

О. В. Скібіна

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
МАШИНОБУДУВАННЯ**

Міністерство освіти і науки України
Державний заклад
„Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка”

Кафедра технологій виробництва і професійної освіти

О. В. Скібіна

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
до практичних занять з курсу
для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними
рівнями „бакалавр” та „спеціаліст”
за спеціальністю – „Професійна освіта”
(профіль підготовки „Транспорт”; „Технологічна або
обслуговуюча праця та основи інформатики”)

Луганськ
ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”
2014

УДК 621(076)

ББК 34.4р 3

С42

Рецензенти:

- Нечаєв Г. І.* – доктор технічних наук, професор кафедри транспортних систем Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.
- Зубков В. Є.* – доктор технічних наук, професор, завідувач Центру міжнародної освіти Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.
- Рєвякіна О. О.* – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Скібіна О. В.

С32

Технологічні основи машинобудування: навч.-метод. посіб. до практ. занять з курсу для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями „бакалавр” та „спеціаліст” за спец. – „Професійна освіта” (профіль підготовки „Транспорт”; „Технологічна або обслуговуюча праця та основи інформатики”) / О. В. Скібіна ; Держ. закл. „Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка”. – Луганськ : Вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2014. – 130 с.

Навчально-методичний посібник до практичних занять з дисципліни „Основи технології машинобудування” містить короткі теоретичні відомості; загальні рекомендації до виконання індивідуального завдання; індивідуальні завдання для кожної з тем дисципліни, список рекомендованої літератури.

Посібник призначено для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями „бакалавр” та „спеціаліст” всіх форм навчання.

УДК 621(076)

ББК 34.4р 3

*Рекомендовано до друку Навчально-методичною радою
Луганського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № 5 від 15 січня 2014 року)*

© Скібіна О. В., 2014

© ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2014

ЗМІСТ

ВСТУП	4
МОДУЛЬ 1.	6
1. Аналіз вихіднихданих для проектування технологічних процесів	6
2. Відпрацювання конструкції виробу на технологічність	18
3. Визначення типу виробництва	27
4. Вибір методу отримання заготовок	38
5. Питання до модулю 1	46
МОДУЛЬ2.	48
6. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовок деталі	48
7. Призначення припусків на обробку поверхонь	58
8. Призначення режиму різання при свердлінні, зенкеруванні і розгортанні	70
9. Розрахунок режиму різання при фрезеруванні	77
10. Розрахунок технологічної собівартості	83
11. Питання до модулю 2	93
ЛІТЕРАТУРА	95
ДОДАТКИ	98

ВСТУП

Серед галузей промисловості провідне місце займає машинобудування. Це визначається тим, що всі процеси в матеріальному виробництві, транспорті, будівництві та сільському господарстві пов'язані з використанням машин різного призначення. Конструкції машин безперервно вдосконалюються згідно з вимогами виробництва та експлуатації, а також на основі впровадження ефективних результатів науково-технічних досліджень, появи нових матеріалів і способів надання їм потрібних форм і властивостей.

Створення нових машин, які відповідали б сучасним вимогам, пов'язане з потребою підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів машинобудівного профілю, здатних розв'язувати питання розрахунків, конструювання, виробництва та експлуатації виробів високого технічного рівня. Підготовка молодих фахівців у цьому напрямку здійснюється на базі вивчення фундаментальних загальноосвітніх, загальноінженерних і спеціальних дисциплін, серед яких окреме місце займає курс технології машинобудування.

Основним завданням цієї наукової дисципліни є розвиток знань, що забезпечують безперервне удосконалення технологічних методів виробництва та підвищення продуктивності праці в машинобудуванні. Напрямок технології машинобудування визначається завданням отримання машин високої якості, які виготовляються при найменшій собівартості, мінімальній витраті матеріалів, організації праці безпечної та полегшеної в максимально можливій мірі. Розробка таких технологічних процесів пов'язана з доцільним вибором і створенням більш досконалого технологічного обладнання, засобів механізації та автоматизації виробництва, приведенням техніко-економічних обґрунтувань та виконанням проектно-конструкторських розробок. Разом з цим ставиться завдання максимального скорочення термінів побудови та впровадження технологічних процесів, у результаті чого прискорюється застосування нової техніки на стадії виготовлення виробів.

Технологія виготовлення виробів є комплексним курсом, в якому викладається теорія побудови та методи розрахунку технологічних процесів машинобудівного виробництва, що включають отримання заготовок, механічну обробку різанням і складання машин і їх елементів, а також вимоги до конструктивного оформлення. Крім того, цей курс розширює кругозір студентів в області технології, розвиває здатність до проведення критичної оцінки діючих процесів, а також прищеплює навички творчого вирішення технічних завдань.

У пропонованому навчально-методичному посібнику представлені всі основні етапи технологічного проектування в машинобудівному виробництві, пов'язаного із збіркою виробів і механічною обробкою деталей. Розглянуті етапи технологічного проектування відповідають послідовності їх викладу в курсі „Основи технології машинобудування”, включеному в загальноосвітні стандарти технічних спеціальностей.

Особлива увага приділена послідовному розгляду наступних питань: проектування технологічних процесів збірки; аналіз вихідних даних для розробки технологічних процесів виготовлення деталей машин; обґрунтування методу здобуття заготовок; розробка маршрутних і операційних технологічних процесів; технологічне забезпечення якості виробів.

Кожен розділ навчально-методичного посібника включає коротку теоретичну частину, приклади вирішень типових завдань, набори вправ і завдань, окремі довідкові дані. Така структура навчального посібника дозволяє рекомендувати його як для групових занять з викладачем, так і для самостійного використання студентами спеціальностей „Професійна освіта” (профіль підготовки „Транспорт”; „Технологічна або обслуговуюча праця та основи інформатики”).

МОДУЛЬ 1

Тема 1. Аналіз вихідних даних для проектування технологічних процесів

Мета роботи – навчитися аналізувати робочі креслення деталей при розробці технологічних процесів (ТП) механічної обробки.

1.1. Загальні положення

Проектування технологічного процесу механічної обробки є комплексним завданням, для вирішення якого у конкретних умовах треба знайти оптимальний варіант отримання деталі, забезпечивши при цьому якість і точність обробки відповідно до технічних умов. Мета проектування технологічних процесів передбачає наступне: встановити тип виробництва з попереднім розрахунком темпу або розміру партії, вибрати метод отримання заготовки і сформулювати виявлені вимоги до неї, скласти план обробки заготовки із зазначенням прийнятих баз, послідовності та змісту технологічних операцій і переходів; визначити проміжні припуски та допуски на розміри заготовки по переходах; встановити режими різання та норми часу на операції; визначити необхідне обладнання, пристрої, робочі й вимірювальні інструменти, а також потрібну робочу силу. Крім того, запроєктований технологічний процес сприяє визначенню вихідних даних для організації постачання основними й допоміжними матеріалами, календарного планування, технічного контролю, інструментального та транспортного господарства.

Технологічні процеси розробляють при проектуванні нових і реконструкції діючих підприємств, а також при організації виготовлення нових видів продукції. Крім того, на діючих заводах при випуску освоєних виробів має місце коригування або розробка нових технологій. Це пов'язано з поточним конструктивним удосконаленням об'єктів виробництва та впровадженням останніх досягнень науки й техніки у даній галузі.

Під час проектування нових і реконструкції діючих заводів розроблені процеси є основою всього проекту. Він визначає потрібне обладнання, виробничі площі, транспортні засоби, матеріали, необхідну робочу силу. Від рівня технологічних розробок залежать техніко-економічні показники діяльності підприємства.

При організації випуску на діючому заводі нових об'єктів розробка технологічних процесів відбувається перед комплексом підготовчих і організаційних робіт. На її підставі виявляються можливості застосування існуючого та необхідність придбання нового обладнання, визначається необхідна кількість робочої сили, інструментів, транспортних засобів та ін.

Для розробки технологічних процесів механічної обробки деталей, вибору і проектування технологічної оснастки, розрахунку режимів різання та технічних норм часу на обробку деталей необхідні вихідні дані й матеріали: робоче креслення деталі та складальної одиниці; робоче креслення заготовки; технічні умови на виготовлення, що характеризують точність і якість обробки її поверхні, а також особливі вимоги (твердість, структура, термічна обробка, балансування); програма випуску деталей; умови здійснення розробленого технічного процесу (діюче виробництво, перспективний процес); строк (звичайно у роках), протягом якого повинна бути виконана програма випуску деталей. У випадку нерівномірного за часом випуску програмне завдання вказується за роками або іншими періодами часу.

При проектуванні процесів для діючих або реконструктивних підприємств необхідно також мати відомості про наявне обладнання, нормалізовану та спеціальну оснастку, площу та інші місцеві виробничі умови.

У процесі розробки технологічних процесів користуються різними довідковими та нормативними матеріалами: каталогами і паспортами обладнання; стандартами на інструменти, деталі та вузли пристроїв; стандартами і нормами на різальний і вимірювальний інструмент; нормативами за точністю та шорсткістю; стандартами та виробничими нормами на припуски і допуски для поковок,

штампувальних заготовок, зливок і заготовок з прокату; заводськими або галузевими нормами операційних припусків і допусків; нормами точності верстатів і пристроїв; розробленими типовими технологічними процесами обробки аналогічних деталей; відомчими галузевими нормативами; керівними матеріалами по режимах різання та елементних нормах часу, що розроблені на підприємстві, а також іншими допоміжними матеріалами.

Грамотно виконане креслення деталі дає вичерпну інформацію про її форму, розміри, точність розмірів, форми і розташування, шорсткості поверхні, матеріали, його твердості, якості поверхневого шару, габаритах і масі деталі, використаних стандартах і технічних умовах, способі маркіровки і т. інш. Креслення деталі середньої складності містить близько сотні характеризуючих її параметрів. Завдання фахівця – спроектувати ТП так, щоб жоден параметр не залишився без уваги [2; 3; 6; 9; 10].

В першу чергу, необхідно чітко уявити собі службове призначення деталі і умови її роботи.

Під **службовим призначенням** деталі розуміють характер виконуваних нею службових функцій (передача зусилля або крутячого моменту, переміщення, фіксація, поворот, базування і т. інш.) і вимоги до їх виконання (точність, швидкодія, ККД, довговічність, надійність і т. інш.)

Під **умовами роботи** деталі розуміють якісну і кількісну характеристику чинників, що впливають на неї (характер і величину навантажень, напругу в небезпечних перетинах, тертя в контакті, швидкості, тиск, температури, характер зношування і т. інш.).

Деталь містить багато поверхонь, кожна з яких виконує певні функції. За допомогою одних поверхонь деталь виконує своє службове призначення, інші поверхні служать для установки деталі у вузлі або для приєднання інших деталей. Треті поверхні не беруть участь в роботі і служать для додання деталі певної форми. Відповідно до різного призначення поверхонь розрізняються і вимоги до них. Щоб проаналізувати ці вимоги необхідно систематизувати поверхні деталі по їх службовому призначенню.

Поверхні деталі діляться на тих, що *сполучаються* взаємодіють з поверхнею іншої деталі, і *вільні* (С), оформляючи конфігурацію деталі. У свою чергу, поверхні, що сполучаються, можуть виконувати різні функції. **Виконавчі** (В) - поверхні, за допомогою яких виріб виконує своє службове призначення безпосередньо (поверхня шківів, що стикається з приводним пасом, поверхня різі в гвинтових механізмах, робоча поверхня зубів коліс, поверхні лопаток, що взаємодіють із робочим середовищем у твердому, рідкому, газоподібному станах, поверхні відбивачів світлових, теплових і інших потоків).

Поверхні деталі, що визначають положення даної та інших деталей у вузлі (складальній одиниці), називають **конструкторськими базами**. Розрізняють основні і допоміжні конструкторські бази.



Основні конструкторські бази (ОБ) – це конструкторські бази, що визначають положення деталі в складальній одиниці. ОБ позбавляють деталь необхідного числа мір свободи – переміщення уздовж координатних осей і поворотів довкола цих осей.

Допоміжні конструкторські бази (ДБ) – це конструкторські бази, що визначають положення приєднаних деталей відносно даної деталі. За допомогою ДБ дана деталь позбавляє приєднані деталі певного числа мір свободи. Перед систематизацією всі поверхні деталі нумерують по порядку, починаючи з 1. Номери поверхонь вказують на кресленні деталі синім або фіолетовим кольором в куклях на винесеннях. При цьому допускається пересічення винесеннями основних і допоміжних ліній креслення (при виконанні учбового завдання допускається позначення поверхонь чорним кольором, при цьому число пересічень необхідно звести до мінімуму). Розмір цифр, що позначають поверхню, на 1 – 2 номери більше цифр, що позначають розміри.

При складанні елементів машини необхідно забезпечити правильне розміщення деталей і вузлів у складальних одиницях, а при обробці заготовок їх необхідно правильно орієнтувати щодо елементів верстата. Завдання взаємного орієнтування виробів у складальних одиницях і заготовок при обробці вирішуються їх базуванням.

Базування – надання заготовці або виробу необхідного положення щодо обраної системи координат (ГОСТ 21495 – 84).

При механічній обробці заготовок на верстатах базуванням прийнято вважати надання заготовці необхідного положення щодо елементів верстата. Фіксація положення, досягнутого при базуванні, здійснюється закріпленням заготовок. У зв'язку з цим при установці заготовок перед обробкою вирішуються два завдання: базування і закріплення.

Відомо, що будь-яке матеріальне тіло в тривимірному просторі має шість ступенів вільності – три переміщення уздовж координатних осей і три обертання навколо цих осей. При базуванні на тіло накладається деяке число позиційних зв'язків (обмежники переміщень та обертань), що позбавляють його визначених ступенів вільності. Таким чином визначається числове значення положення по відповідній координаті. У реальних умовах базування позиційні зв'язки замінюються контактом відповідних поверхонь або опорних точок заготовки і пристосування. Число опорних точок заготовки повинно бути таким, що дорівнює числу замінених ними позиційних зв'язків. При цьому під опорною точкою мається на увазі ідеальна точка контакту, що позбавляє заготовку одного ступеня вільності. Згідно з ГОСТом 21495-84 опорні точки позначають:  - для вигляду збоку,  - для вигляду зверху.

При аналізі вихідних даних для розробки ТП механічної обробки деталі поверхні ділять на 4 групи: в, ОБ, ДБ, В. При цьому деякі поверхні можуть виконувати декілька функцій і відповідно відноситися до декількох типів (наприклад: в і ДБ) [10; 15; 27].

Далі необхідно перевірити повноту завдання вимог до вузла або деталі на кресленні. Так, на кресленні деталі мають бути вказані марка матеріалу і вигляд заготовки (відливання, поковка, прокат) із зазначенням на відповідні стандарти і задана твердість всіх поверхонь. Мають бути представлені всі розміри, необхідні для виготовлення і контролю – величина кожної поверхні (довжина, ширина, висота, радіус), її положення (відстань від осі або іншої поверхні, кут), довідкові розміри (отримувані по іншому кресленню, замикаючі розміри ланцюга).

На кожен розмір має бути задана точність у вигляді поля допуску або граничних відхилень, проставлених біля номінального розміру або в технічних вимогах.

На кожен поверхню має бути призначена шорсткість умовним знаком на контурній або виносній лінії, або в правому верхньому кутку креслення. Мають бути задані необхідні допуски форми і розташування – прямолінійності, площинності, круглості, циліндричності, профілю подовжнього перетину і тому подібне у вигляді умовного позначення або пункту технічних вимог.

Перевіряють також правильність завдання вимог на кресленні. Всі вимоги мають бути задані по ГОСТ і стандартам підприємств, щоб виключити їх неоднозначне тлумачення. Розміри повинні задаватися переважно від однієї бази. Форма і розміри шпонкових пазів, фасок, канавок, радіусів переходів і ін. елементів повинні відповідати ГОСТ.

Після аналізу креслення деталі вихідні дані заносять в таблицю (див. таблиці. 1.3), в якій вказують номер, тип і форму кожної поверхні, їх розміри з допусками і квалітет, точність, вид і величину погрешностей форми і розташування, квалітет точності, що відповідає цій величині, шорсткість.

Якщо точність розмірів на кресленні вказана у вигляді індексу посадки і квалітета (наприклад, 50к6) або у вигляді граничних відхилень (наприклад - $\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}$), або в пункті технічних вимог вказівкою посадки і квалітета (наприклад, h14 \pm IT14/2), то для заповнення граф 5 і 6 таблиці 1.4 відомості беруть з таблиці. 1.1 і дод. Б Якщо точність форми або розташування задана умовним позначенням з вказівкою граничного відхилення Td по ГОСТ 2.308-79, то умовний квалітет точності визначають по таблиці. 1.2.

Довідкові дані

Таблиця 1.1.

Граничні відхилення валів по ГОСТ 25346-82

Розм мм,	Граничні відхилення, мкм										
	g6	k6	f7	k7	e8	k8	d9	d10	d11	b12	b14
10	-5	+10	-13	+16	-25	+23	-40	-40	-40	-150	-150
	-14	+1	-28	+1	-47	+1	-75	-98	-130	-300	-510
18	-6	+12	-16	+19	-32	+28	-50	-50	-50	-150	-150
	-17	+1	-34	+1	-59	+1	-93	-120	-160	-330	-580
30	-7	+15	-20	+23	-40	+35	-65	-65	-65	-160	-160
	-20	+2	-41	+2	-73	+2	-117	-149	-195	-370	-680
50	-9	+18	-25	+27	-50	+41	-80	-80	-80	-170	-170
	-25	+2	-50	+2	-89	+2	-142	-180	-240	-420	-790
80	-10	+21	-30	+32	-60	+48	-100	-100	-100	-190	-190
	-29	+2	-60	+2	-106	+2	-174	-220	-290	-490	-930
120	-12	+25	-36	+38	-72	+57	-120	-120	-120	-220	-220
	-34	+3	-71	+3	-126	+3	-207	-260	-340	-570	-1090
180	-14	+28	-43	+43	-85	+66	-145	-145	-145	-280	-280
	-39	+3	-83	+3	-148	+3	-245	-305	-395	-680	-1280
250	-15	+33	-50	+50	-100	+76	-170	-170	-170	-380	-380
	-44	+3	-96	+4	-172	+4	-285	-355	-460	-840	-1530
315	-17	+36	-56	+56	-110	+85	-190	-190	-190	-480	-480
	-49	+4	-108	+4	-191	+4	-320	-400	-510	-1000	-1780
400	-18	+40	-62	+61	-125	+93	-210	-210	-210	-600	-600
	-54	+4	-119	+4	-214	+4	-350	-440	-570	1170	-2000
500	-20	+45	-68	+68	-135	+101	-230	-230	-230	-760	-760
	-60	+5	-131	+5	-232	+4	-385	-480	-630	1340	-2310
630	-22	+44	-76	+70	-145		-260	-260	-260		
	-66	0	-146	0	-255		-435	-540	-700		
800	-24	+50	-80	+80	-160		-290	-290	-290		
	-74	0	-160	0	-285		-490	-610	-790		
1000	-26	+56	-86	+90	-170		-320	-320	-320		
	-82	0	-176	0	-310		-550	-680	-880		

Таблиця 1.2

**Допуски форми і розташування в мкм
по ГОСТ 24643-81**

Розмір, мм	Радіальне биття, співісна, симетричність для квалітета										
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	Паралельність, перпендикулярність, торцеве биття для квалітета										
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	Площинна, прямолінійність, циліндричність, кругла, профіль подовжнього перетину для квалітета										
	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Св. 10 до 16	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
“ 16 “ 25	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
“ 25 “ 40	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
“ 40 “ 63	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
“ 63 “ 100	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
“ 100 “ 160	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
“ 160 “ 250	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
“ 250 “ 400	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
“ 400 “ 630	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
“ 630 “ 1000	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600

1.2 Приклад виконання роботи №1

По складальному кресленню (07.ТМ.13.001. Деталь «Вал-шестерня») виконати робоче креслення заданої деталі. Описати службове призначення і умови роботи деталі. Пронумерувати і систематизувати поверхні деталі. Проаналізувати технічні вимоги до деталі.

1.2.1 Службове призначення і умови роботи деталі

Деталь «Вал-шестерня», черт. 07.ТМ.13.001, є бистрохідним валом циліндрового редуктора і призначена для передачі крутячого моменту від приводу до проміжного валу редуктора. Вал-шестерня отримує обертання від приводу через муфту, встановлену на пов. 4 на шпонці, і сприймає крутячий момент бічними поверхнями 3 шпонкового паза. Вал-шестерня передає крутячий момент бічними поверхнями 12 зубів

зубчастого вінця зубам вінця проміжного валу. Вал-шестерня встановлений в підшипниках кочення в корпусі редуктора.

Вал-шестерня працює в умовах дії радіального знакозмінного зосередженого навантаження і крутячого моменту. Зуби зубчастого вінця випробовують дію вигинаючого зусилля, контактного тиску і сил тертя. Під дією останніх відбуваються нагрів і зношування зубів.

1.2.2 Систематизація поверхонь

Усі поверхні деталі на ескізі нумеруємо і систематизуємо по їх призначенню.

Виконавчі поверхні (В), виконують службові функції валу-шестерні – передачу крутячого моменту - бічні поверхні 12 зубів і бічні пов. 3 шпонкового пазу.

Основні конструкторські бази (ОБ), що визначають положення вал-шестерні в редукторі – циліндричні підшипникові шийки, пов. 6 та 17, і торцева пов. 8.

Допоміжні конструкторські бази (ДБ), що визначають положення присднуваних деталей - циліндрична пов. 4, торцева пов. 5, паз шпонки, пов. 2 і 3, торцева пов. 15.

Вільні поверхні(С), що не сполучаються з іншими деталями - пов.1, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 18.

Номери поверхонь і їх призначення заносимо в графи 1-3 таблиці. 1.4. У таблиці прийняті позначення форми поверхонь : Ц – циліндрична зовнішня, КВ – конічна внутрішня, П – плоска, Ф – фасонна.

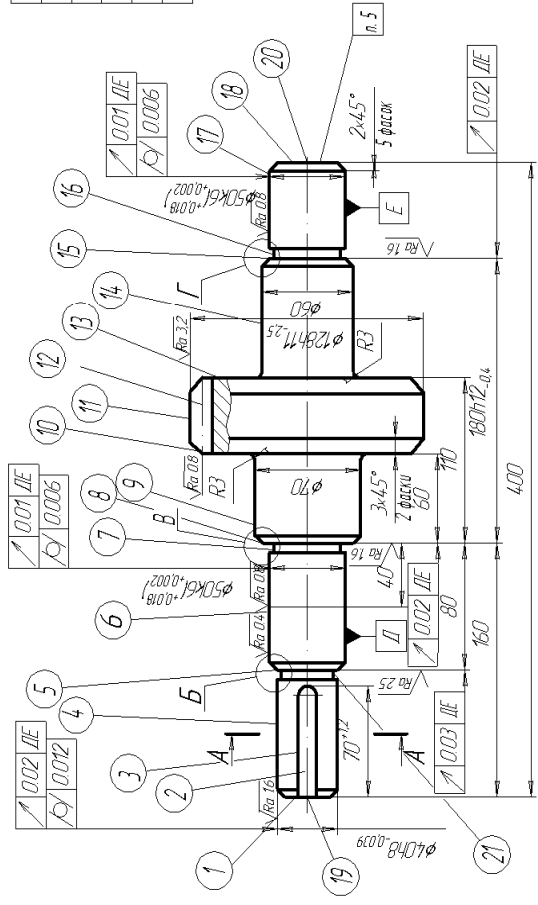
1.2.3 Аналіз технічних вимог

Марка матеріалу – сталь 40ХГНМ, ГОСТ 4543-71, вказана в основному написі. Твердість 46±2 HRC, п.1 технічних вимог. На кресленні дані усі розміри, необхідні для виготовлення і контролю деталі. Точність розмірів задана комбінованим способом у вигляді посадки, якості точності і граничних відхилень згідно ГОСТ 2.307-79. Точність вільних розмірів 14 квалітет, п.2 технічних вимог.

07.ТМ.13.001

$\sqrt{Ra} 125 \sqrt{V}$

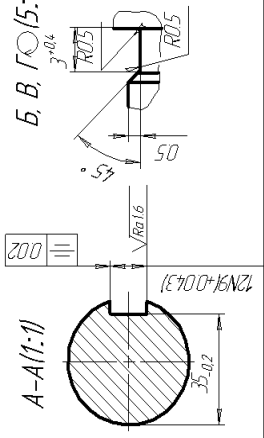
Модуль	m	4
Число зубьев	Z	29
Угол наклона зуба	β	15°
Направление зуба	-	правое
Степень точности	-	6
Диаметр делит. окруж.	d	120



1.46 ± 2 НПС

1. Изготовить поперечные отклонения поперек диаметра 114, остальных 1/14/2
2. Центровые лоб А 6,3 ГОСТ 14034-94
3. Кромки зубьев притупить фаской 0,5x45°
4. Максимальная Об.ТМ.13.001
5. Максимальная Об.ТМ.13.001

Б, В, Г (5:1)



07.ТМ.13.001		Масса	Масштаб
Лист	К	1/1	1:2
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.
Провер.	Провер.	Провер.	Провер.
Т. контро.	Т. контро.	Т. контро.	Т. контро.
Н. контро.	Н. контро.	Н. контро.	Н. контро.
Суд.	Суд.	Суд.	Суд.
Вал-шестерня		ИТУ АМ	
Сталь 40ХТМ		20. МК-502	
ГОСТ 4543-71			

Таблиця 1.3.

Характеристика поверхонь деталі «Вал – шестерня»

Поверхонь			Розміри			Форма, розтошуван.			Шорт.
№	Тип	Форма	Значен. мм	Допуск мм	Квалітет точн.	Погреш. н.	Допуск, мм	Квалітет точн.	
1	С	П	160	1,0	14				12,5
2	ВБ	П	35	0,2	12				12,5
3	И,ВБ	П	12	0,043	9		0,02	9	3,2
4	ВБ	Ц	40	0,039	8	i ä	0,008	8	1,6
5	ВБ	П	80	0,74	14	ä	0,03	9	
6	ОБ	Ц	50	0,016	6	i ä	0,05	10	3,2
7	С	Ф	3	0,4	14		0,006	7	0,4
8	ОБ	П			12	ä		6	
9	С	Ц	70	0,74	14		0,02	8	12,5
10	С	П	60	0,74	14				12,5
11	С	Ц	120	0,25	11				3,2
12	И	Ф			6				0,8
13	С	П	110	0,87	14				12,5
14	С	Ц	60	0,74	14				12,5
15	ВБ	П	180	0,4	12	ä	0,03	8	2,5
16	С	Ф	3	0,4	14				12,5
17	ОБ	Ц	50	0,016	6	i ä	0,006	7	0,8
18	С	П	400	1,4	14		0,006	6	
19	ТБ	КВ	13,2	0,043	9				12,5
20	ТБ	КВ	13,2	0,043	9				0,8
21	С	Ф	3		14				0,8

Шорсткість поверхонь вказана безпосередньо на зображенні і в правому верхньому кутку креслення. Граничні відхилення форми і розташування поверхонь 3, 4, 5, 6, 8, 15, 17 задані у вигляді умовних позначень згідно ГОСТ 2.308-79, відхилення для інших поверхонь повинні укладатися в допуск на розмір. Форма і розміри паза шпонки задані згідно ГОСТ

23360-78. Фаски і радіуси закруглень виконані згідно ГОСТ 10948-64.

Висновок: черт. 07. ТМ. 13. 001 містить усі необхідні відомості для розробки ТП обробки деталі „Вал проміжний”.

1.3 Завдання

По складальному кресленню виконати робоче креслення заданої деталі. Описати службове призначення і умови роботи деталі. Пронумерувати і систематизувати поверхні деталі. Проаналізувати технічні вимоги до деталі (креслення отримати у викладача).

1.4 Запитання для самоконтролю.

1. Яка мета проектування технологічних процесів?
2. Мета визначення службового призначення деталі при аналізі конструкції.
3. Функції поверхонь деталі
4. Дайте визначення базування і бази при виготовленні деталей, складанні та ремонті машин?
5. Сформулюйте «правило шести точок».
6. Що розуміється під повним і неповним базуванням?
7. За якими ознаками класифікується технологічні бази?
Дати їх коротку характеристику
8. Які основні принципи призначення технологічних баз?
Їх суть.
9. Визначення точності взаємного розтошування конструктивних елементів.

