

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Технології машинобудування

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
МАШИНОБУДУВАННЯ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

для студентів напрямку
6.050503 «Машинобудування»
спеціальності «Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»

Кіровоград 2015 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Технології машинобудування

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
МАШИНОБУДУВАННЯ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

для студентів напрямку
6.050503 «Машинобудування»
спеціальності «Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»

Ухвалено на засіданні кафедри
технології машинобудування
Протокол № 12 від 4.03.2015р.

Кіровоград 2015 р.

Технологічні основи машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності 6.050503 «Машинобудування» / Укл.: проф., д.т.н. Павленко І.І., доц., к.т.н. Артюхов А.М., викл. Сторожук М.О. – Кіровоград: КНТУ, 2015 –44с.

Рецензент: доц., к.т.н. Васильковський О.М.

Методичні вказівки визначають зміст та структуру курсового проекту, визначають послідовність і обсяг розробки кожного розділу та літературу для використання. Курсовий проект з технологічних основ машинобудування є самостійною роботою студентів, яка дозволяє закріпити теоретичні знання по даній дисципліні та допомагає набути практичні навички для їх застосування при розробці технологічних процесів механічної обробки деталей сільськогосподарських машин.

Тема курсового проекту – розробка технологічного процесу механічної обробки деталі середньої складності, яка має 6...8 оброблюваних поверхонь, в тому числі 1...2 поверхні не менше 7...9 квалітетів точності при виготовленні в умовах серійного типу виробництва.

Вихідні дані до проекту:

- робоче креслення деталі (за матеріалами практики на машинобудівному виробництві, або видається керівником проекту);
- технічні вимоги на деталь;
- річна програма випуску деталі.

Курсовий проект включає в себе пояснювальну записку об'ємом 25...30 сторінок та графічну частину (3 аркуші формату А1).

В графічній частині проекту відображаються схеми механічної обробки на різні основні операції. Зміст графічної частини визначається керівником проекту.

Структура пояснювальної записки:

- титульний лист (додаток 1);
- завдання на проект (додаток 2);
- відомість проекту (приклад в додатку 3);
- анотація (за вимогами керівника проекту);

- зміст із зазначенням сторінок;
- вступ;
- розділи пояснювальної записки;
- висновки;
- список літератури.

Зміст розділів пояснювальної записки:

1. Характеристика конструктивних та експлуатаційних параметрів деталі.
2. Визначення типу виробництва.
3. Аналіз точності та технологічності деталі.
4. Вибір заготовки та методу її виготовлення.
5. Вибір методів обробки поверхонь деталі.
6. Розробка технологічного маршруту обробки деталі.
7. Вибір технологічних баз.
8. Розробка структури та змісту технологічних операцій.
9. Вибір металорізальних верстатів.
10. Вибір затискних пристроїв.
11. Вибір різальних інструментів.
12. Вибір вимірювальних інструментів та пристроїв.
13. Розрахунок припусків на механічну обробку.
14. Визначення режимів різання.
15. Технічне нормування операцій.
16. Контрольний пристрій (за вказівкою керівника проекту).

Відповіді на питання пояснювальної записки повинні бути чіткими, без суперечливих тлумачень, зайвих подробиць та загальновідомих пояснень. Кожний пункт повинен починатися із стислої постановки задачі, містити методику її вирішення з конкретними числовими результатами та логічними висновками.

1. Характеристика конструктивних та експлуатаційних параметрів деталі

На підставі вихідних даних до виконання курсового проекту необхідно сформулювати службове призначення виробу, до якого входить задана деталь, умови її експлуатації. Описати конструкцію деталі та її призначення у вузлі, уточнити характер силового та швидкісного впливу на неї, визначити основні поверхні і вплив їх взаємного розташування, а також функції, які виконують ці поверхні.

2. Визначення типу виробництва

При проектуванні технологічного процесу на конкретну деталь тип виробництва визначається орієнтовно в залежності від заданого об'єму випуску та маси деталі. Основні показники для визначення типу виробництва представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Показники для визначення типу виробництва

Тип виробництва	Річний випуск деталей одного найменування, штук		
	легкі (до 20 кг)	середні (20-300 кг)	важкі (>300 кг)
одиничне	до 100	до 10	1-5
дрібносерійне	101-500	11-200	6-100
середньосерійне	501-5000	201-1000	101-300
крупносерійне	5001-50000	1001-5000	301-1000
масове	> 50000	> 5000	> 1000

Необхідно навести стислу характеристику вибраного типу виробництва [5].

3. Аналіз точності та технологічності деталі

Аналіз точності та технологічності деталі здійснюється з метою виявлення недоліків конструкції за відомостями, які містяться в кресленнях і технічних вимогах, а також можливе покращення технологічності конструкції, що розглядається.

Такий аналіз конструкції деталі надає можливість для покращення техніко-економічних показників при проектуванні технологічного процесу механічної обробки. Задля вирішення такого завдання робоче креслення оброблюваної деталі повинно містити всі необхідні відомості, які дають повне уявлення про деталь, тобто всі проєкції, розрізи, які однозначно пояснюють її конфігурацію і можливі способи отримання заготовки. На кресленні повинні бути указані всі розміри з необхідними відхиленнями, потрібна шорсткість оброблених поверхонь, допустимі відхилення від правильної геометричної форми, а також взаємного розташування поверхонь. Креслення повинно містити відомості про матеріал деталі, термічну обробку, масу деталі, тощо. Критичний аналіз точності та технологічності виготовлення заданої деталі виконується як правило за допомогою розмірного аналізу збірної одиниці, до якої вона входить складовою частиною. Якщо виконати розмірний аналіз складальної одиниці неможливо (через відсутність вузла, складального креслення з нанесенням всіх розмірів), то обґрунтування вимог точності виготовлення деталі та її конструктивних параметрів виконується шляхом обґрунтування та пояснення тих задач по забезпеченню точності складання виробу, в вирішенні яких приймає участь той чи інший розмірний параметр деталі.

