

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРИНЦИПІВ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА БАЗІ МОДУЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

М. Ю. Думанчук, ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

В статті запропоновано розвиток методу типізації технологічних процесів на основі модульної технології. При використанні розробленого методу в умовах середнього та важкого машинобудування скорочуються терміни технологічної підготовки виробництва, забезпечується висока якість виконання проектних робіт.

Ключові слова: технологія, деталь, модуль поверхонь, технологічна операція

Постановка проблеми в загальному вигляді. Машинобудування є однієї з найважливіших галузей промисловості. Сьогодні важливо якісно, дешево, у заданий термін і з мінімальними витратами живої й упреждженої праці виготовити машину, застосувавши сучасну високопродуктивну техніку, устаткування, інструмент, технологічне оснащення, засоби механізації й автоматизації виробництва.

Однієї з головних відмітних рис машинобудівного виробництва початку ХХІ століття стало необхідність багаторазового прискорення темпів технологічної підготовки виробництва (ТПП) з одного боку, та збільшення обсягів робіт з іншого. Вирішення цього протиріччя стає можливим лише завдяки впровадженню нових методик проектування технологічних процесів механоскладального виробництва, заснованих на широкій уніфікації технологічних рішень і автоматизації ТПП із застосуванням сучасної обчислювальної техніки й відповідного програмного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У сучасному машинобудуванні діють три принципово різних методи побудови технологічних процесів (ТП) - одинична, типова, групова.

Загальним недоліком одиничного, типового й групового ТП є низька гнучкість. Після того, як технологічні процеси розроблені, зміна послідовності обробки деталі неприпустима й вважається порушенням технологічної дисципліни.

Новий метод проектування технологічних процесів базується на модульному принципі проектування, при цьому як об'єкт класифікації виступає те загальне, що визначає конструктивний зміст деталі незалежно від технології виготовлення: проміжне між деталлю й окремою поверхнею сполучення поверхонь, призначених для спільного виконання закінченої службової функції деталі. Таке сполучення поверхонь або окрема поверхня називається модулем поверхонь (МП) [1].

Подання деталі як сукупності модулів поверхонь відкриває можливість здійснювати проектування технологічного процесу як компонування його з технологічних блоків виготовлення кожного її модуля поверхонь, а виготовлення всіх поверхонь модуля на одній операції за один установ гарантує високу точність відносного положення його поверхонь.

Використання модульного підходу дозволяє поєднати переваги одиничного, типового й групового процесів, з огляду на специфіку виготовленої деталі, зберігає типізацію рішень на рівні частин технологічного процесу, вирішує завдання організації партій деталей у дрібносерійному й одиничному виробництві, здобуває гнучкість, дозволяючи в певних межах змінити послідовність обробки деталі.

Застосування уніфікації на конструкторсько-технологічному рівні дозволяє прискорити процес технологічної підготовки виробництва, підвищити продуктивність і знизити собівартість обробки деталей при забезпеченні необхідної точності, розкриває широкі можливості для автоматизації ТПП.

Таким чином, модульна технологія має ряд переваг над іншими методами побудови технологічних процесів (більше повний облік індивідуальних особливостей деталей, обмежене кількість класифікаційних угруповань, гнучкість технології й ін.).

Розглянемо особливості використання модульної технології в умовах ВАТ «СМВО ім. Фрунзе» на прикладі деталі «Шток», призначена для передачі поступального руху від кривошипно-шатунного механізму до поршня компресора. Ескіз деталі наведено на рис. 1.

Як видно з рисунка 1 деталь має конструкцію середньої складності та містить 43 поверхні, в основному зовнішні циліндричні та торцеві. Виконавши класифікацію модулів поверхонь по методу Базрова Б.М. [2] отримаємо більше 30 модулів поверхонь різних найменувань (рисунок 2).

Як видно з малюнка 2, деталь містить велика кількість МП, що складаються з однієї або двох поверхонь. Якщо проектувати технологію на кожний з них, то весь ефект від впровадження модульної технології зведеться до нуля. Тому необхідно приєднати максимально можливу кількість МПС до МПБ, як було запропоновано в п.2.

Аналіз технологічних вимог до поверхонь деталі вказує на необхідність виконання зміцнюючої хіміко-термічної обробки, отримання високої точності (6 квалітет) та якості (шорсткість $Ra=0,4$ мкм) окремих поверхонь.

