

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО- ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ»

для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія

ПОКРОВСЬК – 2020

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» (для студентів усіх форм навчання з галузі знань 13 Механічна інженерія) [Електронний ресурс] / уклад. М.О. Бабенко, С.О. Вірич. – Покровськ : Вид-во ДонНТУ, 2020. – 68 с.

Надані методичні вказівки складені відповідно до діючої програми курсу з даної дисципліни та містять навчально-методичні рекомендації щодо розробки технологічного процесу виготовлення деталей машин. Приведений зміст та послідовність виконання контрольної роботи. Надаються необхідні теоретичні та довідникові відомості машинобудівних технологій, які дозволяють студентам самостійно набути навиків проектування технологічних процесів.

Укладачі: М.О. Бабенко, к.п.н., ст.викл., кафедра прикладної механіки
С.О. Вірич, к.т.н., доц., кафедра прикладної механіки

Рецензент: Д.А. Семенченко, к.т.н., доц., кафедра ОВПК

Відповідальний за випуск С.О. Вірич, к.т.н, доц., кафедри ПМ

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ
протокол № від

Розглянуто на засіданні кафедри прикладної механіки
протокол № 9 від 01.04.2020р.

© М.О. Бабенко, С.О.Вірич
Покровськ, ДонНТУ, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ ТА ОЦІНЮВАННЯ.....	5
2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....	7
2.1 Аналіз вихідних даних деталі.....	7
2.1.1. Аналіз робочого креслення деталі.....	7
2.1.2. Характеристика матеріалу деталі.....	8
2.1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	11
2.1.4. Вибір типу виробництва та його характеристика.....	12
2.2. Вибір методу отримання заготовок.....	16
2.3. Проектування маршрутної технології виготовлення деталі.....	20
2.3.1. Складання плану обробки для кожної поверхні заготовки.....	20
2.3.2. Вибір обладнання, устаткування, різального та контроль- вимірювального інструменту.....	21
2.3.3. Розроблення маршрутного технологічного процесу.....	23
2.4. Визначення міжопераційних припусків на обробку деталей.....	25
2.5. Проектування операційного технологічного процесу та розрахунок режимів різання.....	27
2.6. Розрахунок режимів різання та нормування операційного технологічного процесу.....	28
2.7. Оформлення технологічної документації.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	35
Додатки.....	36

ВСТУП

Індивідуальна робота з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» виконується з метою здобуття студентами навиків самостійної роботи і закріплення знань та умінь, що одержані при вивченні спеціальних задач при проектуванні технологічних процесів механічної обробки деталей, вибору виду заготовки та розрахунку міжопераційних припусків на її обробку, а також при розрахунку режимів різання та норм часу на обробку деталі.

Виконання розрахунково-графічної роботи дає можливість установити ступінь засвоєння навчального матеріалу, та уміння студентів пристосовувати знання, які були отримані під час вивчення теоретичних основ з дисципліни «Технологічні основи машинобудування».

Надані методичні вказівки розроблені з метою надання інформації щодо виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» студентами, які навчаються за галуззю знань 13 «Механічна інженерія»

Методичні вказівки для зручності та наочності виконання розрахунково-графічної роботи супроводжуються прикладами виконання певних пунктів роботи, та містять також необхідний довідниковий матеріал у вигляді додатків.

1. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Розрахунково-графічна робота з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» складається із текстової та графічної частин. Текстова частина оформлюється згідно вимог стандартів і повинна містити обов'язкові складові: ЗМІСТ, ВСТУП, Основну частину, ВИСНОВКИ, ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

Складова частина «ЗМІСТ» повинна містити перелік основних вищевказаних структурних складових контрольної роботи із позначенням їх порядкового номеру та номером сторінки, яка відповідає розташуванню даного пункту. Частини ВСТУП, ВИСНОВКИ, ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ не мають порядкового номеру.

У частині "ВСТУП" студенту необхідно надати коротку характеристику змісту дисципліни «Технологічні основи машинобудування», вказати мету виконання контрольної роботи. Далі, звертаючись до питань, які стоять перед автором контрольної роботи, слід розкрити зміст її основних розділів. Об'єм частини "ВСТУП" орієнтовно повинен займати 1 сторінку.

Частина «ВИСНОВКИ» повинна відображати результати, які отримані під час виконання усього об'єму роботи, аналіз методів, які використовувались, ступінь досягнення мети, яка висувалась перед виконанням. Об'єм цієї частини складає приблизно 1 сторінку.

Основна розрахунково-технологічна частина розробляється згідно послідовності, вказаної у наданих методичних вказівках. При виконанні роботи необхідно користуватись стандартами ЄСТД, наведеними у додатку 1. Оформлення текстової частини, наведення формул, розрахунків, рисунків, таблиць необхідно здійснювати згідно ДСТУ 3008-95.

Об'єм графічної частини:

- креслення деталі;
- 2 ескізи заготовок, отриманих різними методами;
- операційний ескіз на токарну чорнову операцію, для якої розраховуються режими різання;
- заповнений бланк маршрутної карти;
- заповнений бланк операційної карти.

Графічна частина роботи оформлюється відповідно встановленим стандартам ЄСКД.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Кількість балів	Критерій, за яким виставляється зазначена кількість балів
40	При відповіді на питання чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження). Чітко та ясно надані правильні та грамотні відповіді з використанням відповідної термінології та символіки в необхідній логічній послідовності. Відповідь добре проілюстрована схемами, супроводжується переліком необхідних формул із чіткими поясненнями їх застосування і складових величин. Наведені висновки та, за необхідністю, рекомендації щодо подальших напрямів вдосконалення об'єкта.
35	При відповіді на питання чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження). Чітко та ясно надані правильні та грамотні відповіді в необхідній логічній послідовності, однак допущені деякі неточності у термінології або символіці. Відповідь добре проілюстрована схемами, супроводжується переліком необхідних формул із чіткими поясненнями їх застосування і складових величин. Наведені висновки та, за необхідністю, рекомендації щодо подальших напрямів вдосконалення об'єкта.
30	При відповіді на питання чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження). Чітко та ясно надані правильні та грамотні відповіді з використанням відповідної термінології та символіки в необхідній логічній послідовності. Відповідь проілюстрована схемами, супроводжується переліком необхідних формул із чіткими поясненнями їх застосування і складових величин. Наведені висновки та, за необхідністю, рекомендації щодо подальших напрямів вдосконалення об'єкта. При цьому не наведені розмірності чи наведено хибні розмірності величин у формулах, або наведені не всі розшифрування фізичних величин.
25	При відповіді на питання чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження). Чітко та ясно надані правильні та грамотні відповіді в необхідній логічній послідовності, однак допущені деякі неточності у термінології або символіці. Відповідь проілюстрована схемами, супроводжується переліком необхідних формул із чіткими поясненнями їх застосування і складових величин. Наведені висновки та, за необхідністю, рекомендації щодо подальших напрямів вдосконалення об'єкта. При цьому не наведені розмірності чи наведено хибні розмірності величин у формулах, або наведені не всі розшифрування фізичних величин.
20	При відповіді на питання чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження). Чітко та ясно надані правильні та грамотні відповіді з використанням відповідної термінології та символіки в необхідній логічній послідовності. Відповідь недостатньо проілюстрована схемами, супроводжується переліком необхідних формул із чіткими поясненнями їх застосування і складових величин. Наведені висновки та, за необхідністю, рекомендації щодо подальших напрямів вдосконалення об'єкта. При цьому помилка у відповіді складає до 10 %.
10	При відповіді на питання чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження). Чітко та ясно надані правильні та грамотні відповіді в необхідній логічній послідовності, однак допущені деякі неточності у термінології або символіці. Відповідь недостатньо проілюстрована схемами, супроводжується переліком необхідних формул із чіткими поясненнями їх застосування і складових величин. Наведені висновки та, за необхідністю, рекомендації щодо подальших напрямів вдосконалення об'єкта. При цьому помилка у відповіді складає до 10 %.
8	При відповіді на питання чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження). Чітко та ясно надані правильні та грамотні відповіді з використанням відповідної термінології та символіки в необхідній логічній послідовності. Відповідь не проілюстрована схемами або супроводжується недостатнім переліком необхідних формул. Наведені висновки та, за необхідністю, рекомендації щодо подальших напрямів вдосконалення об'єкта. При цьому помилка у відповіді складає до 20 %.
6	При відповіді на питання чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження). Чітко та ясно надані правильні та грамотні відповіді в

	необхідній логічній послідовності, однак допущені деякі неточності у термінології або символіці. Відповідь не проілюстрована схемами або супроводжується недостатнім переліком необхідних формул. Наведені висновки та, за необхідністю, рекомендації щодо подальших напрямів вдосконалення об'єкта. При цьому помилка у відповіді складає до 20 %.
5	При відповіді на питання не чітко сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження) та виявлено базовий рівень знань стосовно питання без достатньої кількості ілюстрацій та формул або помилка у відповіді складає 20-30%.
3	При відповіді на питання не сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження) та наведені одиночні вибіркові знання стосовно питання без достатньої кількості ілюстрацій та формул і нечіткими висновками і рекомендаціями або помилка у відповіді складає 30-40%.
1	При відповіді на питання не сформульований об'єкт дослідження (елемент конструкції об'єкта дослідження) та наведені одиночні вибіркові знання стосовно теми питання без достатньої кількості ілюстрацій та формул і нечіткими висновками і рекомендаціями або помилка у відповіді складає >40%.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

2.1. Аналіз вихідних даних деталі

Аналіз вихідних даних деталі є обов'язковою передумовою проектування технологічного процесу та має складатися із:

- аналізу робочого креслення деталі;
- характеристики матеріалу деталі;
- аналізу технологічності конструкції деталі;
- вибору типу виробництва та його характеристики.

2.1.1. Аналіз робочого креслення деталі

Аналіз робочого креслення деталі рекомендується виконувати у наступній послідовності:

- 1) вказати назву деталі;
- 2) клас деталі;
- 3) призначення деталі;
- 4) масу деталі;
- 5) габаритні розміри.

Далі необхідно провести аналіз технічних вимог у такому порядку:

- 1) параметри твердості (HB, HRC) ;
- 2) точність геометричної форми поверхонь деталі (циліндричність, конусність та інше);
- 3) точність взаємного розташування поверхонь деталі (соосність, паралельність, перпендикулярність та біїння поверхонь);
- 4) шорсткість поверхонь;
- 5) вказати точність діаметральних та лінійних розмірів.

Вимоги стосовно точності розмірів та шорсткості поверхонь деталі навести у таблиці (див. приклад 1, таблиця 1).

Приклад 1.

Надана деталь – вал-шестерня (рис.1). Відноситься до класу валів.

Деталь застосовується у редукторі стрічкового конвеєру та призначена для передачі обертального моменту від вхідного валу до зубчастого колеса. Деталь працює на вигин та крутіння.

Маса деталі – не визначено.

Деталь має циліндричну ступінчасту форму. Габаритні розміри: найбільший діаметр відповідає діаметру кола виступів – 56,6мм, довжина деталі – 164мм.

Аналіз технічних вимог.