Для виконання аналізу точності та технологічності деталі виконується ескіз заданої деталі з нумерацією всіх основних поверхонь, що підлягають механічній обробці. Приклад виконання представлено на рис.1

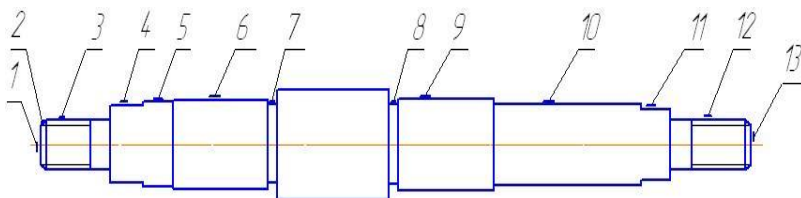


Рис.1. Оброблювані поверхні вісі

Аналіз точності деталі виконується за такими параметрами:

- достатність, правильність та однозначність заданих вимог точності, відповідність діючим стандартам (якщо розмірів недостатньо, задані некоректно, задані без відповідності діючим стандартам, або їх кількість недостатня, необхідно ці недоліки виправити і дати обґрунтування в поясненні);
- відповідність розмірів деталі переважному ряду чисел, відхилень – допустимим стандартам;
- відповідність заданих точності розмірів та шорсткості поверхонь;
- прийнятий спосіб постановки розмірів на кресленні деталі, чи виходить він з службового призначення деталі в складальній одиниці, чи допускає використання

стандартного різального та вимірювального інструменту, спрощує чи ускладнює налагодження верстатів при обробці.

Для цього слід визначити параметри точності поверхонь деталі та скласти таблицю 2 (на прикладі деталі-вісь рис.1)

Таблиця 2

Параметри точності поверхонь вісі (рис.1)

Номер поверхні	Назва поверхні	Розмір з відхиленнями, мм	Квалітет точності	Точність		Шорсткість R _z , мкм
				відносних поворотів	форми	
1	2	3	4	5	6	7
1,13	Торці	200 ^{-0,29}	h14	-	-	12,5
2	Фаска	1,6×45 ⁰	h14	-	-	12,5
3,12	Різьбова поверхня	M10-6g	6g	-	-	6,3
4,11	Лиски	13 ^{-0,43}	h14	-	-	12,5
5,10	Зовнішні поверхні	Ø16 ^{-0,43}	h14	-	-	12,5
6,9	Шийки	Ø17 ^{-0.016 -0.034}	f7	⊙ Φ 0,02 A	-	1,6
7,8	Канавки	Ø16 ^{-0,43} b=3мм	h14	-	-	12,5

Аналіз технологічності та точності виконують в такій послідовності:

- встановити технологічний клас деталі;
- визначити, якими поверхнями представлена деталь та обґрунтувати можливість спрощення конструкції деталі;
- визначити, з якого матеріалу виготовлена деталь та встановити можливість та доцільність заміни матеріалу,

- встановити можливі методи отримання заготовки для даної деталі;
- проаналізувати конструктивні елементи деталі, виявити важкодоступні місця для обробки та встановити можливість використання високопродуктивних методів обробки;
 - проаналізувати вказані на кресленні допустимі відхилення розмірів, шорсткості та просторових відхилень геометричної форми та взаємного розташування поверхонь.

4. Вибір заготовки та методу її виготовлення

Вибір заготовки та методу її виготовлення здійснюється з урахуванням конструктивної форми, службового призначення та матеріалу деталі, а також річної програми випуску і технологічних можливостей заготівельного виробництва.

В пояснювальній записці необхідно обґрунтувати вибір матеріалу деталі, а також надати хімічний склад вибраного матеріалу деталі (таблиця 3).

Таблиця 3

Хімічний склад матеріалу деталі

Марка матеріалу	Хімічний склад, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Інші елементи

Слід також навести механічні та фізичні властивості матеріалу деталі і представити їх в таблиці 4.

Механічні та фізичні властивості матеріалу деталі

Марка матеріалу	Механічні властивості				Фізичні властивості	
	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	a_n , кДж/м ²	γ , г/см ³	НВ

На підставі вивчення та аналізу методів виготовлення заготовок на базовому підприємстві, а також літературних джерел про технологічні методи виготовлення заготовок для деталей аналогічних конструктивних форм, необхідно запропонувати метод виготовлення заготовки для конкретної деталі [3,8]. Надати стислу характеристику вибраного методу, точність заготовки, яка отримана цим методом.

5. Вибір методів обробки поверхонь

Технічні вимоги, які ставляться до різних поверхонь деталі, забезпечуються застосуванням різних технологічних методів обробки, які визначаються з урахуванням конструктивних форм, габаритних розмірів, характеру та точності вихідної заготовки та поверхні, яка обробляється, а також механічних властивостей матеріалу деталі. Під час розробки технологічного маршруту механічної обробки деталі необхідно використовувати типові технологічні процеси виготовлення деталей аналогічних конструктивних форм (деталей відповідного технологічного класу).

Вибір методів обробки поверхонь деталі рекомендовано починати з визначення кінцевого методу обробки окремої поверхні, який забезпечує задані вимоги щодо її точності та

якості, використовуюючи таблиці середньої економічної точності обробки кожного технологічного метода, дані про які наведені в додатках 4 та 5.

Запропоновані методи кінцевої обробки та технологічні маршрути обробки поверхонь слід звести до таблиці 5.