Тема 2. Відпрацювання конструкції виробу на технологічність

Мета роботи - навчитися аналізувати технологічність конструкції деталі по її робочому кресленню.

2.1. Загальні положення

Одним з чинників, що суттєво впливає на характер технологічних процесів, є технологічність конструкції виробу та його складових частин. Конструкція виробів повинна не тільки забезпечувати їх експлуатаційні вимоги, а і вимоги до їх найбільш економічного виготовлення. Чим менші трудомісткість і собівартість виготовлення виробу, тим більше він вважається технологічним. Тому проектуванню технологічних процесів передують відпрацювання виробу на технологічність. Це зумовлено більш глибокими знаннями технолога конкретного виробництва: технічних та економічних можливостей, конкретного обладнання та інших чинників. Технологічна конструкція виробу повинна передбачати широке використання уніфікованих складальних одиниць, стандартизованих та нормалізованих деталей і їх елементів; мінімальну кількість оригінальних деталей. Технологічна конструкція виробу повинна відповідати вимогам складання і мати зручні складальні бази, мінімум підгінних робіт, можливість паралельного складання складальних одиниць.

Види і показники технологічності конструкцій наведені у ГОСТі 14.205-83, загальні правила відпрацювання конструкції виробу на технологічність – у ГОСТі 14.20-83.

Відповідно до ГОСТ 14.205-83 *технологічність* – це сукупність властивостей конструкції виробу, що визначають її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації і ремонті при заданих показниках якості, обсязі випуску і умовах виконання робіт.

Виробнича технологічність конструкції деталі – це міра її відповідності вимогам найбільш продуктивного і економічного виготовлення. Чим менше трудомісткості і

собівартість виготовлення, тим технологічнішою є конструкція деталі.

Оцінка технологічності конструкції буває двох видів: **якісна і кількісна**.

Якісна оцінка технологічності є попередньою, узагальненою і характеризується свідченнями: „краще - гірше”, „рекомендується - не рекомендується”, „технологічне - нетехнологічне” і тому подібне. Технологічною при якісній оцінці слід уявляти таку геометричну конфігурацію деталі і її окремі елементи, при яких враховані можливості мінімальної витрати матеріалу і використання найбільш продуктивних і економічних для певного типу виробництва методів виготовлення. У зв'язку з цим слід проаналізувати креслення деталі, наприклад, з точки зору :

- міри уніфікації геометричних елементів (діаметрів, довжин, різьб, модулів, радіусів переходу і тому подібне) в конструкції;
- наявність зручних базуючих поверхонь, що забезпечують можливість поєднання і постійності баз;
- можливості вільного підведення і виведення різального інструменту при обробці;
- зручності контролю точності параметрів деталі;
- можливості зменшення протяжності точних оброблюваних поверхонь;
- відповідності форми dna отвору формі кінця стандартного інструменту для його обробки (свердла, зенкера, розгортки) і т. інш. [2, 27].

Кількісна оцінка технологічності виражається показником, чисельне значення якого характеризує міру задоволення вимог до технологічності. Стосовно виробництва кількісну оцінку технологічності роблять по сумарній трудомісткості $\sum T_{шк}$ і технологічній собівартості СТ, а також за технічними показниками, визначення яких можливе з креслення деталі.

До них відносяться коефіцієнти точності КТ і шорсткості Кш :

при этом
$$K_T = 1 - 1/T_{\text{ср}}, \quad (2.1)$$

$$T_{\text{ср}} = \sum T_i n_i / \sum n_i; \quad (2.2)$$

при этом
$$K_{\text{III}} = 1/Ra_{\text{ср}}, \quad (2.3)$$

$$Ra_{\text{ср}} = \sum Ra_i n_i / \sum n_i; \quad (2.4)$$

де T_i , Ra_i - відповідно квалітети точності і значення параметра шорсткості оброблюваних поверхонь;

$T_{\text{ср}}$, $Ra_{\text{ср}}$ - середні значення цих параметрів;

n_i - число розмірів або поверхонь для кожного квалітета і значення параметра шорсткості.

У загальному випадку технологічність деталі (індекс "д") повинна оцінюватися шляхом порівняння її показників з відповідними показниками деталі-аналога (індекс "а"). Під деталлю - аналогом розуміється базова деталь, що виконує у виробі ті ж функції, що і аналізована, і що має відомі базові показники, тобто показник P_d порівнюється з показником P_a .

Основними показниками технологічності конструкції виробу є трудомісткість, собівартість, матеріаломісткість і енергомісткість.

Трудомісткість виготовлення або ремонту виробу виражається сумою нормо-годин, витрачених на технологічні процеси виготовлення або ремонт всіх його складових частин і складання.

Так, трудомісткість деталі T_d може бути визначена [27] як

$$T_d = T_a K_M K_{\text{сл}} K_N, \quad (2.5)$$

де T_a - трудомісткість обробки деталі-аналога, хв.;

K_M , $K_{\text{сл}}$, K_N - коефіцієнти, що враховують відмінності деталі і деталі-аналога відповідно по масі, складності обробки і програмі випуску.

У свою чергу, коефіцієнт

$$K_M = (M_d / M_a)^{0.67}, \quad (2.6)$$

де M_d и M_a - відповідно маса деталі і деталі-аналога, кг.

Коефіцієнт

$$K_{сл} = \frac{K_{Т.нм.д} K_{ш.нм.д}}{K_{Т.нм.з} K_{ш.нм.з}}, \quad (2.7)$$

де $K_{т.нм.д}$, $K_{ш.нм.д}$ і $K_{т.нм.з}$, $K_{ш.нм.з}$ - коефіцієнти, що показують зміну трудомісткості залежно від зміни найменших значень квалітета точності і параметра шорсткості відповідно до деталі і деталі-аналога.

При цьому

$$K_{Т.нм} = 4 T_{нм}^{-0,63}, \quad (2.8)$$

$$K_{ш.нм} = 1,19 Ra_{нм}^{-0,071}, \quad (2.9)$$

де $T_{нм}$ і $Ra_{нм}$ - відповідно найменші значення квалітета точності і параметра шорсткості поверхні.

Коефіцієнт

$$K_N = (N_a / N_d)^m. \quad (2.10)$$

Де N_a і N_d - відповідно річний випуск аналога і деталі, шт., а m - показник міри, визначуваний по формулі

$$m = 0,2 M_d^{-0,045}. \quad (2.11)$$

Собівартість - сумарне (за всіма складовими частинами виробу) значення витрат на матеріали, заробітну плату виробничих робітників з нарахуваннями і накладних витрат. Собівартість є узагальнюючим показником якості виробу.

Рівень технологічності конструкції за собівартістю

$$K_c = \frac{C_o}{C_b}, \quad (2.12)$$

де C_o і C_b - очікувана (проектна) і базова собівартості виготовлення виробу, грн.

Матеріаломісткість характеризує кількість матеріалу, витраченого на виготовлення виробу одиниці маси. На практиці часто використовують матеріаломісткість як відношення маси виробу до одного з основних технічних його параметрів (наприклад, потужності).

Енергомісткість характеризує кількість паливно-енергетичних ресурсів, які витрачаються на виготовлення виробу, наприклад, кВт, кал.

Рівні технологічності виробу за матеріаломісткістю і енергомісткістю визначаються аналогічно до рівнів технологічності з трудомісткості і собівартості [2; 8].

Розроблені конструкції вважаються технологічними, якщо числові значення рівнів технологічності менші за одиницю. Існує також ряд інших показників, котрі дають змогу конкретизувати ті чи інші конструктивні недоліки і визначити шляхи підвищення технологічності. До них належать рівні уніфікації деталей та їх конструктивних елементів, марок матеріалів, сортamentів матеріалів, розміри різи, посадок тощо.

На рис. 2.1 наведені нетехнологічні рішення конструкції елементів деталей – вісь отвору 2 не перпендикулярна поверхні, що зумовлює необхідність проектування та виготовлення спеціального пристрою для свердлення. На другому прикладі отвір більш високої точності (7-й квалітет) запроєктований як глухий, що не дає змоги обробляти його на прохід, а також використати прогресивні методи обробки, наприклад, протягування. В даному разі доцільніше більш точний отвір зробити наскрізним.

Після проведення аналізу технологічності всі пропозиції щодо змін конструкції повинні бути систематизовані в пояснювальній записці. Зміни, що не суперечать службовому призначенню виробу, після узгодження розроблювачем повинні бути внесені в конструкцію виробу.

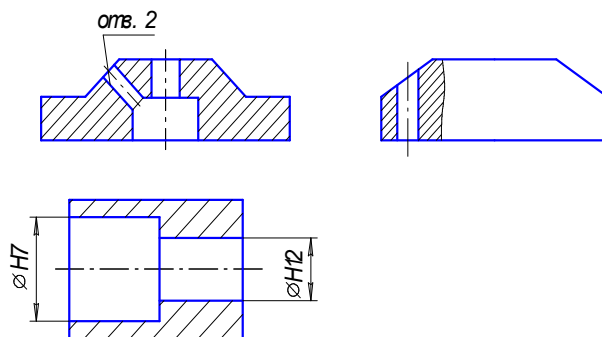


Рис. 2.1. Приклади нетехнологічних рішень елементів деталей

2.2. Приклад виконання роботи №2

2.2.1. Приклад: Проаналізувати конструктивні елементи деталі (рис. 2.1) з точки зору можливості продуктивнішої і економічнішої обробки отвору.

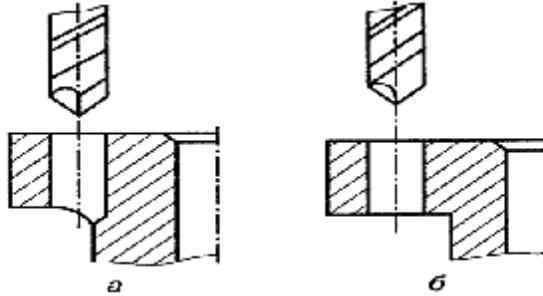


Рис. 2.1. Варіанти конструктивного оформлення оброблюваних отворів

Рішення. При свердлінні отвору по варіанту "а" на виході свердла неминуче виникнення одностороннього зусилля, що може привести до поломки свердла і збільшення витрати різального інструменту. Обробка отвору по варіанту "б" забезпечує нормальну роботу свердла за рахунок взаємної компенсації радіальних зусиль на його різальних кромках.

2.2.2 Приклад: Визначити технологічність деталі (рис. 2.2) за технічними показниками - коефіцієнтами точності K_t шорсткості K_{sh} . Матеріал деталі - сталь 45, маса деталі 4,5 кг, твердість після термообробки HRC_э 42...46,5.

Рішення. З креслення (рис. 2.2) видно, що сумарна кількість вказаних на кресленні розмірів складає 13, з яких три розміри виконуються по 6-у квалітету точності, сім розмірів - по 14-у і за одним розміром - відповідно по 12, 11 і 8-у квалітетам. В той же час чотири поверхні мають середньоарифметичне відхилення профілю $R_a = 2,0$ мкм, вісім поверхонь з шорсткістю $R_a - 15$ мкм і по одній поверхні з $R_a = 0,25; 1,0$ і $6,3$ мкм.

Використовуючи формули (2.1) - (2.4), отримаємо

$$T_{cp} = (14 \cdot 7 + 12 \cdot 1 + 11 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 6 \cdot 3) / 13 = 11,3;$$

$$K_r = 1 - 1/11,3 = 0,91;$$

$$Ra_{c\phi} = (15 \cdot 8 + 6,3 \cdot 1 + 2,0 \cdot 4 + 1,0 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) \cdot 15 = 9,03 \text{ мкм};$$

$$K_w = 1/9,03 = 0,11.$$

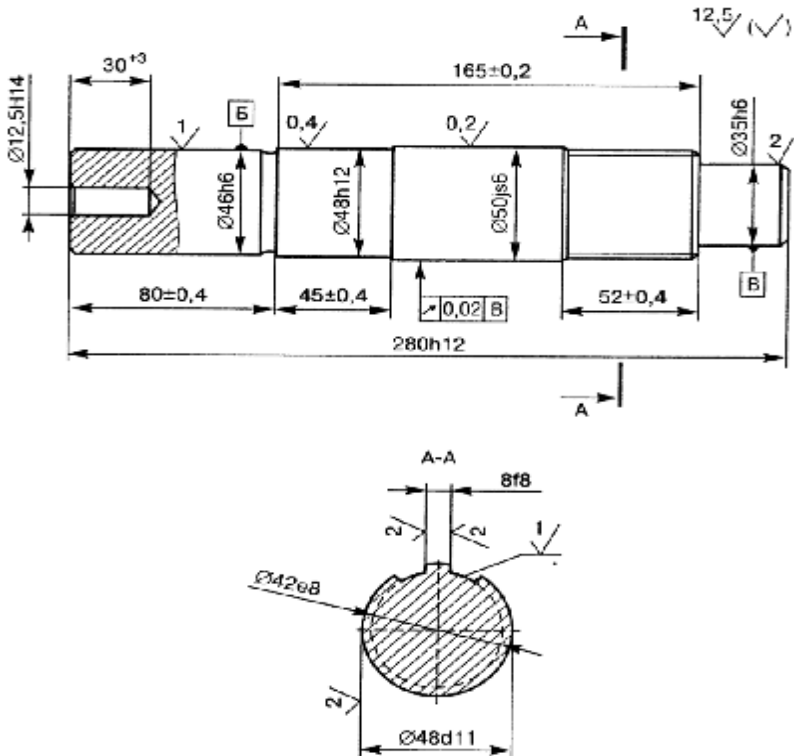


Рис. 2.2. Креслення деталі

2.2.3. Приклад: Визначити трудомісткість деталі при відробітку її на технологічність, якщо відомо, що трудомісткість виготовлення деталі-аналога складає $T_a=36$ хв. при річному обсязі випуску $N_a=1000$ шт. Відомі також, що маса деталі $M_d=2,2$ кг, її аналога $M_a=2,6$ кг, найменші квалітет і параметр шорсткості деталі і її аналога відповідно $T_{нм.д}=8$, $T_{нм.а}=10$ і $R_{анм.д}=1,25$, $R_{анм.а}=2,5$ мкм. Річна програма випуску деталі передбачається $N_d = 1250$ шт.

Рішення. Відповідно до формул(2.1) - (2.5)

$$\begin{aligned}
 K_M &= (2,2/2,6)^{0,67} = 0,894; & K_{T, \text{п.м.д.}} &= 4 \cdot 8^{-0,63} = 1,08; \\
 K_{T, \text{п.м.а.}} &= 4 \cdot 10^{-0,63} = 0,94; & K_{\text{ш.н.м.д.}} &= 1,19 \cdot 1,25^{-0,071} = 1,17; \\
 K_{\text{ш.н.м.а.}} &= 1,19 \cdot 2,5^{-0,071} = 1,11; & K_{\text{с.т.}} &= 1,08 \cdot 1,17 / (0,94 \cdot 1,11) = 1,2; \\
 m &= 0,2 \cdot 2,2^{-0,045} = 0,193; & K_N &= (1000/1250)^{0,193} = 0,96; \\
 T_d &= 36 \cdot 0,894 \cdot 1,2 \cdot 0,96 = 37 \text{ мин.}
 \end{aligned}$$

Таким чином, незважаючи на істотне збільшення трудомісткості за рахунок складності обробки ($K_{\text{сл}} > 1$), технологічність деталі по трудомісткості порівняно з аналогом практично не змінюється, оскільки зменшена маса і збільшена річна програма випуску.

2.3. Завдання

2.3.1 Завдання. Визначити технологічність деталей, креслення яких приведені в додатку 1(ТМ1-ТМ10), за технічними показниками -коєфіцієнтам точності K_t і шорсткості $K_{\text{ш}}$.

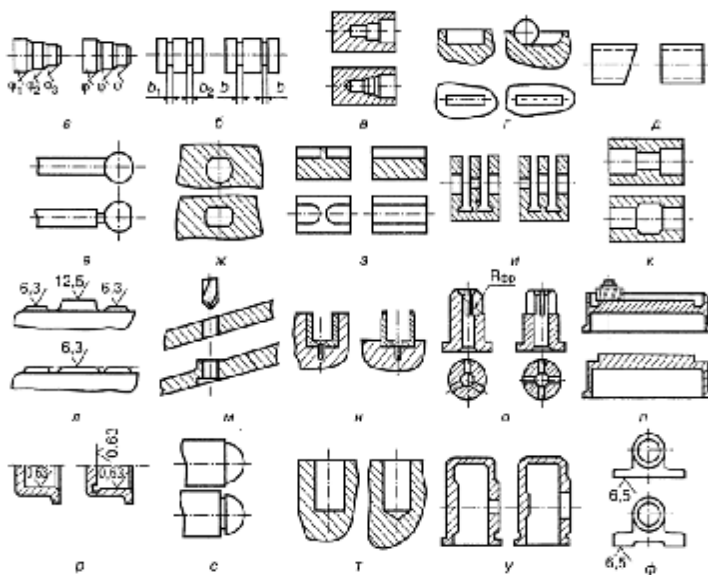


Рис. 2.3. Варіанти конструктивного оформлення деталей

2.3.2 Завдання: Дати якісну оцінку технологічності варіантів конструктивного оформлення елементів деталей (рис. 2.3) (згідно варіанту).

2.3.3 Завдання: Визначити трудомісткість деталі при відробітку її на технологічність по варіантах, приведених в таблиці. 2.1.

Таблиця 2.1

Вихідні дані

№ в.	Деталь				Деталь-аналог				
	Мд, кг	Тн м.д	Rан м.д, МКМ	Нд, шт.	Ма, кг	Тн м.а	Rанм .а, МКМ	Na, шт.	Ta, мин
1	2,3	8	2,5	1500	2,8	7	1,25	1000	36,0
2	7,2	10	6,3	2500	6,9	9	2,5	3000	15,8
3	12,4	9	205	1000	13,7	10	5,3	1500	42,0
4	1,2	7	0,63	1500	1,5	6	0,32	1000	28,0
5	2,8	6	0,32	60000	2,3	7	0,63	40000	10,6
6	0,8	11	2,5	25000	1,1	10	1,25	30000	31,0
7	6,5	10	1,25	25000	6,1	9	0,63	15000	22,0
8	10,0	10	2,5	1000	9,2	11	6,3	1200	13,5
9	21,6	8	1,25	25000	22,8	9	2,5	2000	7,5
10	16,4	7	0,63	500	14,8	6	0,32	1000	26,0
11	8,6	7	1,25	800	10,0	8	2,5	600	18,0
12	2,6	12	6,3	3500	2,9	10	2,5	5000	34,0
13	12,4	9	205	1000	13,7	10	5,3	1500	42,0
14	2,3	8	2,5	1500	2,8	7	1,25	1000	36,0
15	1,2	7	0,63	1500	1,5	6	0,32	1000	28,0
16	21,6	8	1,25	25000	22,8	9	2,5	2000	7,5
17	7,2	10	6,3	2500	6,9	9	2,5	3000	15,8
18	2,8	6	0,32	60000	2,3	7	0,63	40000	10,6
19	16,4	7	0,63	500	14,8	6	0,32	1000	26,0
20	6,5	10	1,25	25000	6,1	9	0,63	15000	22,0

2.4. Запитання для самоконтролю

1. Що таке технологічність?
2. Види технологічності та їх сутність.
3. Основні показники технологічності конструкції виробу.
4. Приклади реалізації технологічності конструкції.

Тема 3. Визначення типу виробництва

Мета роботи - за класифікаційними характеристиками навчитися визначати тип виробництва.

3.1. Загальні положення

Усі машинобудівні підприємства характеризуються видом і типом виробництва.

Вид виробництва - класифікаційна характеристика, що виділяється за методами виготовлення виробів. Наприклад: ливарне, ковальсько-пресове, зварювальне, механоскладальне, термічне виробництво.

Тип виробництва - класифікаційна характеристика виробництва, що виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випуску виробів.

У машинобудуванні розрізняють три основних типи виробництва: *одиначне*, *серійне* та *масове*. Крім кількісних відмінностей вказаних типів існують суттєві якісні показники, що характеризують застосоване обладнання, технологічну оснастку, методи обробки, організацію виробництва та технологічної підготовки.

Частка *одиначного виробництва*, в сучасному машинобудуванні дуже невисока, випускаються вироби широкої номенклатури у відносно малих кількостях від одного до кількох екземплярів. Номенклатуру продукції одиначного виробництва складають машини, що мають широкого застосування, та ті, що виробляються за індивідуальними замовленнями. Як приклад, можна навести наступні види продукції, що належать до важкого машинобудування: значні гідро- та атомні турбіни, унікальні металорізальні верстати, прокатні стани, гірничодобувні комплекси для відкритих розробок. Характерною ознакою цього виробництва є виконання на робочих місцях різноманітних операцій з використанням для обробки універсальних верстатів і пристроїв, а також звичайних інструментів. У цілому, одиначне виробництво в порівнянні з іншими типами характеризується щонайменшою продуктивністю праці та більш високою собівартістю продукції.

При серійному виробництві виготовляють партії деталей і серії виробів, що регулярно повторюються через певні проміжки часу. Його характерна ознака – номенклатурне виробництво і виконання на більшості робочих місць операцій, що періодично повторюються. При цьому кількість виготовлених виробів кожного типорозміру коливається від 5 – 10 до кількох тисяч штук на рік. Необхідно відзначити, що заводи серійного виробництва спеціалізуються на випуску виробів кількох типів або типорозмірів. Продукцією серійного виробництва є машини сталого типу, зокрема металорізальні верстати, стаціонарні двигуни внутрішнього згоряння, насоси, компресори.

Залежно від кількості однакових виробів, що приходяться на річну програму, розрізняють три різновиди серійного виробництва: дрібно- (при наявності великих машин у серії 2 – 5), середньо- (5 – 25 машин) і багато- серійне (більше 25 великих машин). Крім цього, дане виробництво може бути змішаного типу. У цьому разі одні деталі виготовлюють великими серіями, інші – середніми або навіть дрібними.

У порівнянні з одиночним серійне виробництво відрізняється наступними особливостями:

- менш різноманітна номенклатура виготовлених виробів і більш чітка спеціалізація підприємства по випуску певних машин;
- застосування спеціалізованих верстатів різного профілю;
- застосування спеціальних верстатних і складальних пристроїв, інструментів, а також обробка одночасно кількома інструментами;
- часткова спеціалізація верстатів за родом робіт, що виконуються.

Пристосування – універсальні, універсально-складальні пристрої (УСП) або переналагоджувані. Ефективно застосування групової обробки з організацією предметно-замкнених ділянок для виготовлення деталей визначеної групи. Устаткування на таких ділянках розташовується в порядку виконання технологічних операцій. Застосований різальний інструмент від універсального (свердла, різці) до спеціального (свердло-зенкер і т. ін.), вимірювальний інструмент як

універсальний (шкальний), так і граничнікалібри, і контрольно-вимірювальні пристосування (КВП). Робітники - середньої кваліфікації. Іноді предметно-замкнуті ділянки організуються за принципом перемінно-потоків ліній, на яких організується в необхідній для виробництва послідовності обробка конструктивно подібних деталей.

Відмічені особливості сприяють досягненню більш високої продуктивності праці та зниженню собівартості продукції.

Масове виробництво характеризується великими масштабами випуску однакових виробів (від кількох тисяч до мільйонів штук у рік) протягом тривалого часу. Характерною ознакою даного типу виробництва є виконання на більшості робочих місць тільки однієї технологічної операції. Продукція масового виробництва – це однорідні вироби, які мають широке застосування, наприклад, автомобілі, трактори, тролейбуси, електродвигуни.

Для масового виробництва властиві:

• більш вузька номенклатура у порівнянні з серійним і різко виявлена спеціалізація заводу за типом і навіть типорозміром;

• застосування високопродуктивних спеціальних верстатів для виконання однієї операції над певною деталлю та спеціалізованого обладнання (автоматів і напівавтоматів), що налагоджені на обробку великої партії однакових деталей;

• широке застосування багатопиндельних верстатів, а також високопродуктивних спеціальних пристроїв та інструментів;

• висока взаємозамінюваність деталей, що сприяє усуненню ручних пригоночних робіт у процесі складання.

Широко застосовуються механізація та автоматизація транспортування заготовок (конвеєри, сходи, сковзало тощо), вимоги до кваліфікації наладчиків високі, а до робітників-верстатників низькі. Однією з характеристик масового виробництва є такт випуску (t_v) – проміжок часу між запуском у виробництво або випуском двох наступних один за одним виробів.

Такт визначається за формулою

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \text{ Фд} \times \text{п}}{\text{N}} \quad (\text{хв.}), \quad (3.1)$$

де Фд – дійсний річний фонд часу роботи обладнання за одну зміну, години (2015 годин);

N – обсяг випуску виробів, шт.;

п – кількість змін роботи обладнання за добу;

60 – коефіцієнт перекладу годин у хвилини.

$$\text{Фд} = ((\text{Дк} - \text{Дв} - \text{Дсв}) \times \text{тзм} - 1 \times \text{Дпрсв}) \times \text{Зм} \times \eta, \quad (3.2)$$

де Дк – кількість календарних днів; Дв – кількість вихідних днів; Дсв – кількість святкових днів; Дпрсв – кількість передсвяткових днів; Зм – кількість робочих змін на добу; η – коефіцієнт, який враховує витрачений час на ремонт, (0,96 – 0,90).

Як правило, у масовому виробництві організуються потокові лінії, що можуть бути:

- безперервно-потоківі - заготовка переміщується від одного верстата до іншого без міжопераційного пролежування. Операції між собою за часом синхронізовані – однакові за тривалістю або кратні такту);

- прямопотоківі - операції виконуються в порядку технологічного процесу, але їх тривалість не синхронізована. Тому на окремих робочих місцях утворюють міжопераційні заділи. Як перші, так і другі потокові лінії можуть бути однономенклатурними і багатноменклатурними (із виготовленням декількох виробів в певній послідовності). Слід відзначити, що класифікація за типом виробництва є умовною.

Згідно ГОСТ 3.1108-74 ЄСТД і ГОСТ 14.004-74 ЄСТПП однією з основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій Кзо . Коефіцієнт Кзо показує відношення числа усіх операцій, що виконуються або підлягають виконанню в цеху(на ділянці) впродовж місяця, до числа робочих місць, тобто характеризує число операцій, що доводяться в середньому на одно робоче місце в місяць, або міру спеціалізації робочих місць.

При $K_{зо} < 1$ - виробництво масове; якщо $1 < K_{зо} < 10$ - великосерійне; якщо $10 < K_{зо} < 20$ - середньосерійне; якщо $20 < K_{зо} < 40$ - дрібносерійне. У одиничному виробництві $K_{зо}$ не регламентується [2; 5; 25].

Таблиця 3.1.