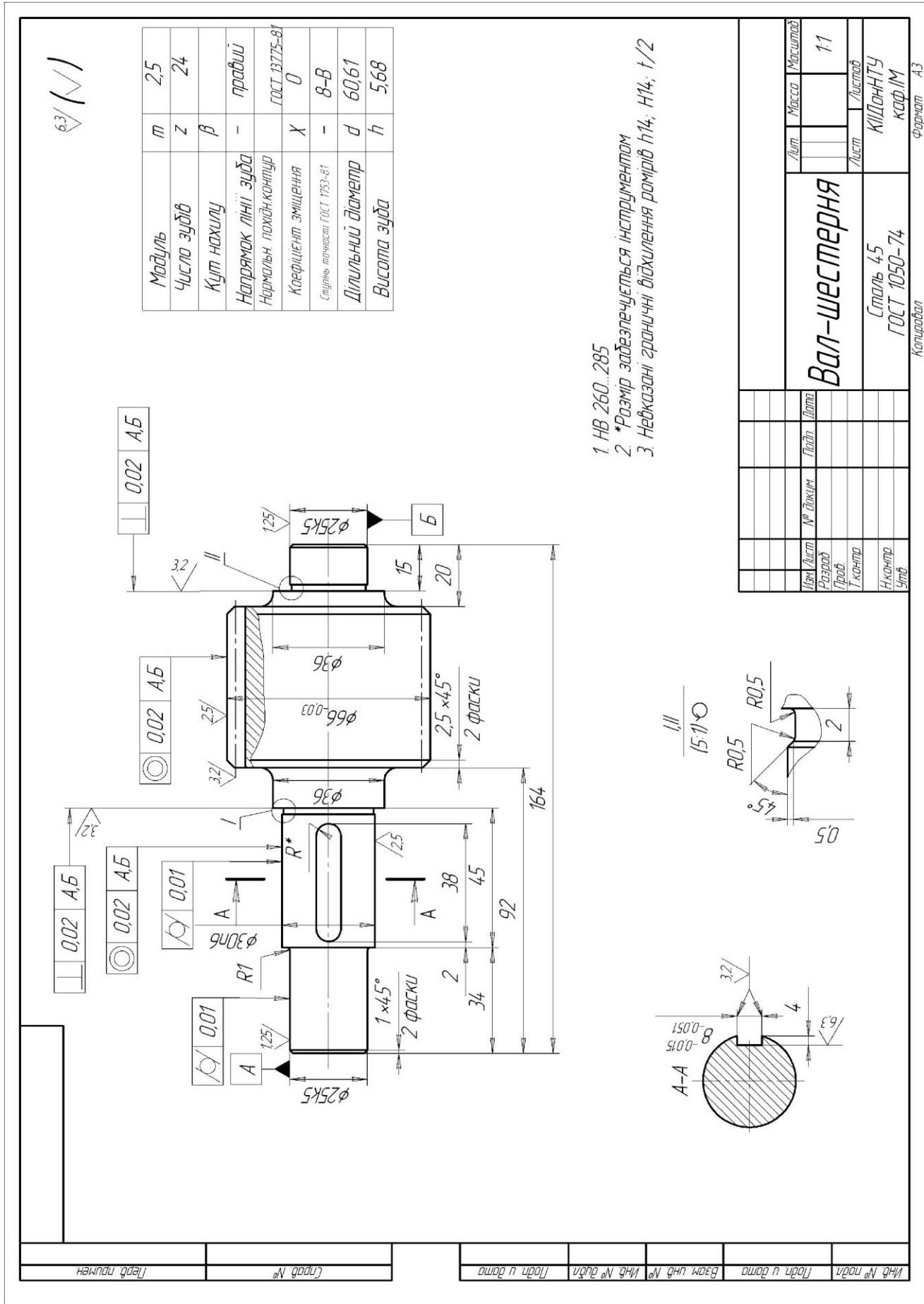
Твердість, яка вимагається – $260 \div 280$ МПа, досягається термічною обробкою – покращенням.

Вимоги щодо точності взаємного розташування поверхонь: допуски на перпендикулярність та співвісність поверхонь не перевищують 0,02 мм, допуск на циліндричність поверхонь – не перевищує 0,01 мм.

Вимоги стосовно точності розмірів та шорсткості поверхонь деталі вказані у таблиці.

2.1.2. Характеристика матеріалу деталі

Характеристика матеріалу деталі включає в себе відомості про хімічний склад, механічні властивості марки матеріалу, які рекомендується надавати у табличній формі (приклад 2, табл. 2, 3), попередньо вказавши марку матеріалу деталі, ГОСТ. Інформація для виконання цього пункту міститься у довідникових матеріалах [1, 2, 9].



Таблиця 1 -
Точність розмірів та шорсткість поверхонь деталі "Вал-шестерня"

Назва поверхні деталі, розміри	Точність (квалітет)	Допуски (відхилення) мм	Шорсткість R_a мкм
1	2	3	4
циліндрична ступінь $\varnothing 25k5 \times 34$			
$\varnothing 25k5$	5	+0,011 +0,002	Ra1,25
Довжина 34	$\pm \frac{IT14}{2}$	Вільний розмір	Ra6,3 (торці)
циліндрична ступінь $\varnothing 30n6 \times 45$			
$\varnothing 30n6$	6	+0,028 +0,015	Ra2,5
Довжина 45	$\pm \frac{IT14}{2}$	Вільний розмір	Ra6,3 (торці)
циліндрична ступінь $\varnothing 36h14 \times 13$			
$\varnothing 36h14$	14	+0,000 -0,620	Ra6,3
Довжина 13	$\pm \frac{IT14}{2}$	Вільний розмір	Ra3,2 (лівий торець)
циліндрична ступінь $\varnothing 36h14 \times 5$			
$\varnothing 36h14$	14	+0,000 -0,620	Ra6,3
Довжина 5	$\pm \frac{IT14}{2}$	Вільний розмір	Ra3,2 (правий торець)
Циліндрична зубчаста ступінь			
Діаметр кола виступів $\varnothing 66_{-0,030}$	7	+0,000 -0,030	Ra2,5
Діаметр ділільного кола $\varnothing 60,61$	8	+0,000 -0,046	Ra3,2
Довжина 164	$\pm \frac{IT14}{2}$	Вільний розмір	Ra6,3
Шпонковий паз 4x8f9 x38			
Ширина 8P9	9	-0,015 -0,051	Ra3,2 - бокові поверхні
Глибина 4			Ra6,3- западина шпонкового паза
Довжина 38 H15	15	+0,580 +0,000	

Приклад 2 (до рис.1).

Матеріал деталі "Вал-шестерня"– конструкційна сталь марки 40ХН, легована, якісна, застосовується для виготовлення деталей, що витримують значні деформуючі навантаження. Сталь середньо вуглецева, низьколегована. Хімічний склад та механічні властивості матеріалу наведені в таблицях 2 та 3.

Таблиця 2 -

Хімічний склад сталі 45ХН ГОСТ 4543-81

Середній вміст елементів, %							
Залізо Fe	Вуглець C	Кремній Si	Марганець Mn	Хром Cr	Нікель Ni	Сірка S	Фосфор P
основа	0,41-0,49	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1	0,8-1,1	0,04	0,04

Таблиця 3 -

Механічні властивості сталі 45ХН ГОСТ 4543-81

Твердість по Бринеллю HB (МПа)	Границя текучості, σ_T (МПа)	Границя тимчасового опору, σ_{TO} (МПа)	Відносне подовження, δ %	Відносне звуження, ψ %
217	850	1050	10	45

2.1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Робота технолога розпочинається з технологічного контролю креслень, який повинен бути спрямований на відповідність технологічних запитів об'єктів виробництва умовам і можливостям конкретного виробництва, дотримання у виробі заданої технологічності. Існує якісна та кількісна оцінка технологічності деталі. Із процесом кількісної оцінки конструкції деталі студенти знайомляться під час виконання лабораторних робіт. У контрольній роботі необхідно надати якісну оцінку технологічності деталі, яка характеризує технологічність конструкції узагальнено на підставі досвіду виконавця і проводиться на всіх стадіях проектування та визначає: складність форми деталі, її жорсткість, наявність поверхонь, доступних для обробки універсальними інструментами, продуктивними методами.

Приклад 3.

Надати якісний аналіз технологічності конструкції деталі (рис.1).

Деталь відноситься до класу "Валів", її поверхні складаються із поверхонь обертання та торцевих поверхонь. Деталь цілком міцна та жорстка (відношення довжини деталі до діаметру $L/D=164/65,66=2,5$ – менше 12). Оскільки $L/D=164/65,66=2,5 < 5$, то токарна обробка деталі може здійснюватись у патроні. Всі поверхні доступні для обробки. Конструктивні елементи

(шпонковий паз, фаски) та технологічні елементи (канавки для виходу шліфувальних кіл) деталі виконуються згідно стандартам та не потребують застосування спеціальної оснастки. Наведені дані на виготовлення зубчастого вінця дозволяють зробити висновок про можливість його виконання універсальними інструментами. Вимоги щодо точності розмірів та якості поверхонь також задовольняють вимогам технологічності. За якісною оцінкою деталь може вважатися технологічною.

2.1.4. Вибір типу виробництва та його характеристика

До вихідних даних при проектуванні технологічних процесів входить також встановлення типу виробництва. У машинобудуванні у залежності від об'ємів та складності існують наступні типи виробництва: одиничне, малосерійне, середньосерійне, багатосерійне та масове.

Одиничне виробництво характеризується виготовленням великої номенклатури різнотипних за конструкцією виробів за рік. Обробляються деталі штучно, або малими партіями, які за рік ні разу не повторюються. В цьому випадку цех, або дільниця мають весь перелік універсального технологічного обладнання, яке розташоване в цеху за груповою ознакою. Деталі мають високу собівартість, тому що норма штучно-калькуляційного часу на технологічних операціях велика і при механічній обробці деталей використовують працівників з високим розрядом.

Технологічний процес розробляють тільки маршрутним описом (маршрутний техпроцес). Заготівки в одиничному виробництві не приближені до форми деталі і мають великі припуски на механічну обробку (прокат, поковки та виливки).

Різальний та вимірювальний інструменти – універсальні.

При серійному виробництві деталі виготовляються партіями. Партії складають із однотипних за конструкцією деталей, в яких форма та розміри не дуже відрізняються один від одного. Партія деталей виготовляється у виробництві одночасно. Технологічний процес може бути з маршрутно-операційним описом (маршрутно-операційний техпроцес). Верстати можуть бути застосовані різнотипні: універсальні та спеціальні. Широко поширюється автоматизація технологічного процесу. Після закінчення обробки одної деталі верстати переналагоджуються на обробку іншої партії. Застосовуються як універсальні, так і спеціальні різальні та вимірювальні інструменти.

В серійному виробництві крім універсальних пристосувань приймаються універсально-складальні пристосування та спеціальні пристосування. Заготівки наближені до форми та розмірів готової деталі і мають нормативні припуски.

Спеціалізація верстатів та робітників, спеціальне технологічне оснащення роблять серійне виробництво більш економічним у порівнянні з одиничним.

Масове виробництво характеризується тим, що в ньому виконується обробка однієї або дуже наближених за формою та розмірами деталей в дуже великих об'ємах. Кожна операція закріплена за певними верстатами. Виробництво оснащено спеціальними верстатами, які виконують весь цикл обробки деталі на операції в автоматичному режимі, включаючи установку та знімання деталі.

Верстати розташовані чітко за ходом технологічного процесу. Технологічний процес виготовлення деталі докладно розписаний в операційних картах. Всі верстати оснащені спеціальними пристосуваннями, які забезпечують швидку установку, базування та затиск деталі на верстаті.

Кваліфікація робітників нижча, ніж в одиничному та серійному виробництві. Різальний та вимірювальний інструменти, як правило, спеціального виготовлення.

Заготівки – штаповані поковки, виливки, отримані способами, які забезпечують максимальне наближення до форми та розмірів деталі з оптимальними припусками.

Незважаючи на великі капітальні витрати, ефективність масового виробництва дуже висока, тому що витрати швидко окупаються малою собівартістю деталі, а великий об'єм виробництва збільшує ефективність.

Такт випуску деталей розраховується тільки в поточно-масовому виді виробництва, частіше всього на поточно-механізованих лініях, де верстати з'єднані послідовно жорстким між операційним транспортним зв'язком.

Тривалість такту випуску деталей залежить від типу лінії:

для однономенклатурної:

$$T_B = 60 \cdot \Phi_{ДО} \cdot K_3 / \Pi_B ; \quad (1)$$

для багатноменклатурної:

$$T_B = 60 \cdot \Phi_{ДО} \cdot K_3 / \sum_{i=1}^n \Pi_i ; \quad (2)$$

для автоматичної:

$$T_B = 60 \cdot \Phi_{ДЛ} \cdot K_3 / \Pi_B , \quad (3)$$

де $\Phi_{ДО}$ і $\Phi_{ДЛ}$ - дійсний річний фонд часу роботи одиниці обладнання п токової або автоматичної лінії, годин;

$K_3 = 0,75 \dots 0,95$ - плановий нормативний коефіцієнт завантаження, який враховує простої з організаційно-технічних причин і регламентовані перерви на відпочинок (менше значення K_3 відповідає масовому виробництву);

Π_B - річна програма випуску виробів (деталей), шт.;

Π_i - число виробів (деталей), які підлягатимуть випуску за рік;

i - порядковий номер виробу (деталей), $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Ефективний річний дійсний фонд часу роботи одиниці обладнання і робочих місць ($\Phi_{ДО}$ і $\Phi_{ДЛ}$), розраховується за формулою:

$$\Phi_{ДО} = (D_p - D_{вих} - D_{св}) \cdot 2 \cdot t_3 \cdot K_p \cdot K_{П} , \quad (4)$$

де $D_p = 365$ - кількість днів за рік;

$D_{вих} = 104$ - суботні та вихідні дні;

$D_{св} = 8$ - кількість святкових днів;

2 – кількість змін;

$t_3 = 8$ - кількість годин на робочій зміні;

$K_p = 0,93$ - коефіцієнт, враховуючий утрати часу на ремонт;

$K_{\Pi} = 0,95$ - коефіцієнт, враховуючий регламентні перерви;

Π_B - річна програма, шт., (кількість деталей, що підлягають обробці).

$$\Phi_{до} = (365 - 104 - 8) \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,93 \cdot 0,95 = 3580 \text{ год.}$$

Дані для оцінки типу виробництва наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 -
Таблиця для вибору типу виробництва

Маса деталі, кг	Кількість деталей, які підлягають обробці у виробництві, шт.				
	Одиничне	Малосерійне	Середньосерійне	Великосерійне	Масове
до 2,5	до 10	10...1000	1000...50000	50000...100000	100000 і більше
2,5 – 5,0	до 10	10...500	50...35000	35000...75000	75000 і більше
5,0 – 10,0	до 10	10...300	300...25000	25000...50000	50000 і більше
10 – 50	до 10	10...200	200...10000	10000...25000	25000 і більше
50 і більше	до 5	5...100	100...300	300...1000	5000 і більше

Якщо згідно таблиці виробництво масове, то потрібно знаходити такт випуску за формулою:

$$T_B = \frac{\Phi_{дл}}{\Pi_B} = \frac{(365 - D_{вих} - D_{св}) \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,93 \cdot 0,95 \cdot 60}{\Pi_B}, \text{ хв.}, \quad (5)$$

де $\Phi_{дл}$ - дійсний фонд часу роботи лінії за рік;

365 – кількість днів за рік;

$D_{вих}$ - суботні та вихідні дні (104);

$D_{св}$ - кількість святкових днів за рік (8);

$K_p = 0,93$ - коефіцієнт, що враховує утрати часу на ремонт;

$K_{\Pi} = 0,95$ - коефіцієнт, що враховує регламентні перерви;

Π_B - річна програма випуску, шт. (кількість деталей, що підлягають обробці);

2 – кількість змін;

8 – кількість годин на робочій зміні.