Таким чином, можна віділити декілька недоліків модульної технології, які заважатимуть ефективному її використанню на машинобудівних підприємствах:

- при класифікації реальних деталей середньої й високої складності виходить велика кількість МП, що складаються з 1-2 поверхонь;
- неоднозначність класифікації деяких сукупностей поверхонь;
- невизначеність місця ТО, ХТО в модульній технології.

• необхідність обробки деяких МП на різних верстатах, що суперечить основним положенням модульної технології.

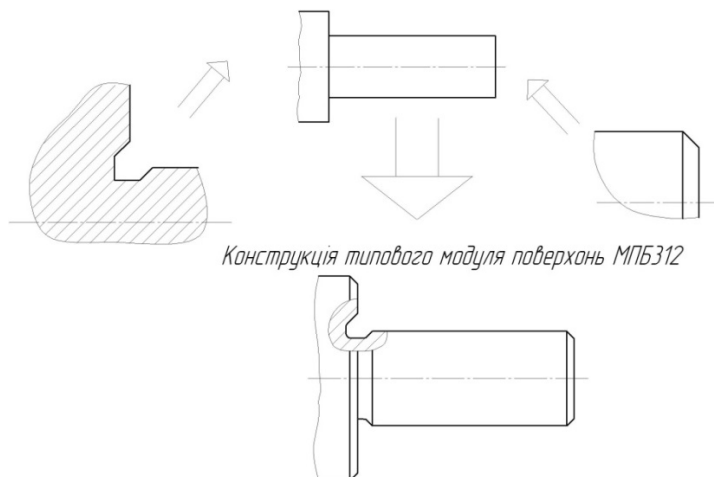
Для усунення вказаних недоліків пропонується:

1) розбити обробку МП на три етапи: чорновий, чистовий і оздоблювальний. Це дозволить робити обробку одного МП на верстатах різних груп, а також при необхідності вставляти між етапами ТО, ХТО й операції технічного контролю.

2) розробити типові конструкції модулів поверхонь, що враховують вимоги по технологічності.

Для підвищення технологічності конструкції модулів поверхонь пропонується приєднати максимально можливе число МПС (фаски, галтелі, технологічні канавки) до МПБ, того самим підвищуючи технологічність МПБ і зменшуючи кількість МПС. Таким чином, одержуємо типові модулі поверхонь, кількість яких у кілька разів менше. Приклад формування типових МП наведено на рисунку 4.

Модуль поверхонь МПБ312 по Б.М. Базрову



Конструкція типового модуля поверхонь МПБ312

Рисунок 4 - Формування типових МП

Розподіл типових модулів поверхонь у деталі "Шток" наведено на малюнку 5.

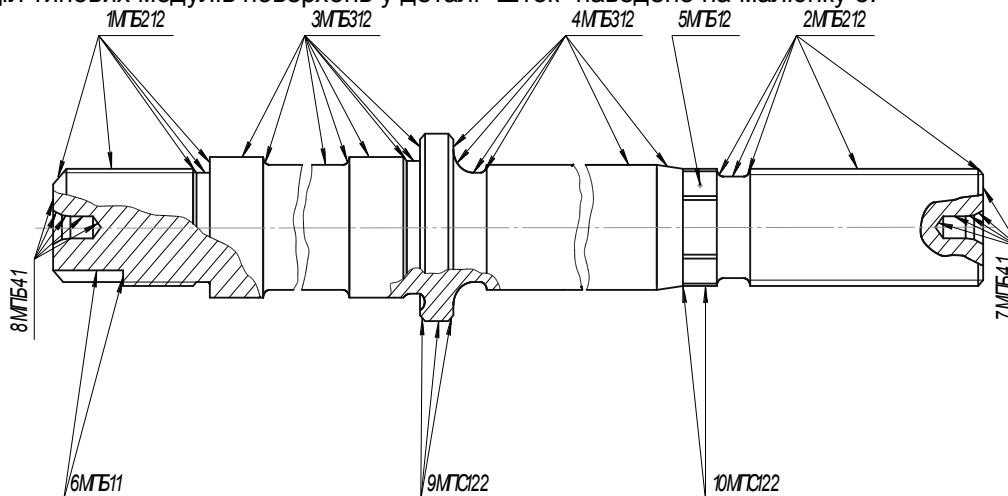


Рисунок 5 - Розподіл типових модулів поверхонь у деталі "Шток"

Порівняльна гістограма розподілу модулів поверхонь по Б.М.Базрову та комплексних МП у деталі "Шток" наведена на малюнку 6.

