

О. П. Шиліна

**ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ
МАТЕРІАЛІВ**

Частина друга. Заготівельне виробництво

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О. П. Шиліна

ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Частина друга. Заготівельне виробництво

Електронний навчальний посібник

Видання 2-е, перероблене та доповнене

Вінниця
ВНТУ
2025

УДК 669.01(075)

Ш57

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 8 від 30.01.2025 р.)

Рецензенти:

В. Ф. Анісімов, доктор технічних наук, професор

Л. Г. Козлов, доктор технічних наук, професор

В. І. Савуляк, доктор технічних наук, професор

Шиліна, О. П.

Ш57 Технологія конструкційних матеріалів. Частина друга. Заготівельне виробництво : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Шиліна О. П. – [Вид. 2-е, перероб. та доп.]. – Вінниця : ВНТУ, 2025. – (PDF, 154 с.)

ISBN 978-617-8163-40-2 (PDF)

В посібнику (другій частині) стисло розглянуто основні технологічні методи і способи виробництва з конструкційних матеріалів заготовок для деталей машин. Зокрема розглядаються ливарне виробництво, обробка тиском, зварювання, основи порошкової металургії. Посібник розроблено згідно з планом кафедри та програмами дисциплін «Фізико-хімічні та металургійні основи сучасного виробництва металів», «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство».

УДК 669.01

ISBN 978-617-8163-40-2 (PDF)

© ВНТУ, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГОТІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	7
1.1 ПОКАЗНИКИ ТОЧНОСТІ ЗАГОТОВОК.....	7
1.2 ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ	8
1.2.1 Матеріали та вимоги до якості деталі	8
1.2.2 Розміри, маса та конфігурація деталі	8
1.2.3 Характер виробництва	8
1.2.4 Можливості існуючого обладнання	9
Розділ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА	10
2.1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ..	10
2.1.1 Місце та значення ливарного виробництва в машинобудуванні ..	10
2.1.2 Загальна технологічна схема виготовлення виливків	10
2.2 ЛИВАРНІ СПЛАВИ	11
2.2.1 Властивості ливарних сплавів.....	11
2.2.2 Класифікація ливарних сплавів	13
2.3 ЛИВАРНІ ФОРМИ	17
2.3.1 Лиття в піщано-глинисті форми	18
2.3.2 Лиття в оболонкові форми.....	24
2.3.3 Лиття у форми, виготовлені за моделями, що витоплюються.....	26
2.3.4 Лиття в кокіль	29
2.3.5 Відцентрове лиття	31
2.3.6 Лиття під тиском.....	33
2.4 ПЛАВКА МЕТАЛУ В ЛИВАРНИХ ЦЕХАХ.....	35
2.4.1 Плавка сталі.....	35
2.4.2 Плавка чавуну	35
2.4.3 Плавка мідних сплавів	37
2.4.4 Плавка алюмінієвих сплавів.....	38
2.4.5 Плавка магнієвих сплавів	38
Розділ 3 ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ	39
3.1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДУ	39
3.1.1 Суть і особливості обробки металів тиском	39
3.1.2 Основні види обробки металів тиском.....	39
3.1.3 Вплив обробки тиском і умов її здійснення на властивості та структуру вихідного матеріалу	40
3.2 НАГРІВАННЯ МЕТАЛУ ПІД ЧАС ОБРОБКИ ТИСКОМ.....	43
3.2.1 Термічний режим.....	43
3.2.2 Нагрівальні пристрої.....	43
3.3 ПРОКАТНЕ ВИРОБНИЦТВО	45

3.3.1	Суть процесу прокатування.....	45
3.3.2	Основні види прокатування.....	45
3.3.3	Сортамент прокату	46
3.3.4	Інструмент і обладнання для прокатування	47
3.4	ПРЕСУВАННЯ	53
3.4.1	Суть процесу пресування.....	53
3.4.2	Методи пресування	54
3.5	ВОЛОЧІННЯ	55
3.5.1	Суть процесу волочіння.....	55
3.5.2	Інструмент та обладнання для волочіння	55
3.5.3	Схеми волочіння.....	56
3.6	КУВАННЯ	56
3.6.1	Суть процесу і технологічні операції кування	56
3.6.2	Устаткування для кування.....	58
3.7	ГАРЯЧЕ ОБ'ЄМНЕ ШТАМПУВАННЯ	60
3.7.1	Суть процесу	60
3.7.2	Способи штампування	61
3.7.3	Устаткування для об'ємного штампування	62
3.7.4	Обробка поковок.....	66
3.8	ХОЛОДНЕ ШТАМПУВАННЯ.....	66
3.8.1	Холодне об'ємне штампування.....	67
3.8.2	Листове штампування	68
Розділ 4 ОСНОВИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....		73
4.1	ФІЗИЧНА СУТЬ І КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСОБІВ ЗВАРЮВАННЯ ...	73
4.2	ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ	74
4.2.1	Зварювальна дуга та її властивості.....	74
4.2.2	Джерела струму для дугового зварювання	77
4.3	РУЧНЕ ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ.....	81
4.3.1	Суть процесу	81
4.3.2	Електроди для ручного дугового зварювання.....	82
4.3.3	Види зварних з'єднань	85
4.3.4	Технологія ручного дугового зварювання	87
4.4	ЗВАРЮВАННЯ ПІД ФЛЮСОМ.....	90
4.4.1	Суть процесу	90
4.4.2	Зварювальні флюси й дроти	92
4.4.3	Технологія зварювання під флюсом.....	93
4.4.4	Обладнання для зварювання під флюсом	93
4.5	ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ	95
4.6	ЗВАРЮВАННЯ В ЗАХИСНИХ ГАЗАХ.....	97
4.6.1	Загальні відомості.....	97
4.6.2	Аргонодугове зварювання	99
4.6.3	Зварювання у вуглекислому газі.....	101
4.7	ПЛАЗМОВЕ ЗВАРЮВАННЯ.....	102