Таблиця 5

Методи обробки поверхонь деталі

Номер поверхні	Задані			Маршрут обробки поверхонь	Досяжні	
	Допуск, мм	Шорсткість R_a , мкм	Квалітет точності		Середньо-економічна точність, мм	Шорсткість R_a , мкм
1	2	3	4	5	6	7
1,13	0,29	12,5	h14	Фрезерування	0,29	12,5
2	0,08	12,5	h14	Точіння	0,08	12,5
6,9	0,018	1,6	f7	1.Точіння 2.Шліфування 3.Шліфування чистове	0,11 0,027 0,018	6,3 2,5 1,6

6. Розробка технологічного маршруту обробки деталі

На базі вибраних методів кінцевої обробки поверхонь та маршрутів їх обробки розробляється технологічний маршрут обробки деталі. Записується номер, найменування технологічної операції, найменування та модель металорізального верстату і стислий зміст операції. Операції технічного контролю передбачаються перед складними операціями механічної обробки, перед термічною обробкою та в кінці технологічного процесу.

Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі здійснюється в такій послідовності:

1. В першу чергу оброблюються ті поверхні, які потім використовуються в якості технологічних баз на наступних операціях.

2. Якщо на деяких точних поверхнях не допустимі дефекти заготовок (наприклад, пористість, раковини), то з метою скорочення непродуктивних витрат остаточну обробку цих поверхонь можна провести в кінці технологічного процесу.

3. Обробка решту поверхонь здійснюється від створених на першій операції технологічних баз. В останню чергу оброблюються найбільш точні та поверхні які легко піддаються псуванню (наприклад, різбові поверхні).

4. Обробку отворів, пазів, канавок, лисок, шліців, зубів зубчастих коліс виконують перед шліфувальними або фінішними операціями.

5. При обробці особливо точних деталей необхідно забезпечити значну перерву у часі між чорною та чистовою обробкою з метою охолодження та зняття остаточних напружень.

7. Вибір технологічних баз

Забезпечення технічних вимог, які ставляться до деталі, здійснюється вибором технологічних баз, поверхонь, які визначають положення деталі відносно вибраної системи координат під час механічної обробки.

Спочатку визначаємо чорнову базу, яка використовується на першій операції технологічного процесу для отримання технологічних баз, що будуть використовуватися на наступних

операціях. При виборі чорнових баз необхідно керуватися вимогами забезпечення рівномірного знімання припуску з найбільш точних і важливих поверхонь.

При виборі технологічних баз на наступних операціях слід керуватися принципами сталості та суміщення баз. У випадках вимушеної зміни опорних баз доцільно переходити від менш точної базової поверхні до більш точної.

При розробці схем базування умовні позначення баз повинні відповідати ГОСТ 21495-76 «Базы и базирование в машиностроении». Прийняті теоретичні схеми базування слід подати в таблиці 6 (розділ 8).

8. Розробка структури та змісту технологічних операцій

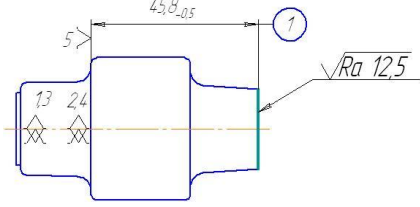
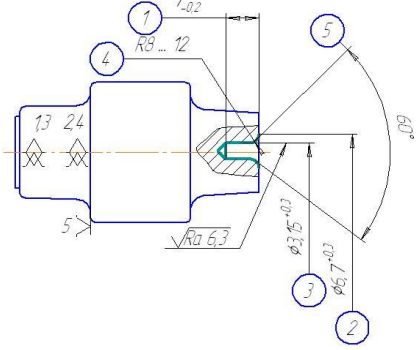
Після розробки технологічного маршруту механічної обробки з вибором схем базування деталі визначається структура та зміст кожної технологічної операції. Для кожної операції встановлюється послідовність і зміст переходів, при цьому прагнемо підібрати таку структуру операцій, яка б забезпечувала мінімальний штучний час.

В умовах одиничного і дрібносерійного виробництва використовують операції з послідовним виконанням переходів, а в масовому і крупносерійному багатомісній, багато інструментній операції з паралельним і паралельно-послідовним виконанням переходів.

В серійному виробництві доцільно використовувати верстати з ЧПК, що дає можливість розробляти групові технологічні процеси на комплексну деталь. Приклад розробки структури та змісту операцій представлено в таблиці 6.

Таблиця 6

Технологічний процес механічної обробки деталі

Назва та номер операції	Назва та модель верстаку	Ескіз обробки та схема базування деталі	Зміст операції (по позиціям та переходам)
1	2	3	4
010 .Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК HAAS TL1	<p>Установ А Перехід 01,02</p> 	<p>01. Установити і закріпити деталь; 02. Підрізати торець, витримуючи розмір 1;</p>
		<p>Перехід 03</p> 	<p>03. Центрувати торець, витримуючи розміри 1,2,3,4,5;</p>

9. Вибір металорізальних верстатів

Для забезпечення запропонованого технологічного процесу механічної обробки заданої деталі необхідно вибрати металорізальні верстати, модель та тип яких визначається в залежності від методу та стадії обробки, габаритних розмірів оброблюваної поверхні, за змістом технологічної операції, точності обробки та типу виробництва [4,9].

Стислу технічну характеристику верстатів необхідно представити в таблиці 7.

Таблиця 7

Металорізальні верстати для обробки деталі

Номер операції	Назва та модель верстату	Максимальні розміри оброблюваної деталі (столу верстату), мм	Габаритні розміри, мм	Діапазон частот обертання шпинделя, хв. ⁻¹	Діапазон подач, мм/об мм/хв.	Потужність електродвигуна, кВт
1	2	3	4	5	6	7

10. Вибір затискних пристроїв

Конструкція та тип приводу затискних пристроїв визначається на підставі конструктивних особливостей деталі, методу обробки та теоретичної схеми базування для виконання кожної операції. В серійному виробництві використовуються універсальні пристрої (патрони, тиски, ділильні головки, тощо).

