

ВИРОБНИЦТВО ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ І ВИРОБІВ

**Під загальною редакцією
д.т.н., проф. Гоца В. І.**



Довідник

УДК 624.012.3(063)
Г57

*Затверджено Вченою Радою Київського національного університету
будівництва і архітектури як підручник для студентів,
які навчаються за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія»
(протокол № 21 від 29.03.2019 р.)*

Рецензенти:
Дерев'яко В. М., директор інституту екології та безпеки життєдіяльності в
будівництві Придніпровської національної академії будівництва і архітектури,
д-р техн. наук, проф.;

Солодкий С. Й., завідувач кафедри автомобільних доріг і мостів національного
університету «Львівська політехніка», д-р техн. наук, проф.;

Сопов В. П., завідувач кафедри фізико-хімічної механіки та технології будівель-
них матеріалів і виробів Харківського національного університету будівництва та
архітектури, д-р техн. наук, проф.

Під загальним керівництвом Гоца В. І.:
Амеліна Н. О., Азутов В. П., Бердник О. Ю., Гелевера О. Г., Кокшарьов В. М.,
Ковальчук О. Ю., Константиновський О. П., Ластівка О. В., Майстренко А. А.,
Павлюк В. В., Пальчик П. П., Петрикова Є. М., Рижанкова Л. М., Рунова Р. Ф.,
Рогозіна Н. В.

Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: довідник / під загальною
редакцією зав. кафедри, д-р техн. наук, проф. Гоца В. І. — К. : Основа, 2019. —
464 с.

ISBN 978-966-984-008-0

У довіднику наведені сучасні інформаційні матеріали, які стосуються номенклатури залізо-
бетонних конструкцій і виробів, характеристик сировинних матеріалів, напівфабрикатів та кін-
цевого продукту підприємств з виробництва залізобетонних конструкцій з посиланням на ви-
моги до них технічних та нормативних документів. Наведені особливості технологічних про-
цесів та організаційних рішень на таких підприємствах, включаючи контроль на виробництві.
Довідник призначений для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Будівницт-
во та цивільна інженерія», які навчаються за професійним спрямуванням «Технологія буді-
вельних конструкцій, виробів і матеріалів», а також інженерів галузі.

УДК 624.012.3(063)

Передрукування заборонено

© В. І. Гоц, Амеліна Н. О., Азутов В. П., Бердник О. Ю., Гелеве-
ра О. Г., Кокшарьов В. М., Ковальчук О. Ю., Константиновсь-
кий О. П., Ластівка О. В., Майстренко А. А., Павлюк В. В.,
Пальчик П. П., Петрикова Є. М., Рижанкова Л. М., Рунова Р. Ф.,
Рогозіна Н. В., 2019

© Оформлення, оригінал-макет видавництва «Основа», 2019

ISBN 978-966-984-008-0

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	9
Розділ 1. ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ І ВИРОБИ	
1.1. Основні положення і вимоги до залізобетонних конструкцій і виробів.....	15
1.2. Залізобетонні конструкції і вироби для зведення житлових, промислових, сільськогосподарських будівель та інженерних споруд	23
Розділ 2. ВИХІДНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БЕТОННИХ І РОЗЧИНОВИХ СУМІШЕЙ	
2.1. В'язучі речовини	47
2.1.1. Загальні поняття і термінологія.....	47
2.1.2. Портландцемент і його різновиди.....	49
2.1.3. Лужні цементи	68
2.1.4. Кальцієво-алюмінатний (глиноземистий) цемент ..	72
2.2. Заповнювачі для бетонів	77
2.2.1. Крупні заповнювачі щільної структури	77
2.2.2. Дрібні заповнювачі щільної структури	78
2.2.3. Вимоги до заповнювачів для приготування важкого бетону	79
2.2.4. Пористі заповнювачі для легких бетонів	81
2.3. Матеріали для будівельних розчинів	82
2.4. Додатки для регулювання властивостей бетонних сумішей, бетонів та будівельних розчинів	85
2.5. Вода для приготування бетонних сумішей.....	88
Розділ 3. БЕТОНИ, БЕТОННІ СУМІШІ ТА БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ	
3.1. Класифікація бетонів.....	91
3.2. Класифікація та властивості бетонних сумішей	96
3.3. Загальні відомості та класифікація будівельних розчинів ..	99
3.4. Проектування складу важкого, легкого та ніздрюватого бетонів	101
3.4.1. Порядок розрахунку складу важких бетонів	101
3.4.2. Порядок розрахунку складу легких бетонів	105
3.4.2.1. Проектування складу легких бетонів щільної структури	108
3.4.2.2. Проектування складу поризованих легких бетонів	115

