

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут інформаційних  
технологій і механотроніки

Б.О. Коробко, Є.А. Фролов,  
С.В. Попов, С.Г. Ясько

# **ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МАШИНОБУДУВАННІ**

---

Навчальний посібник для студентів механічних  
спеціальностей закладів вищої освіти



Полтава  
2020

УДК 621  
ББК 34.5  
К 68

*Рекомендовано до друку Науково-методичною радою  
Національного університету  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
(протокол №8 від 23 грудня 2019 р.)*

#### **Рецензенти:**

**М.К. Резніченко** – д.т.н., проф., завідувач кафедрою інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва Української інженерно-педагогічної академії;

**Е.С. Геворкян** – д.т.н., проф., професор кафедри якості, стандартизації, сертифікації та технології виготовлення матеріалів Українського державного університету залізничного транспорту.

**Коробко Б.О. Прогресивні технології у машинобудуванні: навч. посіб. для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти / Б.О. Коробко, Є.А. Фролов, С.В. Попов, С.Г. Ясько. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. – 168 с.**

*У навчальному посібникові викладено основні положення, пов'язані із впровадженням прогресивних технологій у машинобудівну галузь. Визначено поняття виробничого процесу та якості техніки. Наведено методіку проектування технологічних процесів. Відзначено технологічні особливості виготовлення заготовок і деталей литвом та пластичним деформуванням.*

*Для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт», «Нафтогазова інженерія та технології», «Гірництво» закладів вищої освіти та фахівців машинобудівного профілю для підвищення кваліфікації.*

УДК 621  
ББК 34.5  
К 68

© Коробко Б.О., Фролов Є.А.,  
Попов С.В., Ясько С.Г., 2020.

## ЗМІСТ

---

ВСТУП.....	6
1 ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС.....	7
1.1 Поняття про технологічний процес та його складові.....	7
1.2 Типи машинобудівного виробництва, їх вплив на побудову технологічного процесу.....	9
Питання для самоконтролю.....	10
2 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНІКИ.....	11
2.1 Методи і засоби забезпечення точності та взаємозамінності у виробництві деталей.....	11
2.2 Забезпечення якості поверхні.....	14
2.2.1 Загальні поняття про якість поверхні.....	14
2.2.2 Критерії оцінки шорсткості поверхні.....	14
2.2.3 Вплив методів та режимів обробки на шорсткість поверхні.....	16
2.2.4 Зв'язок між точністю та шорсткістю поверхні.....	16
Питання для самоконтролю.....	17
3 ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ЗАГОТІВЕЛЬНО-ОБРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	18
3.1 Вихідні дані для проектування технологічних процесів.....	18
3.2 Ознайомлення з кресленням.....	18
3.3 Матеріали та напівфабрикати, використовувані в заготівельно-обробних технологіях.....	18
3.3.1 Метали для виготовлення деталей холодним деформуванням та процесами з нагріванням.....	19
3.3.2 Матеріали для виготовлення деталей гарячим об'ємним штампуванням.....	21
3.3.3 Матеріали для виготовлення деталей і заготовок ливарними методами.....	23
3.3.4 Метали для виготовлення деталей методом видалення надлишкового матеріалу.....	25
3.3.5 Матеріали для виготовлення деталей з металокераміки..	26
3.3.6 Полімерні матеріали для виготовлення деталей.....	27
3.3.7 Матеріали для виготовлення керамічних деталей.....	35
3.4 Вибір виду та визначення розмірів заготовки.....	36
3.5 Визначення кількості методів обробки кожної поверхні.....	40
Питання для самоконтролю.....	41
4 ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВОК І ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ВИЛИВАННЯ.....	42
4.1 Ливарні властивості сплавів.....	42