Стислу характеристику вибраних затискних пристроїв слід подати до таблиці 8.

Таблиця 8

Затискні пристрої для деталі

Номер операції	Назва пристрою	Стандарт	Тип приводу	Стисла характеристика
1	2	3	4	5

11. Вибір різальних інструментів

Вибір різальних інструментів здійснюється на підставі методу та стадії обробки, матеріалу деталі, різальних характеристик інструменту та типу виробництва [1,4,9].

Стислу характеристику вибраних різальних інструментів слід подати в таблиці 9.

Таблиця 9

Різальні інструменти для обробки деталі

Номер		Назва різального інструменту	Стандарт, код	Різальна частина	
операції	переходу			матеріал	стандарт
1	2	3	4	5	6

12. Вибір вимірювальних інструментів та пристроїв

Вимірювальні інструменти та пристрої для контролю розмірів поверхонь деталі визначаються з урахуванням точності, необхідних габаритних розмірів поверхні та типу виробництва [1,4,9].

Вибраний вимірювальний інструмент та його характеристику слід надати до таблиці 10.

Вимірювальні інструменти та пристрої для контролю деталі

Номер		Розмір з відхиленнями, мм	Найменування вимірювального пристрою	Стандарт
операції	переходу			
1	2	3	4	5

13. Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок мінімальних операційних припусків виконується на одну поверхню деталі (за вказівкою керівника проекту). Величина мінімального припуску визначається за формулою:

$$Z_{\min i} = a + b \cdot D^m + c \cdot L^n$$

де a – частина припуску, яка необхідна для зняття дефектного шару з поверхні деталі;

$b \cdot D^m + c \cdot L^n$ – частина припуску, яка необхідна для компенсації просторових відхилень окремих ділянок поверхонь, та залежить від габаритних розмірів заготовки.

Коефіцієнти b , c та показники ступенів m та n визначені шляхом аналізу та обробки довідково-нормативних таблиць операційних припусків з використанням методу найменших квадратів.

Формули для розрахунку мінімальних операційних припусків при обробці різних поверхонь надані в додатку 5.

D – діаметр поверхні, яка обробляється, мм;

L – довжина поверхні, яка обробляється, мм.

Величини D і L визначаються згідно до робочого креслення деталі.

Мінімальні припуски розраховуються для поверхні деталі відповідно до визначеного технологічного маршруту її обробки.

Після розрахунку величини мінімального припуску $Z_{\min i}$ для кожного технологічного переходу розраховується максимальний припуск $Z_{\max i}$ за формулою:

$$Z_{\max i} = Z_{\min i} + \delta_{i-1} + \delta_i \text{ (для площин)}$$

$$2Z_{\max i} = 2 \cdot Z_{\min i} + \delta_{i-1} + \delta_i \text{ (для поверхонь обертання)}$$

де δ_{i-1} – величина технологічного допуску на попередньому переході;

δ_i – величина технологічного допуску на даному переході;

Розрахунок операційних розмірів поверхні здійснюється за формулами для кожного технологічного переходу, починаючи з останнього (розміру деталі):

- для зовнішніх поверхонь

$$d_{\min i} = d_{\min i-1} + 2Z_{\min i};$$

$$d_{\max i} = d_{\max i-1} + 2Z_{\max i}.$$

- для внутрішніх поверхонь

$$D_{\min i} = D_{\min i-1} - 2Z_{\min i};$$

$$D_{\max i} = D_{\max i-1} - 2Z_{\max i}.$$

Загальний номінальний припуск механічної обробки поверхні розраховується за формулою:

$$2Z_{o_{ном.}} = 2 \cdot Z_{o_{\min}} + B_s - B_\delta \text{ (для внутрішніх поверхонь обертання);}$$

$$2Z_{o_{ном.}} = 2 \cdot Z_{o_{\min}} + H_s - H_\delta \text{ (для зовнішніх поверхонь обертання),}$$

де Z_{0min} – загальний мінімальний припуск обробки поверхні за i переходів, визначається як сума операційних припусків $Z_{min i}$.

H_z, B_z – відповідно нижнє та верхнє відхилення заготовки;

H_o, B_o – нижнє та верхнє відхилення деталі.

На підставі розрахунку припусків та операційних розмірів необхідно накреслити схему графічного розташування полів припусків та допусків на задану поверхню (приклад на рис.2).

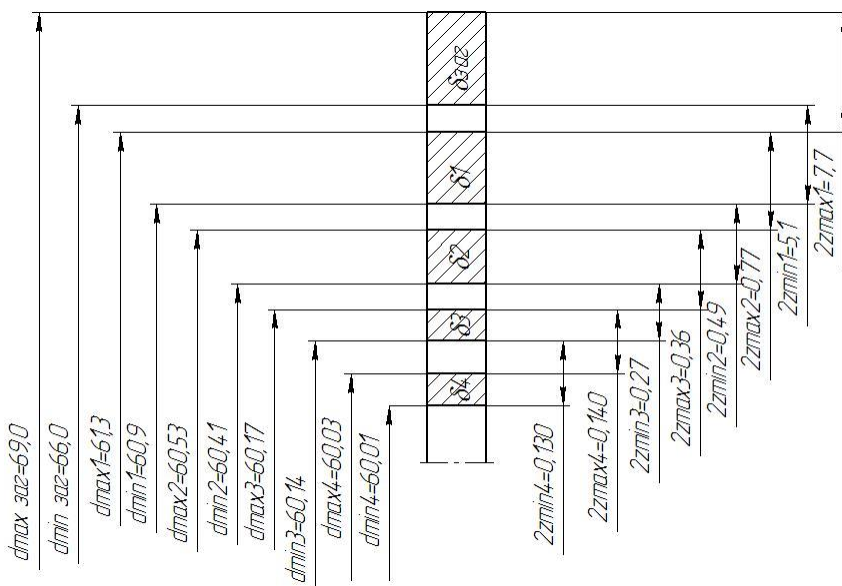


Рис.2. Схема графічного розташування припусків і допусків на зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 60m6^{(+0.030)}_{(+0.010)}$.