3.4.2.3. Проектування складу крупнопористого бетону	118
3.4.3. Проектування складу ніздрюватих бетонів	119
3.4.4. Проектування складу будівельних розчинів	125
Розділ 4. АРМАТУРНІ СТАЛІ Й АРМАТУРНІ ВИРОБИ	
4.1. Арматурні сталі	129
4.1.1. Класифікація і характеристика арматурних сталей	129
4.1.2. Механічні властивості сталевих арматур	148
4.2. Арматурні вироби	150
4.2.1. Способи з'єднання арматурних елементів	150
4.2.2. Ненапружені арматурні вироби	159
4.2.3. Напружена арматура	165
4.3. Виготовлення арматурних виробів	171
4.3.1. Виробництво ненапружених залізобетонних виробів	171
4.3.2. Виробництво каркасів і сіток	176
4.3.3. Виробництво просторових каркасів	182
4.3.4. Виготовлення закладних деталей	191
4.4. Виробництво попередньо-напруженої арматури	192
4.4.1. Види напруженого армування	192
4.4.2. Заготівлення напружених арматурних елементів	195
4.4.3. Технологічні розрахунки напруження арматури	200
4.5. Проектування арматурних цехів	207
Розділ 5. ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПІДПРИЄМСТВ З ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ І ВИРОБІВ	
5.1. Вихідні дані для проектування складів сировини, допоміжних матеріалів та готової продукції	211
5.2. Проектування складів заповнювачів	214
5.3. Проектування складів в'язучих речовин та мінеральних добавок	225
5.4. Проектування відділення хімічних добавок	233
5.5. Склад арматурної сталі	235
5.6. Проектування складу емульсолу	237
5.7. Проектування складу готової продукції	238
Розділ 6. ПРИГОТУВАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ БЕТОННОЇ І РОЗЧИНОВОЇ СУМІШЕЙ	
6.1. Бетонозмішувальні вузли	255

6.2. Приготування бетонної суміші	258
6.3. Обладнання для транспортування і подавання бетонної і розчинової суміші	268

Розділ 7. ФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ І ВИРОБІВ

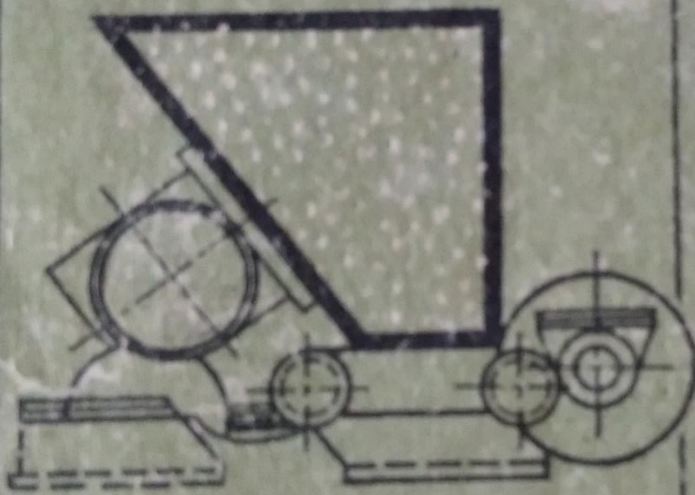
7.1. Форми і формооснащення для виробництва бетонних і залізобетонних конструкцій і виробів	275
7.1.1. Класифікація форм і формувального оснащення	275
7.1.2. Основні техніко-економічні показники форм і формувального оснащення	276
7.1.3. Технічні вимоги до форм і формувального оснащення	278
7.1.4. Очищення і змащення форм і формувального оснащення	282
7.1.5. Магнітні системи кріплення (магнітна опалубка)	284
7.1.6. Контроль стану форм, вимоги безпеки при їх експлуатації	285
7.2. Способи формування й опорядження залізобетонних конструкцій і виробів	286
7.2.1. Обладнання для укладання і розподілу бетонної суміші	290
7.2.2. Вібратори для ущільнення бетонної суміші	294
7.2.3. Формування конструкцій на вібромайданчиках	296
7.2.4. Поверхнєве віброущільнення	300
7.2.5. Формування трубчатих залізобетонних конструкцій	302
7.2.6. Установки для формування панелей і настилів	305
7.2.7. Формування об'ємних елементів	306
7.2.8. Безопалубочне формування залізобетонних конструкцій	308
7.2.9. Формування дрібноштучних виробів	308
7.3. Технологія залізобетонних виробів з використанням легких бетонів	310
7.3.1. Формування залізобетонних виробів з використанням легких бетонних сумішей на пористих заповнювачах	310
7.3.2. Виробництво залізобетонних виробів з бетону на заповнювачах рослинного походження	310
7.3.3. Виробництво залізобетонних виробів з ніздрюватого бетону	312