Якщо згідно таблиці виробництво серійне, то потрібно знаходити партію запуску деталей за формулою:

$$\Pi_{зан} = \frac{\Pi_B}{P_D} g, \quad (6)$$

де $\Pi_{зан}$ - величина партії запуску деталей, шт.;

Π_B - річний об'єм випуску деталей, шт.,

P_d - кількість робочих днів за рік,

$$P_d = 365 - D_{вих} - D_{св} = 365 - 104 - 8 = 253 \text{ днів};$$

g - необхідний запас деталей на складі в днях, коливається від 5 до 8 днів.

Для дрібних і середніх деталей $g = 6 \dots 8$. Для великих $g = 5 \dots 7$.

Приклад 4.

Вихідні дані – кількість деталей, що підлягають обробці $\Pi_B = 10000$ шт.

Масу деталі (M_d) не вказано, тому її треба розрахувати за формулою:

$$M_d = V_d \cdot \gamma, \quad (7)$$

де V_d - об'єм деталі, см^3

γ - питома вага матеріалу деталі, г/см^3 (див. додаток 2).

Для розрахунку об'єму спрощуємо форму деталі для того, щоб умовно розподілити її на складові частини (рис.2).

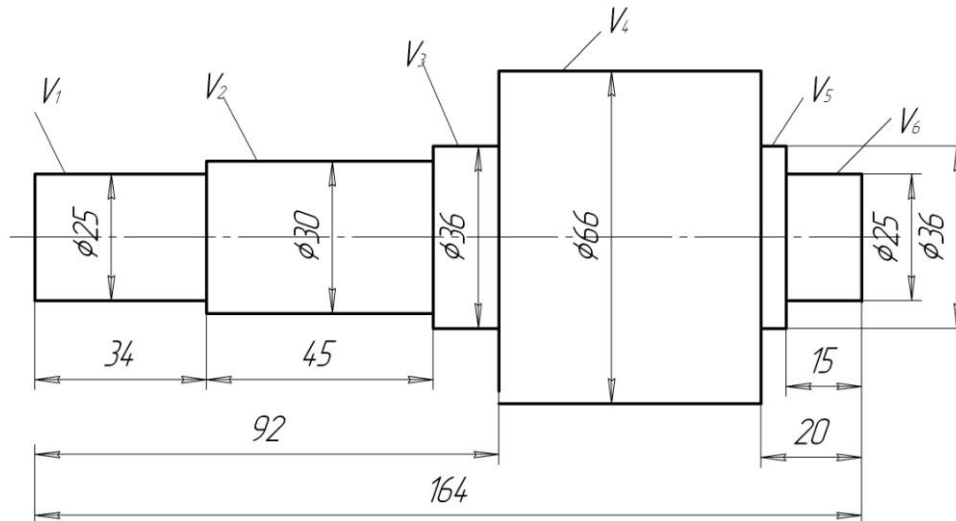


Рисунок 2 – Спрощене представлення деталі для розрахунку об'єму

Об'єм деталі знайдемо сумуванням попередньо розрахованих об'ємів складових частин:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 34 = 16689,8 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot 45 = 31808,7 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot 36^2}{4} \cdot 13 = 13232,4 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{\pi \cdot 66^2}{4} \cdot 52 = 176074,3 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = \frac{\pi \cdot 36^2}{4} \cdot 5 = 5089,4 \text{ мм}^3$$

$$V_6 = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 15 = 7363,1 \text{ мм}^3$$

$$V_d = \sum V_i = 250257,7 \text{ мм}^3 = 250,258 \text{ см}^3$$

$$\text{Згідно додатку ... } \gamma = 7,85 \text{ г / см}^3$$

$$M_d = 7,85 \cdot 250,258 = 1952 \text{ г} = 1,95 \text{ кг}$$

Згідно таблиці 4, тип виробництва - середньосерійне.

Оскільки виробництво серійне, знаходимо величину партії запуску за формулою (6):

$$P_{\text{зап}} = \frac{P_B}{P_d} \cdot g = \frac{10000}{253} \cdot 7 = 277 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір методу отримання заготовок

При розробці цього розділу необхідно вибрати два найбільш вигідні варіанти заготовок та надати їх техніко-економічне порівняння. Вибір методу отримання заготовки в першу чергу залежить від типу виробництва, матеріалу заготовки, конфігурації та технічних вимог.

В одиничному виробництві частіше всього у якості заготовки вибирають прокат різного профілю: круглий, квадратний, шестигранний та листовий, а також приймають прості поковки та виливки.

В серійному виробництві використовуються заготовки, які вже достатньо наближені до форми та розмірів готової деталі. Величина припусків наближена до нормативної на відміну від одиничного виробництва.

Види заготовок:

- поковки та штамповки для виготовлення ступінчастих валів, шестерень;
- лиття відцентрове; в металеві форми (кокілі); в оболонкові форми; по моделям, що виплавляються;
- заготовки, отримані методом порошкової металургії (спікання) тощо.

В масовому виробництві використовуються точні заготовки: штамповки калібровані, спеціальний профільний та калібрований прокат, труби гарячекатані та холоднокатані, лиття відцентрове, під тиском та методом порошкової металургії.

Навички з проектування заготовок студент отримує під час вивчення курсу дисципліни «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів». Проектуючи заготовку, слід користуватися ГОСТ 7062-90, ГОСТ 7505-89, ГОСТ 7829-70, ГОСТ 26645-85 та літературою [2, 3, 5]. При виборі способу одержання заготовки необхідно прагнути до того, щоб форма та розміри заготовки були максимально наближені до форми та розмірів деталі, щоб зменшити трудомісткість механічної обробки, скоротити витрати металу, знос ріжучого інструменту, електроенергії, тощо. Одним із основних техніко-економічних показників при виборі способу отримання заготовки є коефіцієнт використання матеріалу, який розраховується за формулою (8):

$$K_{в.м.} = \frac{M_{д.}}{M_{заг.}}, \quad (8)$$

де $M_{д.}$ - маса деталі, кг;

$M_{заг.}$ - маса заготовки, кг.

Масу заготовки розраховують, виходячи з її об'єму та щільності матеріалу. При визначенні маси заготовки складної геометричної форми слід розділити її на більш прості за формою елементи, зручні для розрахунку об'єму, а потім підсумувати знайдені значення.

Приклад 5.

Враховуючи конструкцію, призначення та матеріал деталі, для виготовлення заготовки обираємо два варіанти:

- 1) гарячекатаний прокат звичайної точності, круглого перетину;
- 2) штамповка, одержана на пресі.

Варіант 1- прокат (рис.3).

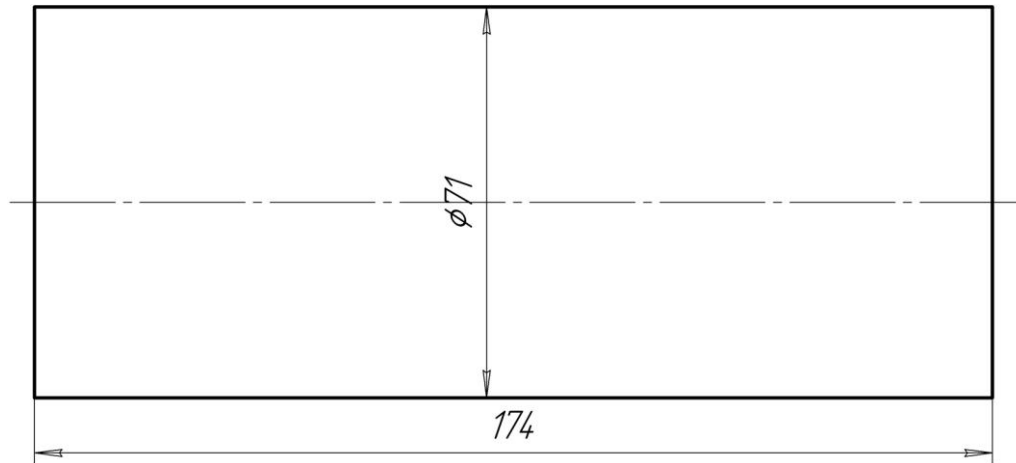


Рисунок 3 – Ескіз заготовки-прокату

1. Діаметр заготовки визначимо за формулою:

$$D_{заг.} = D_{найб.} + 2\Delta, \quad (9)$$

де $D_{найб.}$ - найбільший діаметр деталі;

Δ - загальний припуск на механічну обробку.

Приймаємо $\Delta = 2,5$ мм, тоді $D_{заг.} = 65,66 + 2 \cdot 2,5 = 70,66$ мм.

Згідно ГОСТ 2590-88 обираємо $D_{заг.} = 71$ мм

Довжину $L_{заг.}$ визначимо за формулою:

$$L_{заг.} = l_{дет.} + 2\Delta_T + B_{розр.}, \quad (10)$$

де $l_{дет.}$ - довжина деталі, мм;

Δ_T - загальний припуск на механічну обробку торця, мм (для однаково оброблених торців), мм;

$B_{розр.}$ - ширина розрізування, мм.

$$L_{заг1} = l_{дет.} + 2\Delta_T + B_{розр.} = 164 + 2 \cdot 3 + 4 = 174 \text{ мм.}$$

2. Об'єм заготовки визначаємо за формулою:

$$V_{заг1} = \frac{\pi \cdot D_{заг1}^2}{4} \cdot L_{заг1} = \frac{3,14 \cdot 71^2}{4} \cdot 174 = 688901 \text{ мм}^3 = 688,9 \text{ см}^3$$

3. Розраховуємо масу заготовки:

$$M_{заг1} = V_{заг1} \cdot \gamma = 688,9 \cdot 7,85 = 5408 \text{ г} = 5,408 \text{ кг}$$

4. Отже коефіцієнт використання матеріалу згідно формулі (8) дорівнюватиме:

$$K_{ВМ} = \frac{M_{Д}}{M_{заг1}} = \frac{1,952}{5,408} = 0,36$$

5. Знаходимо вартість заготовки $B_{заг.1}$

$$B_{заг1} = \frac{B}{1000} \cdot M_{заг1} + B_p, \text{ грн.}, \quad (11)$$

де B - вартість одержання однієї тони прокату, грн. (знаходиться по прейскурантам базових заводів), приймаємо $B = 1600$ грн.;

B_p - вартість різки, грн., $B_p = 0,90$ грн.

$$B_{заг1} = \frac{1600}{1000} \cdot 5,408 + 0,90 = 9,55 \text{ грн.}$$

Варіант 2- поковка, отримана штампуванням на КГШП (рис.4).