На інші поверхні, які обробляються, величина припусків та допусків визначається за таблицями [1,4,8]. Отримані значення припусків і допусків необхідно занести до таблиці 11.

Таблиця 11

Припуски та допуски на оброблювані поверхні деталі

Номер та назва поверхні	Маршрут обробки поверхні	Припуск, мм			Допуск, мм	Міжопераційний розмір, мм
		Мінімальний, Z_{\min}	Максимальний Z_{\max}	Загальний Z_0		
1	2	3	4	5	6	7
1. Отвір	Заготовка 1.Розсвердлювання 2.Зенкерування	2,0 0,5	4,0 0,84	3,59	2,5 0,5 0,16	47±1,25 49,66 ^{+0,5} 50 ^{+0,16}

14. Визначення режимів різання

Режими різання розраховуються на одну складну або на дві простих технологічних операцій (за вказівкою керівника проекту). При цьому визначається глибина різання t , мм; подача S , мм/об або мм/хв.; швидкість різання V , м/хв., які забезпечують задану точність при ефективному використанні технологічного оснащення за методикою [9, т.2].

На інші операції технологічного процесу режими різання визначаються за нормативними даними [4,7].

Визначені елементи режимів різання для всіх технологічних операцій слід навести в таблиці 12.

Таблиця 12

Режими різання для обробки деталі

Номер		t , мм	S , мм/об.	S , мм/хв.	V , м/хв.	n , хв. ⁻¹	t_0 , хв
операції	переходу						
1	2	3	4	5	6	7	8

--	--	--	--	--	--	--	--

15. Технічне нормування операцій

Розрахунок норми часу для обробки деталі здійснюється для однієї технологічної операції за вказівкою керівника проекту, а на інші операції норми визначаються за нормативними таблицями [4,6,7].

В умовах серійного виробництва норма часу розраховується за формулою:

$$t_{\text{шт-к}} = t_o + t_d + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відп}} + \frac{t_{\text{п-з}}}{n}, \text{ хв.}$$

де t_o – основний час обробки;

t_d – допоміжний час;

$t_{\text{опер.}}$ – оперативний час ($t_{\text{опер.}} = t_o + t_d$);

$t_{\text{обсл}}$ – час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця;

$t_{\text{відп}}$ – час на перерви та відпочинок;

$t_{\text{п-з}}$ – підготовчо-заключний час;

n – кількість деталей в партії.

Визначені норми часу слід навести в таблиці 13.

Таблиця 13

Норми часу на обробку деталі

Номер операції	t_o , хв.	t_d , хв.	$t_{\text{опер.}}$, хв.	$t_{\text{обсл.}}$, хв.	$t_{\text{відп.}}$, хв.	$t_{\text{шт.}}$, хв.	$t_{\text{п-з}}$, хв.	n , шт.	$t_{\text{шт-к.}}$, хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

16. Опис конструкції та роботи контрольного пристрою

За вказівкою керівника проекту для особливо точних поверхонь виконується розробка конструкції контрольного

пристрою. В пояснювальній записці необхідно надати стислий опис його конструкції та принцип дії.

У графічній частині необхідно виконати креслення контрольного пристрою.

Висновки

В кінці пояснювальної записки надати характеристику запропонованого технологічного процесу механічної обробки заданої деталі з точки зору продуктивності (застосовані методи обробки, верстати, пристрої, інструменти, тощо).

Графічна частина проекту

Графічна частина проекту виконується на аркушах креслярського паперу А1, згідно ГОСТ 2.301-68 з вимогами ЄСКД.

Графічна частина включає (орієнтовно):

- креслення заготовки;
- схеми механічної обробки;
- креслення контрольного пристрою.

Перелік та зміст графічної частини визначається керівником курсового проекту. При виконанні графічної частини необхідно враховувати такі рекомендації:

1. Креслення заготовки має містити всі необхідні дані для її виготовлення, контролю і приймання у відповідності з ГОСТ 2.423-73.

2. Контури заготовок виконуються основним стилем лінії, а контури оброблюваних при механічній обробці поверхонь деталей виконують тонкою лінією. На кресленні показуються розміри заготовки з припусками, допусками, кутові розміри,

радіуси заокруглень, нахили, шорсткість поверхонь, матеріал на виготовлення.

3. На кресленні заготовки позначаються поверхні, які є технологічними базами для закріплення заготовки на першій технологічній операції (чорнові бази). Відображаються технічні вимоги: твердість заготовки, необхідність термічної обробки і фарбування, клас точності, складність заготовки, можливі допустимі дефекти, не вказані радіуси заокруглень і кутові розміри.

Схеми механічної обробки включають:

- ескіз заготовки;
- установчі та затискні елементи пристрою;
- різальний інструмент та його закріплення;
- напрямок основного та допоміжного рухів;
- послідовність позицій, якщо заготовка обробляється на багатопозиційному верстаті;
- розміри поверхні, що оброблюється і її шорсткість;
- найменування, тип і модель верстату;
- елементи режимів різання.

На схемах механічної обробки деталі на верстаті з ЧПУ різальний інструмент показується в нульовій точці інструменту, для всіх інших верстатів – в кінці обробки.

Захист курсового проекту починається за два тижні до кінця учбового семестру в комісіях, члени яких затверджуються на засіданні кафедри «Технології машинобудування».