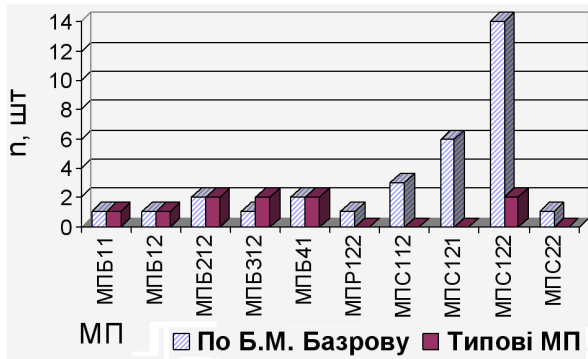


Рисунок 6 - Порівняльна гістограма розподілу модулів поверхонь по Б.М.Базрову та комплексних МП у деталі "Шток"

Аналізуючи порівняльну гістограму розподілу МП, наведену на рисунку 6, можна зробити висновок, що в результаті об'єднання модулів поверхонь у типові значно зменшилася кількість МПС. Практично всі вони увійшли до складу МПБ.

Опис кожного конкретного МП може бути виконаним у вигляді таблиці й складається з переліку присутніх і відсутніх елементів типового модуля і їх геометричних і якісних характеристик. У випадку якщо який-небудь елемент відсутній, то відповідна йому розмірна характеристика або відсутня, або дорівнює нулю. Розглянемо на прикладі двох одноіменних модулів деталі шток.

Модуль поверхонь 3МПБ312: складається з поверхонь 5,6,7,8,9,10,32,33,34 (рис. 1). Цей МП призначений для орієнтації поршня при його установці на штоку. Ескіз даного МП - див. рисунок 7.

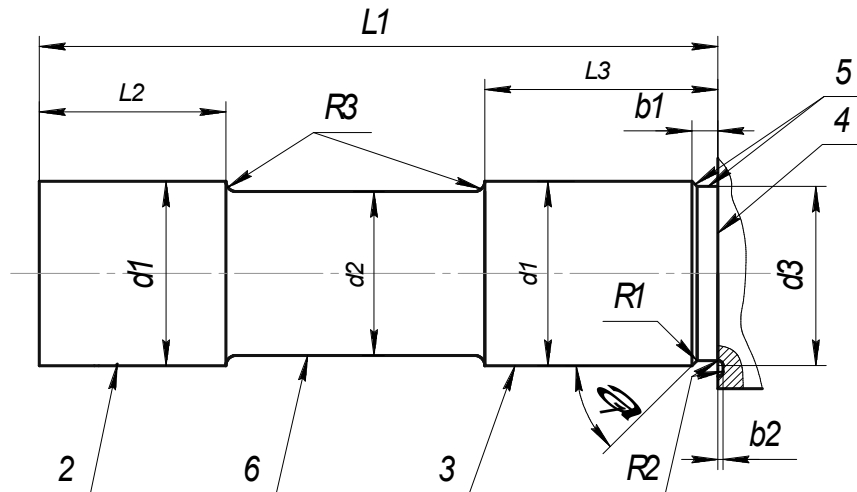


Рисунок 7 - Конструкція модуля поверхонь 3МПБ312.

Модуль поверхонь 4МПБ312: складається з поверхонь 13,14,15,16,28,29,30 (рис. 1). Даний МП призначений для базування штока щодо

корпуса установки при його зворотно-поступальному русі в процесі роботи. Ескіз даного МП - див. рисунок 8.