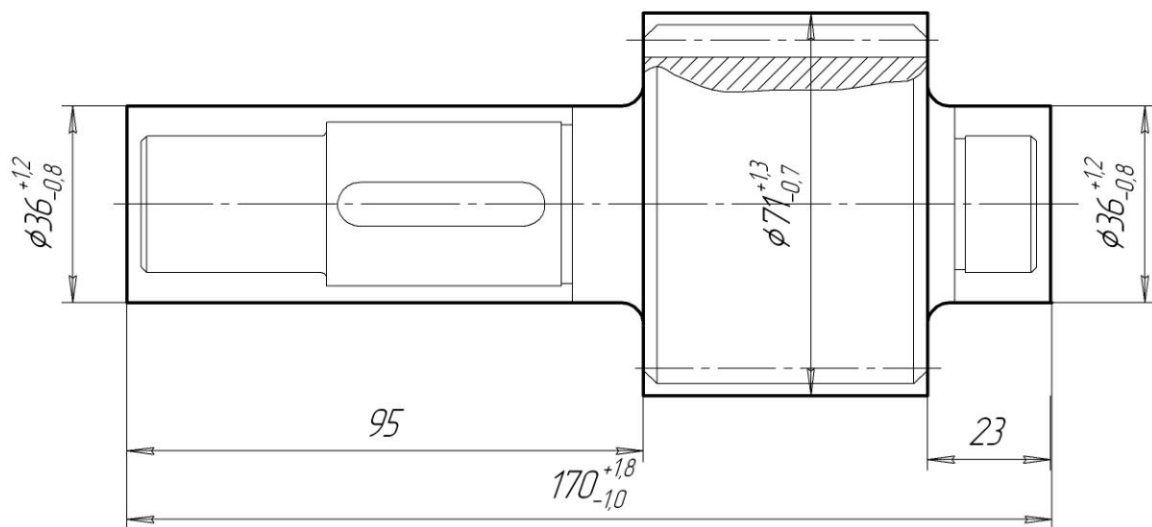


Рисунок 4 – Ескіз заготовки-штамповки

1. Для проектування штамповки скористаємось ГОСТ 7505-89.

Група сталі – М1

Клас точності – Т2

Ступінь складності – С3

Конфігурація поверхні розніму штампі П (плоска).

Маса поковки розрахункова – 2,928 кг

Похідний індекс- 11

Розрахунок розмірів заготовки занесемоу таблицю 5.

Таблиця 5 –
Розрахунок розмірів заготовки-поковки

Розмір деталі	Основний припуск	Додатковий припуск	Допуск	Розрахунковий розмір	Дійсний розмір
Ø66	2,0	0,2+0,2	+1,3 -0,7	Ø 70,8 ^{+1,3} _{-0,7}	Ø 71 ^{+1,3} _{-0,7}
164	2,2	0,2+0,2	+1,8 -1,0	169,2 ^{+1,8} _{-1,0}	170 ^{+1,8} _{-1,0}
На розміри Ø25, Ø30 та дрібні конструктивні та технологічні елементи (фаски, канавки, шпонковий паз) призначаємо напуски.					

Мінімальний радіус скруглень – 2 мм. Ескіз штампованої заготовки надано на рис.4.

Об'єм заготовки знайдемо сумуванням попередньо розрахованих об'ємів складових частин :

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 36^2}{4} \cdot 95 = 96649 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 36^2}{4} \cdot 23 = 23399 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot 71^2}{4} \cdot 52 = 205774 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{заг2}} = \sum V_i = 325822 \text{ мм}^3 = 325,822 \text{ см}^3$$

$$\text{оскільки } \gamma = 7,85 \text{ г / см}^3$$

3. Маса штампованої заготовки буде дорівнювати:

$$M_{\text{заг2}} = 325,822 \cdot 7,85 = 2425,7 \text{ г} = 2,541 \text{ кг}$$

4. Визначимо коефіцієнт використання матеріалу за формулою (8):

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{заг2}}} = \frac{1,952}{2,541} = 0,77.$$

5. Визначимо вартість заготовки-штамповки за формулою:

$$C_{\text{заг2}} = \frac{C_{1\text{м}}}{1000} \cdot M_{\text{заг2}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \text{ грн.} \quad (12)$$

де $C_{1\text{м}}$ - вартість однієї тонни штамповки, грн., $C_{1\text{м}} = 2400$ грн.

K_1, K_2, K_3, K_4 - коефіцієнти серійності, маси матеріалу, складності заготовки.

$$C_{\text{заг2}} = \frac{2400}{1000} \cdot 2,541 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 6,09 \text{ грн.}$$

Складемо порівняльну характеристику способів отримання заготовок у табличній формі.

Таблиця 6 –
Порівняльна характеристика способів отримання заготовок

Вид заготовки	$K_{\text{вм}}$	Вартість, грн.
заготовка - поковка	0,77	6,09
заготовка - прокат	0,36	9,55

Висновок: більш економічним варіантом є заготівка, одержана методом штампування.

2.3. Проектування маршрутної технології виготовлення деталі

2.3.1. Складання плану обробки для кожної поверхні заготівки

При проектуванні маршрутного технологічного процесу орієнтуються на типовий технологічний процес виготовлення деталі, попередньо склавши план обробки поверхонь заготівки деталі.

Складання плану обробки для кожної поверхні заготівки полягає у призначенні послідовності способів обробки для досягнення необхідної точності розміру (квалітету допуску) та заданої шорсткості поверхонь. Кожний спосіб обробки характеризується економічною точністю.

У зв'язку з тим, що обраний метод заключної обробки окремих поверхонь деталі не завжди може забезпечити отримання необхідної точності та якості поверхні безпосередньо із заготівки, виникає необхідність створення проміжних операцій та переходів, при виконанні яких досягається поступове покращення точності та шорсткості заготівки до заданих параметрів поверхонь готової деталі. Економічно доцільним рекомендується підвищувати точність від операції до операції на 1-2 квалітети, а висотні параметри шорсткості зменшувати у 2-5 разів. Наприклад, якщо необхідно обробити вал по 5 квалітету із шорсткістю $Ra=0,05-0,08$, а заготівкою буде поковка, то в технологічному процесі буде недостатнім застосування однієї доводочної операції, яка забезпечує необхідну точність та якість поверхні. У цьому разі необхідно передбачити наступний ряд проміжних операцій та переходів:

- 1) точіння чорнове – 12 квалітет, $Ra=40-60\text{мкм}$;
чистове – 10 квалітет, $Ra=2-3\text{мкм}$;
- 2) шліфування: чорнове – 8 квалітет, $Ra=0,6-1,0\text{мкм}$;
чистове – 6 квалітет, $Ra=0,2-0,16\text{мкм}$;
- 3) суперфінішування або притирка - 5 квалітет, $Ra=0,05-0,08\text{мкм}$.

Класи точності та шорсткості, які досягаються різними видами механічної обробки, надані у додатку В. Обробку фасок, галтелей у плани обробок не включають. Вона буде врахована при розробці перехідної технології відповідних поверхонь. Значення допусків обирають за таблицями допусків ГОСТ 25347-82. Результати складання плану обробки кожної поверхні деталі навести у вигляді таблиці (див. табл. 7).

Приклад 6.

Для обраної деталі (рис. 1) визначимо поверхні, які підлягають механічній обробці. Користуючись додатком В у табличній формі складемо план обробки визначених поверхонь.

Призначення видів механічної обробки поверхонь деталі

Позначення розміру	Номер переходу	Послідовність обробки	Квалітет точності	Величина допуску, мкм	Параметр шорсткості R_a , мкм
1	2	3	4	5	6
$\varnothing 25_{k5}$	1	Обточування чорнове	12	210	12,5
	2	Обточування чистове	9	65	3,2
	3	Обточування тонке	6	13	2,5
	4	Шліфування	5	9	1,25

Продовження таблиці 7 -

1	2	3	4	5	6
$\varnothing 30_{n6}$	1	Обточування чорнове	12	225	12,5
	2	Обточування чистове	9	65	3,2
	3	Обточування тонке	6	13	2,5
$\varnothing 66_{-0,03}$	1	Обточування чорнове	12	300	12,5
	2	Обточування чистове	9	74	3,2
	3	Обточування тонке	6	30	2,5
Зубці	1	Чорнове фрезерування черв'ячною фрезою	8	46	3,2
164	1	Торцеве точіння чорнове	14	1000	6,3
Шпонковий паз 4x8f9 x38	1	Фрезерування кінцевою фрезою	9	36	6,3 (3,2)

2.3.2. Вибір обладнання, устаткування, різального та контрольно-вимірювального інструменту

Проектування маршрутної технології виготовлення деталі нерозривно пов'язане із обранням технологічного обладнання, устаткування, різального та контрольно-вимірювального обладнання.

Як правило, в одиничному виробництві використовується універсальне устаткування, в дрібносерійному – верстати з ЧПК і універсальні, в середньосерійному – верстати з ЧПК і оброблювальні центри. У багатосерійному – верстати з ЧПК, оброблювальні центри, напівавтомати, автомати. В масовому виробництві – оброблювальні центри, автомати, автоматичні лінії, роторні і

роторно-конвеєрні лінії. Згідно розмірів і точності оброблюваної заготовки визначають відповідно габарити і клас точності обраних верстатів.

Найважливішим питанням при проектуванні технологічних процесів є технологічно і економічно обгрунтований вибір пристосувань. Пристосування призначені для установки і закріплення виробів при їх виготовленні. Пристосування можуть бути верстатні і збиральні. Верстатні пристосування (ВП) застосовують для установки і закріплення заготовок на металообробних верстатах. Збиральні пристосування (ЗБП) використовуються для установки і закріплення виробів при їх збиранні.

Для обробки заготовки, враховуючи її розміри, точність обробки, серійність виробництва та ступінь автоматизації підприємства необхідно вибрати основне технологічне обладнання та устаткування. Вибір обладнання виконувати за допомогою довідникової літератури [2, 4, 6, 9], додаток Г, Д. Відомості про обране обладнання занести в таблицю 8.

Таблиця 8 -
Результати вибору технологічного обладнання при обробці деталі

№ п/п	Найменування верстату (устаткування)	Марка (позначення)	ДСТУ(Р)
1	Токарно-гвинторізний	1М63	42-56
...	...	...	...

Виконання будь-якого технологічного процесу неможливе без застосування різального інструменту. Інструмент, що використовується для обробки заготовок з чорних і кольорових металів і сплавів, називається металообробним інструментом. Залежно від технологічних методів обробки заготовок він підрозділяється на лезвійний, абразивний і обробно-зміцнюючий інструмент для обробки поверхонь пластичною деформацією.

Залежно від форми оброблюваної поверхні (зовнішня циліндрова, внутрішня циліндрова, плоска, шліцьова і зубчаста зовнішні і внутрішні) і верстатного устаткування лезвійний інструмент підрозділяється на: різці токарні і стругальні; свердла, зенкери, розгортки, цековки і зенковки; фрези; протяжки і прошивки; зубооброблюваний інструмент; різьбооброблюваний інструмент; комбінований інструмент.

У залежності від характеру поверхні, яка обробляється, матеріалу заготовки, виду обробки необхідно призначити різальний інструмент для кожної операції. Дані занести в таблицю 9.

Таблиця 9 -
Результати вибору різального інструменту

№ п/п	Найменування інструменту	Призначення	ДСТУ(Р)	Матеріал
1	Різець	Прохідний	ГОСТ 6743-71	T15K6 ГОСТ 2379-79
...	...	...	...	...

Для “визначення стану предмету праці” (з визначення технологічного процесу) використовуються різні засоби контролю (вимірювання). По застосуванню вони діляться на засоби пасивного (післяопераційного) і активного (технологічного) контролю. В першому випадку засоби контролю використовуються для визначення конкретних числових значень параметрів, що вимірюються, або визначення придатності виробів. Друга група засобів контролю дозволяє оперативно використовувати результати вимірювань для управління технологічним процесом. Активний контроль, як правило, здійснюється в процесі виготовлення для попередження появи бракованих виробів.

Всі засоби контролю по своїй універсальності підрозділяються на:

- 1) універсальні – призначені для вимірювання однойменних величин різних виробів (наприклад штангенциркуль);
- 2) спеціалізовані – призначені для вимірювання однотипних виробів (наприклад, східчастих валів) або однакових параметрів (наприклад, шорсткості поверхні);
- 3) спеціальні – використовуються для вимірювання конкретного виробу.

При післяопераційному контролі часто використовуються ручні і механізовані засоби – калібри, штангелі та ін. Їх недоліком є залежність від рівня кваліфікації контролера і низька продуктивність. Цих недоліків позбавлені автоматичні засоби післяопераційного контролю.

Засоби активного контролю можна розділити на засоби прямого і непрямого вимірювання необхідних параметрів. При прямому методі контролю вимірюється безпосередньо розмір або параметр шорсткості. При непрямому методі величина оброблюваного розміру оцінюється по конкретному положенню ріжучої кромки інструменту, по силі різання, що вимірюється, і т.д. Непрямий метод має більші похибки в порівнянні з прямим, і до нього, як правило, вдаються при неможливості реалізації прямого методу.

Контактний метод вимірювання використовується при безпосередньому контакті деталі з вимірювальним наконечником пристрою. Безконтактний – при відсутності механічного контакту.

Ураховуючи розміри деталі, її конфігурацію, тип виробництва, необхідно вибрати тип вимірювального інструменту, або пристрою для кожної поверхні [2, 8, 9]. Результати вибору занести в таблицю 10.