Показники ТП для різних типів виробництва

	Показник ТП	Тип виробництва		
		Одиничне	Серійне	Масове
1	2	3	4	5
1. Організація ТП	1.1. Від стратегії розробки ТП	Послідовна лінійна, жорстка	Проміжні характеристики	Циклічна, розгалужена адаптивна
	1.2. Повторюваність виробів	Відсутність заздалегідь обумовленої повторюваності	Періодичне повторення партій	Безперервний випуск протягом тривалого часу
	1.3. Форма організації ТП	Групова, як виняток, ндивідуальна	Змінно– потокова (партіона) або непотокова	Потокова
2. Заготовка	2.1. Метод отримання заготовки	Прокат, литво в землю, вільне кування	Профільний прокат, литво в кокіль, штамповка	Спецпрокат, точне литво, штампування
	2.2. Вибір послідовності обробки	По таблицях	По таблицях згідно коефіцієнтів питомих витрат	Аналітичне по коефіцієнтах уточнення
	2.3. Припуск на обробку	Значний	Незначний	Мінімальний
	2.4. Метод визначення припусків	По таблицях	Розрахунок по переходам	Детальний на базі розмірного аналізу

Продовження таблиці 3.1

3. Технологічний маршрут	<p>3.1 Міра уніфікації ТП</p> <p>3.2 Міра деталізації розробки ТП</p> <p>3.3. Принцип формування</p> <p>3.4. Синхронізація операцій</p> <p>3.5. Забезпечення точності</p> <p>3.6. Базування</p>	<p>Переважне використання типових ТП</p> <p>Маршрутний</p> <p>Екстенсивна концентрація операцій</p> <p>Відсутна</p> <p>Пробні ходи</p> <p>Постійність баз</p>	<p>Розробка спец. ТП на базі типових</p> <p>Маршрутно-операційний</p> <p>Комбінований</p> <p>Слабка</p> <p>На налагодженому устаткуванні з застосуванням контролю</p> <p>Постійність і часткове поєднання баз</p>	<p>Розробка спец. ТП на базі типових</p> <p>Розробка спец. ТП на базі аналізу</p> <p>Післяопераційний, інтенсивна концентрація операцій, диференціація операцій</p> <p>Жорстка</p> <p>На налагодженому устаткуванні з активним контролем і адаптивним управлінням</p> <p>Поєднання і постійність баз</p>
4. Вибір СТО	<p>4.1. Устаткування</p> <p>4.2. Присутність</p> <p>4.3. Різальні інструменти</p> <p>4.4. Засоби контролю</p>	<p>Універсальне в т.ч. з ЧПУ, ГТС</p> <p>Універсальні, універсально-збірні</p> <p>Стандартні, нормалізовані</p> <p>Універсальні</p>	<p>Універсальне і спеціалізоване модернізоване</p> <p>Універсальні, нормалізовані, спеціальні</p> <p>Стандартні, нормалізовані, спеціальні</p> <p>Універсальні, модернізовані</p>	<p>Спеціалізоване і спеціальне</p> <p>В основному спеціальні</p> <p>В основному спеціальні</p> <p>В основному спеціальні</p>

Продовження таблиці 3.1

5. Технологічні операції	<p>5.1 Зміст операцій</p> <p>5.2. Завантаження устаткування</p> <p>5.3. Коефіцієнт закріплення операцій</p> <p>5.4. Розставлення устаткування</p> <p>5.5. Налаштування верстатів</p>	<p>Обробка декількох поверхонь виходячи з можливостей устатк.</p> <p>Завантаження різними деталями без закономірності</p> <p>Св. 40</p> <p>По типах і розмірах верстатів</p> <p>Відсутність налаштування робота по промірах</p>	<p>Одночасна обробка декількох поверхонь за рахунок модернізації СТО</p> <p>Періодична зміна деталей на верстатах</p> <p>Св. 1 до 40</p> <p>Комбінована(технологічна і предметна спеціалізація)</p> <p>По вимірювальних інструментах і приладах</p>	<p>Одночасна обробка максимального числа поверхонь, за рахунок застосування спец. СТО</p> <p>Безперервне завантаження верстатів одними деталями</p> <p>1</p> <p>По ходу ТП(предметна спеціалізація ділянок)</p> <p>По еталону</p>
6. Нормування ТП	<p>6.1. Визначення режимів різання</p> <p>6.2. Нормування</p> <p>6.3. Кваліфікація робітників</p> <p>6.4. Технологічні карти</p>	<p>По нормативах</p> <p>Укрупнене по дослідно-статистичних нормах</p> <p>Висока</p> <p>Маршрутні</p>	<p>По галузевих нормативах</p> <p>Детальне післяопераційне</p> <p>Різна</p> <p>Маршрутно-операційні</p>	<p>Аналітично, на базі математичної моделі</p> <p>Детальне на підставі хронометража</p> <p>Низька при високій кваліфікації наладчиків</p> <p>Операційні з деталізацією по переходах</p>

Показники ТП можна розділити на 6 груп, що характеризують організацію ТП, заготівлю, технологічний маршрут, засоби технологічного оснащення, технологічні операції, нормування ТП. Найбільш вірогідні показники по кожній з цих груп для одиничного, серійного і масового типів виробництва приведені в таблиці 3.1. При дрібносерійному типі виробництва застосовують проміжні значення показників між одиничним і серійним типами, а при великосерійному - між серійним і масовим типами.

Відповідно до [1] при розрахунках для діючого цеху (участка)

$$K_{з.о} = \sum \Pi_o / P_{я} = K_{в} \Phi \frac{\sum \Pi_o}{\sum N_i T_i}, \quad (3.3.)$$

де $\sum \Pi_o$ – сумарне число різних операцій;

$P_{я}$ – явочне число робітників підрозділу, що виконують різні операції;

$K_{в}$ – коефіцієнт виконання норм, $K_{в} = 1,3$;

Φ – місячний фонд часу робітника при роботі в одну зміну, ч;

$\sum N_i T_i$ – сумарна трудомісткість програми випуску, ч;

N_i – програма випуску кожної і позиції номенклатури;

T_i – трудомісткість і позиції, ч.

В умовах учбового технологічного проектування при заданій річній програмі випуску $N_{г.шт.}$, і відомої трудомісткості основних операцій технологічного процесу $T_{ш.к}$, мін, явочне число робітників $P_{я}$ може бути прийняте рівним числу робочих місць $P_{р.м}$. В той же час умовне число однотипних операцій Π_{oi} , що виконуються на одному робочому місці, може бути визначене як

$$\Pi_{oi} = \eta_{н} / \eta_{ф}, \quad (3.4.)$$

де $\eta_{н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження робочого місця усіма закріпленими за ним операціями;

$\eta_{ф}$ – фактичний коефіцієнт завантаження цією операцією.

Розраховується фактичний коефіцієнт завантаження по формулі:

$$\eta_{\Phi} = \frac{T_{\text{ш.к}} N_{\Gamma}}{60 F_{\text{д}} K_{\text{в}}}, \quad (3.5.)$$

де $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт виконання норм;

$F_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, ч.

Прийнявши за довідковими даними $K_{\text{в}} = 1,3$; $\eta_{\text{н}} = 0,8$ и $F_{\text{д}} = 4015$ ч, отримаємо

$$P_{oi} = \frac{60 \eta_{\text{н}} F_{\text{д}} K_{\text{в}}}{N_{\Gamma} T_{\text{ш.к}}},$$

$$K_{\text{з.о}} = \frac{250536}{N_{\Gamma} P_{\text{р.м}}} \sum_{\Gamma} \frac{1}{T_{\text{ш.к}i}}. \quad (3.6.) \quad (3.7.)$$

3.2. Приклад виконання роботи №3

3.2.1. Приклад: Визначити умовне число однотипних операцій P_{oi} , що виконуються на кожному робочому місці, коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о}$ і тип виробництва при реалізації технологічних процесів виготовлення двох деталей, використовуючи початкові дані(таблиця. 3.2).

Рішення. Для варіанту 12, деталі 23 (таблиця 3.2)

$$P_{o1} = \frac{250536}{3000 \cdot 3,6} = 23,2; \quad P_{o2} = 16,1; \quad P_{o3} = 29,8; \quad P_{o4} = 10,1; \quad P_{o5} = 19,9;$$

$$K_{\text{з.о}} = \frac{250536}{3000 \cdot 5} \left(\frac{1}{3,6} + \frac{1}{5,2} + \frac{1}{2,8} + \frac{1}{8,3} + \frac{1}{4,2} \right) = 19,8.$$

Висновок: Відповідно до того, що $K_{з.о} < 20$, - виробництво середньосерійне.

3.3. Завдання

Завдання. Визначити умовне число однотипних операцій P_{oi} , що виконуються на кожному робочому місці, коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о}$ і тип виробництва при

реалізації технологічних процесів виготовлення двох деталей (варіанти завдання в таблиці. 3.2).

Таблиця 3.2

Початкові дані для визначення типу виробництва

Варіант	Номер деталі	Тш.к на операцію, мін						Ni, шт.
		005	010	015	020	025	030	
1	1	3,3	4,8	4,6	5,9	6,3	7,5	4500
	2	2,1	5,3	8,8	7,5	1,8	11,2	10000
2	3	4,7	7,8	5,4	10,3	15,2	-	2500
	4	5,2	4,3	12,4	4,8	1,2	3,8	7500
3	5	1,2	0,8	2,1	2,8	1,9	0,7	15000
	6	12,0	32,3	15,6	10,3	9,2	-	1500
4	7	15	42,0	11,3	7,4	-	-	1000
	8	0,9	1,2	7,1	3,4	5,3	-	10000
5	9	3,0	4,5	6,3	5,4	1,2	1,7	7500
	10	1,2	2,1	0,9	1,8	3,2	-	30000
6	11	5,0	6,2	4,2	7,8	8,3	5,4	1500
	12	3,8	4,3	12	6,3	-	-	3800
7	13	7,0	6,5	8,3	5,4	7,8	2,4	10000
	14	4,0	7,0	2,2	3,5	4,7	-	50000
8	15	2,7	1,8	3,9	4,6	6,6	-	1500
	16	7,0	8,0	9,0	10,0	7,5	8,5	5000
9	17	13,5	6,8	7,5	14,0	3,5	-	1500
	18	3,0	4,5	2,9	7,4	1,8	-	12000
10	19	9,5	36,0	14,0	22,0	-	-	4000
	20	1,8	6,7	3,8	12,0	6,1	5,3	25000
11	21	6,5	4,3	11,2	7,8	1,2	3,4	1000
	22	0,8	1,7	1,9	0,6	1,4	3,2	40000
12	23	3,6	5,2	2,8	8,3	4,2	-	3000
	24	26,0	14,0	43,0	8,0	-	-	1000
13	25	3,3	4,8	4,6	5,9	6,3	7,5	4500
	26	2,1	5,3	8,8	7,5	1,8	11,2	10000
14	27	3,0	4,5	6,3	5,4	1,2	1,7	7500
	28	1,2	2,1	0,9	1,8	3,2	-	30000
15	29	4,7	7,8	5,4	10,3	15,2	-	2500
	30	5,2	4,3	12,4	4,8	1,2	3,8	7500
16	31	5,0	6,2	4,2	7,8	8,3	5,4	1500

	32	3,8	4,3	12	6,3	-	-	3800
17	33	1,2	0,8	2,1	2,8	1,9	0,7	15000
	34	12,0	32,3	15,6	10,3	9,2	-	1500

Продовження таблиці 3.2

18	35	7,0	6,5	8,3	5,4	7,8	2,4	10000
	36	4,0	7,0	2,2	3,5	4,7	-	50000
19	37	6,5	4,3	11,2	7,8	1,2	3,4	1000
	38	0,8	1,7	1,9	0,6	1,4	3,2	40000
20	39	2,7	1,8	3,9	4,6	6,6	-	1500
	40	7,0	8,0	9,0	10,0	7,5	8,5	5000

3.4. Запитання для самоконтролю

1. Яка відмінність між виробничим і технологічним процесами?
2. Що розуміють під технологічним процесом?
3. На які види розподіляються роботи в машинобудівному виробництві?
4. Чим характеризуються одиночне і серійне виробництво?
5. Які переваги притаманні масовому виробництву?
6. У чому полягає сутність поточного методу організації робіт і які використовують поточні лінії в серійному виробництві?

Тема 4. Вибір методу отримання заготовок

Мета роботи - опанувати методику економічно обгрунтованого вибору оптимального методу отримання заготовок деталі.

4.1. Загальні положення

Оптимальний метод отримання заготовок вибирають, аналізуючи ряд чинників: матеріал деталі, технічні вимоги на її виготовлення, об'єм і серійність випуску, форму поверхонь і розміри деталей. Метод отримання заготовок, що забезпечує технологічність і мінімальну собівартість, вважається оптимальним.

Максимально наблизити геометричні форми і розміри заготовок до розмірів і форми готової деталі – одне з головних завдань в заготівельному виробництві. Оптимізуючи вибір методу і способу отримання заготівлі, можна не лише понизити витрати на її виготовлення, але і значно скоротити трудомісткість механічної обробки. У машинобудуванні для отримання заготовок найширше застосовують наступні методи: литво; обробку металів тиском; зварювання; комбінації цих методів.

Кожен метод містить велике число способів отримання заготовок. наприклад, литво можна отримати формуванням дерев'яних чи металевих моделей в землю або використовуючи кокіль, виплавлені моделі та ін. Пластичне деформування може бути виконано як в холодному, так і в гарячому стані з використанням різного виду штампів або без них (вільне кування). Заготовки з прокату мають різноманітну конфігурацію профілю від круглого та листового до дуже складного в поперечному перетині.

Вид заготовок і спосіб їх виготовлення для конкретної деталі визначаються такими показниками, як:

- *матеріал;*
- *конструктивна форма;*

- *серійність виробництва*;
- *маса заготовок* [8].

Матеріал є однією з важливих ознак, що визначають метод отримання заготовок. Найширше використовувани матеріали об'єднані в 7 груп. Код групи визначається по таблиці 4.1 на основі даних креслення деталі.

Таблиця 4.1

Класифікація матеріалів по групам

Вид матеріала	Код групи
Сталі вуглецеві	1
Чавуни	2
Ливарні сплави	3
Високолеговані сталі і сплави	4
Низьковуглецеві сталі	5
Леговані сталі	6
Прокатані матеріали	7

Конструктивні форми деталей загального машинобудування діляться на 14 видів. Відповідний код вибирається на основі порівняння реальної деталі з описом типових деталей, представлених в таблиці 4.2.

Щоб знайти *серійність виробництва*, необхідно знати масу деталі (згідно з кресленням) і задатися конкретною програмою випуску. Код серійності визначається згідно таблиці 4.3. По масі заготовівлі згруповані в 8 діапазонів, які вибираються по таблиці 4.4 і 4.5.

Для зручності використання в роботі по вибору можливих варіантів найчастіше вживані способи отримання заготовель в машинобудуванні закодовані в інтервалі від 1 до 11 і представлені в таблиці 4.6.

Таким чином, визначивши коди по кожному з чотирьох чинників, складемо перелік можливих видів і способів отримання заготовок для цієї деталі згідно таблиці 4.7:

1. За кодом матеріалу деталі знаходимо відповідні рядки таблиці.
2. За кодом серійності виробництва уточнюємо місце рядка усередині відповідного матеріалу.

3. Код конструктивної форми визначає остаточне місце рядка даних у відповідному коді серійності.

4. Код маси деталі уточнює горизонталь в рядку потрібного коду форми деталі, яка вказує перелік кодів виду заготовки.

Таблиця 4.2

Конструктивна форма деталі

Основні ознаки деталі	Код
Вали гладкі круглого або квадратного перерізу	1
Вали круглого перерізу з одним уступом або фланцем, з буртом або виїмкою без центрального отвору	2
Деталі з циліндричною, конічною, криволінійною і комбінованими формами поверхонь без центрального отвору і з отвором, завдовжки $L < 0,5D$	3
Те ж, $0,5 < L < 2D$	4
Те ж, $L > 2D$	5
Деталі з циліндричними, конусними, криволінійними поверхнями, з гладкою або ступінчастою зовнішньою поверхнею з наскрізним або глухим гладким або ступінчастим отвором	6
Деталі круглі в плані або близькі до цієї форми, такі, що мають гладку або ступінчасту зовнішню циліндричну поверхню з одно- або двосторонніми уступами і маточинами, з центральним отвором або без нього, завдовжки $0,5D_0 < L < 2D_0$	7
Деталі складної просторової форми	8
Деталі з подовженою, прямолінійною, зігнутою віссю і пересіченими головними осями	9
Корпусні деталі, що мають поєднання призматичної, циліндричної і інших форм зовнішньої поверхні з наявністю базових отворів і настановних площин, з порожниною і без неї, ребра, що мають на поверхні, поглиблення, виступи, бобышки і отвори	10
Деталі з призматичною, циліндричною або з поєднанням криволінійної або призматичної форм зовнішніх поверхонь з привалочною поверхнею у	11

вигляді прямокутних, круглих фланців, ребра, що мають, поглиблення, виступи	
---	--

Продовження таблиці 4.2

Коробчаті роз'ємні корпуси з настановною поверхнею //; відносно площини роз'єму, що мають одну і більше базових поверхонь, а також ребра, поглиблення, виступи	12
Деталі простої конфігурації, обмежені гладкими і ступінчастими, плоскими, циліндричними і комбінованими поверхнями з наявністю ребер, буртів, бобишек, фланців і отворів	13
Тонкостінні порожнисті деталі з циліндричною, конічною і комбінованими формами зовнішньої поверхні і деталі типу дисків і кришок	14

Таблиця 4.3

Визначення серійності виробництва заготовок

Від заготовки	Програма випуску при масі деталі, кг			Код серійності
	10	100	1000	
Штамповка, поковка	500	250	60	1
	1000	400	300	2
	2500	1000	600	3
	3500	1000	600	4
Прокат	500	250	60	1
	1000	400	300	2
	3500	1000	600	3,4
Отлівка	2000	600	300	1
	12 000	4000	1500	2
	30 000	8000	7000	3,4

Таблиця 4.4

Діапазони отливок, поковок и штамповок по масі

Маса, кг	Номер діапазона	Маса, кг	Номер діапазона
До 0,63	1	10,0-63	5
0,63—1,6	2	63-100	6

1,6-4,0	3	100-400	7
4,0—10,0	4	Вище 400	8

Таблиця 4.5

Діапазони діаметрів проката

Діаметр, мм	Номер діапазона	Діаметр, мм	Номер діапазона
До 5	1	100-140	5
5-30	2	140-210	6
30-50	3	210-250	7
60-100	4	Вище 250	8

Таблиця 4.6

Види заготовок і способи їх виготовлення

Спосіб виробництва заготовок	Код	Коефіцієнт Кв.т
Литво в піщано-глинисті форми	1	0,7
Відцентрове литво	2	0,85
Литво під тиском	3	0,91
Литво в кокіль	4	0,8
Литво в оболонкові форми	5	0,9
Литво по моделях, що виплавляються	6	0,91
Штампуння на молотах і пресах	7	0,8
Штампуння на горизонтально-кувальних машинах	8	0,85
Вільне кування	9	0,6
Прокат	10	0,4
Зварні заготовки	11	0,95

Коди виду заготовки з вказівкою конкретних способів виготовлення розшифровуються згідно таблиці 4.6. Це рекомендаційна операція для цієї деталі на першому етапі рішення поставленої задачі.

4.2. Приклад виконання роботи №4

4.2.1. Приклад:Визначити можливі види і способи отримання заготовки для деталі "вал-шестерня" - креслення ТМ1(див. додаток А). Річна програма випуску - 10 000 шт.

Рішення.

1) Визначаємо чотири основні показники деталі: матеріал – сталь 25 ХГНМТ; по таблиці 4.1 для цієї марки сталі визначуваний код – 5; серійність виробництва – по таблиці 4.3; вид заготовки – штампування, поковка, прокат, маса – 6,3 кг, програма випуску – 10 000; визначуваний код – 4; конструктивна форма – по таблиці 4.2; основні ознаки деталі – відповідно до креслення; визначуваний код – 2; маса заготовки – по таблиці 4.4 визначаємо для 6,3 кг відповідний код – 4.

2) Вибираємо можливі види і способи отримання заготовок для цієї деталі, враховуючи визначені вище коди чотирьох основних показників деталі: код матеріалу – 6; код серійності – 4; код конструктивної форми – 2; код маси – 4. З таблиці 4.7 по визначених раніше кодах 6 - 4 - 2 - 4 з графі таблиці „Вид заготовки” виписуємо рекомендовані коди видів: 7, 8, 9, 10.

Таблиця 4.7

Вибір можливих видів і способів виготовлення заготовок

Код признака				
Матеріал	Серійність	Конструктивна форма	Маса деталі	Вид заготовки (спосіб виготовлення)
	1	-	1...6	1
		1	1...6	1,4...6
			7	1,4, 5
			8	1,4, 5
		2	1...6	1,4...6
			7	1,4, 5
			8	1,4
	3,4	1...6	1,2, 4...6	
			7	1,4,5
			8	1,2,4
5	1...6	1...6		
		7	1,2,4,5	
		8	1, 2,4	

1...3	2...4			
		6	1...6 7 8	1, 2, 4...6 1, 2, 4, 5 1,2,4

Продовження таблиці 4.7

		7	1...6 7 8	1...6 1,2,4 1,4...6
		8,9	1...6 7 8	1,4...6 1,4,5 1,4
		10	1...6 7 8	1,3...6 1,4,5 1,4
		11, 12	1...6 7 8	1,3...6, 11 1,4,5, 11 1,4, 11
		13	1...6 7 8	1...6 1, 2, 4, 5 1,2,4
		14	1...8	9, 10 9 9, 10 11 9, 11
4...7	1	1...7 8 9 10...12 13, 14	1...8	9, 10 9 9, 10 11 9, 11
4...7	2...4	1 2...7 8 9 10...12 13,14	1...8	9, 10 7...10 7,9 7...9 11 7,11

Використовуючи таблицю 4.6, розшифруємо обчислювані коди видів заготовки :

7 - штампування на молотах і пресах; 8 - штампування на горизонтально-кувальних машинах; 9 - вільне кування; 10 - прокат. Визначивши можливі види отримання заготовки для деталі „вал-шестерня”, завершуємо цей етап.

4.3. Завдання

4.3.1 Завдання: Визначити можливі види і способи отримання заготовок для наступних деталей (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8

Вихідні дані до завдань

Варіант	Деталь	№ креслення (див. дод.)	Річна програма випуску, шт.
1	Фланець кулака	ТМ2	1000
2			10 000
3			40 000
4	Сірьга	ТМ3	50
5			1000
6			5000
7	Шестерня	ТМ5	1000
8			5000
9			10 000
10	Корпус	ТМ6	100
11			2000
12			10 000
13	Шестерня	ТМ7	1000
14			5000
15			10 000
16	Фланець	ТМ8	100
17			1000
18			5000
19	Корпус	ТМ9	50
20			1000
21			5000

4.4. Запитання для самоконтролю

1. Які чинники впливають на вибір оптимального методу отримання заготовок?
2. Види заготовок.
3. Способи виготовлення заготовок.

5. Питання до модулю 1

1. Дати характеристику виробу та його елементів
2. У чому полягає побудова процесів загального й вузлового складання?
3. Яка відмінність між виробничим і технологічним процесами?
4. Що розуміють під технологічним процесом механічної обробки, на які стадії він розподіляється?
5. Навести класифікацію елементів технологічного процесу механічної обробки
6. Якими показниками оцінюється процес обробки заготовок деталей або складання виробу?
7. На які види розподіляються роботи в машинобудівному виробництві?
8. Чим характеризуються одиночне і серійне виробництво?
9. Які переваги притаманні масовому виробництву?
10. У чому полягає сутність поточного методу організації робіт і які використовують поточні лінії в серійному виробництві?
11. Перелічити види припусків на механічну обробку деталей і оцінити їх вплив на розмір заготовки
12. Які фактори впливають на величину припуску та які аналітичні залежності застосовують для його визначення з урахуванням виду площин?
13. Навести класифікацію технологічних баз
14. Якими міркуваннями потрібно керуватися при виборі баз у процесі обробки заготовок у пристроях?
15. У чому сутність взаємозамінюваності, які розрізняють її види?
16. Дати характеристику понять про розміри, відхилення, допуски й якості
17. Перелічити види посадок деталей і системи утворення

18. Які посадки використовують для різних видів з'єднання елементів транспортних засобів?
19. Які відхилення застосовують для оцінки точності виготовлення деталей?
20. Навести знаки умовного позначення допусків форми та розміщення поверхонь
21. Якими параметрами оцінюється шорсткість поверхні?
22. У чому полягає принцип роботи приладів для якісної та кількісної оцінки шорсткості поверхні деталей
23. Сутність типізації та групового методу обробки.
24. Методи і форми організації технологічних процесів механічної обробки в різних типах виробництва. Такт випуску виробів.
25. Методи і форми організації технологічних процесів складання в різних типах виробництва.
26. Що таке жорсткість системи верстат – пристосування – інструмент - заготівка і який вплив вона надає на точність обробки?
27. Який вплив на точність обробки роблять геометричні погрешності верстата, пристосування і інструменту, розмірний знос ріжучого інструменту.
28. Температурні деформації системи верстат – пристосування – інструмент – заготівка, погрешності налаштування інструменту на розмір.
29. Як впливає якість поверхні на експлуатаційні властивості деталей машин?
30. Путі поліпшення якості обробленої поверхні деталей машин?

МОДУЛЬ 2

Тема 6. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовок деталі

Мета роботи - ознайомитися з методикою визначення і техніко-економічного обґрунтування вибору заготовок деталі.

6.1. Загальні положення

У машинобудуванні для одержання заготовок найбільш широко застосовують лиття, обробку металів тиском і зварювання, а також комбінації цих методів. Однак кожен з методів має велику кількість способів одержання заготовок.

Заготовками для виготовлення деталей механізмів можуть служити:

Відливка, отримана різними методами, застосовуються для виготовлення деталей складної форми з чавуну, кольорових металів і спеціальної литної сталі (до позначення марки сталі додається індекс Л). Методами литва в заготовці можуть бути отримані отвори різної форми. Заготовки-відливки характеризуються підвищеною шорсткістю поверхні, підвищеної твердістю поверхневого шару (кірки), великими величинами припусків на обробку і високою вартістю; поковки, застосовуються для виготовлення деталей з пластичних металів менш складною, чим у відливань, конфігурації, але маючих великі перепади розмірів (наприклад - діаметрів). Методами кування отвор, як правило, не отримують. Виняток становлять випадки, коли отримання отвору іншими способами економічно недоцільно.

Заготовки-поковки характеризуються меншою, ніж у відливань шорсткістю поверхні, але більшою хвилястістю; підвищеною твердістю поверхневого шару (кірки), великими величинами припусків на обробку і невисокою вартістю;

Штамповка застосовується для виготовлення деталей з пластичних металів складнішою, ніж у відливань, конфігурації. При штампуванні можливе отримання отворів будь-якої форми і конфігурації. Заготовка-штамповка відрізняється малою шорсткістю поверхні, високою точністю, малими значеннями припусків на обробку і найвищою вартістю. Заготовки-штамповки застосовують в тих випадках, коли є поверхні, які неможливо обробити механічно, але потрібно їх висока якість.

Сортовий прокат. Його основна гідність - дешевизна. Він виготовляється із сталі і кольорових металів у вигляді прутків різної форми поперечного перерізу (круг, квадрат, шестигранник, труба, тавр і т. інш.). Заготовки з прокату знайшли найширше застосування завдяки своїй простоті і дешевизні. Істотним недоліком є низький коефіцієнт використання матеріалу.

Найпершим критерієм при виборі типу заготовки служит матеріал з якого виготовляється деталь: сталь - прокат, поковка, штамповка, рідше - відливка; чавун - різні способи литва; цвітні метали - прокат, відливка, рідше - штампування.

Другим критерієм є технологічні можливості кожного з типів: для деталей простої форми переважний прокат; для деталей середніх і великих розмірів простої форми з великими перепадами розмірів - поковка; менш прийнятні, із-за високої вартості, відливання або штампування; для деталей складної форми - відливання або штампування [12; 13; 21].

6.2. Техніко-економічне обґрунтування правильності вибору заготовки

Вибір типу заготовки за цими критеріями є приблизним. Їм може задовольняти відразу декілька варіантів заготовок. Наприклад – фланець (рис.6.1).

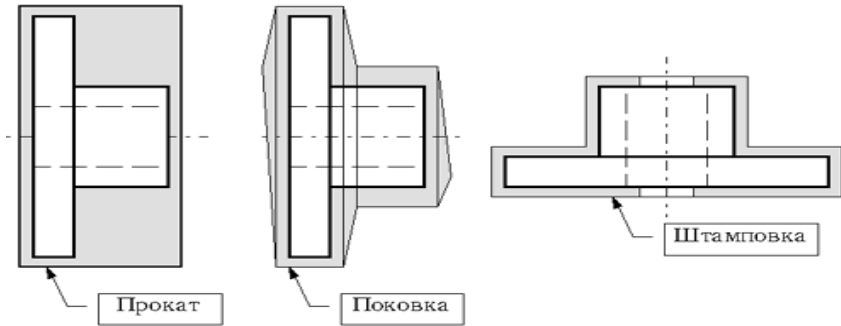


Рис. 6.1. Фланець

Для точнішого визначення вимагається виконати економічний розрахунок – розрахунок технологічної собівартості виготовлення деталі. Цей розрахунок досить складений і вимагає використання великого числа економічних даних реального підприємства. Внавчальних цілях допускається замість розрахунку технологічної собівартості визначити вартість заготовки додати до неї вартість відмітних операцій. Якщо при цьому вибрані методи отримання заготовки виходять рівноцінними, перевагу слід віддати варіанту з більш високим коефіцієнтом використання матеріалу g .