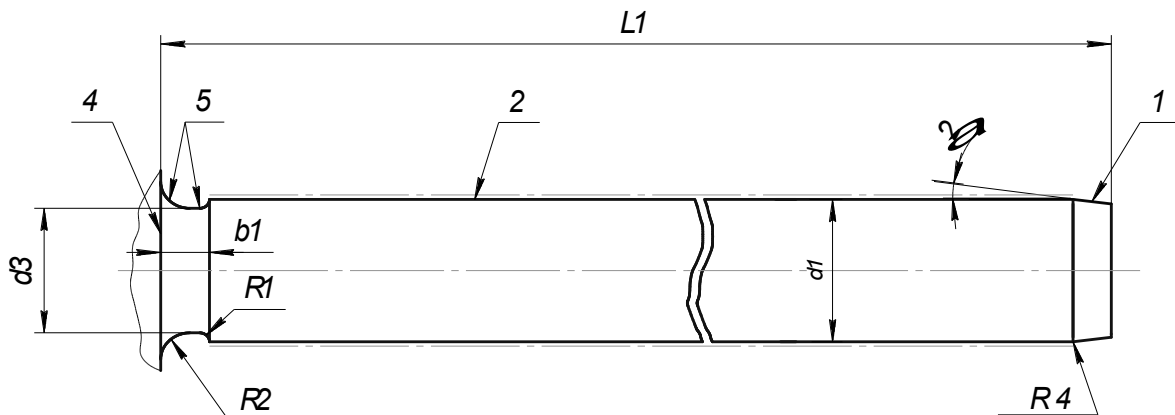


Рисунок 8 - Конструкція модуля поверхонь 4МПБ312.

Розмірні та точісні характеристики цих модулів поверхонь наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Опис модуля поверхонь МПБ312

Розмірна характеристика													
	d ₁	d ₂	d ₃	L ₁	L ₂	L ₃	b ₁	b ₂	α ₁	α ₂	R ₁	R ₂	R ₃
3МПБ312	36	32	33	101	16	21	5	0,5	45°	-	3	2	5
4МПБ312	32	-	30	420	-	-	10	-	-	7°	2	6	-
Точнісна та якісна характеристика													
Td ₁		Td ₂		Td ₃		TL ₁		TL ₂					
es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
3МПБ312	0	-0,062	0	- 0,62	0	- 0,62	+ 0,435	- 0,435	0	- 0,43			
4МПБ312	0	-0,016	-	-	0	-0,52	+ 0,775	- 0,775	-	-			
TL ₃		Raповерхні				Допускформи		Допуск взаємного розташування					
es	ei	1	2	3	4	2	3	4		4			
3МПБ312	+ 0,26	- 0,26	-	3,2	3,2	0,4	T _⊙ = Ø0,03кпов.15	Те ж	T _⊥ = 0,02/100до пов. 15				
4МПБ312	-	-	0,8	0,2	-	3,2	-	-	-				

Технологічний процес виготовлення деталі являє собою послідовність різних технологічних впливів на вихідну заготовку. Так як модуль поверхонь є частиною деталі, то для його одержання також необхідно виконати послідовність технологічних впливів на заготовку. Дана послідовність є технологічним модулем і являє собою частину технологічного процесу. Технологічний модуль є об'єднуючим елементом між модулем поверхонь і заготівельним модулем.

Заготівельним модулем є сполучення поверхонь заготовки після обробки яких за допомогою технологічного модуля отримується відповідний модуль поверхонь.

Для забезпечення обробки модуля поверхонь необхідна наявність у технологічному модулі наступних даних:

- Перелік технологічних переходів по обробці типового модуля поверхонь.
- Операційні ескізи.
- Таблиця стану модулів поверхонь у процесі обробки із вказівкою одержуваної точності й шорсткості.
- Алгоритм визначення величин припусків (розрахунково-аналітичний або табличний метод).
- Алгоритм визначення операційних розмірів.

Всі технологічні впливи по механічній обробці розбиваються на три етапи: чорновий, напівчистовий і оздоблювальний. При виконанні кожного із зазначених етапів виконується, у загальному випадку, однократна обробка всіх елементів типового модуля поверхонь із досягненням відповідної точності і якості.

При реалізації технологічних переходів першого чорнового етапу виконується видалення основної частини напусків і припусків, формується конфігурація основних поверхонь модуля. Точність обробки відповідає 11-12 квалітету точності, досягається шорсткість оброблених поверхонь за критерієм Ra 6,3-12,5

мкм.

При реалізації технологічних переходів другого чистового етапу виконується формування допоміжних елементів модуля поверхонь із одержанням остаточних їхніх параметрів (в основному це різні технологічні канавки, фаски), виконується чистова обробка основних поверхонь модуля. Точність обробки відповідає 8-9 квалітету точності, досягається шорсткість оброблених поверхонь за критерієм Ra 1,6 мкм.

При реалізації технологічних переходів третього оздоблювального етапу виконується остаточна обробка основних елементів модуля поверхонь. Точність обробки відповідає 6-7 квалітету точності, досягається шорсткість оброблених поверхонь за критерієм Ra до 0,4 мкм.

Така структура технологічного модуля дозволяє одержати в результаті його реалізації такі параметри модулів поверхонь, які, у більшості випадків, є достатніми для машинобудування.