4.2	Способи виготовлення виливків.....	44
4.2.1	Виготовлення виливків у разових формах.....	44
4.2.2	Виготовлення виливків у металевих формах.....	50
4.3	Особливості виливання пластмас.....	54
4.4	Особливості одержання деталей з порошків методом виливання.....	56
	Питання для самоконтролю.....	57
5	ФОРМУВАННЯ МЕТОДАМИ ГАРЯЧОГО ДЕФОРМУВАННЯ.....	58
5.1	Вихідні матеріали та їх підготовка для кування, штампування..	59
5.2	Кування пруткових заготовок.....	64
5.3	Види об'ємного штампування.....	67
5.4	Визначення маси падаючих частин молота і зусиль преса.....	79
5.5	Особливості одержання деталей з пластмас методами гарячого деформування.....	81
	Питання для самоконтролю.....	82
6	ФОРМОУТВОРЕННЯ МЕТОДАМИ ХОЛОДНОГО ДЕФОРМУВАННЯ.....	83
6.1	Об'ємне деформування.....	84
6.1.1	Видавлювання зі стоншенням заготовки.....	84
6.1.2	Редукування.....	86
6.1.3	Об'ємне штампування.....	88
6.2	Гнуття.....	90
6.2.1	Загальні відомості про гнуття.....	90
6.2.2	Напружено-деформований стан.....	91
6.2.3	Мінімальний радіус гнуття.....	99
6.2.4	Визначення довжини розгортки.....	101
6.2.5	Способи гнуття листових заготовок.....	101
6.2.6	Особливості гнуття труб.....	107
6.3	Витяжка.....	112
6.3.1	Загальні відомості.....	112
6.3.2	Напружено-деформований стан заготовки.....	113
6.3.3	Зусилля витяжки та притиску.....	121
6.3.4	Визначення діаметра заготовки.....	123
6.3.5	Мінімальні значення коефіцієнтів витяжки і розрахунок числа операцій.....	125
6.3.6	Раціональні умови деформування.....	128
6.3.7	Витяжні штампи і обладнання.....	132
6.4	Кільцева обтяжка.....	134
6.4.1	Загальні дані.....	134
6.4.2	Визначення тиску і деформацій.....	136
6.4.3	Визначення зусиль.....	138
6.5	Формування.....	140

6.6 Видавлювання на токарно-давильних верстатах .....	143
6.6.1 Загальні відомості .....	143
6.6.2 Пуансони (оправки) .....	145
6.6.3 Давильники .....	146
6.6.4 Технологічні можливості видавлювання .....	146
6.7 Формоутворення еластичними середовищами і рідинами .....	147
6.8 Особливості штампування пластичних мас .....	162
Питання для самоконтролю .....	164
 ЛІТЕРАТУРА .....	 165

Впровадження технологічних процесів, заснованих на обробці матеріалів тиском та виготовлення виливанням порівняно з іншими видами металообробки неухильно розширюється. Це пояснюється зменшенням втрат металу, можливістю забезпечення високого рівня механізації і автоматизації технологічних процесів.

При обробці матеріалів тиском можуть бути отримані вироби з постійним або періодично мінливим поперечним перерізом і штучні вироби різноманітних форм, відповідні за формою і розмірами до готових деталей або бути такими, що незначно відрізняються від них. Штучні вироби зазвичай піддаються обробці різанням. Об'єм металу, що видаляється при цьому, залежить від ступеня наближення форми і розмірів поковки або штамповки до форми і розмірів готової деталі. У ряді випадків обробкою тиском отримують вироби, які не потребують обробки різанням (болти, гвинти, більшість виробів листового штампування).

Сучасне машинобудування неможливо без застосування вилитих заготовок, що забезпечують раціональне використання металу, а також ефективно зниження маси виробів за рахунок раціональної конструкції деталі, застосування ливарних сплавів з більш високими технологічними, фізико-механічними і службовими властивостями. Виливання є одним з найбільш поширених методів формоутворення. У порівнянні з іншими методами отримання заготовок у такий спосіб має низку переваг: виготовлення з найбільш значущими характеристиками коефіцієнтів; кінцеві виливки можуть бути практично необмежених габаритів і маси; отримання заготовок зі сплавів, що не піддаються пластичній деформації і важко оброблюються різанням. Сучасний рівень ливарного виробництва дозволяє виготовляти виливанням багато відповідальних деталей машин та деталей спеціального призначення.

Навчальний посібник складається із 6 розділів. У першому розділі розглянуто поняття про технологічний процес, а також його складові. Визначено типи машинобудівного виробництва, їх вплив на побудову технологічного процесу. Другий розділ присвячено забезпеченню якості техніки. Зокрема, приділено значну увагу поняттю шорсткості поверхні. У третьому розділі подано методику проектування технологічних процесів створення заготовок та їх подальшої обробки. У четвертому розділі висвітлено питання отримання заготовок методом виливання. Особливостям формування конструкційних матеріалів методами гарячого і холодного деформування присвячено розділи п'ятий та шостий.

В умовах ринкових відносин роль технологічного розвитку різко зростає тому, що своєчасна зміна технологій забезпечує конкурентоспроможність фірми, а правильна технологічна політика є основою її процвітання. Рівень технологій будь-якого виробництва здійснює вирішальний вплив на його економічні показники, тому необхідно достатнє знання сучасних технологічних процесів.