Він показує – скільки % матеріалу заготовки використовується за призначенням, а скільки йде у відходи, в стружку. Остаточне рішення про вибір конкретного способу з отриманого переліку (результати першого етапу) приймається після визначення і порівняння собівартості отримання заготовки для кожного з рекомендованих видів.

Собівартість виробництва заготовок, без урахування витрат на попередню механічну обробку, для способів литва і обробки тиском визначається по залежності

$$C_{\text{заг}} = \left[\frac{C + K_{\text{т.о}}}{1000} G_{\text{заг}} K_{\text{т}} K_{\text{с}} - (G_{\text{заг}} - G_{\text{д}}) \frac{S_{\text{отк}}}{1000} \right] K_{\text{ф}} \quad (6.1)$$

де C - базова вартість 1 т заготовок, грн./т (табл. 6.1- 6.4);

$K_{\text{т.о}}$ - коефіцієнт доплати за термічну обробку і очищення заготовок, грн./т (табл. 6.5);

Гзаг. - маса заготовки, кг;

Кт - коефіцієнт, що враховує точнісні характеристики заготовок(табл. 6.6);

Кс- коефіцієнт, що враховує серійність випуска заготовок (т. 6.7- 6.9);

Гд. - маса деталі, кг;

Сотх. - вартість 1 т отходів (стружки), грн.;

Кф - коефіцієнт, що враховує інфляцію.

Таблиця 6.1

Оптова ціна 1 т відливань з чавуну, грн.

Маса однієї отливки, кг	Група складності					
	1	2	3	4	5	6
4,5	322	401	496	590	704	843
5,65	316	394	486	579	691	827
7,15	310	386	477	569	677	811
9	304	379	468	557	665	796

Таблиця 6.2

Оптова ціна 1 т відливань зі сталі, грн.

Маса однієї отливки, кг	Група складності					
	1	2	3	4	5	6
14,25	352	439	542	645	770	922
18	346	431	533	634	756	906
22,5	341	424	524	623	744	891
28,25	335	417	515	613	732	876

Таблиця 6.3

Оптова ціна 1 т поковок, грн.

Маса однієї поковки, кг	Група складності			
	1	2	3	4
2,825	398	452	506	567
3,575	382	432	485	544

4,5	368	418	468	524
5,65	354	403	450	504
7,15	342	389	435	486
9	332	376	422	472
11,25	321	365	409	458

Маса заготовки:

$$G_{\text{заг}} = \frac{G_{\text{л}}}{K_{\text{в.т}}}, \quad (6.2)$$

де $K_{\text{в.т}}$ - коефіцієнт вагової точності (табл. 4.6).

Таблиця 6.4

Оптова ціна 1 т штамповок, грн.

Маса однієї штамповки, кг	Група складності			
	1	2	3	4
1.8	508	577	647	724
2,25	482	548	613	686
2,825	457	519	582	651
3,575	439	499	558	625
4,5	422	480	538	602
5,65	407	463	517	579
7,15	393	446	500	559
9	381	432	484	542
11,25	369	419	469	526

Таблиця 6.5

Доплати за термообробку і очищення заготовок

Вид термообробки	Кт.о, грн./т
Отжиг	15
Нормалізація	25
Очищення від окалини	8

Таблиця 6.6

Коефіцієнт Кт, клас точності розмірів

Спосіб литва	Кт
У піщано-глинисті форми(ПГФ), в оболонкові форми	1,165

У кокіль, відцентрове литво	1,27
По моделях, що виплавляються,	1,67

Таблиця 6.7

**Коефіцієнт Кс, що враховує серійність випуску
заготовок-поковокмасою 2,5-10 кг**

Число поковок у річномузамовленні, шт.	Кс
125 и менш	1,5
126—250	1,25
251—500	1.1
Вище 501	1

Таблиця 6.8

**Коефіцієнт Кс, що враховує серійність випуску
штампувань**

Група серійності	Число гарячих штампувань в річному замовленні при масі одного штампування, кг				Кс
	1,6-2,5	2,5-4,0	4,0-10	10-25	
5	700 і менш	650 і менш	500 іменш	400 іменш	За договорами з покупцем
4	701-1400	651—1250	501-1000	401-750	1,3
3	1401-4500	1251-4000	1001-3500	751-3000	1,15
2	4501-120000	1001-100000	3501-75000	3001-50000	1,0
1	Вище 120 000	Вище 100 000	Вище 75 000	Вище 50 000	0,9

Таблиця 6.9

**Коефіцієнт Кс, що враховує серійність випуску
відливань**

Розмір партії, шт.	Кс	Розмір партії, шт.	Кс
Менш 200	1,23	12 001-20 000	1,03

201-1000	1,15	20 001—75 000	1,0
1001- 4000	1,1	75 001-200 000	0,97
4001-12 000	1,06		

Порівняння способів виробництва заготовок за їх собівартістю дозволяє вибрати оптимальний метод і спосіб [16; 17; 19].

6.3. Приклад виконання роботи №5

Приклад 6.3.1. Визначити собівартість виготовлення заготовки для деталі „вал-шестерня”, отриманим штампуванням на молотах - креслення ТМ1 (дод. А). Річна програма випуску - 10 000 шт.

Рішення.

1) Собівартість виробництва заготовки - штампування на молотах визначається по залежності (6.1) :

$$G_{\text{заг}} = \frac{G_{\text{д}}}{K_{\text{в.т}}}$$

Оскільки $K_{\text{в.т}} = 0,8$ (табл. 4.6), $G_{\text{д}} = 6,3$ кг, то $G_{\text{заг}} = 6,3/0,8 = 7,9$ кг.

$$2) C = Ц_1 - \frac{(Ц_1 - Ц_2)(G_{\text{заг}} - M_1)}{M_2 - M_1}$$

Оскільки $M_1 = 7,15$ кг, $M_2 = 9$ кг, $Ц_1 = 446$ грн., $Ц_2 = 432$ грн. (табл. 6.4), то

$$C = 446 - \frac{(446 - 432)(7,9 - 7,15)}{9 - 7,15} = 440,3 \text{ руб.};$$

$$3) C_{\text{заг}} = \left[\frac{C + K_{\text{т.о}}}{1000} G_{\text{заг}} K_{\text{т}} K_{\text{с}} - (G_{\text{заг}} - G_{\text{д}}) \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \right] K_{\text{ф}}$$

Оскільки $K_{\text{т.о}} = 8$ (див. табл. 6.5), $K_{\text{т}}$ для штамповок, поковок, проката не враховується, $K_{\text{с}} = 1$ (табл. 6.8), $S_{\text{отх}} = 27$ грн./т, $K_{\text{ф}} = 5$, то

$$C_{\text{заг}} = \left[\frac{440,3 + 8}{1000} \cdot 7,9 \cdot 1 - (7,9 - 6,3) \cdot \frac{27}{1000} \right] \cdot 5 = 17,5 \text{ руб.}$$

Отже, вартість заготовки-штамповки для ТМ 1 - 17,5 грн.

Приклад 6.3.2. Вибрати заготовку для втулки (рис. 6.2, а), виходячи із приведених витрат. втулки – сталь 45, маса готової деталі – 3,3 кг. Річна програма – 30 000 шт. поточне, масове; $F_{\text{шт}} = 3987$ ч.

Як заготовку можна прийняти гарячекатану трубу (рис. 6.2, в) або штамповку, отриману на ГKM (рис. 6.2, б). В першому випадку потрібно виконати додаткову токарну обробку зовнішніх поверхонь труби до розмірів штампованої.

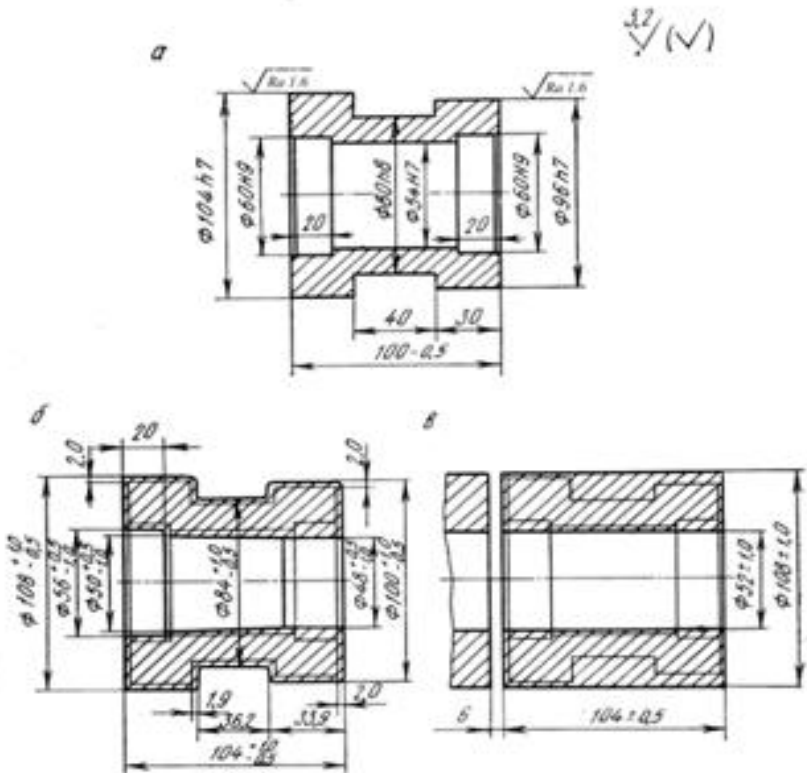


Рис. 6.2. Втулка: а – оброблена деталь; б – штамповка на ГKM; в – заготовка із труби.

Токарна обробка може бути виконана на гідрокопіювальному напівавтоматі 1Н713ГС; $T_{шт.} = 5,7$ хв.

Вартість заготовки в обох випадках може бути визначена за вихідними даними табл. 6.10.

Вартість заготовки із труби: $S'_{зар} = M + \Sigma C_{оз.};$

$$M = 6.1 \cdot C.183 - (6.1 - 3.3) \frac{23}{100} = 1.052 \text{ грн.}$$

Вартість відрізки штучної заготовки дисковою сегментною пилою при $T_{шт.} = 3$ хв, $C_{пз.} = 121$ коп./г:

$$C_{оз.} = \frac{121 \cdot 3}{60 \cdot 100 \cdot 1.3} = 0.046 \text{ грн.};$$

$$S'_{зар} = 1.052 + 0.046 = 1.098 \text{ грн.}$$

Вартість додаткової токарної обробки заготовки із труби при вихідних даних: верстат 1Н713ГС; $C = 7500$ грн.; $f = 2,5$ м²; $T_{шт.} = 5,7$ хв; $n_3 = 0,7$; $M = 1$, $K_M = 1,8$; 2-й розряд роботи; $E_n = 0,15$; $F = 10,5$ м²:

$$C_3 = 54,8 \cdot 1,53 \cdot 1,15 \cdot 1 = 96,42 \text{ коп./Г;}$$

$$C_{ч.2} = 44,6 \cdot 1,8 = 80,28 \text{ коп./Г;}$$

$$K_c = \frac{7500 \cdot 100}{3987 \cdot 0,7} = 268,73 \text{ коп./Г;}$$

$$K_3 = \frac{10,5 \cdot 78,4 \cdot 100}{3987 \cdot 0,7} = 29,5 \text{ коп./Г;}$$

$$C_{п.з} = 96,42 + 80,28 + 0,15(268,73 + 29,5) = 221,43$$

$$C_о = \frac{221,43 \cdot 5,7}{60 \cdot 1,3} = 16,18 \text{ коп.} \approx 0,162 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки із труби з врахуванням токарної доробки: $S_T = 1,098 + 0,162 = 1,26$ грн.

Таблиця 6.10

Вихідні дані для розрахунку вартості заготовок

Найменування показників	Перший варіант	Другий варіант
Вид заготовки	Труба гарячекатана 108 × 52 × 104	Штамповка наГКМ
Клас точності	—	2-й, ГОСТ 7505–74

Група складності	–	–
Маса заготовки Q, кг	6,1	4,9
Вартість 1 т заготовок, прийнятих на базу Сі, грн	183	373
Вартість 1 т відходів Сорх, грн	23	23
Вартість штампованої заготовки $S_{\text{заг}}^{\text{ш}} = \left(\frac{373}{1000} \cdot 4,9 \cdot 0,84 \cdot 0,87 \cdot 1,1 \right) - (4,9 - 3,3) \frac{23}{100} = 1,3 \text{ грн.}$		

Таким чином, по мінімуму приведених витрат перевагу слід віддати заготовці з гарячекатаної труби. Проте, з точки зору економії металу, штампована заготовка краща, так як на кожній деталі економиться 1,2 кг металу.

6.4. Завдання

6.4.1. Завдання (дод. А, черт.ТМ1 – ТМ10). Аналогічно визначають вартості різних варіантів отримання заготовок в завданні 6.4.1. Другий етап рішення задачі по вибору способу отримання заготовок – порівняння різних методів отримання заготовки.

6.5. Запитання для самоконтролю

1. Основні методи одержання заготовок в машинобудуванні
2. Критерії вибору типу заготовки
3. Економічне обґрунтування вибору заготовки

Тема 7. Призначення припусків на обробку поверхонь

Мета роботи – навчитися розраховувати припуски на механічну обробку поверхонь деталей з катанних, кованих і литих заготовок.

7.1. Загальні положення

Сутність механічної обробки полягає у видаленні поверхневих шарів матеріалу заготовки для забезпечення необхідних розмірів, форми і якості поверхневого шару деталей. Величина шару, що знімається, визначає якість деталі, трудомісткість, коефіцієнт використання матеріалу заготовки, надійність технологічних процесів, собівартість деталі та ін.

Припуском на обробку Z називають шар матеріалу, який необхідно видалити з поверхні заготовки в процесі її обробки. Поверхні, що не підлягають обробці, припусків не мають. Припуск із поверхні заготовки може бути знятий за одну операцію чи при виконанні декількох операцій.

Операційний припуск Z_i – шар матеріалу, який необхідно видалити в одній операції (переході).

Загальний припуск $Z_{заг}$ – це шар матеріалу, який видаляється з заготовки протягом всіх операцій для одержання необхідної форми, розміру і якості поверхневого шару готової деталі.

Розрахунковий припуск визначається необхідністю здобуття заданих точності і шорсткості поверхні деталі.

Напуск визначається технологічними можливостями заготовчого виробництва (необхідність ливарних або

штампувальних ухилів, радіуси переходів, спрощення конфігурації, неможливість виконати отвір, пази, канавки і т. ін.. На рис. 7.1 наведено класифікацію припусків у залежності від розміщення на заготовці.

Припуски можуть бути асиметричними і симетричними.

Асиметричними називають припуски, що знімаються з однієї поверхні чи з двох протилежних (рис. 7.1, а) послідовно.

Симетричними вважають припуски на внутрішніх або зовнішніх поверхнях обертання, а також однакові на двох протилежних поверхнях, які обробляють одночасно (рис. 7.1, б).

Іноді виготовлення складних заготовок з економічних і технічних причин недоцільно. Форма заготовки у таких випадках відрізняється від форми деталі істотно. Доданий до заготовки матеріал для спрощення її форми при виготовленні одержав назву напуск. Прикладом може бути заготовка колінчастого вала (рис. 7.2).

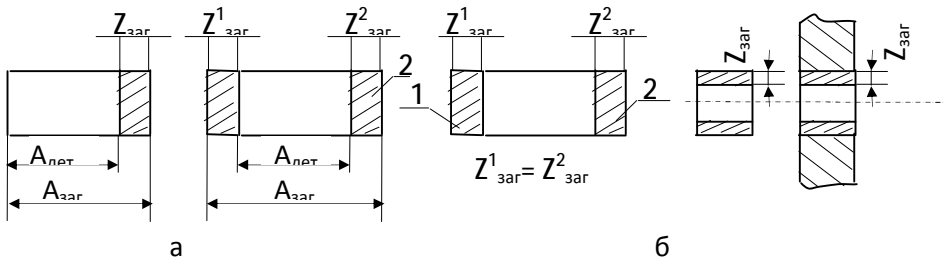


Рис. 7.1. Класифікація припусків: а – асиметричний; б – симетричний,
де $A_{заг}$ – розмір заготовки; $Z_{заг}$ – загальний припуск

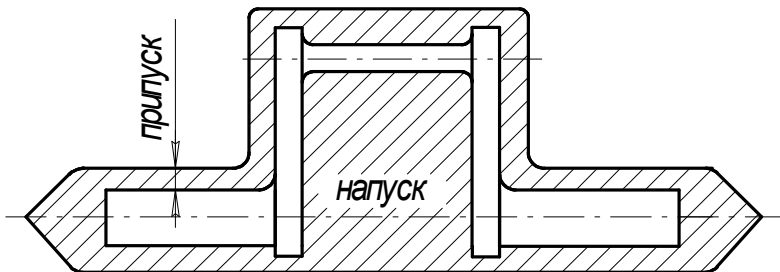


Рис. 7.2. Заготовка колінчастого вала, виконана з напуском

Крім класифікації припусків, згідно з характером розміщення на заготовці їх можна класифікувати за складом (рис. 7.3):

Z - для асиметричних, $2Z$ - для симетричних.

- $Z_{\min}(2Z_{\min})$ - мінімальний;
- $Z_{\max}(2Z_{\max})$ - максимальний;
- $Z_{\max i}(2Z_{\max i}) = Z_{\min i}(2Z_{\min i}) + T_i + T_{i-1}$;
- $Z_{\text{ном}}(2Z_{\text{ном}})$ - номінальний;
- $Z_{\text{ном } i}(2Z_{\text{ном } i}) = Z_{\min i}(2Z_{\min i}) + T_{i-1}$.

Перелічені за складом припуски можуть бути як операційні з індексом Z_i - i операції, так і загальні з індексом $Z_{\text{заг}}$.

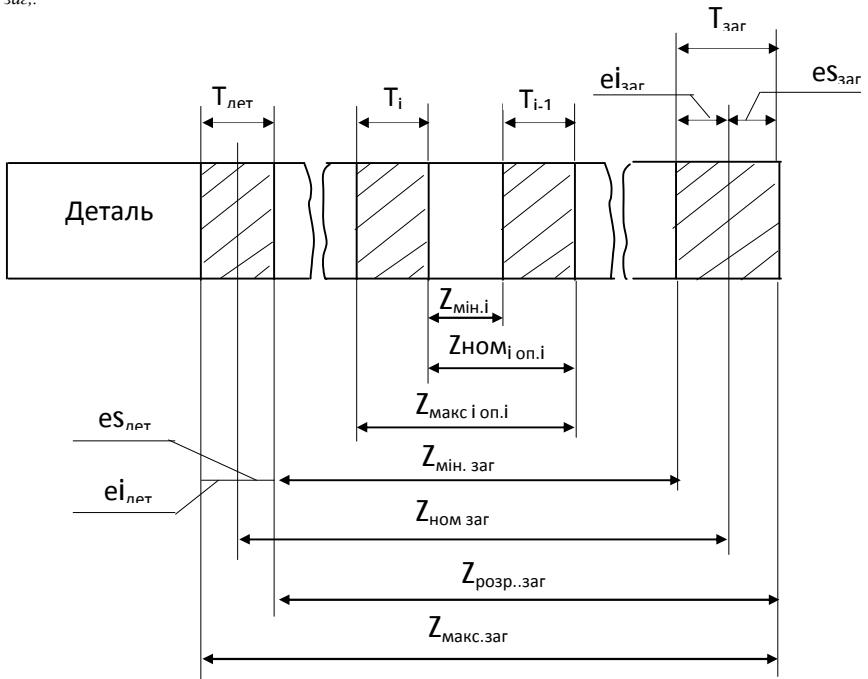


Рис. 7.3. Склад операційних і загальних припусків (для вала)

7.2. Методи визначення припусків

Існують такі методи визначення припусків:

- дослідно-статистичний;
- розрахунково-аналітичний;
- у процесі розрахунку технологічних розмірних ланцюгів.

Метод визначення припусків визначається типом виробництва. У одиничному виробництві застосовують табличний метод. Припуски визначають по таблицях, складених на базі статистичного аналізу багаточисельних практичних даних і теоретичних розрахунків для різних умов обробки. Перевагою табличного методу є його простота. Недолік методу полягає в тому, що значення припусків виходять завищеними, що здорожує обробку.

У дрібносерійному і середньосерійному виробництві застосовують метод розрахунку припусків підсумовуванням по переходах. У основі методу лежить визначення припуска для кожного переходу з врахуванням точності операційної заготовки, якості поверхневого шару заготовки, точність установки заготовки в пристосуванні і подальше підсумовування операційних припусків.

7.2.1. Сутність дослідно – статистичного методу

При використанні цього методу загальні та операційні припуски беруться з таблиць, що складаються на основі узагальнення і систематизації виробничих даних передових заводів. Такі таблиці належать (складовою частиною) до відповідних державних стандартів на заготовки, отримані різноманітними методами, наприклад.

За допомогою дослідно-статистичного методу можна розв'язати такі 2 задачі.

Задача 1. Визначити загальний припуск на механічну обробку, наприклад, за ГОСТ 26645-85:

- розрахувати розмір заготовки;
- розподілити загальний припуск на операційні відповідно до точності операцій.

При цьому варто мати на увазі, що в державних стандартах наведені значення загальних номінальних припусків $Z_{\text{заг.ном}}$ ($2Z_{\text{заг.ном}}$), показані на рис. 7.3. Тому, додавши їх до номінального розміру деталі, одержимо номінальний розмір заготовки.

Приклад: розмір деталі $40_{-0,1}$.

Табличне значення загального припуску $Z_{\text{табл}} = 3$ мм.

$$\text{Розмір заготовки } A_{\text{ном}} = 40 + 3 = 43_{+ei}^{+es}$$

Операційні припуски при 2 і 3 етапах обробки (операціях) у маршруті обробки поверхні визначаються таким чином:

$$\begin{aligned} \text{При 2 операціях: } Z_{\text{чорн}} &= (70\% Z_{\text{табл}}); \\ Z_{\text{чист}} &= (30\% Z_{\text{табл}}). \end{aligned}$$

Для нашого прикладу:

$$\begin{aligned} Z_{\text{чорн}} &= (3 \times 0,7) = 2,1 \text{ мм}; \\ Z_{\text{чист}} &= (3 \times 0,3) = 0,9 \text{ мм}. \end{aligned}$$

$$\text{При 3 операціях: } Z_{\text{чор}} = (60\% Z_{\text{табл}}) = 1,8 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{чист}} = (30\% Z_{\text{табл}}) = 0,9 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{фініш}} = (10\% Z_{\text{табл}}) = 0,3 \text{ мм}.$$

Задача 2. Визначити операційні мінімальні припуски, склавши їх, розрахувати розмір заготовки.

При цьому необхідно для кожної операції визначити допуск відповідно до економічного квалітета точності способу обробки і розміру поверхні, включаючи і допуск заготовки.

Номінальний розмір заготовки визначається за формулою (7.1) для охоплюваних поверхонь (валів) і до них привірняних або за формулою (7.2) для охоплюючих поверхонь, (отвори) і до них привірняних:

$$H_{\text{ном.заг}} = H_{\text{ном.дет}} + ei_{\text{дет}} + \sum_2^n Z_{\text{min}_i} (2Z_{\text{min}_i}) + \sum_1^n T_i - es_{\text{заг}} \quad (7.1)$$

$$H_{ном.заг} = H_{ном.дет} + ES_{дет} - \sum_2^n Z_{\min_i} (2Z_{\min_i}) - \sum_1^n T_i - EI_{заг} \quad (7.2)$$

де $H_{ном.дет}$ – номінальний розмір деталі;
 n – кількість операцій маршруту обробки поверхні, включаючи виготовлення заготовки;
 T_i – допуск i – ї операції;
 es (ES) – верхнє відхилення допуску;
 ei (EI) – нижнє відхилення допуску.

Недолік цього методу полягає в тому, що припуски призначаються без урахування конкретних умов побудови технологічних процесів: загальні припуски – без урахування маршруту обробки даної поверхні, а проміжні – без урахування схеми установки заготовки і похибок попередньої обробки. Дослідно-статистичні розміри припусків у багатьох випадках завищені, тому що вони орієнтовані на умови обробки, при яких припуск повинен бути таким, щоб гарантовано уникнути браку.

Розрахунок операційних розмірів проводять за схемою послідовного додавання (для отворів – віднімання), починаючи з максимального розміру поверхні (для отворів – мінімального розміру) мінімальних припусків і відповідних допусків для всіх передбачених для поверхні способів її обробки. При цьому треба мати на увазі, що при розрахунку номінального розміру заготовки додають (для валів) або віднімають (для отворів) не весь допуск на заготовку, а їх нижнє ei (для валів) або верхнє ES (для отворів) відхилення (рис. 7.3).

7.2.2. Визначення припуску розрахунково-аналітичним методом

Метод визначення припусків на обробку розроблен проф. В. Кованом. При цьому методі розраховують мінімальний припуск на основі аналізу чинників, що впливають на формування припуску, з використанням нормативних матеріалів. Розрахунковою величиною припуску є мінімальний припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході погрішностей обробки і дефектів поверхневого шару, отриманих на попередньому переході, і для компенсації погрішностей, що виникають на виконуваному переході.

Мінімальний припуск:

а) при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск)

$$2Z_{i \min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]; \quad (7.3)$$

б) при обробці поверхонь обертання в центрах

$$2Z_{i \min} = 2 (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1}); \quad (7.4)$$

в) при послідовній обробці поверхонь, що протилежать (однобічний припуск)

$$Z_{i \min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i; \quad (7.5)$$

г) при паралельній обробці поверхонь, що протилежать (двосторонній припуск)

$$2Z_{i \min} = 2 [(Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i]; \quad (7.6)$$

где Rz_{i-1} – висота нерівностей профілю по десяти крапках на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарне відхилення розташування поверхні (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співісності) на попередньому переході;

ε_i – погрішність установки заготовки на виконуваному переході.

Відхилення розташування Δ_{Σ} необхідно враховувати у заготовок (під перший технологічний перехід), після чорнової і напівчистої обробки лезвійним інструментом (під подальший технологічний перехід) і після термічної обробки. У зв'язку із закономірним зменшенням величини Δ_{Σ} при обробці поверхні за декілька переходів на стадіях чистої і обробної обробки нею нехтують. На основі розрахунку проміжних припусків визначають граничні розміри заготовки по всім технологічним переходам.

Загальні припуски $Z_{0 \max}$ и $Z_{0 \min}$ знаходять як суму проміжних припусків на обробку:

$$Z_{0 \max} = \sum Z_{i \max}; \quad (7.7)$$

$$Z_{\text{в min}} = \sum Z_{i \text{ min}} \quad (7.8.)$$

Правильність розрахунків визначають по рівняннях:

$$Z_{i \text{ max}} - Z_{i \text{ min}} = T_{i-1} - T_i; \quad (7.9.)$$

$$2Z_{i \text{ max}} - 2Z_{i \text{ min}} = T_{D_{i-1}} - T_{D_i}; \quad (7.10.)$$

$$Z_{\text{в max}} - Z_{\text{в min}} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}; \quad (7.11.)$$

$$2Z_{\text{в max}} - 2Z_{\text{в min}} = T_{D_{\text{заг}}} - T_{D_{\text{дет}}}; \quad (7.12.)$$

де T_{i-1} , $T_{D_{i-1}}$ – допуски розмірів на попередньому переході;

T_i , T_{D_i} – допуски розмірів на виконуваному переході;

$T_{\text{заг}}$, $T_{D_{\text{заг}}}$ – допуски на заготовку;

$T_{\text{дет}}$, $T_{D_{\text{дет}}}$ – допуски на деталь.

7.3. Приклад виконання роботи №6

Приклад 7.3.1. Триступінчатий вал виготовляється із сталі 45 методом штампування класу точності 5 Г згідно ГОСТ 7505-89 (рис. 7.4). Маса заготовки 2 кг. Токарній операції передувала фрезірно-центрувальна операція, в результаті якої були оброблені торці і виконані центрові отвори.