Етапи відрізняються друг від друга не тільки параметрами оброблених поверхонь, що досягаються, але, у загальному випадку, також і методами обробки. Так, наприклад, при обробці зовнішніх циліндричних поверхонь на першому етапі звичайно виконується чорнове гостріння, на другому - чистове гостріння, а на третьому етапі - шліфування.

Для кожного технологічного модуля створюється верстатний модуль, модуль інструментальних налагоджень, пристосувань, контрольно-вимірювальних засобів у яких описується встаткування, інструмент, пристосування, що є необхідними для виконання технологічного модуля, а також дані необхідні для налаштування технологічної системи й розрахунку її параметрів (наприклад, режимів різання, норм часу й т.п.).

Приклад спроектованого типового технологічного модуля наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Типовий технологічний модуль для МПБ312

№ п/п	Зміст переходу	Точність	Ra, мкм
1	Етап 1 (див. рисунок 9) Точити циліндричні поверхні 2,3 витримуючи розмір d_1'	IT14	6,3
2	Підрізати торець 4, витримуючи розмір L_1'	IT14	6,3
3	Етап 2 (див. рисунок 10) Точити конус 1, витримуючи розмір α	IT10	0,8
4	Точити циліндричні поверхні 2,3, витримуючи розміри d_1' , α , R4	IT10	0,8
5	Підрізати торець 4, витримуючи розмір L_1''	IT14	3,2
6	Точити циліндричну поверхню 6, витримуючи розміри d_2 , L_2 , L_3'' , R_3	IT10	3,2
7	Точити канавку 5, витримуючи розміри b_1 , b_2 , d_3 , R_1 , R_2 , α	IT10	3,2
8	Етап 3 (див. рисунок 11) Шліфувати циліндричні поверхні 2,3, витримуючи розмір d_1'''	IT9	0,8
9	Шліфувати торець 4, витримуючи розміри L_1''' , L_3	(IT6)	0,8
азотація пов. 2 ($h \geq 0,25$ мм)			
полірування пов. 2 (IT6, Ra 0,2 мкм)			

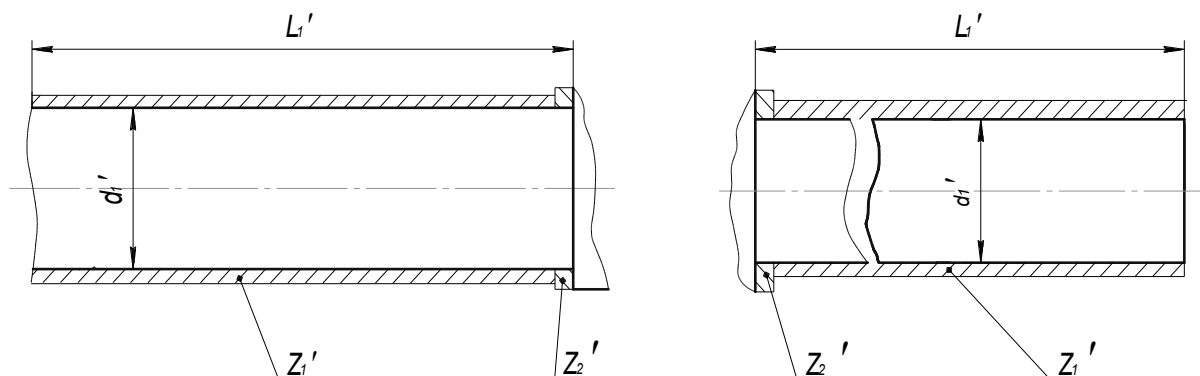


Рисунок 9 - Ескіз 3МПБ312 (а) і 4МПБ312 (б) на 1 етапі обробки.