Графік захисту доводиться до відома студентів за місяць до початку роботи комісії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992.
2. Гевко Б.М., Матвійчук А.В., Артюхов А.М. Технологія обробки на верстатах з ЧПК. –Тернопіль: Крок, 2014. - 131с.
3. Горбачевич А.Л., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения (учебное пособие). Мн.: Высшая школа, 1983.
4. Долматовский Г.А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. – М.: Машгиз, 1962. – 1236с.
5. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения, учебник для вузов. Изд. 2-е, доп.-М., «Высш. школа, 1976.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ (серийное производство). – М.: Машиностроение, 1964.
7. Режимы резания металлов. Справочник технолога. Под ред. Барановского Ю.В. – М.: Машиностроение, 1973.
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1, 4-е изд. перераб. и доп. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. т.2, 4-е изд. перераб. и доп./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.

Додаток 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-6.01

КИРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра технології машинобудування

(повна назва кафедри, циклової комісії)

**КУРСОВИЙ ПРОЕКТ
(РОБОТА)**

з технологічних основ машинобудування

(назва дисципліни)

на тему: _____

Студента (ки) ____ курсу ____ групи ____

напряму підготовки _____

спеціальності _____

(прізвище та ініціали) _____

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Кіровоград – 20__рік

Додаток 2
(перша сторінка)

Кафедра Технології машинобудування

Дисципліна Технологічні основи машинобудування

Спеціальність _____

Курс _____ Група _____ Семестр _____

ЗАВДАННЯ

на курсовий проект (роботу) студента

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту _____

2. Строк здачі студентом закінченого проекту _____

3. Вихідні дані до проекту: робочекресленнядеталі; тхнічні вимоги на деталь; річна програма випуску штук

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) _____

5.Перелік графічного матеріалу _____

6.Дата видачі завдання _____

(зворотна сторінка завдання)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів курсового проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
15.			
16.			
17.			

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

“ _____ ” _____ 20__ р.

**Параметри шорсткості поверхні та квалітетів точності при
різних методах обробки**

Метод обробки	Шорсткість R_a , мкм	Квалітет точності
1	2	3
Відрізування:		
- пилою	50-25 (12,5)	17-15
- різцем	100-25	17-14
- фрезою	50-25	17-14
- абразивом	6,3-3,2	15-12
Стругання:		
- чорнове	25-12,5	14-12
- чистове	6,3-3,2	13-11 (10)
- тонке	1,6-0,8	10-8 (7)
Довбання:		
- чорнове	50-25	15-14
- чистове	12,5-3,2	13-12
Фрезерування циліндричною фрезою:		
- чорнове	50-25	14-12 (11)
- чистове	6,3-3,2	11 (10)
- тонке	1,6-0,8	9-8 (7)
Фрезерування торцевою фрезою:		
- чорнове	12,5-6,3	14-12 (11)
- чистове	6,3-3,2	11-10
- тонке	1,6-0,8	9-8 (7)
Фрезерування кінцевою фрезою:		
- чорнове	25-6,3	14-12
- чистове	6,3-1,6	11

Продовження додатку 4

1	2	3
Точіння (поздовжня подача):		
- чорнове	100-25	17-15
- напівчистове	12,5-6,3	14-10
- чистове	3,2-1,6	9-7
- тонке	0,8-0,4	6
Точіння (поперечна подача):		
- чорнове	100-25	17-15
- напівчистове	12,5-6,3	14-13
- чистове	3,2	12-11
- тонке	1,6-0,8	10-8
Свердління (Ø до 15 мм):		
- без кондуктора	12,5-6,3	14-12
- з кондуктором	12,5-6,3	11
Свердління (Ø більше 15 мм):		
- без кондуктора	25-12,5	14-12
- з кондуктором	25-12,5	11
Зенкерування:		
- чорнове	25-12,5	15-12
- чистове	6,3-3,2	11-10
Розточування:		
- чорнове	100-50	17-15
- напівчистове	25-12,5	14-12
- чистове	3,2-1,6	8
- тонке	0,8-0,4	7
Розгортання:		
- напівчистове	12,5-6,3	10-9 (8)
- чистове	3,2-1,6	8-7 (7)
- тонке	0,8	7 (6)
Зенкування	6,3-3,2	-
Протягування:		
- напівчистове	6,3	9-8
- чистове	3,2-0,8	8-7
- тонке	0,4-0,2	7

Продовження додатку 4

1	2	3
Шліфування кругле:		
- напівчистове	6,3-3,2	10-8
- чистове	1,6-0,8	8-6
- тонке	0,4-0,2	5
Шліфування плоске:		
- напівчистове	6,3-3,2	10-8
- чистове	1,6-0,8	8-7
- тонке	0,4-0,2	7-6
Хонінгування:		
- площини	0,4-0,1	8-7
- тіл обертання	0,2-0,05	7-6
Суперфінішування:		
- площини	0,4-0,2	5-4
- тіл обертання	0,4-0,1	5-4
Шліфування різьби	1,6-0,4	6-4
Накатування різьби	3,2-0,2	8-4
Нарізання різьби:		
- різцем	6,3-1,6	8-9
- плашкою	12,5-3,2	8
- фрезою	12,5-3,2	8-5
- різьбонарізною головкою	6,3-3,2	8-7
мітчиком	12,5-3,2	7
Обробка зубців черв'ячного колеса:		
- фрезеруванням	3,2-1,6	9-7
- шевінгуванням	1,6-0,8	7
Обробка зубців циліндричних та конічних коліс:		
- шевінгуванням	1,6-0,8	7
- обкочуванням	1,6-0,8	7
- шліфуванням	1,6-0,4	7-6
- протягуванням	3,2-1,6	8

Примітка: 1. Значення R_a наведені для сталі (для чавуну, алюмінію та його сплавів слід приймати менші значення).