Розділ 8. ТЕПЛОВА ОБРОБКА БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ І ВИРОБІВ	
8.1. Режими тепловологої обробки	317
8.2. Установки періодичної та безперервної дії	321
8.2.1. Ямні камери	322
8.2.2. Стенди для формування і паропрогрівання бетонних та залізобетонних виробів і конструкцій	324
8.2.3. Термоформи	325
8.2.4. Касетні установки	327
8.2.5. Горизонтальні камери безперервної дії	329
8.2.6. Автоклавні установки	331
8.3. Електрообробка бетону	334
8.4. Розрахунок установок тепловологої обробки бетонів	335
8.4.1. Матеріальний та тепловий баланси теплової установки	336
8.4.2. Розрахунок установок періодичної дії	342
8.4.3. Розрахунок установок безперервної дії	346
8.4.4. Розрахунок автоклавів	347
8.5. Попередній розігрів бетонної суміші та його теплотехнічний розрахунок	348
Розділ 9. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ З ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ І ВИРОБІВ	
9.1. Загальні принципи проектування і компонування формуваньних цехів	353
9.2. Особливості компонування формувального цеху при різних способах виробництва бетонних та залізобетонних виробів і конструкцій	364
Розділ 10. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	
10.1. Основні положення організації технологічних процесів	385
10.2. Проектування організації технологічних процесів	389
10.3. Визначення оптимальної тривалості процесів	392
10.4. Розрахунок числа постів технологічної лінії	406
10.5. Виробнича потужність підприємства	409
Розділ 11. КОНТРОЛЬ НА ВИРОБНИЦТВІ	
11.1. Організація технічного контролю	415
11.2. Вхідний контроль	416

11.3. Поопераційний контроль	418
11.4. Приймальний контроль	419
11.5. Випробування, що виконуються за межами виробництва	428
11.6. Випробування матеріалів та залізобетонних конструкцій методами неруйнівного контролю	432
11.7. Методи математичної статистики у виробничому контролі	435
11.7.1. Первинна обробка результатів вимірів	435
11.7.2. Визначення помилок вимірів	438
11.7.3. Оцінка однорідності властивостей продукції	440
Розділ 12. ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ	
12.1. Структура підприємств	445
12.2. Планування території і транспорт	445
12.3. Вантажопотоки і вантажообіг підприємства	450
12.4. Техніко-економічні показники генплану	452
Перелік використаних нормативних документів	454

ТЕХНОЛОГІЯ

бетонних
і залізо-
бетонних
конструкцій



2

НГ Русанова
П.П. Пальчик
Л.М. Рижанкова

ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОННИХ
І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
КОНСТРУКЦІЙ

Бучиз
шкста

10.3. П

Глава

11.1. К

11.2. А

Р

11.3. К

11.4. А

Глава

12.1. С

12.2. А

12.3. А

Глава

13.1. І

13.2. І

Додаток

Список

Список

Русанова Н. Г. та ін.