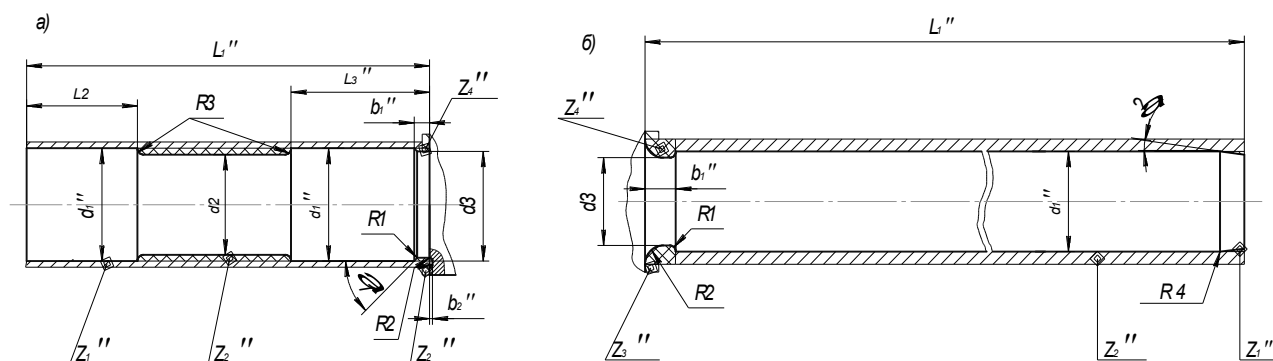


Рисунок 10 - Ескіз 3МПБ312 (а) і 4МПБ312 (б) на 2 етапі обробки.

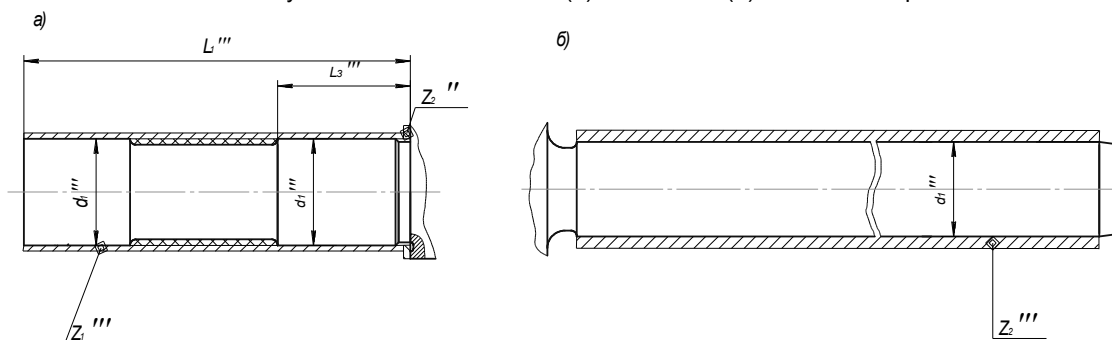


Рисунок 11 - Ескіз 3МПБ312 (а) і 4МПБ312 (б) на 3 етапі обробки.

При обробці конкретної деталі технологічний процес складається з робочих технологічних модулів, які формуються з типових

технологічних модулів шляхом відкидання надлишкових технологічних переходів. При виконанні обробки спочатку виконуються чорнові

етапи всіх технологічних модулів, потім – напівчистові, потім – чистові. При необхідності термічної обробки, відповідні операції включаються в технологічний процес між етапами обробки.

Висновки. Використання розробленої методики при проектуванні технологічного процесу механічної обробки деталі «Шток» дозволило зменшити кількість операцій з 37 до 28 (в тому числі механічних – з 17 до 11) а трудомісткість механічної обробки – з 82,47 до 64,42 хв.

Список використаної літератури:

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для ВУЗов. / Б.М.Базров – М.: Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Маталин А. А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных ВУЗов. / А.А.Маталин - 3-е изд., стереотип. – СПб.: М.: Краснодар: Лань, 2010. – 512 с.
3. Капустин Н.М. Диалоговое проектирование технологических процессов. / [Капустин Н.М., Павлов В.В., Козлов Л.А. и др.] – М.: Машиностроение, 1983. 255 с.
4. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении / Б.М.Базров – М.: Машиностроение, 2001. 368 с.

Думанчук М.Ю. Совершенствование принципов проектирования технологических процессов на базе модульной технологии

В статье предложено развитие метода типизации технологических процессов на основе модульной технологии. При использовании разработанного метода в условиях среднего и тяжелого машиностроения сокращаются сроки технологической подготовки производства, обеспечивается высокое качество выполнения проектных работ.

Ключевые слова: технология, деталь, модуль поверхностей, технологическая операция

Dumanchuk M. Perfection of principles of planning of technological processes on the base of module technology

In the article the development of a method of unification of manufacturing processes is offered on the basis of the modular technology. At usage of a designed method in conditions of mean and heavy engineering terms of technological preparation of production are reduced, the excellence of fulfilment of design activities is provided.

Keywords: technology, detail, module of surfaces, technological operation

Стаття надійшла в редакцію: 17.03.2015р.

Рецензент: д.т.н., проф. Тарельник В.Б.