Базування заготовки при фрезірно-центрувальній операції, здійснюється по поверхнях D1 і D3 ($D1 = D3 = 25 \text{ мм}$).

Шийка з найбільшим діаметром D2 ступені має розмір $\emptyset 55\text{h6}$

(-0,02) мм. Розрахувати проміжні пріпуски для обробки шийки D2 аналітичним методом. Розрахувати проміжні розміри для виконання кожного переходу.

Рішення.

Відповідно заданим умовам встановлюємо маршрут обробки ступені D2 ([22] або дод. В):

- а) чернове обточування;
- б) чистове обточування;
- в) попереднє шліфування;
- г) остаточне шліфування.

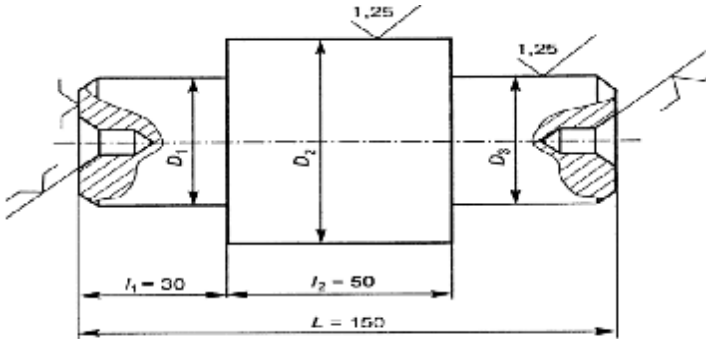


Рис. 7.4. Ескіз вала (до задачі 7.3.1)

Вся вказана обробка виконується з установкою в центрах. Заносимо маршрут обробки в графу 1 таблиці. 7.1. Дані для заповнення граф 2, 3 для штампованої заготовки узяті з [22] або з дод. Д1-Д7; для механічної обробки - з [22]. Дані графи 8 для заготовки і механічної обробки узяті з [23] або з дод. Б. Розрахунок відхилень розташування поверхонь штампованої заготовки при обробці в центрах виконують по формулі [22]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{24^2 + 500^2} \approx 500 \text{ мкм},$$

де $\Delta_{\Sigma k}$ - загальне відхилення осі від прямолінійності;

Δ_y - зсув осі в результаті погрішності центрування.

Загальне відхилення осі від прямолінійності:

$$\Delta_{\Sigma k} = 2\Delta_k L_k = 2 \cdot 0.15 \cdot 80 = 24 \text{ мкм}.$$

Де L_k - розмір від перетину, для якого визначається кривизна, до найближчого зовнішнього торця - рівний для даного випадку $L_k = L_1 + L_2 = 80$ мм; Δ_k - питома кривизна в мікрометрах на 1 мм довжини (у маршруті передбачена правка заготовки на пресі, після якої $\Delta_k = 0,15$ мкм/мм [22]; середній діаметр, який необхідно знати для вибору величини Δ_k , визначається як

$$D_{\text{ср}} = \frac{D_1 l_1 + D_2 l_2 + \dots + D_n l_n}{L} = \frac{25 \cdot 30 + 55 \cdot 50 + 25 \cdot 70}{150} = 35 \text{ мм}.$$

Зсув осі заготовки в результаті погрішності центрування

$$\Delta_y = 0,25 \sqrt{T^2 + 1} = 0,25 \sqrt{1,8^2 + 1} = 0,5 \text{ мм},$$

де $T = 1,8$ мм -допуск на діаметральний розмір бази заготовки, використаної при centruванні [8].

Величину залишкових просторових відхилень чорнового обточування визначають по рівнянню

$$\Delta r = K_y \cdot \Delta \Sigma = 0,06 \cdot 500 = 30 \text{ мкм},$$

де K_y - коефіцієнт уточнення, рівний 0,06 ([22] або дод. Д1-Д7).

Величину залишкових просторових відхилень чистового обточування розраховують по рівнянню

$$\Delta r = K_y \cdot \Delta \Sigma = 0,04 \cdot 30 = 1,2 \text{ мкм}.$$

Тут коефіцієнт уточнення K_y приймається рівним 0,04 [22].

Таблиця 7.1.

Результати розрахунку припусків на обробку і граничних розмірів по технологічним переходам

Маршрут обробки	Елементи припуска, мкм				Розрахунковий		Допускна проміжний розмір	Прийняті (закруглені) розміри загот. по переходах		Граничний припуск, мкм	
	Rz	h	$\Delta \Sigma$	ϵ_i	$2Z_i$, мкм	мін розмір, мм		Найбіл.	Наймен.	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Штамповка	160	200	500	-	-	57,12	2000	59,0	57,0	-	-
Точіння	50	50	30	0	1720	55,402	400	55,8	55,40	3,2	1,6
чорнове	25	25	1,2	0	260	55,142	120	55,2	55,15	0,53	0,25
чистове											
Шліфування:	10	20	0	0	102	55,040	60	55,1	55,04	0,17	0,11
попередне	-	-	-	-	60	54,980	20	55,0	54,98	0,10	0,06
остаточне											

Розрахункові величини відхилень розташування поверхонь заносимо в графу 4 таблиці 7.1. Мінімальні припуски на діаметральні розміри для кожного переходу розраховуються по рівнянню (7.4):

а) чорнове обтачування $2Z_i \min = 2(160 + 200 + 500) = 1720$ мкм;

б) чистове обтачування $2Z_i \min = 2(50 + 50 + 30) = 260$ мкм;

в) попереднє шліфування $2Z_i \min = 2(25 + 25 + 1,2) = 102$ мкм;

г) чистове шліфування $2Z_i \min = 2(10 + 20) = 60$ мкм.

Розрахункові значення припусків заносимо в графу 6 таблиці 7.1. Розрахунок найменших розмірів по технологічних переходах починаємо з найменшого (найбільшого) розміру деталі по конструкторському кресленню і виробляємо по залежності $d_{i+1} = d_i + Z_i \min$ в такій послідовності:

а) попереднє шліфування $54,980 + 0,060 = 55,040$ мм;

б) чистове обтачування $55,040 + 0,102 = 55,142$ мм;

в) чорнове обтачування $55,142 + 0,260 = 55,402$ мм;

г) заготовка $55,402 + 1,720 = 57,122$ мм.

Найменші розрахункові розміри заносимо в графу 7 таблиці 7.1, найменші граничні розміри (закруглені) - в графу 10 таблиці 7.1.

Найбільші граничні розміри по переходах розраховуємо по залежності $d_{i\max} = d_{i\min} + Td_i$ в такій послідовності:

а) остаточне шліфування $54,980 + 0,020 = 55$ мм;

б) попереднє шліфування $55,040 + 0,60 = 55,100$ мм;

в) чистове обтачування $55,15 + 0,120 = 55,270$ мм;

г) чорнове обтачування $55,40 + 0,400 = 55,800$ мм;

д) заготовка $57,0 + 2,0 = 59$ мм.

Результати розрахунків заносимо в графу 9 таблиці 7.1.

Фактичні мінімальні і максимальні припуски по переходах розраховуємо в такій послідовності.

Максимальні припуски:

$55,100 - 55,0 = 0,100$ мм;

$55,270 - 55,100 = 0,170$ мм;

$55,80 - 55,270 = 0,530$ мм;

Мінімальні припуски:

$55,040 - 54,980 = 0,06$ мм;

$55,150 - 55,040 = 0,11$ мм;

$55,40 - 55,15 = 0,25$ мм;

$$59,0-55,80 = 3,2 \text{ мм.}$$

$$57,00-55,40 = 1,6 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків заносимо в графи 11 та 12 табл. 7.1.

Визначаємо загальні припуски: загальний найбільший припуск:

$$Z_{0 \max} = \sum Z_{\max} = 0,1 + 0,17 + 0,53 + 3,2 = 4 \text{ мм;}$$

Загальний найменший припуск:

$$Z_{0 \min} = \sum Z_{\min} = 0,6 + 0,11 + 0,25 + 1,6 = 2,02 \text{ мм.}$$

Правильність розрахунків перевіряємо по рівнянню (7.11):

$$Z_{0 \max} - Z_{0 \min} = 4 - 2,02 = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}} = 2,0 - 0,02 = 1,98 \text{ мм.}$$

7.4. Завдання

Завдання 7.4.1. Чотириступінчастий вал виготовляється з штампованої заготовки класу точності 5 Г по ГОСТ 7505-89, виконуваною на молотах. Умови виконання операції і маршрут обробки елементарних поверхонь для варіантів 1-12 такий же, як в завданні 7.1 (таблиця 7.1, графа 1). Для варіантів 13-20 маршрут обробки поверхні той же, що і для варіантів 1-12, але перед попереднім шліфуванням передбачається термообробка заготовки в печач. Розрахувати припуски і проміжні розміри по переходах. Дані до задачі наведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

Вихідні дані

Варіант	Діаметри шеек заготовки, мм			L, мм	Довжина ступеней заготовки, мм			Маса заготовки, G, кг
	D1, D4	D2	D3		L1	L2	L3	
1; 13	30	50	40n6	220	45	55	85	2,0
2; 14	45	65	55g6	260	55	65	95	4,7
3; 15	20	40	30h6	180	40	50	60	1,0
4; 16	50	75	60f7	350	70	120	80	8,2
5; 17	25	45	35k6	200	40	50	70	1,5
6; 18	60	80	70m6	300	80	120	50	9,1
7; 19	40	60	50d8	280	50	70	90	4,1

8; 20	70	90	80u7	350	75	125	90	13,8
9	35	55	45j6	240	50	60	90	2,9
10	55	75	65s6	300	65	85	85	7,5
11	50	60	50f7	260	40	65	60	3,8
12	20	35	30h6	200	50	60	60	1,6

7.5. Запитання для самоконтролю

1. Методи призначення припусків на обробку.
2. Що таке операційний розрахунковий та загальний припуск.
3. Сутність дослідно-статистичного методу
4. Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків на обробку

Тема 8. Призначення режиму різання при свердлінні, зенкеруванні і розгортанні

Мета роботи - вивчити методику призначення режимів різання по таблицях нормативів. Ознайомитися і набути навичок роботи з нормативами.

8.1. Загальні положення

Розрахунок проводиться одночасно з заповненням операційних або маршрутних карт технологічного процесу. Суміщення цих робіт виключає необхідність дублювання одних і тих самих відомостей в різних документах, оскільки в операційних (або маршрутних для серійного виробництва) картах повинні бути записані дані про обладнання, способи обробки, характеристика оброблюваної деталі та інші відомості, які використовуються для розрахунків режимів різання і не повинні повторно записуватись як вихідні дані для виконання розрахунку. Елементом, значною мірою пояснюючим ряд вихідних даних для розрахунку режимів різання, є операційний ескіз.

Розрахунок повинен виконуватися в тій формі і послідовності, які, доповнюючи технологічну карту, дозволяють скоротити час, необхідний для виконання самого розрахунку, і звести його в таку систему, яка дає можливість легко перевірити

окремі елементи виконаного розрахунку. Розрахунок режимів різання пропонується вести у вигляді карт (розрахункових формулярів).

Найбільш поширений метод здобуття отворів різанням – **свердління**. Рух різання (головний рух) при свердлінні – обертальний рух, рух подачі – поступальний. Як інструмент при свердлінні застосовуються свердла. Найпоширеніші з них – спіральні, призначені для свердління і розсвердлювання отворів, глибина яких не перевищує 10 діаметрів свердла. Шорсткість поверхні після свердління $Ra=12,5\div 6,3$ мкм, точність по 11-14 квалітету. Градація діаметрів спіральних сверел повинна відповідати ГОСТ 885-64. Для здобуття точніших отворів (8-9 квалітет) з шорсткістю поверхні $Ra=6,3\div 3,2$ мкм застосовують **зенкерування**. Виконавчі діаметри стандартних зенкерів відповідають ГОСТ 1677-75. **Розгортання** забезпечує виготовлення отворів підвищеної точності (5-7 квалітет) низької шорсткості до $Ra=0,4$ мкм.

Виконавчі розміри діаметрів розгорток з інструментальних сталей приведені в ГОСТ 11174-65, з пластинками з твердого сплаву в ГОСТ 1173-65.

Відмітною особливістю призначення режиму різання при свердлінні є те, що глибина різання $t=d/2$, при розсвердлюванні, зенкеруванні і розгортанні $t = \frac{D - d}{2}$, мм.

При розсвердлюванні отворів подача, що рекомендується для свердління, може бути збільшена в 2 рази. Порядок призначення останніх елементів режиму різання аналогічний призначенню режимів різання при токарній обробці [11; 24; 26; 28].

Середні значення припусків на діаметр, що знімаються зенкерами і розгортками (дод. К).

8.2 Приклад виконання роботи № 7

Приклад 8.2.1. На вертикально-свердлувальному верстаті 2Н125 обробити крізний отвір діаметром 25Н7 ($Ra=1,6$ мкм), $l=125$ мм. Матеріал заготовки СЧ18, НВ210.

Необхідно: вибрати ріжучий інструмент, призначити режим різання по таблицях нормативів, визначити основний час.

Рішення:

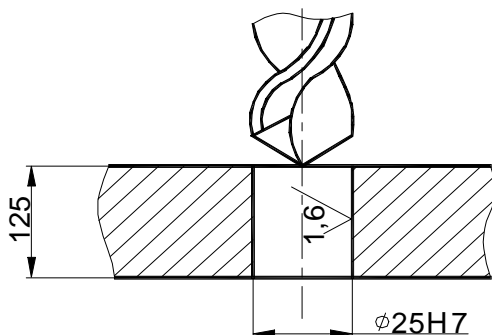


Рис. 8.1 Ескіз обробки

1. Вибір інструменту.

Згідно вихідних даних операція виконується в три переходи: свердління, зенкерування і розгортання. Для свердління чавуну СЧ18 НВ210 згідно [21] вибираємо свердло $D=22$ мм із сталі Р18, заточене по методу В.І. Жірова, $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$; для зенкерування – цілісний зенкер $D=24,9$ мм із сталі Р18; $\varphi = 45^\circ$; $\alpha_p = 10^\circ$; для розгортання – цілісну розгортку $D=25$ мм, $\varphi = 5^\circ$ із сталі Р18.

2. Вибір режиму різання.

Розрахунок режимів різання здійснимий в традиційній послідовності з використанням даних [21].

Перший перехід.

Вибір подачі.

Для свердління чавуну НВ210 свердлом діаметром 22 мм вибираємо подачу $S=0,65 \div 0,75$ мм/об. З врахуванням поправочного коефіцієнта на довжину свердління $K_{ls}=0,9$ отримуємо розрахункові величини подач $S=0,59 \div 0,68$ мм/об.

По паспорту верстата встановлюємо найближчу подачу до розрахункової $S=0,56$ мм/об.

Вибір швидкості і числа зворотів.

Виходячи з діаметру свердла 22 мм і встановленої подачі $S=0,56$ мм/об, методом подвійної інтерполяції визначаємо нормативні швидкість різання і число зворотів (швидше і зручніше вести розрахунок лише по числу зворотів).

$$n_n = 396 \text{ об/хв.}$$

Враховуючи поправочні коефіцієнти на заточування свердла по методу В.І. Жірова (ЖДП) $K_{fv} = 1,05$, на довжину свердління ($l=5D$), $K_{lv} = 0,75$ і на механічні властивості сірого чавуну HB210 $K_{mv} = 0,88$, отримуємо розрахункове число зворотів в хвилину

$$N = n_n \cdot K_{fv} \cdot K_{lv} \cdot K_{mv} = 396 \cdot 1,05 \cdot 0,75 \cdot 0,88 = 274 \text{ об/хв.}$$

Найближче число зворотів по паспорту верстата $n=250$ об/хв. Тоді фактична швидкість різання буде рівна

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 250}{1000} = 17,3 \text{ м/хв.}$$

Перевірка вибраного режиму по осьовому зусиллю і потужності.

Для встановлених умов свердління $D=22$ мм, $S=0,56$ мм/об і $n=250$ об/хв. методом подвійної інтерполяції отримуємо осьове зусилля $R_n=6010$ Н і крутячий момент, $M_{кр}=6572$ кг·мм.

З врахуванням поправочного коефіцієнта на оброблюваний матеріал $K_{Mm}=K_{Mp}=1,06$ і заточування по методу Жірова (ЖДП) $K_{fp}=0,66$ і $K_{fm}=1$ отримуємо

$$P = R_n \cdot K_{Mp} \cdot K_{fp} = 6010 \cdot 1,06 \cdot 0,66 = 4205 \text{ Н}$$

По паспорту верстата найбільше зусилля, що допускається механізмом подачі, дорівнюється 15000Н.

$$M = M_{крn} \cdot K_{Mm} \cdot K_{fm} = 6572 \cdot 1,06 \cdot 1 = 6966 \text{ кг·мм.}$$

Користуючись графіком визначуваний при $M_{кр}=6966$ кг·мм і $n=250$ об/хв потужність, потрібну на різання: $N_{рез}=1,6$ кВт.

По паспорту станка [дод. М] потужність на шпінделі

$$N_\eta = N_d \cdot \eta = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{ кВт; } N_\eta = 3,6 > N_{рез} = 1,6 \text{ кВт.}$$

Отже, верстат не лімітує вибраного режиму різання.

Другий перехід.

Вибір подачі.

Для зенкерування отвору в сірому чавуні HB210 зенкером діаметром 24,9 мм (25 мм) при подальшій обробці отвору однією розгорткою рекомендується подача $S=0,55 \pm 0,6$ мм/об. Найближча подача по паспорту верстата $S=0,56$ мм/об.

Вибір швидкості різання і числа зворотів.

Виходячи з діаметру зенкера $D=24,9$ (25) мм, для подачі $S=0,56$ мм/об шляхом інтерполяції визначаємо число зворотів $n=329$ об/мін.

З врахуванням поправочного коефіцієнта на оброблюваний матеріал $K_{mv}=0,88$ число зворотів буде рівне $n=n_n \cdot K_{mv}=329 \cdot 0,88=289$ об/мін. Найближче число зворотів по паспорту верстата $n=250$ об/хв. Фактична швидкість різання

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24,9 \cdot 250}{1000} = 19,6 \text{ м/хв.}$$

Третій перехід.

Вибір подачі.

Для розгортання отвору в сірому чавуні $HB>200$ механічною розгорткою $D=25$ мм з чистотою поверхні отвору $Ra=1,6$ мкм рекомендується подача $S=1,9$ мм/об. Найближча подача по паспорту верстата $S=1,6$ мм/об.

Вибір швидкості різання і числа зворотів.

Для розгортання отвору діаметром 25 мм з подачею 1,6 мм/об рекомендується число зворотів $n_n=105$ об/хв. З врахуванням поправочного коефіцієнта на оброблюваний матеріал сірий чавун $HB>200$; $K_{m_n}=0,88$.

Тоді $n=n_n \cdot K_{m_n}=105 \cdot 0,88=92$ об/хв.

Найближче число зворотів по паспорту верстата $n=90$ об/хв.

Фактична швидкість різання

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 90}{1000} = 7 \text{ м/мін.}$$

Визначення основного (технологічного) часу.

Величина урізування і перебігання інструментів l_1 при роботі на прохід для свердла з подвійним заточуванням рівна 12 мм; для зенкера 5 мм і для розгортки 30 мм. При довжині отвору $l=125$ мм основний (технологічний) час кожного переходу рівний

$$t_{01} = \frac{l + l_1}{S \cdot n} = \frac{125 + 12}{0,56 \cdot 250} = 0,98 \text{ хв.}$$

$$t_{02} = \frac{l + l_1}{S \cdot n} = \frac{125 + 5}{0,56 \cdot 250} = 0,93 \text{ хв.}$$

$$t_{02} = \frac{l + l_1}{S \cdot n} = \frac{125 + 30}{1,6 \cdot 90} = 1,0 \text{ хв.}$$

Основний час операції

$$T_0 = t_{01} + t_{02} + t_{03} = 0,98 + 0,93 + 1,0 = 2,91 \text{ хв.}$$

8.3. Завдання

Завдання 8.3.1. Виконати розрахунок режиму різання по таблицях нормативів для обробки крізного отвору на вертикально-свердлувальному верстаті 2Н135 по заданому варіанту.

Вихідні дані в таблиці 8.1. Порядок виконання роботи аналогічний попередньої.

Таблиця 8.1

Вихідні дані

№	Матеріал заготовки тайого характеристики	Диаметр отвору D мм, параметр шорсткості, мкм	Длина отвору l, мм
1	2	3	4
1	Сталь 12ХН2, $\sigma_B=800$ МПа	18Н7, Ra=1,6	50
2	Сталь 12ХН3А, $\sigma_B=950$ МПа	25Н5, Ra=0,4	60
3	Сірий чавун СЧ30, НВ200	30Н5, Ra=0,4	80
4	Сірий чавун СЧ20, НВ210	35Н7, Ra=1,6	90
5	Сталь 38ХА, $\sigma_B=680$ МПа	28Н7, Ra=1,6	55
6	Сталь 35, $\sigma_B=560$ МПа	38Н8, Ra=6,3	75
7	Сірий чавун СЧ15, НВ170	45Н9, Ra=3,2	45
8	Сірий чавун СЧ10, НВ160	17Н7, Ra=1,6	50
9	Сталь 40ХН, $\sigma_B=700$ МПа	45Н9, Ra=6,3	100
10	Сталь Ст3, $\sigma_B=600$ МПа	50Н9, Ra=6,3	60
11	Сталь 40Х, $\sigma_B=750$ МПа	22Н5, Ra=0,4	95
12	Сталь Ст5, $\sigma_B=600$ МПа	16Н5, Ra=0,4	30
13	Сірий чавун СЧ20, НВ180	38Н9, Ra=6,3	85
14	Сірий чавун СЧ20, НВ200	50Н9, Ra=3,2	50
15	Сталь 20Х, $\sigma_B=580$ МПа	20Н5, Ra=0,4	40

16	Сталь 50, $\sigma_b=750$ МПа	30H7, Ra=1,6	60
17	Бронза Бр АЖН 10-4, HB170	28H7, Ra=1,6	55
18	Латунь ЛМцЖ 52-4-1, HB220	40H9, Ra=3,2	80
19	Сірий чавун СЧ30, HB220	23H5, Ra=0,4	45
20	Сірий чавун СЧ20, HB220	32H7, Ra=1,6	35
21	Сталь 30ХН3А, $\sigma_b=800$ МПа	20H7, Ra=1,6	60
22	Сталь 30ХМ, $\sigma_b=780$ МПа	55H8, Ra=3,2	110
23	Сталь 45, $\sigma_b=650$ МПа	48H9, Ra=6,3	96
24	Сталь 20, $\sigma_b=500$ МПа	50H8, Ra=3,2	100
25	Силумін АЛ4, HB50	35H7, Ra=1,6	60
26	Чавун КЧ35, HB163	42H9, Ra=6,3	50

Продовження таблиці 8.1

27	Сталь 38ХС, $\sigma_b=950$ МПа	22H5, Ra=0,4	45
28	Сталь 50, $\sigma_b=900$ МПа	37H9, Ra=6,3	70
29	Чавун ЖЧХ, HB280	32H7, Ra=1,6	65
30	Чавун ВЧ60, HB250	27H5, Ra=0,4	55

8.4. Запитання для самоконтролю

1. Технологічні вимоги до конструкцій деталей, оброблюваних свердлінням
2. Основні операції точіння
3. Особливість процесу фрезерування
4. Технологічні вимоги до конструкцій деталей, оброблюваних різанням
5. Основні операції обробки заготовок на свердлильних верстатах
6. Вплив елементів різання на швидкість різання

Тема 9. Розрахунок режиму різання при фрезеруванні

Мета роботи - вивчити методику призначення режиму різання по таблицях нормативів. Ознайомитися і набути навичок роботи з нормативами.

9.1. Загальні положення

Фрезерування – один з найпродуктивніших методів обробки. Головний рух (рух різання) при фрезеруванні – обертальний; його здійснює фреза, рух подачі зазвичай прямолінійний, його здійснює фреза. Фрезеруванням можна отримати деталь точною по 6-12 квалітету шорсткістю до $Ra=0,8$ мкм. Фрезерування здійснюється за допомогою багатозубого інструменту – фрези. Фрези по вигляду розрізняють: циліндрові, торцеві, дискові, прорізні і відрізні, кінцеві, фасонні; по конструкції – цілісні, складені і збірні.

При торцевому фрезеруванні (обробка торцевою фрезею) діаметр фрези D має бути більше ширини фрезерування B , тобто $D=(1,25\div 1,5) B$.

Для забезпечення продуктивних режимів роботи необхідно застосовувати зміщену схему фрезерування (є симетрична схема), для чого вісь заготовки зміщується відносно осі фрези.

При циліндровому фрезеруванні розрізняють зустрічне фрезерування, – коли вектор швидкості (напрямок обертання

фрези) направлений назустріч напрямку подачі; і попутне фрезерування, коли вектор швидкості і напрям подачі направлені в один бік. Зустрічне фрезерування застосовують для чорнової обробки заготовок з ливарною кіркою, з великими припусками. Попутне фрезерування застосовують для чистової обробки нежорстких, задалегідь оброблених заготовок з незначними припусками.

Глибина різання (фрезерування) t у всіх видах фрезерування, за винятком торцевого фрезерування і фрезерування шпонок, є розмір слою заготовки такого, що зрізається при фрезеруванні, вимірюваний перпендикулярно осі фрези.

При торцевому фрезеруванні і фрезеруванні шпонок фрезами шпон – вимірюють в напрямі паралельному осі фрези [11; 24; 28]. При фрезеруванні розрізняють подачу на один зуб S_z подачу на один зворот фрези S і хвилинну подачу S_m мм/хв, які знаходяться в наступному співвідношенні:

$$S_m = S \cdot n = S_z \cdot z \cdot n,$$

де n – частота обертання фрези, об/хв; z – число зубів фрези.

При чорновому фрезеруванні призначають подачу на зуб; при чистовому фрезеруванні – подачу на один зворот фрези.

Швидкість різання – окружна швидкість фрези, визначається ріжучими властивостями інструменту. Її можна розрахувати по емпіричній формулі [22], [23], або вибрати по таблицях нормативів [24].

9.2. Приклад виконання роботи №8

Приклад 9.2.1. На вертикально-фрезерному верстаті 6P12 виробляється торцеве фрезерування плоскої поверхні шириною $B=80$ мм, довжиною $l=400$ мм, припуск на обробку $h=1,8$ мм. Оброблюваний матеріал сірий чавун СЧ30, НВ220.

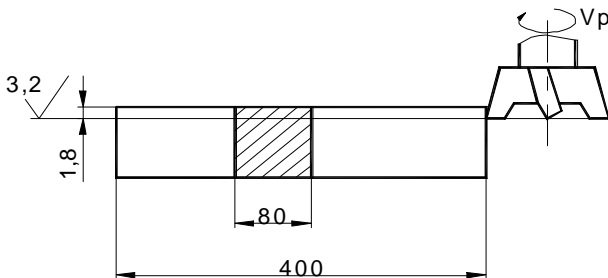


Рис. 9.1 Ескіз обробки

Заготовка заздалегідь оброблена. Обробка остаточна, параметр шорсткості обробленої поверхні $Ra=3,2$ мкм. Необхідно: вибрати ріжучий інструмент, призначити режим різання з використанням таблиць нормативів, визначити основний (технологічний) час.

Рішення.

Ескіз обробки

1. *Вибір інструменту.*

Для фрезерування на вертикально-фрезерному верстаті заготовки з чавуну вибираємо торцеву фрезу з пластинками з твердого сплаву ВК6 [22] або [23], діаметром $D=(1,25\div 1,5)\cdot B=(1,25\div 1,5)\cdot 80=100\div 120$ мм.

Приймаємо $D=100$ мм; $z=10$, ГОСТ 9473-71 [22] або [23].

Геометричні параметри фрези: $\varphi=60^\circ$, $\alpha=12^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=20^\circ$, $\varphi_1=5^\circ$.

Схема установки фрези – зміщена.

2. *Режим різання.*

2.1 Глибина різання.

Заданий припуск на чистову обробку зрізають за один прохід.