Р88 Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник: У 2 ч. / Н. Г. Русанова, П. П. Пальчик, Л. М. Рижанкова.— К.: Вища шк., 1994.— Ч. 2. Виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій.— 334 с.: іл.

ISBN 5-11-004308-6 (ч. 2)

ISBN 5-11-004324-8

У другій частині розглянуто основні вимоги до збірних залізобетонних конструкцій та їхню класифікацію. У технологічній послідовності викладено сутність процесів на кожній стадії виготовлення конструкцій. Подано систематизовану інформацію про технологічні лінії виготовлення збірних залізобетонних конструкцій. Розглянуто організацію і зміст контролю матеріалів для бетону, основних якостей бетону та готових виробів. Приділено увагу статистичним методам аналізу і регулювання технологічних процесів.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю «Виробництво будівельних виробів і конструкцій».

330600000—123

Р 211—94 119—94

ББК 38.53я73

5.5. Електротермічне натягання арматури	94
5.6. Електротермомеханічне натягання арматури	97
5.7. Хімічний спосіб натягання арматури	101
5.8. Дисперсне армування	102
5.9. Зовнішнє армування	104
5.10. Контроль процесу армування	106
Глава 6. Формування залізобетонних конструкцій	113
6.1. Характеристика процесу формування	113
6.2. Укладання та розподілення бетонних сумішей	114
6.3. Класифікація способів формування	121
6.4. Литтвова технологія формування	123
6.5. Формування залізобетонних виробів пресуванням	125
6.6. Вібраційні способи формування	130
6.7. Вібропресування	142
6.8. Формування з вакуумуванням	151
6.9. Відцентрове формування	153
6.10. Торкретування бетонної суміші	156
6.11. Контроль процесу формування	159
Глава 7. Твердження бетону у виробках	163
7.1. Способи прискорення твердження бетону	163
7.2. Твердження бетону в умовах паропрогрівання	164
7.3. Прогрівання бетону в газоповітряному середовищі	168
7.4. Електротеплова обробка залізобетонних виробів	170
7.5. Використання сонячної енергії для прискорення твердження бетону	176
7.6. Контроль та регулювання процесу твердження бетону	177
7.7. Резерви зниження енергозатрат на прискорення твердження бетону	179
Глава 8. Розпалублення виробів	182
8.1. Способи та умови негайного розпалублення виробів перед тепловою обробкою	182
8.2. Розпалублення виробів після теплової обробки	185
8.3. Особливості розпалублення попередньо-напружених конструкцій	188
Глава 9. Комплектування та опорядкування виробів	191
9.1. Шляхи підвищення рівня заводської готовності виробів	191
9.2. Види опорядження поверхонь збірних залізобетонних виробів	194
9.3. Опорядкування зовнішніх стінових панелей	194
9.4. Опоряджувальні конвейери	198
9.5. Комплектування та опорядкування панелей внутрішніх стін та перекриттів	202
9.6. Опорядкування та комплектування об'ємних блоків	205
Розділ II. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ	211
Глава 10. Виготовлення зовнішніх стінових панелей	211
10.1. Загальна характеристика технологічного процесу виготовлення зовнішніх стінових панелей	211
10.2. Конвейерні лінії виготовлення зовнішніх стінових панелей	213
10.3. Агрегатна лінія виготовлення панелей зовнішніх стін	217
10.4. Стендове виробництво панелей зовнішніх стін	218
Глава 11. Виготовлення внутрішніх стінових панелей	219
11.1. Загальна характеристика технологічного процесу виготовлення внутрішніх стінових панелей	219