Таблиця 10 -
Результати вибору контрольно-вимірювального інструменту

Тип поверхні Вид розміру	Тип інструмента	Точність розміру	Метод вимірювання
Лінійні зовнішні довжини	Штангенциркуль ШЦ-1-225-0,1	0,1	Прямий контактний
Зовнішні циліндричні діаметри	Скоба	0,01	Прямий контактний
...	...	...	...

2.3.3. Розроблення маршрутного технологічного процесу

Результатом проектування маршрутної технології виготовлення деталі є розроблений маршрутний технологічний процес, результати якого пропонується навести у вигляді таблиці (табл.11).

Приклад 7.

Для обраної деталі(рис. 1) розробити маршрутний технологічний процес її виготовлення.

Дані щодо проектування маршруту виготовлення деталі занесемо в таблицю.

Таблиця 11 -
Проектування технологічного маршруту обробки деталі вал-шестірна

№ техно-логічної операції	Найменування технологічної операції	Зміст технологічної операції	Технологічне обладнання	Оснастка
1	2	3	4	5
005	Токарно-гвинторізна чорнова	Точити торці, циліндричні поверхні начорно з одного боку	Токарно-гвинторізний верстат 1М63	Патрон 3-х кулачковий
010	Токарно-гвинторізна чорнова	Точити торці, циліндричні поверхні начорно з іншого боку	Токарно-гвинторізний верстат 1М63	Патрон 3-х кулачковий
015	Термічна обробка Покращення НВ 269		піч	
020	Токарно-гвинторізна чистова	Точити циліндричні поверхні начисто з одного боку, точити фаски, канавки	Токарно-гвинторізний верстат 1М63	Патрон 3-х кулачковий
025	Токарно-гвинторізна чистова	Точити циліндричні поверхні начисто з іншого боку, точити фаски, канавки	Токарно-гвинторізний станок 1М63	Патрон 3-х кулачковий
030	Токарно-гвинторізна тонка	Тонке точіння циліндричних поверхонь з одного боку	Токарно-гвинторізний станок 1М63	Патрон 3-х кулачковий
035	Токарно-гвинторізна тонка	Тонке точіння циліндричних поверхонь з іншого	Токарно-гвинторізний станок 1М63	Патрон 3-х кулачковий
040	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз	Вертикально-фрезерний верстат 6540	Пневмозажимний пристрій призматичний

045	Слюсарна	Притупити гострі кромки. Видалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата
050	Зубофрезерна	Фрезерувати зубці	Зубофрезерний 5K324	Патрон 3-х кулачковий, спец. пристрій
055	Слюсарна	Притупити гострі кромки. Видалити задирки.	Верстак слюсарний	Лещата

Продовження таблиці 11 -

1	2	3	4	5
060	Кругло-шліфувальна чистова	Шліфувати зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 25$	Круглошліфувальний станок 3A110B	Патрон 3-х кулачковий
065	Слюсарна	Притупити гострі кромки	Верстак слюсарний	Лещата
070	Промивочна	Промити деталь	Промивочна ванна	
075	Контрольна		Контрольна плита	

2.4. Визначення міжопераційних припусків на обробку деталей

Припуск - шар матеріалу, що видаляється з поверхні, яка обробляється для досягнення заданих кресленням або технічними умовами розмірів, форми, шорсткості поверхні тощо. Припуск на обробку може бути призначений по довідниковим таблицям або на підставі розрахунково-аналітичного методу. Розрахунковою величиною припуску є мінімальний припуск на обробку, достатній для позбавлення похибок обробки.

Мінімальний припуск складає:

- при обробці зовнішніх та внутрішніх поверхонь (двохсторонній припуск):

$$2Z_{imin} = 2[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (13)$$

- при обробці поверхонь обертання у центрах:

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1}), \quad (14)$$

- при послідовній обробці протилежних поверхонь (односторонній припуск):

$$Z_{min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i, \quad (15)$$

- при паралельній обробці протилежних поверхонь

$$2Z_{min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + X_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i], \quad (16)$$

де Rz_{i-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

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

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарні відхилення поверхні (відхилення від паралельності, соосності, перпендикулярності);

ε_i – похибка встановлення на виконуємому переході обробки.

При виконанні контрольної роботи студенту пропонується визначення для поверхонь (план обробки яких передбачає токарні операції) міжопераційних розмірів та допустимих відхилень довідниковим (табличним) методом. Довідниковий метод визначення міжопераційних припусків полягає у використанні стандартизованих таблиць (додаток Е). Розрахунок починають вести з фінішної операції. За таблицями відповідних видів обробки встановлюють розміри проміжних припусків на кожну операцію, а потім визначають проміжні розміри заготовки. Дані будуть застосовані при проектуванні операційного технологічного процесу, подальшому розрахунку режимів різання. При виконанні даного етапу контрольної роботи слід користуватися джерелами [2, 3, 5, 7, 9]. Результати призначення припусків та розрахунку міжопераційних розмірів занести у таблицю 12.

Приклад 8.

Для обраної деталі (рис.1) обрати припуски на механічну обробку поверхонь та розрахувати міжопераційні розміри поверхонь.

Таблиця 12 –

Розрахунок міжопераційних розмірів деталі

Номінальний розмір поверхні заготовки	Номінальний розмір поверхні деталі	Сумарний припуск 2П	Міжопераційні припуски 2П	Міжопераційні розміри поверхні	Назва операції
1	2	3	4	5	6
$\varnothing 36^{+1,2}_{-0,8}$	$\varnothing 25^{+0,011}_{+0,002}$	11	9	$\varnothing 27_{-0,21}$	Токарна чорнова
			1,0	$\varnothing 26_{-0,065}$	Токарна чистова
			0,6	$\varnothing 25,4_{-0,013}$	Токарна тонка
			0,4	$\varnothing 25^{+0,011}_{+0,002}$	Колошліфувальна тонка
$\varnothing 36^{+1,2}_{-0,8}$	$\varnothing 30^{+0,028}_{+0,015}$	6	4,4	$\varnothing 31,6_{-0,25}$	Токарна чорнова
			1,0	$\varnothing 30,6_{-0,065}$	Токарна чистова
			0,6	$\varnothing 30^{+0,028}_{+0,015}$	Токарна тонка
$\varnothing 71^{+1,3}_{-0,7}$	$\varnothing 66_{-0,030}$	5	3,4	$\varnothing 67,6_{-0,300}$	Токарна чорнова
			1,0	$\varnothing 66,6_{-0,074}$	Токарна чистова

			0,6	$\varnothing 66_{-0,030}$	Токарна тонка
$170^{+1,8}_{-1,0}$	164	6	6,0	$164 \pm 0,5$	Токарна чорнова

2.5. Проектування операційного технологічного процесу та розрахунок режимів різання

Проектування операційного технологічного процесу є складовою частиною технологічної підготовки виробництва. При розробці операційного технологічного процесу будь-яка конкретна операція розбивається на технологічні переходи, під час яких здійснюється обробка певних поверхонь. Операційний технологічний процес містить у собі короткий опис технологічних переходів, розрахунок режимів різання, ескізи технологічних переходів.

На даному етапі виконання контрольної роботи студент повинен розробити операційний технологічний процес для однієї токарної операції.

Приклад 9.

Розробити операційний технологічний процес для токарної чорнової операції.

Операція – токарно-гвинторізна.

Обладнання: станок токарно-гвинторізний 1М63.

Пристосування: токарний трьохкулачковий патрон.

Ріжучий інструмент: різці підрізний, прохідний упорний, матеріал – Т5К10, Т15К6.

Вимірювальний інструмент: Штангенциркуль ШЦ – І - 125 – 0,1.

Згідно попередньо складеної послідовності обробки поверхонь (рис.5), розробимо операційний процес, ескіз якого надається на рис.6

1. Установити та закріпити деталь у 3-х кулачковому патроні.
2. Точити торець (1).
3. Точити поверхню (2) до $\varnothing=33$ мм на $L=79$ мм.
4. Точити поверхню (3) до $\varnothing=28$ мм на $L=34$ мм.
5. Відкріпити, зняти деталь та покласти в тару.
6. Контроль робітником (виконавцем).

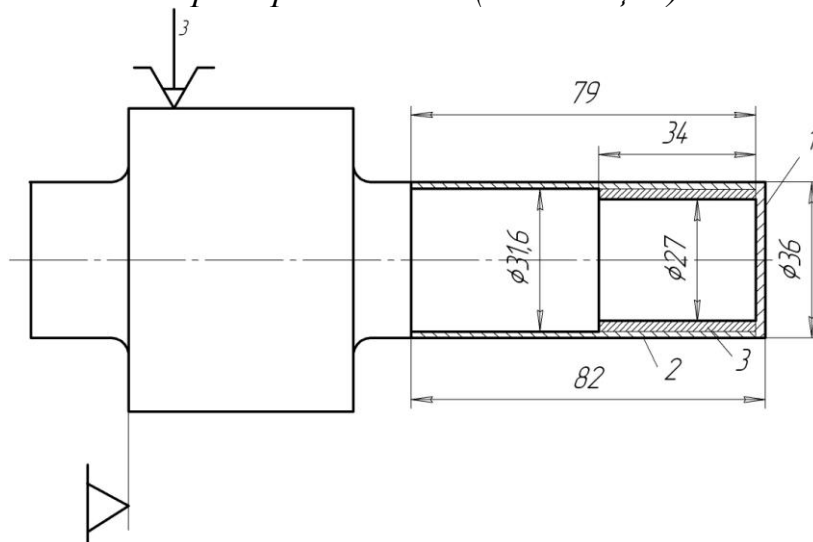


Рисунок 5 – Складання послідовності обробки поверхонь

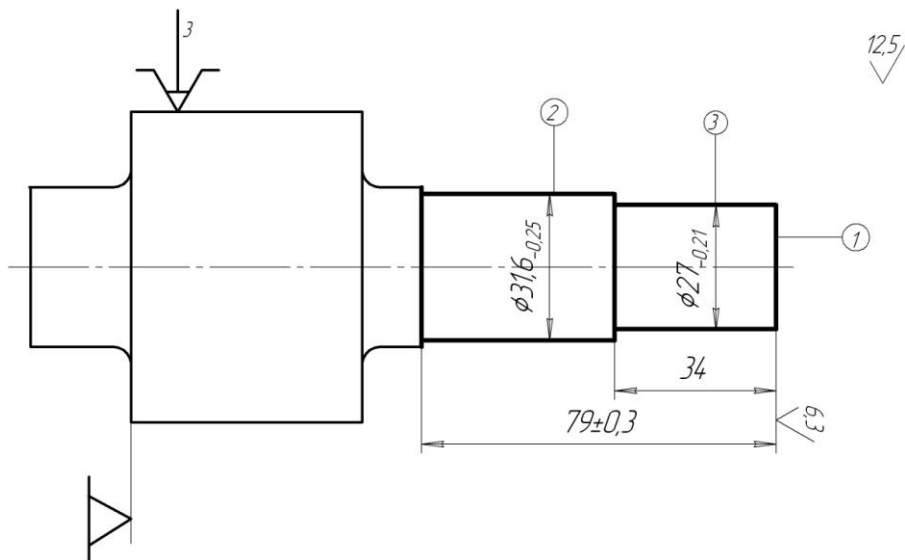


Рисунок 6 – Операційний ескіз

2.6. Розрахунок режимів різання та нормування операційного технологічного процесу

Одним із показників доцільності вибору операцій обробки є технічно-обґрунтована норма часу $t_{шт}$. Час виконання операції залежить від режимів різання, обладнання, інструменту та схеми обробки.

Призначення режимів різання – це вибір найвигідніших сполучень глибини різання, подачі, швидкості різання та частоти обертань шпинделя (інструмента), що забезпечує найменшу трудомісткість при повному використанні ріжучих можливостей інструменту, експлуатаційних можливостей верстата при додержанні необхідної якості заготовки.

1. Глибину різання визначають у залежності від припуску на обробку. При чорновій обробці поверхні призначають максимальну глибину різання, що забезпечує знімання більшої частини припуску за один хід інструмента. При напівчистовій обробці поверхні глибину різання призначають 1-4 мм. Чистову обробку виконують також у залежності від квалітету точності та шорсткості поверхні з глибиною різання 0,2 – 1,4 мм.

Формули розрахунку глибини різання:

- при обробці циліндричних поверхонь:

$$t = 0,5(D-d), \text{ мм} \quad (17)$$

де D – діаметр деталі до обробки, мм,

d – діаметр деталі після обробки, мм;

- при свердлінні:

$$t = 0,5D, \text{ мм} \quad (18)$$

- при обробці плоских поверхонь:

$$t = H-h, \text{ мм} \quad (19)$$

де H – висота деталі до обробки, мм,

h – висота деталі після обробки, мм.