Тоді $t=h=1,8$ мм

2.2 Призначення подачі

Для здобуття шорсткості $Ra=6,3$ мкм подача на зворот $S_0=1,0\div 0,7$ мм/об [23].

Тоді подача на зуб фрези

$$S_z = \frac{S_0}{z} = \frac{1,0}{10} = 0,1 \text{ мм/зуб.}$$

2.3 Період стійкості фрези.

Для фрез торцевих діаметром до 110 мм з пластинками з твердого сплаву застосовують період стійкості $T=180$ хв. [23].

2.4 Швидкість різання, що допускається ріжучими властивостями інструменту. Для обробки сірого чавуну фрезою діаметром до 110 мм, глибина різання t до 3,5 мм, подача до 0,1 мм/зуб., $V=203$ м/мин [14].

З врахуванням поправочних коефіцієнтів $K_{mv}=1$; $K_{nv}=1$; при $\frac{B}{D} = \frac{80}{100} = 0,8$; $K_{Bv}=1$; $K_{\phi v}=1$ [14],

$$V = V \cdot K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{Bv} \cdot K_{\phi v} = 203 \cdot 1 = 203 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя, відповідна знайдений

$$\text{швидкості різання } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 203}{3,14 \cdot 100} = 643 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо по паспорту верстата $n=630$ об/хв.

Дійсна швидкість різання

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 630}{1000} = 197,8 \text{ м/мин.}$$

2.5 Хвилинна подача $S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,1 \cdot 10 \cdot 630 = 630$ мм/хв.

Це збігається з паспортними даними верстата.

3. Потужність, що витрачається на різання.

При фрезеруванні чавуну з твердістю до HB229, ширині фрезерування до 85 мм, глибині різання до 1,8 мм, подачі на зуб до 0,13 мм/зуб, хвилинній подачі до 660 мм/хв..

$$N_p = 3,8 \text{ кВт [14],}$$

3.1 Перевірка достатності потужності верстата.

Потужність на шпинделі верстата $N_{шп} = N_d \cdot \eta$; $N_d = 7,5$ кВт; $\eta = 0,8$ (по паспорту станка); $N_{шп} = 7,5 \cdot 0,8 = 6$ кВт.

Оскільки $N_{шп} = 6$ кВт $> N_p = 3,8$ кВт, то обробка можлива.

4. Основний час

$$T_0 = \frac{L}{S_m}$$

де $L = l + l_1$.

Для торцевого фрезерування фрезою діаметром 100 мм, ширині фрезерування 80 мм, $l_1=23$ мм [4],

$$T_0 = \frac{400 + 23}{630} = 0,67 \text{ хв.}$$

9.3. Завдання.

Завдання 9.3.1. Виконати розрахунок режиму різання по таблицях нормативів згідно заданого варіанту.

Вихідні дані приведені в таблиці 9.1. Порядок роботи аналогічний попереднім.

Таблиця 9.1

Вихідні дані

№	Від заготовки та її характеристика	B, мм	l, мм	h, мм	Від обробки і параметр шорсткості, мкм	Модель станка
1	Сірий чавун СЧ30, НВ200	100	600	5	Торцеве фрезерування, Ra=12,5	6P12
2	Сірий чавун СЧ20, НВ210	150	500	4	Торцеве фрезерування, Ra=1,6	6P12
3	Сталь 38ХА, $\sigma_b=680$ Мпа	80	400	6	Торцеве фрезерування, Ra=12,5	6P12
4	Сталь 35, $\sigma_b=360$ Мпа	90	480	3,5	Торцеве фрезерування, Ra=1,6	6P12
5	Сірий чавун СЧ15, НВ170	50	300	3,5	Циліндрове фрезерування, Ra=3,2	6P82Г
6	Сірий чавун СЧ10, НВ160	80	250	1,5	Циліндрове фрезерування, Ra=3,2	6P82Г
7	Сталь 40ХН, $\sigma_b=700$ Мпа	70	320	4	Циліндрове фрезерування, Ra=12,5	6P82Г
8	Сталь Ст3, $\sigma_b=600$ Мпа	85	600	1,5	Циліндрове фрезерування, Ra=3,2	6P82Г
9	Сталь 40Х, $\sigma_b=750$ Мпа	10	100	5	Фрезерувати паз, Ra=6,3	6P12
10	Сталь Ст5, $\sigma_b=600$ Мпа	12	80	8	Фрезерувати паз, Ra=6,3	6P12
11	Сірий чавун СЧ20, НВ180	20	120	10	Фрезерувати паз, Ra=6,3	6P12
12	Сірий чавун СЧ20,	15	75	8	Фрезерувати паз,	6P82Г

	HB200					Ra=6,3	
13	Сталь 20X, $\sigma_b=580$ МПа	8	110	8	8	Фрезерувати паз, Ra=6,3	6P82Г
14	Сталь 50, $\sigma_b=750$ МПа	12	120	6	6	Фрезерувати паз, Ra=6,3	6P82Г
15	Бронза Бр АЖН 10-4 HB170	100	300	4	4	Торцеве фрезерування, Ra=12,5	6P12
16	Латунь ЛМцЖ 52-4-1, HB220	60	180	1,5	1,5	Торцеве фрезерування, Ra=1,6	6P12
17	Сірий чавун СЧ30, HB220	180	200	4,5	4,5	Торцеве фрезерування, Ra=12,5	6P12
18	Сірий чавун СЧ20, HB220	110	280	2,5	2,5	Торцеве фрезерування, Ra=3,2	6P12
19	Сталь 30ХНЗА, $\sigma_b=800$ МПа	80	320	5	5	Циліндрове фрезерування, Ra=12,5	6P82Г
20	Сталь 30ХН, $\sigma_b=780$ МПа	115	300	3	3	Циліндрове фрезерування, Ra=3,2	6P82Г
21	Сталь 45, $\sigma_b=650$ МПа	40	280	1,8	1,8	Циліндрове фрезерування, Ra=1,6	6P82Г
22	Сталь 20, $\sigma_b=500$ МПа	35	400	3,5	3,5	Циліндрове фрезерування, Ra=6,3	6P82Г
23	Силумін АЛ4, HB50	55	250	4	4	Торцеве фрезерування Ra=6,3	6P12
24	Сталь 30ХМ, $\sigma_b=950$ МПа	70	310	4,5	4,5	Торцеве фрезерування, Ra=12,5	6P12
25	Сталь 18ХГТ, $\sigma_b=700$ МПа	85	350	2,5	2,5	Торцеве фрезерування, Ra=3,2	6P12
26	Чавун ВЧ60, HB250	120	300	5	5	Торцеве фрезерування, Ra=12,5	6P12
27	Сталь 50, $\sigma_b=900$ МПа	60	250	6	6	Торцеве фрезерування, Ra=6,3	6P12
28	Чавун КЧ60, HB169	200	450	5,5	5,5	Торцеве фрезерування, Ra=3,2	6P12
29	Сталь 18ХГТ, $\sigma_b=700$ МПа	85	300	4,5	4,5	Циліндрове фрезерування, Ra=12,5	6P82Г
30	Чавун ВЧ38, HB170	65	200	3	3	Циліндрове фрезерування, Ra=3,2	6P82Г

9.4. Запитання для самоконтролю

1. Основні види рухів при фрезеруванні.
2. Типи фрез.
3. Роботи, які виконуються на фрезерних верстатах.
4. Типи фрезерних верстатів.
5. Елементи режиму різання при фрезеруванні.
6. Порядок розрахунку елементів режиму різання

Тема 10. Розрахунок технологічної собівартості

Мета роботи – вивчити методику визначення технологічної собівартості нормативним методом

10.1. Загальні положення

При розрахунку технологічної собівартості деталі-операції може бути застосований поелементний або нормативний метод.

Тут приводиться методика розрахунку технологічної собівартості нормативним методом стосовно металорізального устаткування багатопредметної потокової лінії. Проте може виникнути необхідність розрахунку технологічної собівартості стосовно виробничих процесів, здійснюваних в інших цехах: складального, ливарного, ковальського, деревообробного і так далі.

Технологічною собівартістю деталі називається та частина її повної собівартості, елементи якої істотно змінюються для різних варіантів технологічного процесу. До таких елементів, що змінюються, відносяться:

Сзаг – вартість вихідної заготовки;

Зо и *Звр* – заробітна плата відповідно верстатника (основного робітника) і наладчика (допоміжного робітника);

Ао – амортизаційні відрахування від обладнання;

Ато – амортизаційні відрахування від технологічного оснащення;

Ро – витрати на ремонт і обслуговування обладнання;

I – витрати на інструмент;

L_0 – витрати на силову електроенергію;

Pl – витрати на амортизацію та вміст виробничих площин;

$Ппр$ – витрати на підготовку і експлуатацію програм, що управляють (для верстатів з ЧПУ).

Розрахунок вартості вихідної заготовки наведено у роботі №6.

Сума останніх елементів є технологічною собівартістю обробки. Враховуючи, що порівнянню зазвичай піддаються окремі операції (або групи операцій), для оцінки варіантів доцільно порівнювати технологічну собівартість виконання операції

$$C_{оп} = Z_0 + Z_{в.р} + A_0 + A_{т.0} + P_0 + I + L_0 + Pl + Ппр. \quad (10.1)$$

Для кожної порівнюваної операції елементи, що входять в структуру $C_{оп}$, можуть бути визначені прямою калькуляцією і нормативним методом з використанням нормативів по статтях собівартості, віднесених до однієї хвилини або однієї години роботи обладнання.

Метод прямої калькуляції є більш трудомістким, але і точнішим методом розрахунку собівартості. Порівняння варіантів на основі мінімуму технологічної собівартості виробляється, якщо порівнювані варіанти не вимагають для свого виконання істотних капітальних вкладень. Інакше оцінку варіантів слід вести на основі мінімуму приведених витрат

$$W_i = C_i + E_n K_i, \quad (10.2)$$

где C_i – технологічна собівартість виготовлення деталі (або виконання операції);

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_n=0,12$);

K_i – питомі капітальні вкладення, віднесені до одиниці продукції.

Розрахунок капітальних вкладень може бути виконаний по [23].

Методика розрахунку технологічної собівартості, викладена нижче, заснована на нормативній базі [20].

З метою приведення витрат по елементах собівартості до сучасного рівня в навчальних технологічних розрахунках рекомендується умножити елемент витрат, що змінюється, на відповідний масштабно-ціновий коефіцієнт $K_{цi}$, середні значення якого, отримані на основі експертних оцінок, приведені в таблиці 10.1. Доцільне обчислення цих коефіцієнтів на основі сучасних цін і нормативів.

Таблиця 10.1

Масштабно-цінові коефіцієнти

Ін-дек с, і	Елемент собівартості	Змінний елемент витрат	$K_{цi}$,
1	Заробітна плата	$Н_{o.ч}$ і $Н_{н.г}$	$K_{ц1}=8$
2	Амортизаційні відрахування	Φ і $\Phi_{т.о}$	$K_{ц2}=8$ (станкі с ЧПУ)
3	Витрати на ремонт і обслуговування обладнання	$Н_{м}$ і $Н_{э}$	$K_{ц2}=15$ (інші)
4	Витрати на ріжучий інструмент	$\Phi_{и}$	$K_{ц3}=10$
5	Витрати на електроенергію	$Ц_{э}$	$K_{ц4}=10$
6	Витрати на виробничу площу	$Н_{п}$	$K_{ц5}=40$
7	Витрати на керуючі програми	χ	$K_{ц6}=8$
8	Середні витрати на вміст і експлуатацію обладнання	$Н_{o}$	$K_{ц7}=8$ $K_{ц8}=10$

Заробітна плата верстатника з врахуванням всіх видів доплат і нарахувань

$$Z_o = K_{цi} \text{Но.ч} \text{ тш.к} K_m \quad (10.3)$$

де Но.ч - норматив годинної заробітної плати верстатника відповідного розряду, грн./г, визначуваний по [23];
тш.к - штучно-калькуляційний час на операцію, хв.;

K_m - коефіцієнт, що враховує оплату основного робітника при багатOVERSTATному обслуговуванні, який визначають залежно від числа обслуговуваних верстатів за наступними даними:

Число обслуговуючих станки	1	2	3	4	5	6	7	8
K_m	1	0,65	0,48	0,39	0,35	0,32	0,3	0,29

Заробітна плата наладчика з врахуванням всіх видів доплат і нарахувань

$$Z_{в.р} = \frac{K_{ц1} H_{н.г} t_{ш.к} m}{60 k_{о.н} F_d}, \quad (10.4)$$

де $H_{н.г}$ – норматив річної заробітної плати наладчика відповідного розряду, грн./рік, визначуваний по [21];

m – число змін роботи станка (приймається за звичай $m=2$);

$k_{о.н}$ – число станків, обслуговуючих наладчиком за зміну;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, ч (при двозмінному режимі роботи для верстатів з ручним управлінням $FR = 4015$ ч, для станков с ЧПУ-3890 ч).

Амортизаційні відрахування від вартості обладнання

$$A_o = \frac{K_{ц2} \Phi H_a t_{ш.к}}{100 \cdot 60 F_d}, \quad (10.5)$$

де Φ – вартість обладнання, грн.;

H_a – загальна норма амортизаційних відрахувань, % [23].

З врахуванням витрат на трансформацію і монтаж верстата вартість обладнання: $\Phi=1,122Ц$, де $Ц$ – оптова ціна обладнання.

Оптові ціни на стандартне обладнання визначаються по [15, 20], а норми амортизації – по [23].

Амортизаційні відрахування від вартості технологічного оснащення, що доводяться на одну деталь при розрахунковому терміні служби оснащення 2 роки, визначаються як

$$A_{т.о} = \frac{K_{ц2} \Phi_{т.о}}{2 N_{г}}, \quad (10.6)$$

де $\Phi_{т.о}$ – вартість технологічного оснащення, грн., може бути визначена орієнтовано згідно;

$N_{г}$ – річна програма випуску деталей.

Витрати на ремонт и обслуговування обладнання

$$P_{o} = \frac{K_{ц3} (H_{м} K_{м} + H_{э} K_{э}) t_{ш.к}}{60 F_{д} K_{т}}, \quad (10.7)$$

де $H_{м}$, $H_{э}$ – нормативи річних затрат на ремонт відповідно механічної та електричної частин обладнання, грн./рік, визначені по [23];

$K_{м}$; $K_{э}$ – категорія складності ремонту відповідно механічної і електричної частин обладнання;

$K_{т}$ – коефіцієнт, залежний від класу точності обладнання (для обладнання нормальної точності ($K_{т}=1,0$)).

Витрати на інструмент, віднесені до однієї деталі,

$$H = \frac{1,4 K_{ц4} \Phi_{и} t_{ш.к} \eta_{м}}{T_{сл.и}}, \quad (10.8)$$

де 1,4 - коефіцієнт, що враховує витрати на переточування інструменту;

$\Phi_{и}$ - ціна одиниці інструменту, грн. [16];

$\eta_{м}$ - коефіцієнт машинного часу, визначуваний як відношення $t_{маш}/t_{ш.к}$. по [20];

$T_{сл.и}$ - термін служби інструменту до повного зносу, хв. [20].

Витрати на силову електроенергію

$$L_{o} = \frac{K_{ц5} Ц_{э} N_{э} \eta_{э.о} t_{ш.к}}{60}, \quad (10.9)$$

де Ц_э – ціна електроенергії (приймається равной 0,012 грн. за 1кВтч);

N_э – встановлена потужність електродвигунів верстата, кВт;

η_{з.о} – загальний коефіцієнт завантаження електродвигунів, визначуваний по [23].

Витрати на вміст і амортизацію виробничих площ

$$П_{л} = \frac{K_{цб} H_{п} П_{у} K_{с.у} t_{ш.к}}{60 F_{д}} \quad (10.10)$$

де H_п – норматив витрат, що доводяться на 1 м² виробничої площі, грн./м² (при двозмінній роботі приймається рівним 10 грн./м²);

П_у – питома площа, що доводиться на верстат і дорівнюється габаритній площі верстата [20], помноженій на коефіцієнт, що враховує додаткову площу, визначений по [23] або дод. М;

K_{с.у} – коефіцієнт, що враховує площу для систем управління верстатів з ЧПУ (приймається рівним 1,5-2,0).

Витрати на підготовку і експлуатацію програм, що управляють

$$П_{пр} = \frac{K_{ц7\chi} K_{в}}{N_{г} T_{д}}, \quad (10.11)$$

де χ – вартість програми, грн., визначена по [23];

K_в – коефіцієнт, що враховує потребу у відновленні програмоносія;

T_д – термін випуску даної деталі, рік.

Приймаючи K_в = 1,1 и T_я = 3 роки, отримаємо

$$П_{пр} = \frac{0,37 K_{ц7\chi}}{N_{г}}. \quad (10.12)$$

Нормативним методом технологічна собівартість може бути розрахована по методиці, викладеній в [23], або з використанням таблиць, що містять усереднені величини елементів структури собівартості для верстатів різних моделей [20]. При визначенні технологічної собівартості нормативним методом заробітну плату верстатника і налагоджика розраховують по рівняннях (10.3) і (10.4), а витрати, пов'язані з

вмістом і експлуатацією обладнання, – за питомими витратами на 1 машиночас роботи обладнання:

$$C_{\text{оп}} = Z_o + Z_{\text{в.р}} + \frac{K_{\text{ц8}} H_o K_{\text{м.ч}} t_{\text{ш.к}}}{60}, \text{руб./ч.} \quad (10.13)$$

де H_o - середні витрати (грн./г) на вміст і експлуатацію обладнання, що має коефіцієнт машиночасу $K_{\text{м.ч}}=1,0$

Ці витрати при двозмінному режимі роботи можна прийняти рівними 0,312; 0,356; 0,405 і 0,432 грн/г відповідно для умов дрібно-, середньо-, великосерійного і масового виробництва. Коефіцієнти машиночасу визначаємо згідно дод. М.

При розрахунку приведених витрат капітальні вкладення в обладнання, віднесені до однієї деталі, визначаються по рівнянню

$$K_o = \frac{K_{\text{ц2}} \Phi t_{\text{ш.к}}}{60 F_{\text{д}}}. \quad (10.14)$$

10.2. Приклад виконання роботи №9

Приклад 10.2.1. В умовах виробництва, що існують на участку, можливі два варіанти обробки зовнішніх поверхонь шпинделя: 1 – на універсальному токарно-гвинторізному верстаті; 2 – на токарному верстаті з ЧПУ. При вихідних даних (таблиця 10.2) визначити економічніший варіант для двох випадків: 1) обидва верстати є на ділянці; 2) необхідне придбання верстатів. Режим роботи – двозмінний, річна програма випуску шпинделів – 120 шт.

Таблиця 10.2

Вихідні дані до завдання

Варіант	1	2
Модель станка	16К20	16К20Ф3
Штучно-калькуляційний час $t_{\text{м к}}$, хв	120	58,4
Розряд верстатника	5	3
Розряд наладчика	—	5
Кількість верстатів, шт., що обслуговуються в зміні: верстатником	1	2

наладчиком	—	7
Дійсний річний фонд часу роботи верстата Fд, ч	4015	3890
Оптова ціна верстата Ц, грн...	5450	24400
Маса станка, кг	2835	4000
Розміри станка в плані, мм	2505x1190	3360x1710
Площа в плані, м ²	3,0	5,75
Встановлена потужність електродвигунів Л/э, кВт	11,0	10,0
Категорія ремонтної складності:		
Механічної частини Км	11,0	14
електричної частини Кэ	8,5	26

Рішення.

1. За наявності на ділянці порівнюваних верстатів вибіраємо варіант за технологічною собівартістю обробки (формула 10.1). Для розрахунку елементів собівартості необхідні додаткові дані, які визначаємо по [15, 20, 23] і зводимо в таблицю.

Розрахунок елементів технологічної собівартості зручно вести у формі таблиці 10.3.

Таблиця 10.3

Розрахунок елементів технологічної собівартості, грн.

Елемент	Формула розрахунку	Модель станка	
		16K20	16K20Ф3
Заробітна плата верстатника	(10.3)	$\frac{8 \cdot 2 \cdot 120 \cdot 1}{60} = 32$	$\frac{8 \cdot 1,61 \cdot 58,4 \cdot 0,65}{60} = 8,16$
Заробітна плата наладчика	(10.4)	-	$\frac{8 \cdot 3311 \cdot 58,4 \cdot 2}{60 \cdot 7 \cdot 3890} = 1,88$
Відрахування на амортизацію обладнання	(10.5)	$\frac{15 \cdot 1,122 \cdot 5450 \cdot 11,6 \cdot 120}{100 \cdot 60 \cdot 4015} = 5,3$	$\frac{8 \cdot 1,122 \cdot 24400 \cdot 11,6 \cdot 58,4}{100 \cdot 60 \cdot 3890} = 6,3$

Витрати на ремонт і обслуговування обладнання	(10.7)	$\frac{10(308 \cdot 11 + 7,3 \cdot 8,5) \cdot 120}{60 \cdot 4015} = 4,76$	$\frac{10(308 \cdot 14 + 7,3 \cdot 26) \cdot 58,4}{60 \cdot 3890} = 1,55$
Витрати на електроенергію	(10.9)	$\frac{40 \cdot 0,012 \cdot 11 \cdot 0,26 \cdot 120}{60} = 2,7$	$\frac{40 \cdot 0,012 \cdot 10 \cdot 0,21 \cdot 58,4}{60 \cdot 3890} = 0,98$
Витрати на амортизацію і вміст будівлі	10.10	$\frac{8 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 3,5 \cdot 120}{60 \cdot 4015} = 0,42$	$\frac{8 \cdot 10 \cdot 5,75 \cdot 3 \cdot 58,4}{60 \cdot 3890} = 0,35$
Витрати на програми	10.12	-	$\frac{8 \cdot 0,37 \cdot 18,6}{120} = 0,45$
Технологічна собівартість	Сума витрат	45,24	19,87

Примітка. Витрати на технологічне оснащення і інструмент однакові для обох варіантів, тому їх з розрахунку виключаємо.

Розрахунок собівартості нормативним методом ведемо по рівнянню (10.13). Для верстата 16К20 коефіцієнт машиночаса $K_{м.ч} = 1,0$ [23], для верстата 16К20Ф3 приймаємо $K_{м.ч} = 4,5$. При двозмінному режимі роботи в умовах дрібносерійного виробництва $N_0 = 0,312$ грн./г [23]. Тоді

$$C_{оп1} = 32 + \frac{10 \cdot 0,312 \cdot 1 \cdot 120}{60} = 38,24 \text{ грн}$$

$$C_{оп2} = 8,16 + 1,88 + \frac{10 \cdot 0,312 \cdot 4,5 \cdot 58,4}{60} = 23,71 \text{ грн}$$

2. У разі потреби придбання верстатів у зв'язку із значною різницею по капітальних вкладеннях порівнювані варіанти оцінюємо за приведеними витратами (10.2) і (10.14):

$$K_{o1} = \frac{15 \cdot 1,122 \cdot 5450 \cdot 120}{60 \cdot 4015} = 45,69 \text{ грн.}$$

$$K_{o2} = \frac{8 \cdot 1,122 \cdot 24400 \cdot 58,4}{60 \cdot 3890} = 54,8 \text{ грн.}$$

$$W_1 = 45,24 + 0,12 \cdot 45,69 = 50,72 \text{ грн.}$$

$$W_2 = 19,67 + 0,12 \cdot 54,8 = 26,25 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків показують економічну доцільність обробки шпинделя на верстаті з ЧПУ за обох умов, поставлених в завданні.

10.3. Завдання

Завдання 10.3.1. Токарна обробка зовнішніх поверхонь деталей виробляється на різних верстатах. Визначити економічніший варіант при двозмінному режимі роботи. Вихідні дані представлені в таблиці. 10.4.

Таблиця 10.4

Вихідні дані

Варіант завдання	1		2		3	
	1	2	1	2	1	2
Модель станка	16Б16А	16Б16Ф3	1Г340	1К282	1Н713	1Б290 П-6К
Штучно-калькуляційний час обробки, хв.	14,0	8,0	8,4	2,2	3,6	0,9
Розряд верстатника	5	3	3	2	3	2
Розряд наладчика	—	5	4	5	4	5
Число вер-						

татів, шт., що обслуговуються в змінну:						
верстатником	1	2	1	2	2	3
наладчиком	—	6	8	3	5	5
Дійсний річний фонд часу роботи верстата, г	4015	3890	4015	4015	4015	4015
Річна програма випуска деталей, шт.	1000	1000	5000	5000	30 000	30 000

10.4. Запитання для самоконтролю

1. Визначення технологічної собівартості деталі
2. Складання технологічного маршруту обробки.
3. Методи розрахунку собівартості варіантів технологічних процесів
4. Елементи технологічної собівартості деталі

Питання до модулю 2

1. Значення, завдання і основні поняття економічного аналізу у технологічному проектуванні.
2. Складові технологічної собівартості складання виробів.
3. Методика обґрунтування оптимальних меж використання варіантів технологій.
4. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготівки (заготовка з прокату).
5. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготівки (заготовка з відливання).
6. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготівки (заготовка з штампування (кування)).
7. Визначення ефективності способу здобуття заготовки. Річний економічний ефект.

8. Які витрати належать до змінних (умовно-пропорційних)?
9. Які витрати належать до умовно-постійних?
10. Як визначити розмір критичного обсягу випуску виробів?
11. Основні методи обробки металів на металообробних верстатах. Їх характеристика.
12. Основні показники технологічності конструкції виробу.
13. Визначення припуску розрахунково-аналітичним методом.
14. Основні етапи розробки технологічних процесів.
15. Побудова операцій технологічного процесу обробки заготовок.
16. Типізація технологічних процесів.
17. Що називають нормою часу?
18. Які методи використовують для розробки норм витрат праці?
19. Як визначають штучний і штучно-калькуляційний час?
20. Визначення кваліфікації роботи?
21. Визначення режимів різання.
22. Які існують зони досягнення точності з урахуванням методів обробки?
23. Складання технологічного маршруту обробки.
24. Методи розрахунку собівартості варіантів технологічних процесів
25. Які використовують порівняльні оцінки при додержанні техніко-економічного принципу проектування технологічної операції та шляхи її досягнення.
26. Назвіть особливості призначення режимів різання для одно - та багатоінструментної обробки
27. Розрахунок режиму різання при фрезеруванні
28. Дайте характеристику задач при застосуванні автоматизованого проектування
29. У чому сутність комплексної задачі при проектуванні технологічного процесу механічної обробки для нових і реконструкції діючих підприємств?
30. Перелічіть комплект технічної документації, який оформляється під час розробки процесу виготовлення.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / В.И.Анурьев – М. : Машиностроение, 1980. – Т.2. – 559 с.
2. Балабанов АМ. Технологичность конструкций машин / А.М. Балабанов. – М. : Машиностроение, 1987. – 336 с.
3. Ильщкий В.Б. Проектирование технологической оснастки: [учебн. пос.] / В.Б. Ильщкий – Брянск : БИТМ, 1993. – 190 с.
4. Качество машин: Справочник: В 2 т. – Т. 1 / А.Г. Суслов, Э.Д. Браун и др. – М. : Машиностроение, 1995. – 256 с.
5. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71, 72, 73, 74, 75, 76. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 438 с.