4.8 ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ ТА РІЗАННЯ МЕТАЛІВ	104
4.8.1 Загальні відомості.....	104
4.8.2 Технологія газового зварювання.....	105
4.8.3 Технологія кисневого різання	107
4.8.4 Обладнання та апаратура для газового зварювання й різання	110
4.9 ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ.....	115
4.9.1 Фізичні основи та види контактного зварювання.....	115
4.9.2 Технологія стикового контактного зварювання.....	117
4.9.3 Технологія точкового контактного зварювання.....	121
4.9.4 Технологія шовного контактного зварювання	124
4.9.5 Конденсаторне зварювання	125
4.9.6 Дифузійне зварювання.....	126
4.9.7 Ультразвукове зварювання.....	127
4.9.8 Зварювання тертям	128
4.9.9 Холодне зварювання	130
4.9.10 Зварювання вибухом	131
4.9.11 Зварюваність металів і сплавів.....	133
Розділ 5 КОНСТРУКЦІЙНІ ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ	136
5.1 ЗАГАЛЬНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ПОРОШКОВИХ ВИРОБІВ	136
5.2 ВИРОБНИЦТВО ПОРОШКІВ.....	137
5.2.1 Здрібнювання вихідних матеріалів механічними способами	137
5.2.2 Здрібнювання вихідних матеріалів у рідкій фазі	140
5.2.3 Фізико-хімічні способи одержання порошкових матеріалів	142
5.3 ПІДГОТОВКА ПОРОШКІВ ДО ФОРМУВАННЯ	143
5.4 ФОРМУВАННЯ ЗАГОТОВОК	144
5.4.1 Пресування порошків.....	144
5.4.2 Екструзія.....	146
5.4.3 Прокатування порошків.....	146
5.4.4 Шлікерне лиття	147
5.5 СПІКАННЯ ЗАГОТОВОК	147
5.6 ДОДАТКОВА ОБРОБКА ПРЕСОВАНИХ ЗАГОТОВОК	148
5.7 КЛАСИФІКАЦІЯ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ.....	150
5.7.1 Конструкційні порошкові матеріали	150
5.7.2 Порошкові зносостійкі матеріали.....	152
ЛІТЕРАТУРА.....	153

ВСТУП

Навчальний посібник написаний для здобувачів вищої освіти галузь знань «Механічна інженерія», відповідає навчальній програмі дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство». Він також частково відповідає навчальним програмам дисциплін «Основи обробки матеріалів» для здобувачів вищої освіти спеціальності «Матеріалознавство». В першій частині посібника ми познайомили читачів із властивостями конструкційних матеріалів, їх класифікацією, способами виробництва.

В другій частині знайомимо з основними технологічними методами і способами виробництва з конструкційних матеріалів заготовок для деталей машин, зокрема такими як ливарне виробництво, обробка тиском, зварювання, основами порошкової металургії. Заготівельне виробництво є невід'ємною частиною загального технологічного процесу виробництва машин в будь-якій галузі промисловості і його вивчення здобувачами передбачено вищезазначеними навчальними програмами. В посібнику також наводяться рекомендації щодо вибору оптимального технологічного способу виготовлення заготовок залежно від таких факторів, як тип конструкційного матеріалу, характер виробництва, вимоги до точності заготовки тощо.

Цей посібник може стати в нагоді також і здобувачам інших спеціальностей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технологія конструкційних матеріалів / Сологуб М. А. та ін.; за ред. М. А. Сологуба. К. : Вища школа, 2002. 374 с.
2. Конструкційні та функціональні матеріали : навч. посіб. У 2 ч.; Ч. 1. Основи фізики твердого тіла. Конструкційні матеріали / Бабак В. П. та ін. К. : Техніка, 2004. 344 с.
3. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : навч. посібник / Хільчевський В. В. та ін. К. : Либідь, 2002. 328 с.
4. Технологія конструкційних матеріалів. Організація самостійної та практичної роботи : навчальний посібник / Шиліна О. П. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2020. 111 с. ISBN 978-966-641-801-5
5. Клименко В. М., Шиліна О. П., Осадчук А. Ю. Технологія конструкційних матеріалів. Частина друга. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво : навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. 154 с.
6. Шиліна О. П., Клименко В. М. Практикум з конструкційних матеріалів : навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2001. 109 с.
7. Бялік О. М. Металознавство. К. : Видавництво «Політехніка», 2002. 384 с.
8. Сушко О. В., Кюрчев С. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : навч. посіб. Мелітополь : ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010. 232 с.
9. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавства. Практикум : навч. посіб. / В. В. Попович та ін. Л. : Світ 2009. 552 с.
10. Плєскач В. М., Волчок І. П. Технологія конструкційних матеріалів. Практикум : навч. посібник. Запоріжжя : Дике поле, 2007. 168 с.

Електронне навчальне видання

Олена Павлівна Шиліна

Технологія конструкційних матеріалів

Частина друга. Конструкційні матеріали: заготівельне виробництво

Навчальний посібник

Рукопис оформлено *О. Шиліною*

Редактор *Т. Старічек*

Оригінал-макет виготовлено *Т. Старічек*

Підписано до видання 09.04.2025 р.
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № P2025-063.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: irvc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія
ДК № 3516 від 01.07.2009 р.