2. Подача s , мм/об, призначається по довідникам (додаток Ж) у залежності від виду обробки та глибини різання. При чорновій обробці поверхні може бути більша від $S=0,5 - 0,8$ мм/об, якщо вона допустима величині потужності верстата,

ріжучого інструменту та оброблюваної заготовки. При чистовій обробці поверхні заготовки, значення подачі обирають у залежності від точності обробки та шорсткості оброблюваної поверхні заготовки. У цьому випадку значення подачі дорівнюватиме $S=0,15 \dots 0,4$ мм/об.

3. Швидкість різання розраховується за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} K_v, \text{ м/хв.} \quad (20)$$

де T - стійкість інструмента,

C_v, x, y, m - коефіцієнти, значення яких вибираються з [2, 4, 6], додаток 3.

4. Частота обертань шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \text{ об/хв.} \quad (21)$$

Після розрахунку числа обертань значення уточнюють по паспорту верстата, або по таблицям. (див. додаток К). Далі розраховують значення швидкості обробки. При необхідності уточнюють значення глибини різання чи подачі.

Розрахунок операційного часу здійснюється за формулою:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.,} \quad (22)$$

де i - число проходів,

L - довжина різання, мм, розраховується за формулою

$$L = L_{p.x.} + l_{вр.} + l_{пер.}, \text{ мм} \quad (23)$$

де $L_{p.x.}$ - довжина робочого ходу різця, мм,

$l_{вр.}, l_{пер.}$ - відповідно довжини врізання та перебігу різця, мм (див. додаток

10).

Технічно-обґрунтована норма часу $t_{ум}$ визначається:

$$t_{ум} = t_{он} \cdot \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}\right) \quad (24)$$

де $t_{он}$ – оперативний час (розраховується за формулою 25):

$$t_{он} = t_o + t_{доп}, \text{ хв.,} \quad (25)$$

де $t_{доп}$ – допоміжний час, визначається за додатком М, або іншим

довідниковим матеріалам;

$\alpha \approx 6\%$, $\beta \approx 0,6 \dots 8\%$, $\gamma \approx 2,5\%$ - коефіцієнти, які визначають відповідно час технічного, організаційного обслуговування і регламентованих перерв (див. додаток Н).

Приклад 10.

Приклад розрахунку режимів різання та нормування токарної чорнової операції виготовлення вала-шестерні(див. приклад 9).

Перехід 1:

Глибина різання $t=3$ мм,

приймаємо $s= 0,5$ мм/об

$$\text{розрахуємо } v_{\text{розр.}} = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,75 = 117 \text{ м/хв.}$$

$$n_{\text{розр.}} = \frac{1000 \cdot 117}{\pi \cdot 36} = 1034 \text{ об / хв}$$

Згідно довідникових матеріалів приймаємо $n_{\text{факт.}} = 1275 \text{ об / хв}$

$$v_{\text{факт.}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 1275}{1000} = 144 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо операційний час переходу 1:

$$t_{o1} = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{18 \cdot 1}{1275 \cdot 0,5} = 0,04 \text{ хв.}$$

Перехід 2:

Глибина різання $t = 0,5(36-31,6)=2,2 \text{ мм,}$

приймаємо $s = 0,5 \text{ мм/об}$

$$\text{розрахуємо } v_{\text{розр.}} = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,75 = 123 \text{ м/хв.}$$

$$n_{\text{розр.}} = \frac{1000 \cdot 123}{\pi \cdot 31,6} = 1238 \text{ об / хв}$$

Згідно довідникових матеріалів приймаємо $n_{\text{факт.}} = 1275 \text{ об / хв}$

$$v_{\text{факт.}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 31,6 \cdot 1275}{1000} = 126 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо операційний час переходу 2:

$$t_{o2} = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{79 \cdot 1}{1275 \cdot 0,5} = 0,14 \text{ хв.}$$

Перехід 3:

Глибина різання $t = 0,5(31,6-27)=2,3 \text{ мм,}$

приймаємо $s = 0,5 \text{ мм/об}$

$$\text{розрахуємо } v_{\text{розр.}} = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,3^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,75 = 122 \text{ м/хв.}$$

$$n_{\text{розр.}} = \frac{1000 \cdot 122}{\pi \cdot 27} = 1265 \text{ об / хв}$$

Згідно довідникових матеріалів приймаємо $n_{\text{факт.}} = 1275 \text{ об / хв}$

$$v_{\text{факт.}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 1275}{1000} = 124 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо операційний час переходу 3:

$$t_{o3} = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{34 \cdot 1}{1275 \cdot 0,5} = 0,06 \text{ хв.}$$

Розрахуємо загальний операційний час:

$$t_o = 0,04 + 0,14 + 0,06 = 0,34 \text{ хв.}$$

Розрахуємо оперативний час:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,34 + 5,05 = 5,39 \text{ хв.,}$$

де $t_{g1} = 1,45$ – допоміжний час на встановлення та закріплення деталі в кулачках із закріпленням ключем;

$t_{g2} = 1,2 \cdot 3 = 3,6$ – машинно-допоміжний час, зв'язаний з виконанням допоміжних рухів та переміщень, хв.

Визначимо технічно-обґрунтовану норму часу t_{um} :

$$t_{um} = t_{on} \cdot \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}\right) = 5,39 \cdot \left(1 + \frac{6 + 5 + 2,5}{100}\right) = 6,5 \text{ хв.}$$

2.7. Оформлення технологічної документації

Згідно з ГОСТ 3.1102-81 і ГОСТ 3.1404-86 при проектуванні технологічного процесу в залежності від типу виробництва, його організації та специфічних особливостей використовують: маршрутний опис технологічного процесу; маршрутно-операційний і операційний опис техпроцесу. В маршрутному технологічному процесі зміст операцій записують в маршрутні карти в послідовності їх виконання без переходів та режимів різання. Застосовується в одиничному та дрібносерійному типах виробництва.

В маршрутно-операційному процесі передбачається короткий опис змісту окремих операцій в маршрутній карті, а решта операцій оформляється на операційних картах. Застосовується в серійному виробництві.

Операційний техпроцес застосовуються в великосерійному та масовому типах виробництва.

Документи, які використовують при проектуванні та втіленні у виробництво технологічних процесів, операцій на обробку деталей вказані у табл.

Таблиця 13 -
Види технологічних документів

Назва документу	Форма	ГОСТ
1	2	3
Для операцій які виконуються на універсальних верстатах		
Титульний лист (ТЛ)	2	3.1105-84
Маршрутна карта (МК)		

Перший заголовний лист	1	3.1118-82
Послідуючі листи (продовження)	1а, 1б	3.1118-82
Операційна карта (ОК) механічної обробки		
Перший лист	2	3.1404-86
Продовження	2а	3.1404-86
Карта ескізів (КЕ)	7.7а 8.8а	3.1105-84
Операційна карта технологічного контролю(КТК)	1.1а 2.2а	3.1502-85

Маршрутна карта (МК) - це документ, який містить в собі опис техпроцесу виготовлення деталі за усіма операціями в технологічній послідовності.

Маршрутна карта являється обов'язковим документом техпроцесу, за ГОСТ 3.1118-82, ЕСТД в ній вказується: (ММ) - назва, сортамент, марка матеріалу, його код за класифікатором; (ОМ) - код одиниці міри маси, довжини деталі, (МЗ) - маса заготовки за класифікатором;

МКД - маса деталі за конструктивним документом;

ОН - одиниця нормування витрат матеріалу або часу;

Нвитр - норма витрат матеріалу та (Кв м) - коефіцієнт його використання;

КЗ - код заготовки за класифікатором, профіль та розміри вихідної заготовки;

КД - кількість деталей що виготовляються із однієї заготовки;

ДУ - номер (код) дільниці та цеху, в якому виготовляється операція;

РМ - номер (код) робочого місця, номер (код) операції (процесу) в технологічному процесі виготовлення деталі (включаючи контроль та транспортування); код операції за технологічним класифікатором, її назва, значення документів, інструкцій щодо охорони праці, пристроїв для виконання даної операції; код обладнання за класифікатором, його скорочена назва та інвентарний номер;

СМ - ступінь механізації технологічної операції;

ПР - код професії робітника-верстатника за класифікатором;

Р - розряд роботи;

НВ - код умов праці та норм виробітку за класифікатором;

КР - кількість робітників, зайнятих при виконанні операції;

КООД - кількість одночасно обробляючих деталей;

ОП - об'єм виробничої партії в штуках;

Кшт - коефіцієнт штучного часу при багатостанковому обслуговуванні;

Тпз - норми підготовчо-заклучного та (Тшт) - штучного часу па операцію;

ПІ - номер позиції інструментальної наладки;

L_p - розрахункова довжина робочого ходу;

t - глибина різання;

V – швидкість різання;

S – подача;

i - кількість, проходів;

n - число обертів за хвилину (об/хв.).

При маршрутному та маршрутно-операційному опису техпроцесу маршрутна карта (МК) - являється одним із основних документів, на ній описуються увесь процес в технологічній послідовності виконання операцій. При операційному описі техпроцесу маршрутна карта (МК) виконує роль зведеного документу, в якому вказується адресна інформація (номера операцій, технологічне обладнання та норми часу). Технологічні операції розробляють на операційних картах, які застосовуються у великосерійному та масовому виробництвах. Приклад заповнення маршрутної карти за ГОСТ 3.11118-82 форма 1 (див. в додатку Р). При заповненні МК слід:

1. Інформацію записувати на всю довжину рядка, при необхідності переносити на слідуючі рядки.

2. Кожному типу рядка відповідає свій службовий символ, наприклад:

А - номер, назва операції,

Б - застосоване обладнання,

О - зміст операції, переходу,

Т - інформація про застосування технологічної оснастки, ріжучих та вимірювальних інструментів при виконанні технологічних операцій.

Р - режим різання.

3. Номер операції: вказувати потрібно трьома цифрами з інтервалом в п'ять одиниць. У виробничих умовах це дає можливість ввести нові операції, зміни та доповнення. Наприклад: перша операція - 005, друга - 010, третя ~ 015, четверта - 020 і т.п.

4. Назва операції і її код записується відносно ГОСТ 17420-82. Як правило, назву операції порівнюють з назвою обладнання. Наприклад: код 4103 - токарна з ЧПК; код 4101 - агрегатна; код 4110 - токарна; код 4114 - токарно-гвинторізна; код 4117 -токарно-автоматна і т. п.

5. Обладнання записується наступним образом: код, назва та модель верстата. Наприклад: код 381021, токарний з ЧПК 16K20Ф3, код 381612, горизонтально-фрезерний 6Р13П і т.п.

6. Номера переходів вказуються цифрами 1,2,3,4, і т.п.

7. Запис змісту операції та переходу може бути повним або скороченим. При наявності ескізу обробки виконується скорочення форми запису із посиленням на умовне намічання обробленої поверхні. Наприклад:

1. Точити пов. (1), фаску (3), канавку (5) згідно ескізу.

2. Розточити отв. (2) згідно ескізу.

Повний запис слід писати при відсутності ескізу обробки для проміжних переходів. В запис змісту переходу /операції/ слід указувати безпосередньо розміри обробки з їх граничними відхиленнями.

Інформацію про технологічну оснастку потрібно записувати в такій послідовності: пристосування, допоміжний, ріжучий інструмент, засоби вимірювання. "Пристосування" - записується код та назва пристосування. Класифікатором передбачено кодування тільки універсальних пристосувань.

До нестандартних пристосувань слід писати "спеціальні". Наприклад:
396130 - 3-х кулачковий самоцентруючий патрон;
396131- машинні лещата;
392840 - центри і т.п.

Для допоміжного інструменту записується код та назва. Наприклад:
Код xxxxx оправка для розточки
Код xxxxx втулка перехідна.

Для різальних інструментів: записується код, назва та матеріал різальної частини. Наприклад:

392101 - різець прохідний Т5К10 16x25x140; $\varphi = 45^\circ$; ГОСТ 18671-83;

392167 - свердло спіральне 20; Р6М5, $2\varphi = 118^\circ$; ГОСТ 2092-87.

Код різального інструменту за класифікатором (див. в додатку П).

Так само для засобів вимірювання. Наприклад:

393310- штангенциркуль ЩЦ 1-125-0,1;

393110 - калібр-пробка Ø50Н7.

Код засобів вимірювання вказується за класифікатором, приведеним в додатку.

Операційна карта механічної обробки (ОК) - призначається для опису технологічної операції із вказівкою послідовності виконання переходів, засобів технологічного оснащення, режимів різання та трудових витрат. Заповнюється на кожну операцію, в основному при великосерійному та масовому виробництвах. Приклад заповнення операційної карти приводиться в додатку. Операційна карта оформляється за ГОСТ 3.1404-86. У формі 2 ОК передбачається зона для розміщення ескізу обробки. Якщо ескіз розмістити на цій карті неможливо, то застосовується карта ескізів (КЕ). Форми 2 і 3 призначені для оформлення операцій, що виконуються як на універсальному технологічному обладнанні, так і на верстатах з ЧПК. Графи операційної карти, які мають однакову назву із маршрутною, заповнюються аналогічно при наступному доповненні. Твердість оброблюваної заготовки вказується за Бринелем НВ. Важливою частиною розробки техпроцесу є виконання ескізів обробки, карт ескізів (КЕ) та схем обробки. Вони допомагають краще зрозуміти технологічний процес.