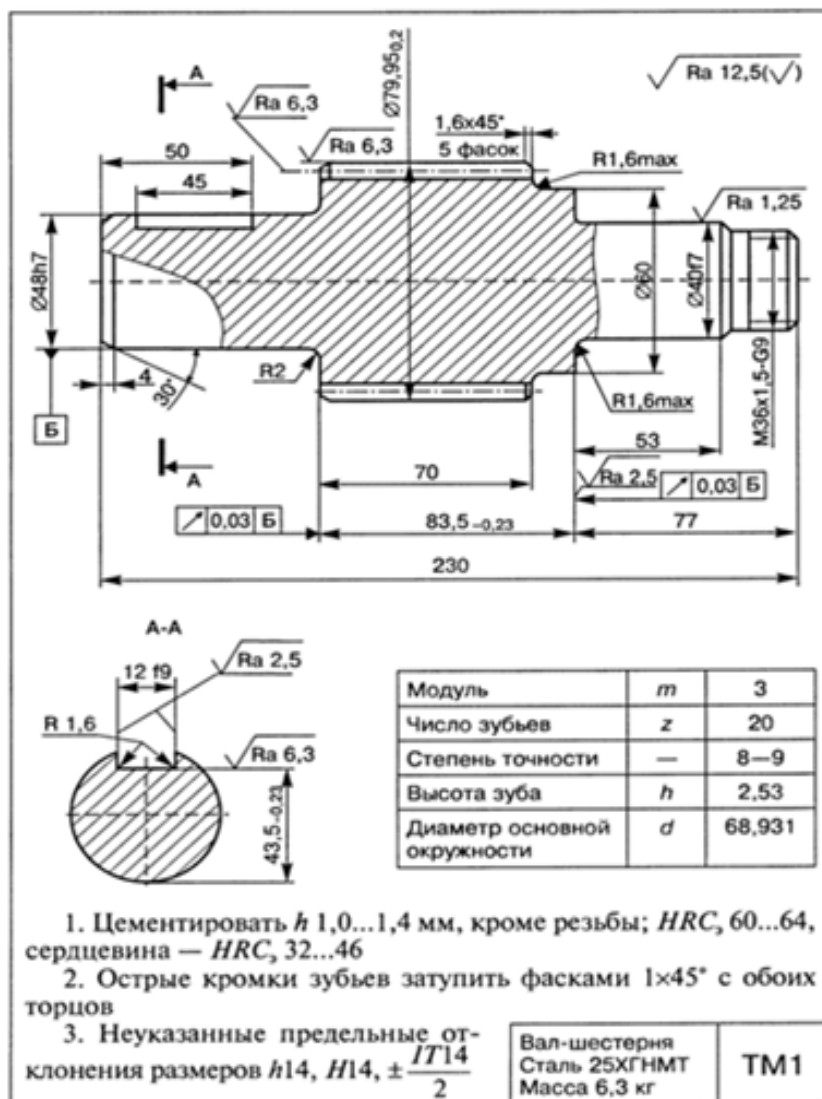
6. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения : учебник [для высших уч. зав.] – 3-е изд., стер. / И.М. Колесов – М. : Высш. шк., 2001. – 590 с.
7. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений / В. Корсаков – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с.
8. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков – М. : Машиностроение, 1976. – 288 с.
9. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения» / А.А. Маталин – Л. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
10. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов /М.П. Новиков – М. : Машиностроение, 1980. – 592 с.
11. Обработка металлов резанием : Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. ; Под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988. – 756 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках: среднесерийное и крупносерийное производство. – М. : Изд-во НИИтруда, 1984. – 460 с.
13. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч. 1. Нормативы времени. – М. : Экономика, 1990. – 207 с.
14. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках : Массовое производство. – М. : Экономика, 1988. – 366 с.

15. Прейскурант №18-01. Оптовые цены на станки металлорежущие : В 2 ч. – М. : Прейскурантиздат, 1981. Ч. 1. – 398 с; ч.2. – 384 с.
16. Прейскурант №18-05. Оптовые цены на инструмент и измерительные приборы. – М. : Прейскурантиздат, 1981. Ч. 1. – 555 с.
17. Прейскурант №25-01. Оптовые цены на отливки, поковки и горячие штамповки / Государственный комитет по ценам. – М. : Прейскурантиздат, 1990. – 189 с.
18. Проектирование технологических процессов в машиностроении: [учеб. пос/] / И.П. Филонов, Г.Я. Беляев, Л.М. Кожуро, В.И. Аверченков и др.; Под общ. ред. И.П. Филонова. – Минск: Технопринт, 2003. – 910 с.
19. Расчеты экономической эффективности новой техники / Под ред. К.М. Великанова. – Л.; Машиностроение, 1990. – 432 с.
20. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: [учеб. пос. для машиностроительных высш. уч. зав.] / В.И. Аверченков, О.А. Горленко, В.Б. Ильицкий, А.Г. Суслов и др.; Под общ. ред. О.А. Горленко. – М. : Машиностроение, 1988. – 192 с.
21. Справочник нормировщика-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. Е.М. Стружестраха. – М. : ГОСИздат, 1961. – Т.2. – 892 с.
22. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т. 1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – М. : Машиностроение-1, 2001. – 914 с.
23. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. – Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение-1, 2001. - 949 с.
24. Станочные приспособления: Справочник / Под ред. Б.Н. Вардашкина. Т.1. – М. : Машиностроение, 1984. – 592 с.

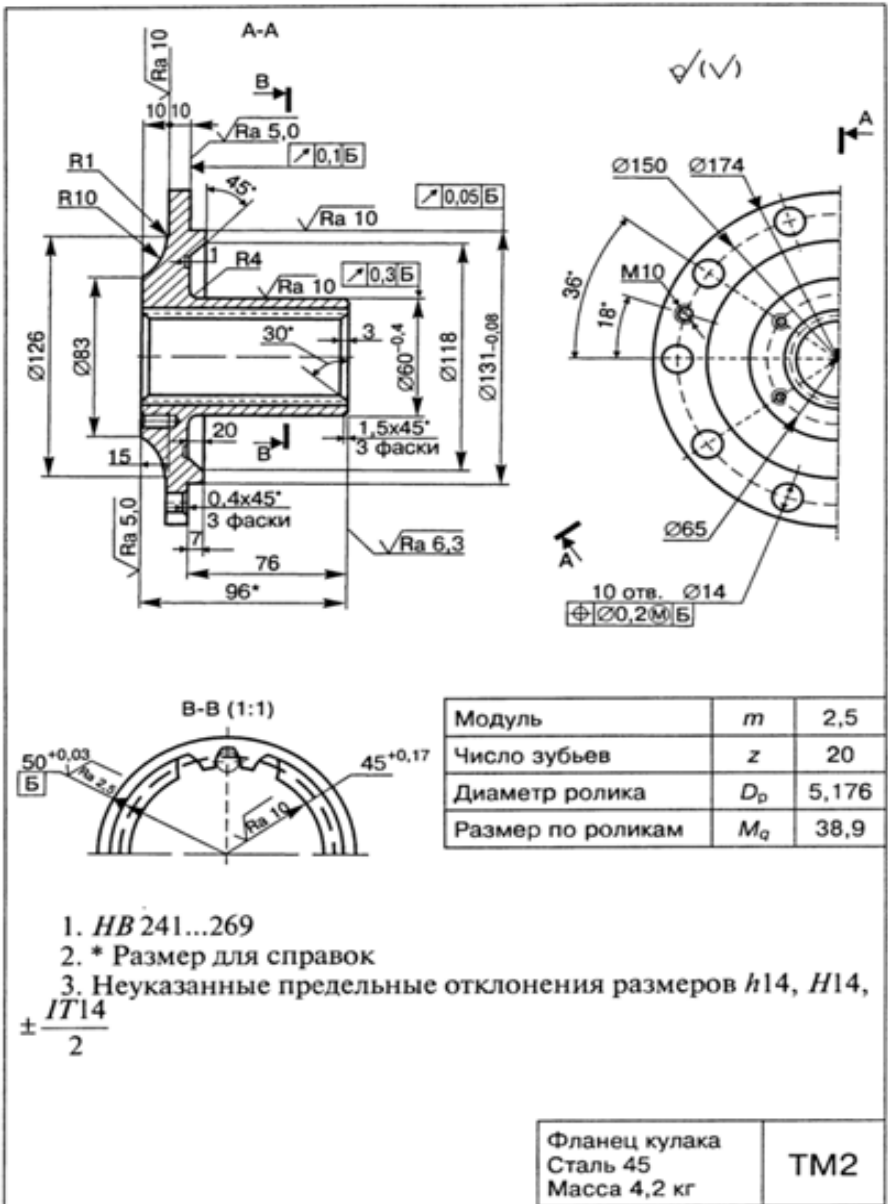
25. Суслов А.Г., Дольский А.М. Научные основы технологии машиностроения: Науч. моногр. / А.Г. Суслов, А.М. Дольский – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
26. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 255 с.
27. Технологичность конструкций изделий : Справочник / Под ред. Ю.Д. Амирова. – М. : Машиностроение, 1985. – 367 с.
28. Технология машиностроения (специальная часть): [учебник для машиностроительных специальностей высш. уч. зав.] / А.А. Гусев, И.М. Колесов и др. – М. : Машиностроение, 1986. – 480 с.
29. Технология машиностроения: [учебник] / А.Г. Суслов. – М. : Машиностроение, 2004. – 400 с.

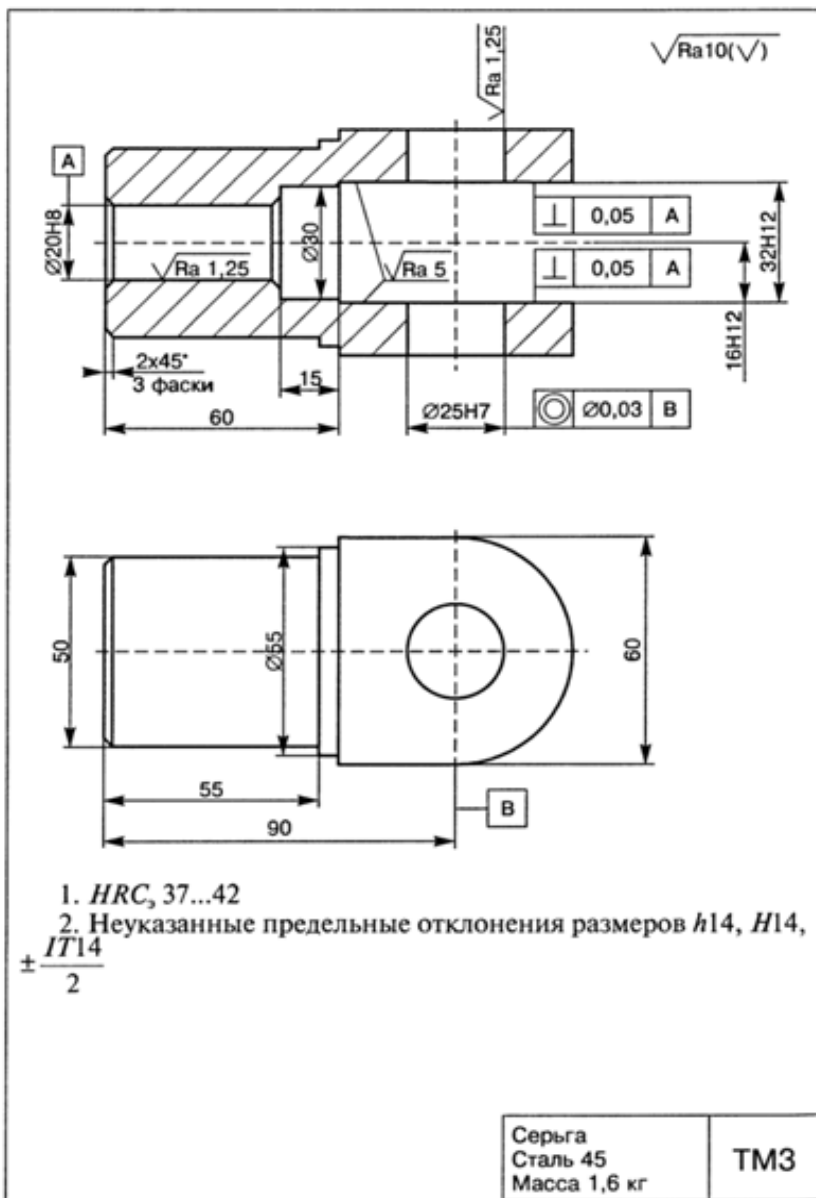
Додаток А 1

Вихідні дані до завдань

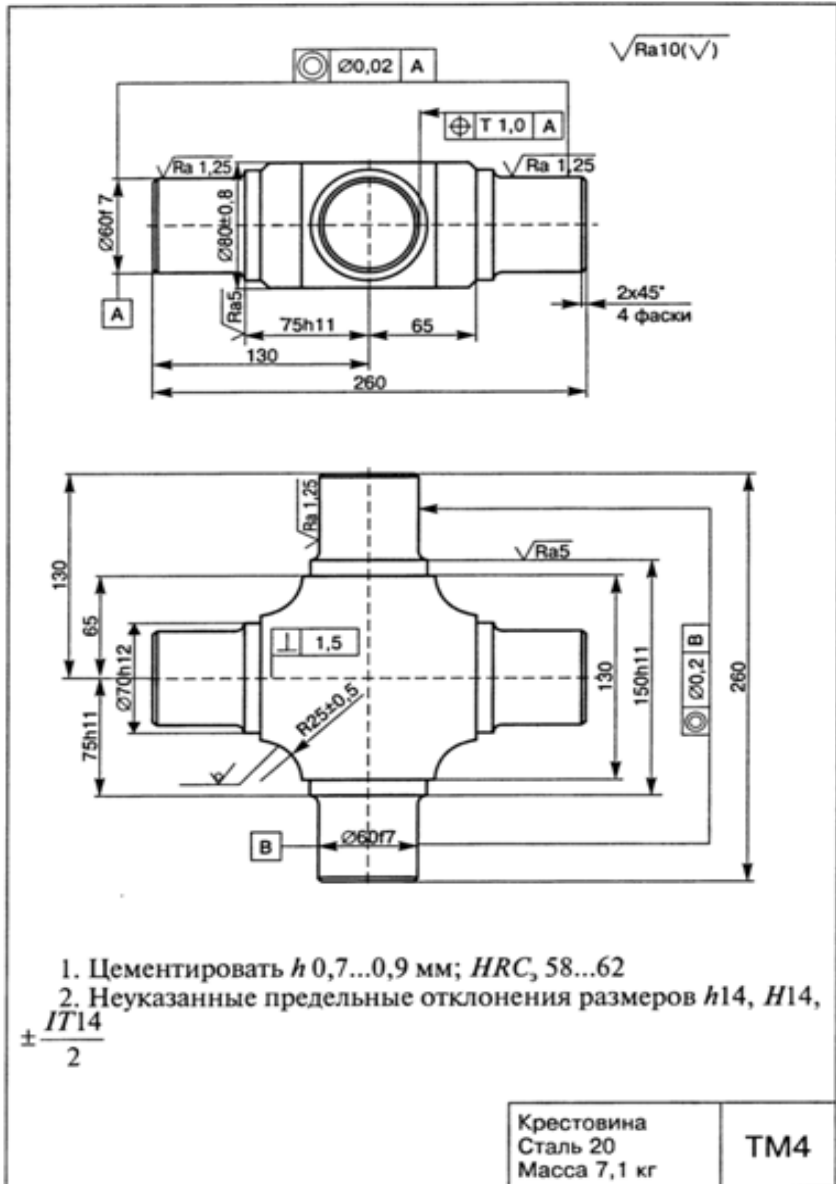


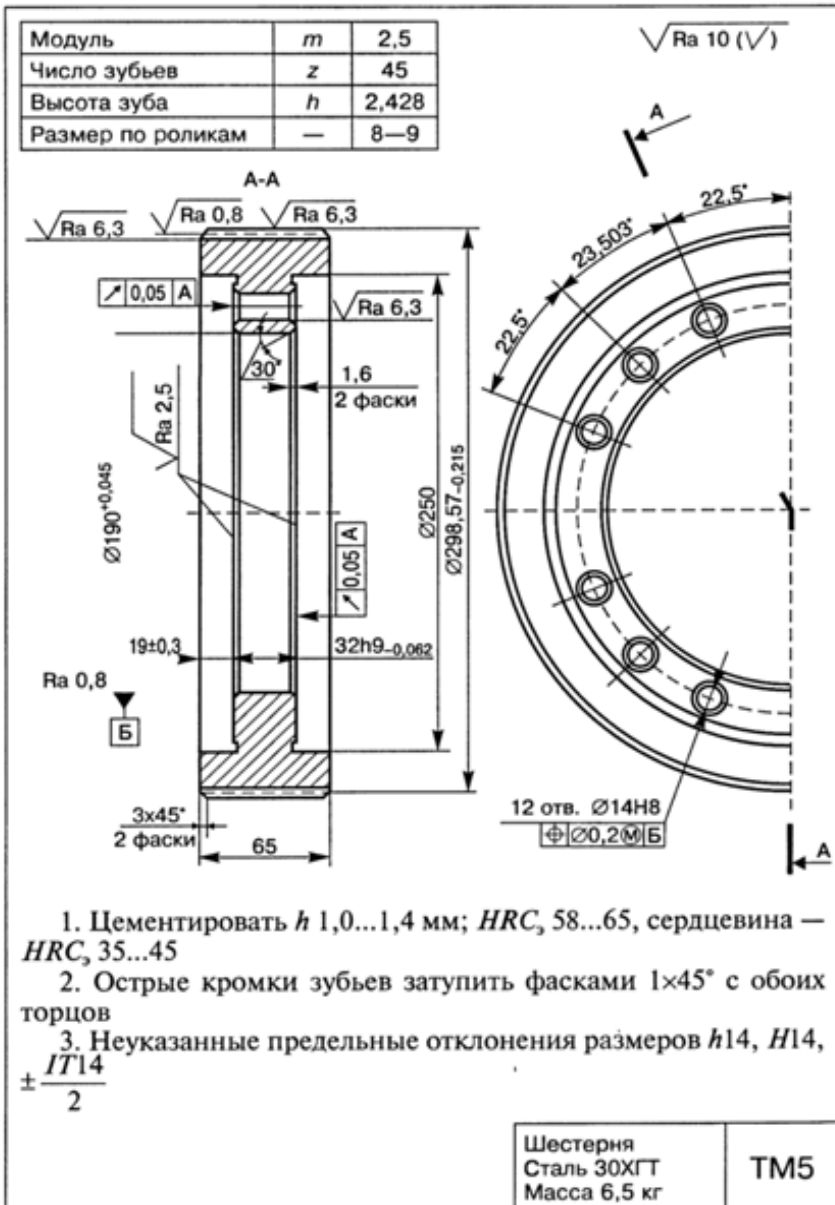
Додаток А2

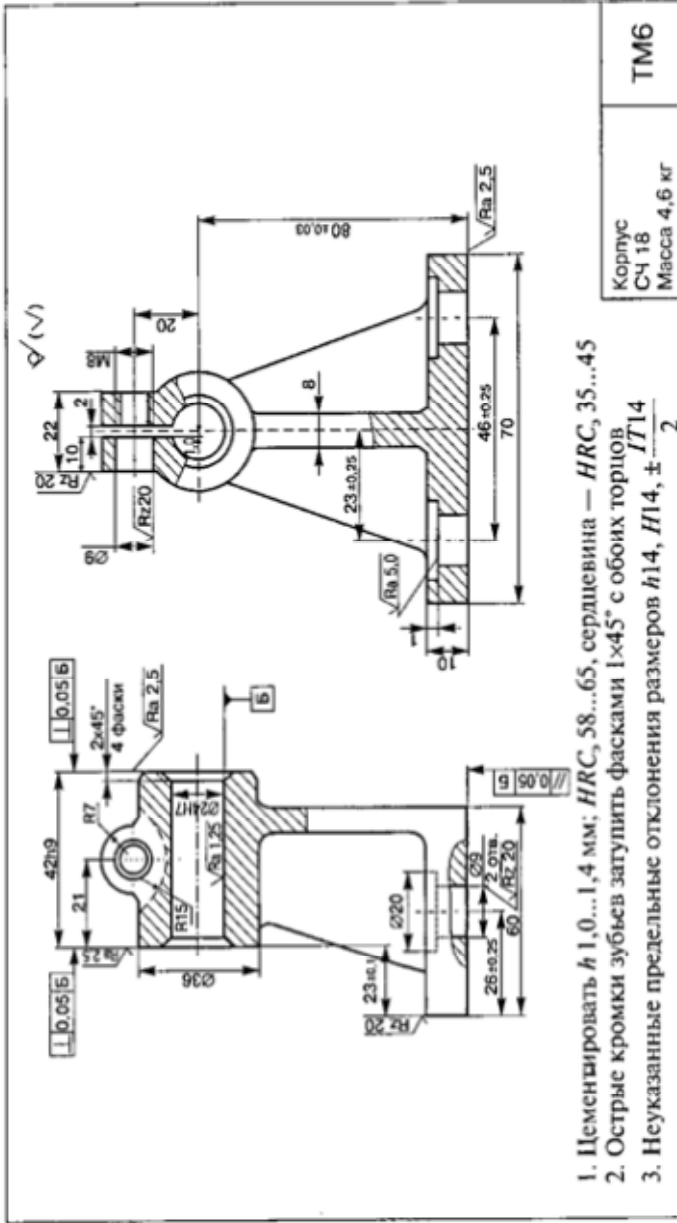




Додаток А4

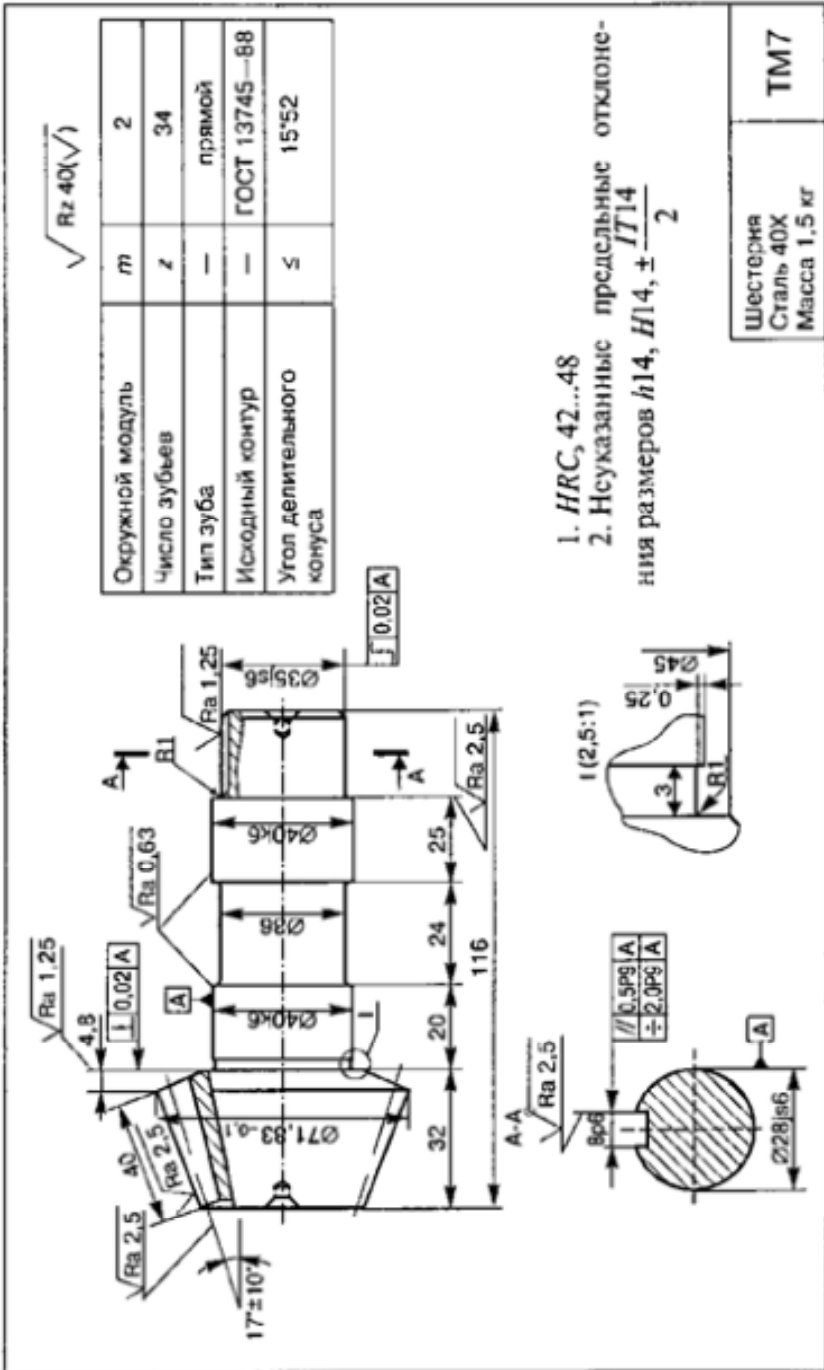


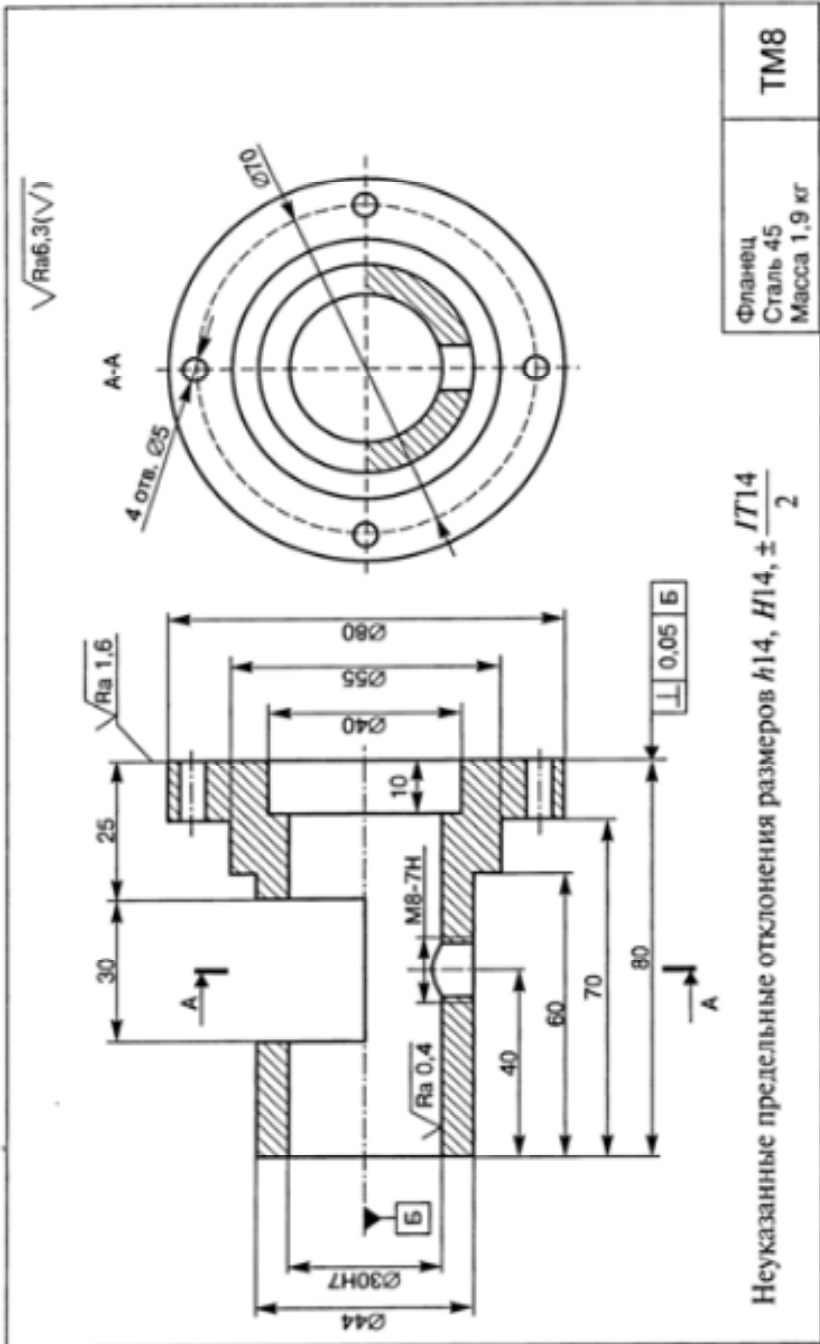




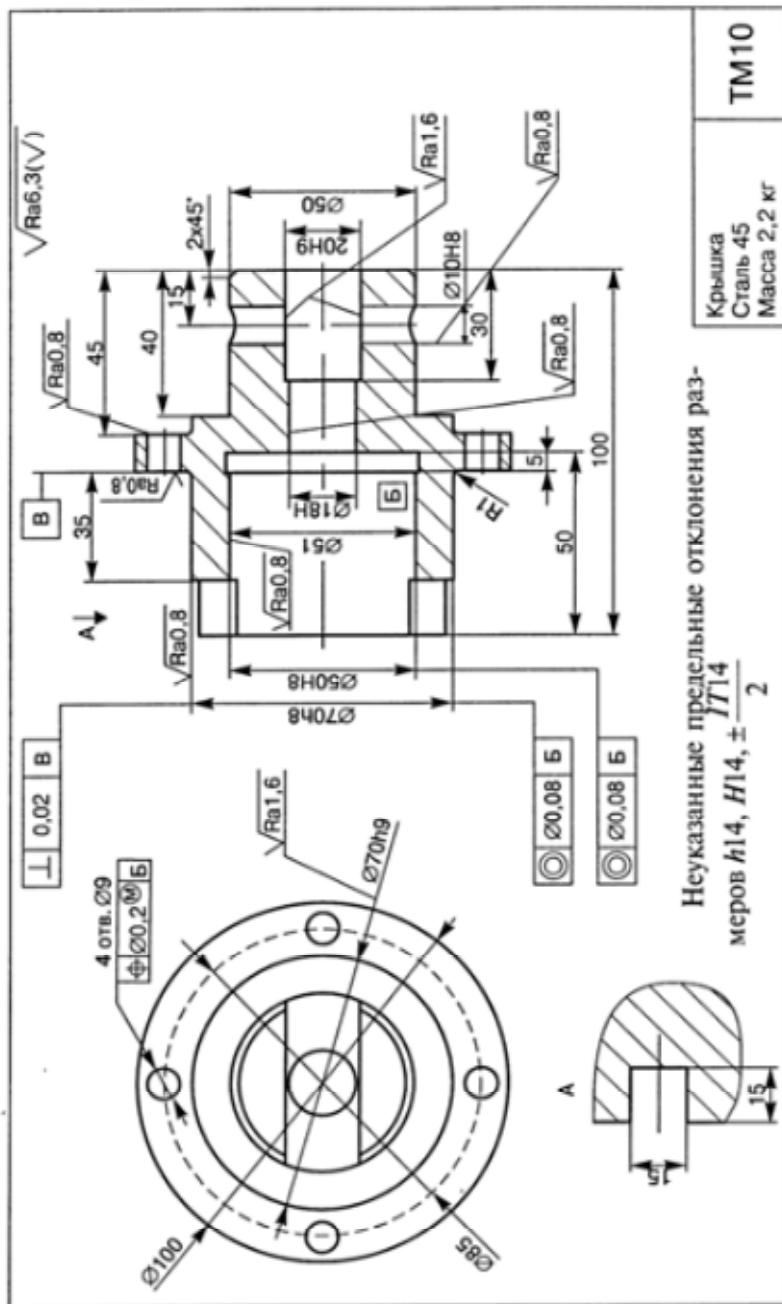
1. Цементувати h 1,0...1,4 мм; HRC , 58...65, серцевина — HRC , 35...45
2. Острые кромки зубьев затупить фасками $1 \times 45^\circ$ с обоих торцов $IT14$
3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm \frac{1}{2}$