1.Точність та якість поверхонь при обробці зовнішніх циліндричних поверхонь

Обробка	Параметр шорсткості поверхні R _{max}	Глибина дефектного поверхневого шару, мкм	Квалітет допуску	Технологічні допуски (мкм) на розмір при номінальних діаметрах поверхні, мм											
				Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 250	Від 250 до 315	Від 315 до 400	Від 400 до 500
Обточування: чорнове напівчистове або однократне чистове тонке	50-6,3	120-60	14	-	-	-	-	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
			13	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
			12	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
	25-1,6	50-20	13	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
			12	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
			11	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
	6,3-0,4	30-20	10	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
			9	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
			8	18	22	27	33	39	46	57	63	72	81	89	97
	1,6-0,2	10-5	9	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
			8	18	22	27	33	39	46	57	63	72	81	89	97
			7	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
			6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
Шліфування: попереднє	6,3-0,4	20	9 8	30 18	36 22	43 27	52 33	62 39	74 46	87 57	100 63	115 72	130 81	140 89	155 98

Продовження табл.1

Обробка	Параметр шорсткості поверхні R_a , мкм	Глибина дефектного поверхневого шару, мкм	Квалітет допуску розміру	Технологічні допуски (мкм) на розмір при номінальних діаметрах поверхні, мм											
				Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 250	Від 250 до 315	Від 315 до 400	Від 400 до 500
Шліфування: чистове	3,2-0,2	15-5	7	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
				8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
тонке	1,6-0,1	5	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
				5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
Притирання, суперфіншування	0,8-0,1	5-3	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
				4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
Обкатування, алмазне вигладжування	0,8-0,1	5-3	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
				4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20

Примітка: 1. Наведені в таблиці дані відносяться до деталей із сталі. Для деталей з чавуна або кольорових сплавів допуски на розмір приймати відповідно на один квалітет точніші. 2. Допуски на розмір дійсні для поверхонь з $1/d < 2$. При $1/d = 2 \div 10$ допуски приймати відповідно на один-два квалітети грубіші.

2.Точність та якість поверхні при обробці отворів

Обробка	Параметр шорсткості поверхні R _a , мкм	Глибина дефектного поверхневого шару, мкм	Квалітет допуску розміру	Технологічні допуски (мкм) на розмір при номінальних діаметрах поверхні, мм											
				Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 250	Від 250 до 315	Від 315 до 400	Від 400 до 500
Свердління та розсвердлення	25-0,8	70-15	13	-	-	270	330	390	460						
			12	-	-	180	210	250	300						
			11	75	90	110	130	160	190	-	-	-	-	-	-
			10	48	58	70	84	100	120						
			9	30	36	43	52	62	74						
Зенкерування: чорнове	25-6,3	50-20	13	-	-	270	330	390	460	540	-	-	-	-	-
			12	-	-	180	210	250	300	350					
однократне литого або прошитого отвору;	25-0,4	50-20	13	-	-	270	330	390	460	540					
			12			180	210	250	300	350					
			11			110	130	160	190	220	-	-	-	-	-
			10			70	84	100	120	140					
чистове після чорнового або свердління	25-0,4	50-20	9	-	-	43	52	62	74	87	-	-	-	-	-
			8			27	33	39	46	57					

Продовження табл. 2

Обробка	Параметр шорсткості поверхні R _a , мкм	Глибина дефектного поверхневого шару, мкм	Квалітет допуску розміру	Технологічні допуски (мкм) на розмір при номінальних діаметрах поверхні, мм											
				Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 250	Від 250 до 315	Від 315 до 400	Від 400 до 500
Розвірчування: нормальне	12,5- 0,8	25- 15	11 10	75 48	90 58	110 70	130 84	160 100	190 120	220 140	250 160	290 185	320 210	360 230	-
точне	6,3- 0,4	15-5	9 8 7	30 18 12	36 22 15	43 27 18	52 33 21	62 39 25	74 46 30	87 57 35	100 63 40	115 72 46	130 81 52	140 98 57	-
тонке	3,2- 0,1	10-5	6 5	8 5	9 6	11 8	13 9	16 11	19 13	22 15	25 18	29 20	32 23	36 25	-
Протягування: чорнове	12,5- 0,8	25- 10	11 10	-	-	-	-	160	190	220	250	-	-	-	-
литого або прошитого отвору				-	-	-	-	100	120	140	160	-	-	-	-
чистове після чорнового або після свердління	6,3- 0,2	10-5	9 8 7 6	- - - -	- - - -	43 27 18 11	52 33 21 13	62 39 25 16	74 46 30 19	87 57 35 22	100 63 40 25	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -

Продовження табл. 2

Обробка	Параметр шорсткості поверхні R _a , мкм	Глибина дефектного поверхневого шару, мкм	Квалітет допуску розміру	Технологічні допуски (мкм) на розмір при номінальних діаметрах поверхні, мм											
				Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 250	Від 250 до 315	Від 315 до 400	Від 400 до 500
Розточування: чорнове	25- 1,6	50- 20	13 12 11	180 120 75	220 150 90	270 180 110	330 210 130	390 250 160	460 300 190	540 350 220	630 400 250	720 460 290	810 520 320	890 570 360	970 630 400
чистове	6,3- 0,4	25- 10	10 9 8	48 30 18	58 36 22	70 43 27	84 52 33	100 36 39	120 74 46	140 87 57	160 100 63	185 115 72	210 130 81	230 140 89	250 155 97
тонке	3,2- 1,6	10-5	7 6 5	12 8 5	15 9 6	18 11 8	21 13 9	25 16 11	30 19 13	35 22 15	40 25 18	46 29 20	52 32 23	57 36 25	63 40 27
Шліфування: попереднє	6,3- 0,4	25- 10	9 8	- -	- -	43 27	52 33	62 39	74 46	87 57	100 63	115 72	130 81	140 89	155 97
чистове	3,2- 0,2	20-5	7 6	- -	- -	18 11	21 13	25 16	30 19	35 22	40 25	46 29	52 32	57 36	63 40
тонке	1,6- 0,1	10-5	5	-	-	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27