Операційні ескізи обробки виконуються на карті ескізів (КЕ) за ГОСТ 3.1105-84, призначаються для графічних ілюстрацій до ОК, КТП, та МК, дотримуючись наступних правил:

а) масштаб вибирається довільно, але з урахуванням можливості розміщення усіх ескізі у відведених для них місцях на операційних картах або на картах ескізів (КЕ) повинен дотримуватись на всіх ескізах;

б) на кожному ескізі обробки необхідно: показати контур обробки деталі в робочому положенні на верстаті при обробці та в тому вигляді, який вона повинна одержати після виконання операції, привести достатню кількість видів деталі, для наочності виділити усі поверхні обробки на даній операції товстими лініями або червоним олівцем, вказати умовні позначення технологічних баз, затискачів (ГОСТ 3.1107-81); показати розміри, одержані при даній операції із вказівкою допустимих відхилень і вимог шорсткості оброблених на даній операції поверхонь, проставити номер поверхні в обкреслених колом діаметром 6-8 мм арабськими цифрами на продовженні розмірної лінії операційних розмірів.

Зміст граф основних надписів технологічних документів та інформації, вписаної в графи та рядки маршрутної та операційної карт наведено в додатку О. У додатку Р, С, Т наводиться приклад заповнення маршрутної, операційної карт та карти ескізів.

Список рекомендованої літератури

1. Бондаренко, С.Г. Основи технології машинобудування : навч. посіб. / С.Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія 2006, 2014. – 500 с.
2. Технології машинобудування : навч. посіб. / Є.О. Горбатюк, М.П. Мазур, А.С. Зенкін, В.Д. Каразей. – Львів : Новий Світ-2000, 2015. – 358 с.
3. Жигуц, Ю.Ю. Технологія машинобудування. Збірник лабораторних робіт : навч. посіб. / Ю.Ю. Жигуц, В.Ф. Лазар. – К. : Кондор-Видавництво, 2013. – 352 с.
4. Красовський, М.А. Курсове проектування з технології машинобудування : навч.-метод. посіб. / М.А. Красовський, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – 240 с.
5. Технологія машинобудування : посіб.-довід. для виконання кваліфікац. робіт : навч. посіб. / І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай та ін. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

Допоміжна :

1. Григурко, І.О. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) : навч. посіб. / І.О. Григурко, М.Ф. Брендюля, С.М. Доценко. – Львів : Новий світ-2000, 2006. – 576 с.
2. Данилевский, В.В. Справочник молодого машиностроителя : справ. для молодых рабочих машиностроит. з-дов и учащихся проф.-техн. училищ / В.В. Данилевский. – Изд. 3-е, доп. и перераб. – М. : Высш. шк. , 1973. – 648 с., ил.
3. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. Т.1 / [под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 656 с., ил.
4. Мельничук, П.П. Технологія машинобудування : підручник / П.П. Мельничук, А.І. Боровик, П.А. Лінчевський, Ю.В. Петраков. – Житомир : ЖДТУ, 2005. – 882 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. Т.1 / [под ред. А.М. Дальского]. – М. : Машиностроение, 2001. – 912 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. Т.2 / [под ред. А.М. Дальского]. – М. : Машиностроение, 2001. – 944 с.

Перелік основних міждержавних стандартів ЄСТД

ГОСТ 3. 1001-81	ЄСТД. Загальні положення.
ГОСТ 3. 1102-81	Стадії розробки та види документів.
ГОСТ 3. 1103-82	Основні надписи.
ГОСТ 3. 1104-81	Загальні вимоги до форм, бланків і документів.
ГОСТ 3. 1105-84	Форма і правила оформлення документів загального призначення.
ГОСТ 3. 1107-81	Опори, затискачі й установочні пристрої. Графічні позначення.
ГОСТ 3. 1109-82	Терміни і визначення основних понять.
ГОСТ 3. 1116-79	Нормоконтроль технологічної документації.
ГОСТ 3. 1118-82	Форми і правила оформлення маршрутних карт.
ГОСТ 3. 1120-83	Загальні правила відображення й оформлення вимог безпеки праці в технологічній документації.
ГОСТ 3. 1126-88	Правила виконання графічних документів на поковки.
ГОСТ 3. 1201-85	Система позначення технологічної документації.
ГОСТ 3. 1404-86	Форми і правила оформлення документів на технологічні процеси і операції різанням.
ГОСТ 3. 1702-79	Правила запису операцій і переходів. Обробка різанням.
ГОСТ 3. 1703-79	Правила запису і переходів. Слюсарні, слюсарно-складальні роботи.

Питома вага матеріалів

Матеріал	Питома вага, г/см ³	Матеріал	Питома вага, г/см ³
Алюміній прокат	2,73	Чавун сірий	6,6-7,8
Алюмінієва бронза	7,70	Цинк литий	6,89
Бронза олов'яниста	8,70	Гетинакс	1,32-1,4
Дюралюміній	2,85	Карболіт литий	1,16-
Латунь в прутах	8,50	Плексиглас	1,47
Олово біле	7,28	Акрилат	1,18
Тверді сплави	14,4	Текстоліт ПТК ПТ	1,3-1,4
Типу ВК	14,9	Целулоїд	1,3
Тверді сплави	9,5	Фібра	1,28
Типу ВК	12,4	Гумові вироби	1,0-2,0
Сталь прокат	7,85		

Класи точності та шорсткості, які досягаються різними видами механічної обробки

МЕТОД ОБРОБКИ	КВАЛІТЕТ ТОЧНОСТІ	ЗНАЧЕННЯ ШОРСТКОСТІ R _a , мкм
1	2	3
ОБРОБКА ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН		
ОБТОЧУВАННЯ:		
чорнове	12-14	12-40
напівчистове	10-12	2,0-16
чистове	8-19	0,8-2,5
тонке	5-10	0,2-1,6
ТОРЦЕВЕ ТОЧІННЯ		
чорнове	12-13	6,3-32
чистове	9-11	1,6-6,4
тонке	6-8	0,32-1,6
ШЛІФУВАННЯ		
чорнове	8-9	1,0-2,5
чистове	6-7	0,2-1,25
тонке	5-6	0,05-0,25
ПОЛІРУВАННЯ	5-6	0,008-0,08
ОБРОБКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН		
ТОРЦЕВЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ		
чорнове	12-14	4,0-16,0
чистове	9-11	1,0-4,0
тонке	6-8	0,32-1,25
ЦИЛІНДРИЧНЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ		
чорнове	12-14	3,2-10,0
чистове	9-11	0,8-3,2
тонке	6-8	0,20-1,6
СТРУГАННЯ		
чорнове	12-14	6,4-40,0
чистове	9-11	1,0-6,3
тонке	6-8	0,32-1,6
ШЛІФУВАННЯ		
чорнове	8-9	1,6-4,0
чистове	6-7	0,32-1,6
тонке	5-6	0,08-0,32
ПРОТЯГУВАННЯ		
чорнове	7-8	1,0-3,2
чистове	5-6	0,32-1,25

Продовження додатка В -

1	2	3
СУПЕРФІНІШУВАННЯ ПОЛІРУВАННЯ	ТА 5-6	0,05-0,32
ОБРОБКА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН		
СВЕРДЛЕННЯ РОЗСВЕРДЛЮВАННЯ	ТА 10-13	3,2-12
ЗЕНКЕРУВАННЯ		
чорнове	10-12	2,5-8,0
чистове	8-9	1,25-3,2
РОЗГОРТУВАННЯ		
чорнове	10-11	1,25-2,5
чистове	7-9	0,63-1,25
тонке	5-6	0,32-0,63
ПРОТЯГУВАННЯ		
чорнове	9-11	1,25-3,2
чистове	6-8	0,32-1,25
РОЗТОЧУВАННЯ		
чорнове	11-13	8-16
напівчистове	9-10	2,5-8
чистове	7-8	0,8-2,0
тонке	5-6	0,2-0,8
ШЛІФУВАННЯ		
чорнове	8-9	1,6-3,2
чистове	6-7	0,32-1,6
тонке	5-6	0,06-0,006
ХОНІНГУВАННЯ		
чорнове	6-7	1,25-3,2
чистове	5-6	0,25-1,25
тонке	4	0,04-0,25

Встановлювання заготовок на токарних станках

Заготовки	Спосіб встановлювання	Точність обробки, мм
Жорсткі циліндричні $l/d = 5 \div 12$	В центрах	-
Нежорсткі циліндричні; $l/d > 12$	В центрах і на люнетах	-
Жорсткі та невеликої довжини; $l/d = < 5$	В патронах (закріплення за зовнішню та внутрішню поверхню)	При встановлюванні: без вивірки – 0,1; в термічно необроблених кулачках – 0,03; із вивіркою, в чотирьохкулачковому патроні – 0,05
Із попередньо обробленим базовим отвором	На оправках	-
Великого діаметру та довжини	У патроні та задньому центрі	0,05 – 0,10
Нежорсткі складної конфігурації; $l/d > 12$	У патроні та нерухомому люнеті	0,03 – 0,05 (встановлювання із вивіркою)
Корпусні складної форми	На планшайбі	-
Корпусні	На кутнику	0,1

Патрони стандартизовані для токарних робіт

Патрони	ГОСТ
Токарні поводкові Поводкові для різьбових кінців шпинделів (хомутики поводкові по ГОСТ 2578 - 70)	2571 – 71 2572 - 72
Самоцентруючі трьохкулачкові (фланці проміжні до самоцентруючих патронів по ГОСТ 3889 - 80)	2675 - 80
Токарні клинові та важфльно-клинові самоцентруючі трьох- та двохкулачкові	24351 – 80
Чотирьохкулачкові із незалежним переміщенням кулачків	3890 - 82
Магнітні	24568 - 81
Для нарізування різьби на токарних верстатах (втулки для плашек до патронів для нарізування різьби на токарних верстатах по ГОСТ 21939 – 76; втулки для мітчиків до патронів для нарізування різьби на токарних верстатах по ГОСТ 21940 – 76)	21938 - 76
Самоцентруючі двохкулачкові	14903 - 69

Операційні припуски на обточування і шліфування валів у масовому і крупносерійному виробництві, мм

Таблиця 6.1. -

Припуск на чистове точіння валів після чорного точіння

Діаметр вала в мм	Довжина оброблюваної деталі в мм					
	до 100	від 100 до 250	від 250 до 500	від 500 до 800	від 800 до 1200	від 1200 до 2000
	Припуск 2П на діаметр в мм					
до 10	0,8	0,9	1,0	-	-	-
від 10 до 18	0,9	0,9	1,0	1,1	-	-
від 18 до 30	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	-
від 30 до 50	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7
від 50 до 80	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8
від 80 до 120	1,1	1,2	1,2	1,4	1,6	1,9
від 120 до 180	1,2	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0
від 180 до 260	1,3	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
від 260 до 360	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1
від 360 до 500	1,4	1,5	1,5	1,7	1,9	2,2

Таблиця 6.2. -

Припуски на шліфування валів

Діаметр вала, мм	Характеристика шліфування	Характеристика валу	Довжина валу, мм					
			до 100	від 100 до 250	від 250 до 500	від 500 до 800	від 800 до 1200	від 1200 до 2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
до 18	Центрове	Сирий Загартований	0,2 0,3	0,3 0,3	0,3 0,4	0,3 0,5	- -	- -
	Безцентрове	Сирий Загартований	0,2 0,3	0,2 0,3	0,2 0,4	0,3 0,5	- -	- -
від 18 до 30	Центрове	Сирий Загартований	0,3 0,3	0,3 0,4	0,3 0,4	0,4 0,5	0,4 0,6	- -
	Безцентрове	Сирий Загартований	0,3 0,3	0,3 0,3	0,3 0,4	0,3 0,4	- -	- -
від 30 до 50	Центрове	Сирий Загартований	0,3 0,4	0,3 0,4	0,3 0,4	0,4 0,5	0,6 0,7	0,6 0,7
	Безцентрове	Сирий Загартований	0,3 0,4	0,3 0,4	0,3 0,5	0,4 0,5	- -	- -

Продовження таблиці 6.2. -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
від 50 до 80	Центрове	Сирий Загартований	0,3 0,4	0,4 0,5	0,4 0,5	0,5 0,6	0,6 0,8	0,7 0,8
	Безцентрове	Сирий Загартований	0,3 0,4	0,3 0,5	0,3 0,5	0,4 0,6	- -	- -
від 80 до 120	Центрове	Сирий Загартований	0,4 0,5	0,4 0,5	0,5 0,6	0,5 0,6	0,6 0,8	0,7 0,8
	Безцентрове	Сирий Загартований	0,4 0,5	0,4 0,5	0,4 0,6	0,5 0,7	- -	- -
від 120 до 180	Центрове	Сирий Загартований	0,5 0,5	0,5 0,6	0,6 0,7	0,6 0,8	0,7 0,9	0,8 1,0
	Безцентрове	Сирий Загартований	0,5 0,5	0,5 0,6	0,5 0,7	0,5 0,8	- -	- -
від 180 до 260	Центрове	Сирий Загартований	0,5 0,6	0,6 0,7	0,6 0,7	0,7 0,8	0,8 0,9	0,9 1,1
від 260 до 380	Безцентрове	Сирий Загартований	0,6 0,7	0,6 0,7	0,7 0,8	0,7 0,9	0,8 1,0	0,9 1,1
від 380 до 500	Центрове	Сирий Загартований	0,7 0,8	0,7 0,8	0,8 0,9	0,8 0,9	0,9 1,0	1,0 1,2

Примітка. При обробці багатоступінчастих валів припуск приймають на кожну ступінь окремо, виходячи із діаметра ступені та загальної довжини вала.

