9.9. Склади розчинів	296
9.10. Мурувальні, спеціальні та опоряджувальні розчини	297

<b>МАТЕРІАЛИ Й ВИРОБИ НА ОСНОВІ ПОЛІМЕРІВ</b>	<b>306</b>
10.1. Загальні відомості	306
10.2. Склад і властивості пластмас	309
10.3. Полімерні смоли	312
10.4. Каучуки й каучукоподібні полімери	316
10.5. Природні органічні полімери	318
10.6. Матеріали на основі пластмас	321
<b>БІТУМНІ ТА ДЬОГТЬОВІ В'ЯЖУЧІ Й МАТЕРІАЛИ НА ЇХ ОСНОВІ</b>	<b>340</b>
11.1. Загальні відомості	340
11.2. Бітумні та дьогтьові в'язучі	342
11.3. Бітумні й дьогтьові емульсії, пасти. Композиційні в'язучі	347
11.4. Бітумні й дьогтьові мастики, розчини, бетони	349
11.6. Рулонні матеріали на основі бітумних в'язучих	354
<b>СУХІ БУДІВЕЛЬНІ СУМІШІ</b>	<b>360</b>
12.1. Загальні відомості	360
12.2. Характеристика компонентів сухих сумішей	362
12.3. Рецептури полімерних сумішей	369
<b>ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ Й АКУСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ</b>	<b>391</b>
13.1. Загальні відомості	391
13.2. Неорганічні теплоізоляційні матеріали	395
13.2.1. Пінофол як теплоізоляційний матеріал	403
13.2.2. Теплоізоляційні матеріали з базальтового волокна (кам'яна вата)	404
13.2.3. Теплоізоляційні матеріали зі скловолокна (продукція «Isover»)	405
13.3. Органічні теплоізоляційні матеріали	407
13.4. Матеріали для ізоляції об'єктів з мінусовою температурою поверхні	412
13.5. Акустичні матеріали	417
<b>ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ ТА ГЕРМЕТИЗАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ</b>	<b>428</b>
14.1. Загальні відомості	428
14.2. Класифікація та вибір типу гідроізоляції	430
14.3. Рулонні гідроізоляційні матеріали	432
14.4. Гідроізоляційні матеріали на цементно-мінеральній основі	436
14.5. Гідроізоляційні матеріали на полімерцементній основі	437
14.6. Полімерні гідроізоляційні матеріали	439
14.7. Бітумні й бітумно-полімерні (мастикові) гідроізоляційні матеріали	444
14.8. Матеріали для герметизаційних робіт	449

ПОКРІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ .....	460
15.1. Загальні відомості .....	460
15.2. Фізичні властивості покрівельних матеріалів .....	460
15.3. Механічні властивості .....	469
15.4. Хімічні властивості .....	472
15.5. Покрівельні рулонні матеріали .....	473
15.5.1. Бітумні рулонні покрівельні матеріали на основі картону .....	476
15.5.2. Бітумні рулонні покрівельні матеріали на скловолоконистій основі .....	481
15.5.3. Бітумнополімерні покрівельні рулонні матеріали .....	483
15.5.4. Покрівельні полімерні рулонні матеріали .....	491
15.6. Плівкові покрівельні матеріали .....	493
15.7. Покрівельні мембрани .....	494
15.8. Покрівельні мастики .....	496
15.8.1. Наповнювачі для покрівельних мастик .....	496
15.8.2. Клеючі мастики .....	499
15.8.3. Покрівельні мастики .....	503
15.9. Емульсії, ґрунтовки, пасти .....	506
15.10. Герметизувальні матеріали .....	508
15.11. Азбестоцементні покрівельні матеріали .....	509
15.12. Бітумні хвилясті листи .....	515
15.13. Глиняна черепиця та поштучні мінеральні матеріали .....	518
15.14. М'яка черепиця .....	524
15.15. Покрівельні матеріали з деревини .....	527
15.16. Металеві листові матеріали .....	529
15.17. Металочерепиця та профнастил .....	532
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ .....	539
16.1. Загальні відомості .....	539
16.2. Характеристика та основні властивості опоряджувальних матеріалів .....	541
16.3. Застосування кольору в опорядженні будинків .....	550
16.4. Основні компоненти лакофарбових матеріалів .....	555
16.4.1. Пігменти та їх властивості .....	559
16.4.2. Характеристики основних пігментів для кольорових розчинів і мозаїчних сумішей .....	562
16.4.3. Водні фарбувальні матеріали .....	568
16.4.4. Олійні та емалеві фарби й лаки .....	570
16.4.5. Захисні лакофарбові покриття .....	571
16.5. Обклеювальні рулонні й листові матеріали. Засоби для їх наклеювання .....	572

ПЕРЕВЕЗЕННЯ, СКЛАДУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ .....	580
17.1. Загальні відомості .....	580
17.2. Перевезення, складування та зберігання збірних сталобетонних і бетонних виробів та конструкцій .....	583
17.3. Перевезення, складування та зберігання дрібноштучних стінових матеріалів .....	594
17.4. Перевезення, складування та зберігання металоконструкцій, виробів із чорних та кольорових металів .....	596
17.5. Перевезення, складування та зберігання лісоматеріалів, виробів та конструкцій з деревини .....	601
17.6. Перевезення, складування та зберігання в'язучих мінеральних матеріалів .....	604
17.7. Перевезення, складування та зберігання заповнювачів для бетонів і розчинів .....	606
17.8. Перевезення, складування та зберігання тепло- і звукоізоляційних матеріалів і виробів .....	608
17.9. Перевезення, складування та зберігання покрівельних і гідроізоляційних рулонних матеріалів, бітумних в'язучих матеріалів і виробів .....	610
17.10. Перевезення, складування та зберігання азбестоцементних виробів .....	612
17.11. Перевезення, складування та зберігання керамічних матеріалів і виробів .....	613
17.12. Перевезення, складування та зберігання скла і виробів з нього .....	614
17.13. Перевезення, складування та зберігання опоряджувальних матеріалів і виробів та матеріалів і виробів на основі полімерів .....	616
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	627
КОРОТКИЙ ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК .....	632
ЗМІСТ .....	653