Корпус СЧ 18 Масса 4,6 кг	ТМ6
---------------------------------	-----





Додаток А10



Додаток Б1

Допуски (мм) для розмірів до 500 мм

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
До 3	0,004	0,006	0,010	0,014	0,025	0,04	0,060	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
Свыше 3 до 6	0,005	0,006	0,012	0,018	0,030	0,048	0,075	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75
" 6 " 10	0,006	0,009	0,015	0,022	0,036	0,058	0,090	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9
" 10 " 18	0,008	0,011	0,018	0,027	0,043	0,070	0,11	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1
" 18 " 30	0,009	0,013	0,021	0,033	0,052	0,084	0,13	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3
" 30 " 50	0,011	0,016	0,025	0,039	0,062	0,1	0,16	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6
" 50 " 80	0,013	0,019	0,030	0,046	0,074	0,12	0,19	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9
" 80 " 120	0,015	0,022	0,035	0,054	0,087	0,14	0,22	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2
" 120 " 180	0,018	0,025	0,040	0,063	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5
" 180 " 250	0,020	0,029	0,046	0,072	0,115	0,185	0,29	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9
" 250 " 315	0,023	0,032	0,052	0,081	0,13	0,21	0,32	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2
" 315 " 400	0,025	0,036	0,057	0,089	0,14	0,23	0,36	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6
" 400 " 500	0,027	0,040	0,063	0,097	0,155	0,25	0,4	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0

Додаток Б2

Допуски на розміри по ГОСТ 25346-82

Розм мм, до	Допуск Td, мкм							Допуск Td, мм					
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
10	9	15	22	36	58	90	150	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	3,6
18	11	18	27	43	70	110	180	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	4,3
30	13	21	33	52	84	130	210	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	5,2
50	16	25	39	62	100	160	250	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	6,2
80	19	30	46	74	120	190	300	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	7,4
120	22	35	54	87	140	220	350	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	8,7
180	25	40	63	100	160	250	400	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	10,0
250	29	46	72	115	185	290	460	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	11,5
315	32	52	81	130	210	320	520	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	13,0
400	36	57	89	140	230	360	570	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	14,0
500	40	63	97	155	250	400	630	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	05,5
630	44	70	110	175	280	440	700	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0	17,5
800	50	80	125	200	320	500	800	1,25	2,0	3,2	5	8,0	20,0
1000	56	90	140	230	360	560	900	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0	23,0

Додаток Б3

Допуски площинної і прямолінійності

Інтервали номінальних розмірів, мм	міра точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
≤ 10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	0,06	0,1	0,16	0,25
>10 ≤ 16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
> 16 ≤ 25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
> 25 ≤ 40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
> 40 ≤ 63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
> 63 ≤ 100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
> 100 ≤ 160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
> 160 ≤ 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
> 250 ≤ 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
> 400 ≤ 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
> 630 ≤ 1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
> 1000 ≤ 1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
> 1600 ≤ 2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
> 2500 ≤ 4000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
> 4000 ≤ 6300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
> 6300 ≤ 10000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8

Додаток Б4

**Допуски циліндрічності, круглості, профілю
подовжнього перетину**

Інтервали номінальних розмірів, мм	міра точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
≤ 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
> 3 ≤ 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
> 10 ≤ 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
> 18 ≤ 30	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
> 30 ≤ 50	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
> 50 ≤ 120	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
> 120 ≤ 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
> 250 ≤ 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
> 400 ≤ 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
> 630 ≤ 1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
> 1000 ≤ 1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
> 1600 ≤ 2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4

Додаток Б5

**Допуски паралельність, перпендикулярності, нахилу,
торцевого і повного торцевого биття**

Інтервали номінальних розмірів, мм	міра точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
≤ 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
>10 ≤ 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
> 16 ≤ 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
> 25 ≤ 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
> 40 ≤ 63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
> 63 ≤ 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
> 100 ≤ 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
> 160 ≤ 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
> 250 ≤ 400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
> 400 ≤ 630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
> 630 ≤ 1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
> 1000 ≤ 1600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
> 1600 ≤ 2500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
> 2500 ≤ 4000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
> 4000 ≤ 6300	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10
> 6300 ≤ 10000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3	5	8	12

Додаток Бб

Допуски радіального биття і повного радіального биття

Інтервали номінальних розмірів, мм	міра точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
≤ 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	12	0,2	0,3	0,5	0,8
$> 3 \leq 10$	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
$> 10 \leq 18$	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
$> 18 \leq 30$	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
$> 30 \leq 50$	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
$> 50 \leq 120$	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
$> 120 \leq 250$	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
$> 250 \leq 400$	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
$> 400 \leq 630$	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
$> 630 \leq 1000$	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
$> 1000 \leq 1600$	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
$> 1600 \leq 2500$	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10

Примітка. При призначенні допусків радіального бієнія і повного радіального биття під номінальним розміром розуміється номінальний діаметр даної поверхні.

Додаток Б7

Допуски співвісності, симетричності і пересічення осей у вираженні радіусу

Інтервали номінальних розмірів, мм	міра точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
≤ 3	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
> 3 ≤ 10	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
> 10 ≤ 18	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
> 18 ≤ 30	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
> 30 ≤ 50	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
> 50 ≤ 120	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
> 120 ≤ 250	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
> 250 ≤ 400	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
> 400 ≤ 630	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
> 630 ≤ 1000	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
> 1000 ≤ 1600	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
> 1600 ≤ 2500	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5

Примітка. Під номінальним розміром розуміється номінальний діаметр даної поверхні обертання або номінальний розмір між поверхнями, створюючими даний симетричний елемент. Якщо база не вказується, то допуск визначається по елементу з великим розміром.

Додаток В

Кривизна профілю сортового прокату (мкм на 1мм)

Точність прокату	Довжина прокату, мм				
	До 120	Вище120 до 180	Вище180 до 315	Вище315 до 400	Вище 400 до 500
Звичайна	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Підвищена	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Висока	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Додаток Г

Відхилення від співісної Δсм (мм) елементів, що штамуються в різних половинах штампу, для поковок типа валів різної точності

Маса штамповки, кг			Точність штамповки			
			на молотах		на пресах	
			пovyшен-ная	нормаль-ная	пovyшен-ная	нормаль-ная
До 0,25			0,30	0,4	0,20	0,3
Свыше	0,25 до	0,63	0,35	0,5	0,25	0,4
"	0,63 "	1,60	0,40	0,6	0,30	0,5
"	1,60 "	2,50	0,45	0,8	0,35	0,6
"	2,50 "	4,00	0,50	1,0	0,40	0,7
"	4,00 "	6,30	0,63	1,1	0,45	0,8
"	6,30 "	10	0,70	1,2	0,50	0,9
"	10 "	16	0,80	1,3	0,60	1,0
"	16 "	25	0,90	1,4	0,70	1,1
"	25 "	40	1,00	1,6	0,80	1,2
"	40 "	63	1,20	1,8	-	-
"	63 "	100	1,40	2,2	-	-
"	100 "	125	1,60	2,4	-	-
"	125 "	160	1,80	2,7	-	-
"	160 "	200	2,20	3,2	-	-

Додаток Д1

Кривизна Δk (мкм на 1 мм) для поковок

Вид обработки	Диаметр или размер, мм				
	до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 500
Ковка	3	2	1	0,8	0,6
Механическая обработка:					
обдирочная	1,5	1	0,5	0,4	0,3
черновая	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1
получистовая	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
После термообработки (закалка и правка)	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02

Додаток Д2

Кривизна Δk (мкм на 1 мм) для поковок типа валів

Диаметр поковки, мм	После			
	термообработки		штамповки	правки на прессах
	в печах	ТВЧ		
До 25	2,5	0,25	4	0,20
Свыше 25 до 50	1,5	0,75	3	0,15
" 50 " 80	1,5	0,75	2	0,12
" 80 " 120	1,0	0,5	1,8	0,10
" 120 " 180	1,0	0,5	1,6	0,08
" 180 " 260	—	—	1,4	0,06
" 260 " 360	—	—	1,2	—
" 360 " 500	—	—	1,0	—

Додаток Д3

Відхилення від концентричності отворів $\Delta_{\text{екс}}$ викривлення $\Delta_{\text{кор}}$ висадки поковок типа дисків і важелів, що отримуються на пресах, різній точності (у чисельнику - значення при підвищеній точності, в знаменнику - при нормальній точності))

Толщина поковок, мм	$\Delta_{\text{екс}}$, мм	$\Delta_{\text{кор}}$, мм
До 50	0,5/0,8	0,5/0,5
Свыше 50 до 120	0,63/1,4	0,5/0,5
" 120 " 180	0,80/2,0	0,5/0,7
" 180 " 260	1,00/2,8	0,6/0,9
" 260 " 360	1,50/3,2	0,7/1,0
" 360 " 500	2,50/3,6	0,8/1,1

Додаток Д4

Кривизна Δ_k (мкм на 1 мм) на горизонтально-кувальній машині

Длина стержня L, мм	Диаметр стержня d, мм				
	до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120
До 120	6	8	12	16	20
Свыше 120 до 180	4	6	8	12	16
" 180 " 500	2	4	4	6	6
" 500 " 1000	1	2	3	3	3

Додаток Д5

Зсув Δm (мм) осі фланця відносно стрижня при висадці його на горизонтально-кувальній машині

Высота фланца H , мм	Диаметр фланца, мм		
	до 50	свыше 50 до 120	свыше 120 до 260
До 18	0,25	0,25	0,50
Свыше 18 до 50	0,25	0,50	0,50
" 50 " 120	0,50	0,50	0,75
" 120 " 180	0,50	0,75	0,75

Додаток Д6

Відхилення від перпендикулярності Δk (мкм на 1 мм радіусу) торця фланця до осі поковки

Масса поковки, кг	При штамповке	
	на прессе	на ГКМ
До 0,25	0,2	0,3
Свыше 0,25 до 1,6	0,3	0,5
" 1,6 " 4	0,4	0,7
" 4 " 10	0,5	0,9
" 10 " 25	0,6	1,1
" 25 " 40	0,7	1,2

Додаток Д7

Кривизна поковки Δk після ковки на ВРКМ

Диаметр поковки, мм	Δ_k , мкм на 1 мм длины
До 60	2
Свыше 60	1

Додаток Є

Коефіцієнт уточнення K_u для відливань, поковок, штампованих заготовок і сортового прокату

Технологический переход	K_u
Однократное и черновое точение штампованных заготовок, заготовок из горячекатаного проката, предварительное шлифование проката	0,06
Получистовая обработка заготовок из проката, штампованных заготовок, рассверливание отверстий, смещение оси отверстия после черновой обработки	0,05
Чистовое точение заготовок из сортового проката обыкновенного качества, штампованных заготовок, после первого технологического перехода обработки литых заготовок, после чистового шлифования проката	0,04
Двукратное обтачивание калиброванного проката или двукратное шлифование заготовок после токарной обработки	0,02
Получистовая обработка (зенкерование и черновое развертывание отверстий)	0,005
Чистовая обработка — развертывание отверстий	0,002

Додаток Ж1

Якість поверхні Rz (мкм) сортового прокату

Диаметр проката, мм	Точность проката					
	высокая		повышенная		обычная	
	Rz	h	Rz	h	Rz	h
До 30	63	50	80	100	125	150
Свыше 30 до 80	100	75	125	150	160	250
" 80 " 180	125	100	160	200	200	300
" 180 " 250	200	200	250	300	320	400
Примечание: h — глубина дефектного слоя, мкм						

Додаток Ж2

Якість поверхні Rz (мкм) поперечно-гвинтового прокату

Диаметр проката, мм	Rz при точности проката		Глубина дефектного слоя h, мкм
	повышенной	нормальной	
До 10	63	100	100
Свыше 10 до 18	100	200	180
" 18 " 30	160	320	300
" 30 " 50	320	500	500
" 50 " 80	500	800	800
" 80 " 120	800	1250	1200
" 120 " 180	1250	1600	2000

Додаток 31
Точність і якість поверхні після відрізки сортового прокату

Способ отрезки	Квалитет	Rz + h, мкм
На ножницах	17	300
Приводными ножовками, дисковыми фрезами на фрезерных станках	14	200
Отрезными резцами на токарных станках, отрубка на прессах	13	200

Додаток 32
Точність і якість поверхні заготовок з прокату після механічної обробки

Способ обработки	Квалитет	Rz, мкм	h, мкм	
<i>Наружные поверхности</i>				
Обтачивание резцами проката повышенной и обычной точности:	обдирочное	14	125	120
	черновое	12	63	60
	чистовое и однократное	10, 11	32...20	30
	тонкое	7, 9	6,3...3,2	—

Способ обработки	Квалитет	Rz, мкм	h, мкм
Шлифование в центрах проката обычной точности; бесцентровое шлифование проката повышенной и высокой точности:			
черновое	8, 9	10	20
чистовое и однократное	7, 8	6,3	12
тонкое	5, 6	3,2...0,8	6...2
<i>Торцовые поверхности</i>			
Подрезание резцами на токарных станках; шлифование на кругло- и торцешлифовальных станках:			
черновое	12	50	50
однократное	11	32	30
чистовое	6	5...10	—

Додаток И1

Якість поверхні поковок Rz + h (мкм), що виготовляються куванням, при нормальній точності (у дужках - при підвищеній точності)

Наибольший размер поковки, мм	Пресс	Молот	Подкладные штампы
От 50 до 180	1000 (800)	1000	750
Свыше 180 до 500	1500 (1000)	1500	1250
" 500 " 1250	2000 (1500)	2000	1500
" 1250 " 3150	2500 (2000)	2500	—
" 3150 " 6300	3000 (2500)	3000	—
" 6300 " 10000	3500 (—)	3500	—

Додаток И2

Якість поверхні поковок, що виготовляються штампуванням

Припуск	Диаметр отверстия, в мм			
	11-18	19-30	31-50	51-80
Под зенкерование	0,5-0,8	1,0-1,5	1,6-1,8	3-4
Общий под черновое и чистовое развертывание	0,30	0,35	0,40	0,55

Масса поковки, кг	<i>Rz</i> , мкм	<i>h</i> , мкм
До 0,25	80	150
Свыше 0,25 до 4	160	200
" 4 " 25	200	250
" 25 " 40	250	300
" 40 " 100	320	350
" 100 " 200	400	400

Додаток К

Средне значения припусков на диаметр, що знімаються зенкерами і розгортками, в мм

Под черновое развертывание	0,25	0,25	0,30	0,40
Под чистовое развертывание	0,05	0,10	0,10	0,15

Додаток Л1

Точність і якість поверхні поковок після механічної обробки, що отримуються куванням на пресах і в підкладних штампах

Способ обработки	Квалитет	Rz, мкм	h, мкм
Точение резцами, фрезерование:			
обдирочное	17	1250	350
черновое	15, 16	250	240
получистовое	12...14	125	120
чистовое	10, 11	40	40
тонкое	6, 7	5	5
Шлифование:			
обдирочное	14, 15	20	20
черновое	10	15	15
чистовое	6, 7	5	5
тонкое	5, 6	2,5	5

Додаток Л2

Точність і якість поверхні штампованих поковок після механічної обробки

Деталь	Способ обработки	Качитет	Rz, мкм	h, мкм	
Бал ступенчатый	Обтачивание наружных поверхностей:	обдирочное	11, 12	32	30
		черновое	12	50	50
		чистовое	11	25	25
		тонкое	7...9	5	5
	Подрезание торцовых поверхностей:	черновое	12	50	50
		чистовое	11	32	30
		однократное	14	100	100
	Шлифование:	однократное	7...9	5	10
		черновое	8, 9	10	20
		чистовое	6, 7	5	15
		тонкое	5, 6	2,5	5

Деталь	Способ обработки	Качитет	Rz, мкм	h, мкм	
Диск	Обтачивание наружных поверхностей:	однократное	10...12	32	30
		черновое	14	100	100
		чистовое	12	50	50
		получистовое	10, 11	25	25
	Подрезание торцовых поверхностей:	черновое	12	32	50
		чистовое	10, 11	25	25
	Шлифование:	однократное	7...9	5	10
		черновое	8, 9	10	20
		чистовое	6, 7	5	15
тонкое		5, 6	2,5	5	
Рычаг (плоскости, параллельные оси детали, и плоскости разъема головок)	Фрезерование:	однократное	10...12	32	30
		черновое	14	100	100
		получистовое	12	50	50
	Протитинание:	чистовое	11	10	15
		однократное	10	5	10
	Шлифование:	однократное	7...9	5	10
		черновое	8, 9	10	20
чистовое		6, 7	5	15	
тонкое		5, 6	2,5	5	
Стержень	Обтачивание:				
	черновое	12	50	50	
чистовое	11	25	25		

Додаток ЛЗ

**Точність і якість поверхні після механічної обробки
відливань**

Обработка	Квалитет	Rz, мкм	h, мкм
<i>Отливка</i>			
Обдирка	17, 16	320	320
Черновая	15, 14	240	240
Получистовая	14...12	100	100
Чистовая	11, 10	20	20

Обработка	Квалитет	Rz, мкм	h, мкм
<i>Точение, фрезерование, строгание, литье в кокиль и центробежное литье</i>			
Однократная	11	25	25
Черновая	12	80	50
Чистовая	10	20	20
Тонкая	7...9	5	5
<i>Литье в оболочковые формы</i>			
Однократная	10, 11	25	25
Черновая	11	80	80
Чистовая	10	20	20
Тонкая	7...9	5	5
<i>Литье по выплавляемым моделям</i>			
Однократная	10	15	20
Тонкая	7...9	2,5	5
<i>Шлифование отливок, получаемых различными способами</i>			
Однократная	7	5	10
Черновая	8, 9	10	20
Чистовая	6...8	5	15
Тонкая	5, 6	0,63	—

Додаток М
Паспортні дані металоріжучих верстатів

Токарно-гвинторізний верстат 16К20

Висота центрів, мм	-	215
Відстань між центрами, мм	-	до 2000.
Потужність двигуна,		$N_0=10$ кВт
КПД станка		$\eta=0,75$.

Частота обертання шпинделя, об/мин: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Подовжні подачі, мм/об: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,36; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечні подачі, мм/об: 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4.

Максимальна осьова сила різання, що допускається механізмом подачі. $P_x=600$ кгс \approx 6000 Н.

Вертикально-фрезерний верстат 6В12

Площа робочої поверхні столу	320x1250 мм.
Потужність двигуна,	$N_0=7,5$ кВт
КПД станка	$\eta=0,8$.

Частота обертання шпинделя, об/мин: 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Подачі столу подовжні і поперечні, мм/мин: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250.

Подачі столу вертикальні, мм/мин: 8; 10; 13,3; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400.

Горизонтально-фрезерний верстат 6P82Г

Потужність, частота обертання і подачі такі ж, як у верстата 6P12.

Зубофрезерний верстат 53A50

Найбільший зовнішній діаметр нарізованого колеса, мм – 500.

Найбільший модуль нарізованого колеса, мм – 8.

Потужність двигуна, $N_d=8$ кВт

КПД станка $\eta=0,65$.

Частота обертання шпинделя, об/мін: 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 240; 315; 405.

Вертикальні подачі супорта (фрези) за один зворот заготовки, мм/об: 0,75; 0,92; 1,1; 1,4; 1,7; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,1; 3,4; 3,7; 4,0; 5,1; 6,2; 7,5.

Радіальні подачі, мм/об: 0,22; 0,27; 0,33; 0,4; 0,48; 0,55; 0,66; 0,75; 0,84; 1,0; 1,2; 1,53; 1,8; 2,25.

Зубодолбежний верстат 5122

Найбільший зовнішній діаметр нарізованого колеса, мм – 200.

Найбільший модуль нарізованого колеса, мм – 5.

Потужність двигуна, $N_d=3$ кВт.

КПД станка $\eta=0,65$.

Число подвійних ходів долбяка в 1 мін: 200; 280; 305; 400; 430; 560; 615; 850.

Кругові подачі за один подвійний хід долбяка, мм/дв.ход: 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6.

Радіальні подачі, мм/дв.ход: 0,006; 0,009; 0,013; 0,036; 0,051; 0,072; 0,15.

Круглошліфовальний верстат 3М131

Найбільший діаметр шліфованої заготовки, мм – 280.

Найбільша довжина заготовки, мм – 700.

Потужність двигуна шліфувальної бабки $N_{\delta}=7,5$ кВт.

КПД станка $\eta=0,8$.

Частота обертання круга, об/мин: 1112 и 1285.

Частота обертання оброблюваної заготовки регулюється безступінчато, об/мин: 40÷400.

Швидкість подовжнього ходу столу регулюється безступінчато, об/мин: 50÷5000.

Періодична поперечна подача шліфувального круга регулюється безступінчато, мм/ход.стола: 0,002÷0,1.

Безперервна подача для врізного шліфування, мм/мин: 0,1÷4,5.

Розміри шліфувального круга (нового) $D_k=600$ мм, $B_k=63$ мм.

Внутрішньошліфовальний верстат 3К228В

Найбільший діаметр шліфованого отвору, мм – 200.

Найбільша довжина шліфованої поверхні, мм – 200.

Потужність двигуна шліфувального шпинделя $N_{\delta}=5,5$ кВт.

КПД верстата $\eta=0,85$.

Частота обертання оброблюваної заготовки регулюється безступінчато, об/мин: 100÷600.

Частота обертання шліфувального круга, об/мин: 4500; 6000; 9000; 13000.

Швидкість подовжнього ходу шліфувальної бабки регулюється безступінчато, об/мин: 1÷7.

Поперечна подача шліфувального круга, мм/ход: 0,001; 0,002; 0,003; 0,004; 0,005; 0,006.

Найбільші розміри шліфувального круга $D_k=175$ мм, $B_k=63$ мм.

Плоскошліфувальний верстат 3П722

Розмір столу 320x1250 мм.

Потужність двигуна $N_d=15$ кВт.

КПД станка $\eta=0,85$.

Частота обертання шліфувального круга, об/мин: 1500.

Швидкість руху столу – регулюється безступінчато, м/мин: $3\div 45$.

Поперечна подача шліфувальної бабки – регулюється безступінчато, мм/ход: $2\div 48$.

Вертикальна подача круга, мм, на реверс шліфувальної бабки: 0,004; 0,005; 0,01; 0,015; 0,02; 0,025; 0,03; 0,035; 0,04; 0,045; 0,05; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,075; 0,08; 0,085; 0,09; 0,095; 0,1.

Розмір шліфувального круга (нового) $D_k=450$ мм, $B_k=80$ мм.

Горизонтально-протяжною верстат 7А510

Номінальна тягова сила, $H=100000$.

Довжина робочого ходу, мм – 1250.

Висота планшайби, $l_{пл}=70$ мм.

Товщина фланця, планшайби, $l_a=50$ мм.

Товщина столу верстата $l_c=70$ мм.

Вертикально-свердлувальний верстат 2Н135

Потужність двигуна $N_d=4,5$ кВт.

КПД верстата $\eta=0,8$.

Частота обертання шпинделя, об/мин: 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1440.

Подачі, мм/об: 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6.

Максимальна осьова сила різання, що допускається механізмом подачі верстата

Скібіна О.В. Посібник призначено для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями „бакалавр” та „спеціаліст” всіх форм навчання.

Навчально-методичний посібник до практичних занять з дисципліни „Основи технології машинобудування” містить короткі теоретичні відомості; загальні рекомендації до виконання індивідуального завдання; індивідуальні завдання для кожної з тем дисципліни, список рекомендованої літератури.

Ключові слова: машинобудування, виробництво, заготовка, виробничий процес, технологічний процес, бази, проектування.

Скибина Е.В. Пособие предназначено для студентов, которые учатся по образовательно-квалификационным уровням "бакалавр" и "специалист" всех форм обучения.

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине "Основы технологии машиностроения" содержит короткие теоретические сведения; общие рекомендации к выполнению индивидуального задания; индивидуальные задания для каждой из тем дисциплины, список рекомендованной литературы.

Ключевые слова: машиностроение, производство, заготовка, производственный процесс, технологический процесс, базы, проектирование.

Skibina E.V. Manual is intended for students which study on educational-qualifying levels "bachelor" and "specialist" of all forms of teaching.

An учебно-методическое manual to practical employments on discipline of "Basis of technology of engineer" contains short theoretical information; general recommendations to the individual job processing; individual tasks for each of themes of discipline, list of the recommended literature.

Key words: engineer, production, purveyance, production process, technological process, bases, planning.

Навчально-методичне видання

СКІБІНА Олена Володимирівна

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ

*Навчально-методичний посібник
до практичних занять з курсу
для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними
рівнями „бакалавр” та „спеціаліст”
за спеціальністю – „Професійна освіта”
(профіль підготовки „Транспорт”; „Технологічна або
обслуговуюча праця та основи інформатики”)*

За редакцією автора
Комп’ютерне макетування – О. В. Скібіна

Здано до склад. 16.12.2013 р. Підп. до друку 15.01.2014 р.
Формат 60x84 1/16. Папір офсет. Гарнітура Times New Roman.
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 7,56. Наклад 300 прим. Зам № 2.

Видавець і виготовлювач
Видавництво Державного закладу
„Луганський національний університет імені Тараса Шевченка”
вул. Оборонна, 2, м. Луганськ, 91011. Т/ф: (0642) 58-03-20.
e-mail: alma-mater@list.ru
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК 3459 від 09.04.2009 р.