Продовження табл. 2

Обробка	Параметр шорсткості поверхні R _a , мкм	Глибина дефектного поверхневого шару, мкм	Квалітет допуску розміру	Технологічні допуски (мкм) на розмір при номінальних діаметрах поверхні, мм											
				Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 250	Від 250 до 315	Від 315 до 400	Від 400 до 500
Притирання, хонінгування	1,6-0,1	5-3	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
			4	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
Розкочування, калібрування, алмазне вигладжування	6,3-0,1	-	10	-	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
			9	-	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
			8	-	22	27	33	39	46	57	63	72	81	89	97
			7	-	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
			6	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
			5	-	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27

Додаток 6

Формули для розрахунку мінімальних припусків

Метод обробки	Вид залежності $Z_{min} = f(D, L)$	
1	2	
<i>Обробка зовнішніх циліндричних поверхонь</i>		
<p>Точіння: чорнове</p> <p>напівчистове чистове тонке</p>	<p>Заготовка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - гаряча штамповка $Z_{min} = 0.2 + 0.684 \cdot D^{0.168} + 0.0235 \cdot L^{0.7}$ - прокат звичайної точності $Z_{min} = 0.155 + 0.527 \cdot D^{0.168} + 0.0181 \cdot L^{0.7}$ - прокат підвищеної точності $Z_{min} = 0.124 + 0.383 \cdot D^{0.168} + 0.0132 \cdot L^{0.7}$ - литво у піщані форми $Z_{min} = 2.03 \cdot D^{0.2} - 2.51$ - литво в кокіль $Z_{min} = 1.9 \cdot D^{0.1} - 1.42$ - литво в оболонковій формі $Z_{min} = 1.72 \cdot D^{0.1} - 1.28$ 	
	$Z_{min} = 1.01 \cdot D^{0.1} + 0.0007 \cdot L - 0,821$	
	$Z_{min} = 0.16 + 0,013 \cdot D^{0.5} + 0.00074 \cdot L$	
	$Z_{min} = 0.133 + 0,00435 \cdot D^{0.5} + 0.000248 \cdot L$	
	<p>Шліфування: чорнове одноразове чистове тонке суперфініш</p>	$Z_{min} = 0.0713 \cdot D^{0.15} + 0.00021 \cdot L - 0.0127$
		$Z_{min} = 0.107 \cdot D^{0.15} + 0.00032 \cdot L - 0.019$
		$Z_{min} = 0.0356 \cdot D^{0.16} + 0.00011 \cdot L - 0.0064$
		$Z_{min} = 0.021 \cdot D^{0.15} + 0.000043 \cdot L - 0.0011$
		$Z_{min} = 0.$

Обробка внутрішніх циліндричних поверхонь

<p>Розточування: чорнове (розсвердлювання, зенкерування чорнове)</p>	<p>Заготовка: - гаряча штамповка $Z_{min} = 0.22 + 0.5 \cdot D^{0.16} + 0.022 \cdot L^{0.7}$ - литво в піщані форми $Z_{min} = 2.03 \cdot L^{0.2} - 2,51$ - литво в кокіль $Z_{min} = 1.9 \cdot L^{0.1} - 1,42$ - литво в оболонкові форми $Z_{min} = 1.72 \cdot L^{0.1} - 1.28$</p>
<p>напівчистове чистове тонке</p>	<p>$Z_{min} = 1.52 \cdot D^{0.1} - 1,33$ $Z_{min} = 0.052 \cdot D^{0.5} + 0,22$ $Z_{min} = 0.022 \cdot D^{0.3}$</p>
<p>Зенкерування: чистове</p>	<p>$Z_{min} = 0.191 \cdot D^{0.32}$</p>
<p>Розвертування: чорнове чистове тонке</p>	<p>$Z_{min} = 0.044 \cdot D^{0.3}$ $Z_{min} = 0.022 \cdot D^{0.3}$ $Z_{min} = 0.01 \cdot D^{0.3}$</p>
<p>Шліфування: чорнове чистове тонке</p>	<p>$Z_{min} = 0.044 \cdot D^{0.3}$ $Z_{min} = 0.022 \cdot D^{0.3}$ $Z_{min} = 0.01 \cdot D^{0.3}$</p>
<p>Протягування Хонінгування, притирання</p>	<p>$Z_{min} = 0.001 \cdot D^{1.25} + 0,327$ $Z_{min} = 0.$</p>

Обробка площин

Фрезерування: чорнове	<p>Заготовка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - штамповка, литво в піщані форми $Z_{min} = 0.00164 \cdot L + 0.875$ - литво в кокіль $Z_{min} = 0.0011 \cdot L + 0.683$ - литво в оболонкові форми $Z_{min} = 0.00082 \cdot L + 0.613$ - литво по моделям, що виплавляються $Z_{min} = 0.011 \cdot L + 0.4$
напівчистове	$Z_{min} = 0.001 \cdot L + 0.4$
чистове	$Z_{min} = 0.000548 \cdot L + 0.0918$
тонке	$Z_{min} = 0.0004 \cdot L + 0.07$
Протягування:	
чорнове	$Z_{min} = 0.00182 \cdot L + 0.0918$
чистове	$Z_{min} = 0.00053 \cdot L + 0.0918$
Шліфування:	
чорнове	$Z_{min} = 0.000548 \cdot L + 0.0918$
чистове	$Z_{min} = 0.00035 \cdot L + 0.05$
тонке	$Z_{min} = 0.00023 \cdot L + 0.0261$
Притирання (полірування)	$Z_{min} = 0.000041 \cdot L + 0.00917$

ДЛЯ НОТАТКІВ