11.2. Касетно-стендова лінія виготовлення внутрішніх стінових панелей та панелей перекриттів	220
11.3. Касетно-конвейерне виробництво панелей внутрішніх стін та перекриттів	222
11.4. Виготовлення внутрішніх стінових панелей на вібропрокатному стані	227
Глава 12. Виготовлення плит покриттів та перекриттів	229
12.1. Лінії виготовлення багатопорожнинних плит перекриттів	229
12.2. Виготовлення комплексних плит покриттів	234
12.3. Стендова лінія виготовлення коробчастих настилів	236
12.4. Лінія виготовлення плит облицювання каналів	238
12.5. Автоматизована лінія виготовлення тротуарної плитки	240
Глава 13. Виготовлення об'ємних блоків	242
13.1. Лінії виготовлення об'ємних блок-кімнат	242
13.2. Виготовлення санітарно-технічних кабін і шахт ліфтів	251
13.3. Виготовлення об'ємних елементів для елеваторів і блоків опорядження тунелів	253
Глава 14. Виготовлення конструкцій каркаса будівель	255
14.1. Напівконвейерне виробництво колон і ригелів	255
14.2. Виготовлення ферм на коротких стендах	257
14.3. Виготовлення підкранових балок на довгих пакетних стендах	259
14.4. Виготовлення центрифугованих колон кільцевого та квадратного перерізів	262
Глава 15. Виготовлення залізобетонних труб	264
15.1. Виготовлення безнапірних труб	264
15.2. Виготовлення низьконапірних та напірних труб відцентровим прокатуванням	268
15.3. Виготовлення віброгідропресованих труб	269
15.4. Виготовлення напірних труб із сталевим циліндром	273
15.5. Виготовлення центрифугованих напірних труб	278
Глава 16. Виготовлення шпал та опор ліній електропередач	281
16.1. Технологічна лінія виготовлення шпал	281
16.2. Виготовлення попередньо-напружених опор повітряних ліній електропередач	284
Розділ III. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	288
Глава 17. Основні відомості про якість виробів та їхню стандартизацію	288
17.1. Значення надійності та якості у виробництві збірного залізобетону	288
17.2. Роль стандартизації і сертифікації у підвищенні якості продукції	289
Глава 18. Організація технічного контролю	290
18.1. Функції заводської лабораторії	290
18.2. Завдання відділу технічного контролю	291
18.3. Документація контролю	292
Глава 19. Контроль якості матеріалів для бетонів	293
19.1. Контроль якості в'язучих матеріалів	293
19.2. Контроль якості заповнювачів	295
Глава 20. Контроль якості бетону	297
20.1. Контроль міцності бетону	298
20.2. Контроль морозостійкості бетону	300

20.3. Перевірка водонепроникності бетону	302
Глава 21. Контроль якості готових виробів	303
21.1. Контроль розмірів і форми виробів	303
21.2. Методи визначення розміщення арматури та товщини захисного шару бетону	305
21.3. Контроль якості лицьової поверхні виробів	306
21.4. Маркірування та паспортизація виробів	308
Глава 22. Статистичні методи контролю	309
22.1. Статистичний аналіз процесу	309
22.2. Методи регулювання процесу	310
22.3. Автоматизація контролю якості	312
Глава 23. Організація системи управління якістю продукції	313
23.1. Нормування якості залізобетонних виробів	313
23.2. Економічна ефективність управління якістю продукції	315
<i>Додаток</i>	317
<i>Термінологічний словник</i>	<i>318</i>
<i>Список використаної літератури</i>	<i>327</i>

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЯ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

У двох частинах

Частина 2

*Русанова Ніна Георгіївна
Пальчик Петро Петрович
Рижанкова Людмила Миколаївна*

ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Оправа і художнє редагування *Є. В. Чурія*
Технічний редактор *О. В. Козлігіна*
Коректор *Л. М. Байбородіна*

Здано до набору 30.06.93. Підписано до друку
26.10.94. Формат 60×84/16. Папір друк. № 2. Гар-
нітура літературна. Високий друк. Умовн. друк.
арк. 19,53. Умовн. фарбовідб. 19,82. Обл. вид.
арк. 22,06. Вид. № 9523. Замовлення № 221.

Видавництво «Вища школа»,
252054, Київ-54, вул. Гоголівська, 7.

Білоцерківська книжкова фабрика,
256400, Біла Церква, вул. Леся Курбаса, 4.