Вибір режимів різання при точінні

Таблиця 7.1. -

Подачі чорнового зовнішнього точіння різцями з пластинками із твердого сплаву і швидкоріжучої сталі.

Діаметр деталі, мм	Розмір державки деталі, мм	Оброблюваний матеріал									
		Сталь конструкційна вуглецева, легована і жароміцна					Чавун і мідні сплави				
		Подача, мм/об, при глибині різання, мм									
		До3	від 3 до 5	від 5 до 8	від 8 до 12	від 12	До3	від 3 до 5	від 5 до 8	від 8 до 12	від 12
До20	16x25	0,3- 0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-40	16x25	0,4- 0,5	0,3- 0,4	-	-	-	0,4- 0,5	-	-	-	-
40-60	16x25	0,5- 0,9	0,4- 0,8	0,3- 0,7	-	-	0,6- 0,9	0,5- 0,8	0,4 0,7	-	-
60-100	16x25	0,6- 1,2	0,5- 1,1	0,5- 0,9	0,4- 0,8	-	0,8- 0,4	0,7- 1,2	0,6- 1,0	0,5- 0,9	-
100-400	16x25	0,8- 1,3	0,7- 1,2	0,6- 1,0	0,5- 0,9	-	1,0- 1,5	0,8- 0,9	0,8- 1,1	0,6- 0,9	-
400-500	20x30	1,1- 1,4	1,0- 1,3	0,7- 1,2	0,6- 1,2	0,4- 1,1	1,3- 1,6	1,2- 1,5	1,0- 1,2	0,7- 0,9	-
500-600	20x30	1,2- 1,5	1,0- 1,1	0,8- 1,3	0,6- 1,3	0,1- 1,2	1,5- 1,8	1,2- 1,6	1,0- 1,4	0,9- 1,2	0,8- 1,0
600- 1000	20x40	1,2- 1,8	1,1- 1,5	0,9- 1,4	0,8- 1,4	0,7- 1,3	1,5- 2,0	1,3- 1,8	1,0- 1,4	1,0- 1,3	0,9- 1,2

Примітка:

1. При обробці перериваних поверхонь і при роботі з ударами табличні значення подач слід зменшувати на коефіцієнт 0,75-0,85.

2. При обробці загартованих сталей табличні значення подачі слід зменшувати, множенням на коефіцієнт 0,8 для сталі HRC 44-56 і на 0,5 для сталі з HRC 57-62.

Таблиця 7.2. - Подача для чорнового розточування на токарних, токарно-револьверних і карусельних верстатах різцями з пластинками із твердого сплаву та швидкоріжучої сталі.

Різець	Обролюваний матеріал													
Діаметр круглого перетину різця або розміри прямокутного перетину оправки, мм	Виліт різця або оправки, мм	Сталь конструкційна вуглецева, легована і жаростійка						Чавун і мідні сплави						
		Подача мм/об щодо глибини різання, мм												
		2	3	5	8	12	20	2	3	5	8	12	20	
Токарні і токарно-револьверні верстати														
10	50	0,08	-	-	-	-	-	0,12-0,16	-	-	-	-	-	
12	60	0,10	0,08	-	-	-	-	0,12-0,20	0,12-0,18	-	-	-	-	
16	80	0,1-0,2	0,15	0,10	-	-	-	0,20-0,30	0,15-0,25	0,10-0,18	-	-	-	
20	100	0,5-0,3	0,15-0,25	0,12	-	-	-	0,30-0,40	0,25-0,35	0,12-0,25	-	-	-	
25	125	0,25-0,50	0,15-0,40	0,12-0,20	-	-	-	0,40-0,60	0,30-0,50	0,25-0,35	-	-	-	
30	150	0,40-0,70	0,20-0,50	0,12-0,30	-	-	-	0,50-0,80	0,40-0,60	0,25-0,45	-	-	-	
40	200	-	0,25-0,60	0,15-0,40	-	-	-	-	0,60-0,80	0,30-0,80	-	-	-	
40x40	150	-	0,60-1,0	0,50-0,70	-	-	-	-	0,70-1,20	0,50-0,90	0,40-0,50	-	-	
	300	-	0,40-0,7	0,30-0,60	-	-	-	-	0,60-0,90	0,40-0,70	0,30-0,40	-	-	
60x60	150	-	0,90-1,20	0,80-1,0	0,6-0,8	-	-	-	1,0-1,5	0,80-1,2	0,60-0,90	-	-	
	300	-	0,70-1,0	0,50-0,80	0,4-0,7	-	-	-	0,9-1,2	0,70-0,90	0,50-0,70	-	-	
75x75	300	-	0,90-1,3	0,80-1,10	0,7-0,9	-	-	-	1,1-1,6	0,90-1,3	0,70-1,00	-	-	
	500	-	0,70-1,0	0,60-0,90	0,5-0,7	-	-	-	-	0,70-1,10	0,60-0,80	-	-	
	800	-	-	0,40-0,70	-	-	-	-	-	0,60-0,80	-	-	-	

Довідникові таблиці для розрахунку швидкості різання

Таблиця 8.1. -
Значення коефіцієнта K_r і показник степені n_v у формулі для розрахунку
коефіцієнта обробки матеріалу K_{MV}

Обробний матеріал	Розрахункова формула	Коефіцієнт K_r для матеріалу інструмента		Показники ступеню при обробці різцями	
		Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву	Із швидкоріжучої сталі	Із твердого сплаву
Сталь вуглецева (C = 0,6%) $\sigma_{TO} < 450$ 450-550 >550	$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_{TO}} \right)^{n_v}$	1,0	1,0	-1,0	1,0
		1,0	1,0	1,75	1,0
		1,0	1,0	1,75	1,0
Сталь вуглецева (C > 0,6%) хромиста марганцевиста швидкоріжуча		0,8	0,9	1,5	1,0
		0,7	0,8	1,25	1,0
		0,75	0,9	1,5	1,0
		0,6	0,7	1,25	1,0
Сірий чавун	$K_{MV} = K_r \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$	-	-	1,7	1,25
Ковкий чавун	$K_{MV} = K_r \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$	-	-	1,7	1,25

Таблиця 8.2. -

Поправочний коефіцієнт K , який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання

Стан поверхні заготовки					
Без кірки	З кіркою				
	Прокат	Поковка	Стальні і чавунні виливки		Мідні і алюмінієві сплави
			Нормальні	Дуже забруднені	
1,0	0,8	0,8	0,8-0,85	0,5-0,6	0,9

Таблиця 8.3. -

Значення коефіцієнта C_v і показників ступеню у формулах швидкості
різання при обробці різцями

Вид обробки	Матеріал ріжучої частини різців	Характеристика подачі	Коефіцієнт і показники ступеню			
			Cv	Xv	Yv	m
1	2	3	4	5	6	7
Обробка конструкційної вуглецевої сталі $\sigma_{то}=750$ МПа						
Зовнішнє повздовжнє точіння прохідними різцями	T15 K6	S до 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		S більше 0,3	350		0,35	
		S до 0,7	340		0,45	
Теж саме, різцями з допоміжним лезом	T15 K6	$S \leq t$ $S > t$	292	0,30 0,15	0,15 0,30	0,18
Відрізання	T5K10 P18	-	47	-	0,80	0,20
			23,7		0,66	0,25
Фасонне точіння	P18	-	22,7	-	0,50	0,30
Нарізування метричної різьби	T15K6 P6M5	-	244	0,23	0,30	0,20
		Чорнові ходи:	14,8	0,70	0,30	0,11
		P≤2мм.	30	0,60	0,25	0,08
		P>2мм.	41,8	0,45	0,30	0,13
Чистові ходи						
Вихрове нарізання різьби	T15K6	-	2330	0,50	0,50	0,50
Обробка сірого чавуну HB 190						
Зовнішнє повздовжнє точіння прохідними різцями	BK6	$S \leq 0,40$	292	0,15	0,20	0,20
		$S > 0,40$	243		0,40	
Теж саме, різцями з допоміжним лезом	BK6	$S \leq 1$	324	0,40	0,20	0,28
		$S > 0$	324	0,20	0,40	0,28
Відрізання	BK6	-	68,5	-	0,40	0,20
Нарізування метричної різьби	BK6		83	0,45	-	0,33
Обробка ковкого чавуну HB 150						
Зовнішнє повздовжнє точіння прохідними різцями	BK8	$S \leq 0,20$	317	0,15	0,20	0,20
		$S > 0,20$	215	0,15	0,45	0,20
Відрізання	BK6	-	86	-	0,4	0,20
Обробка мідних сплавів, твердості HB 100-140						
Зовнішнє повздовжнє точіння прохідними різцями	P18	$S \leq 0,40$	270	0,12	0,25	0,23
		$S > 0,40$	182	0,12	0,30	0,23
Обробка сілуміна і ливарних алюмінієвих сплавів, $\sigma_{то} = 100...200$ МПа, HB ≤ 65; дюралюмінію, $\sigma_{то} = 300...400$ МПа, HB ≤ 100						
Зовнішнє повздовжнє точіння прохідними різцями	P18	$S \leq 0,20$	485	0,12	0,25	0,28
		$S > 0,20$	328	0,12	0,50	0,28

Примітка:

1. При внутрішній обробці приймають швидкість різання, однакову з швидкістю різання для зовнішньої обробки з введенням поправочного коефіцієнту 0,9.
2. При обробці без охолодження конструкційних і жароміцних сталей і сталених відливок різцями із швидко ріжучої сталі вводити поправочний коефіцієнт на швидкість різання 0,8.
3. При відрізуванні і підрізуванні з охолодженням різців із твердого сплаву Т15К6 конструкційних сталей і сталених відливок вводити на швидкість різання поправочний коефіцієнт 1,4.
4. При фасонному точінні глибокого і складного профілю на швидкість різання вводити коефіцієнт 0,85.
5. При обробці різцями із швидко ріжучої сталі термооброблених сталей швидкість різання для відповідної сталі зменшувати, вводячи поправочний коефіцієнт 0,95 - при нормалізації, 0,9 - при відпалі, 0,8 - при поліпшенні.
6. Подача S_0 в мм/об

Таблиця 8.4. -

Поправочний коефіцієнт K_{i_v} , який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання

Оброблюваний матеріал	Значення Ki_v в залежності від марки інструментального матеріалу						
Сталь конструкційна	T5K12B 0,35	T5K10 0,65	T14K8 0,8	T15K6 1,0...1,15	T30K4 1,4	BK8 0,4	
Корозійностійкі і жароміцні сталі	BK8 1,0	T5K10 1,4	T15K6 1,9	P18 0,3	-	-	
Сталь загартована	HRC35-50				HRC51-62		
	T15K6 1,0	T30K4 1,25	BK6 0,85	BK8 0,83	BK4 1,0	BK6 0,92	BK8 0,74
Сірий і ковкий чавун	BK8 0,83	BK6 1,0	BK4 1,1	BK3 1,15	BK3 1,25	-	
Сталь, чавун, мідні і алюмінієві	P6M5 1,0	BK4 2,5	BK6 2,7	9XC 0,6	XBG 0,6	Y12A 0,5	-

Додаток К

Значення частот обертання шпинделя, які вживаються при точінні на верстатах токарної групи

верстат моделі 1А616					
№ ступені	Частота обертання шпинделя, об/хв	№ ступені	Частота обертання шпинделя, об/хв	№ ступені	Частота обертання шпинделя, об/хв
1	9	8	90	15	450
2	11,2	9	112	16	560
3	18	10	140	17	710
4	28	11	180	18	900
5	45	12	224	19	1120
6	56	13	280	20	1400
7	71	14	355	21	1800
верстат моделі 16К20					
1	12,5	8	63	15	315
2	16	9	80	16	400
3	20	10	100	17	500
4	25	11	125	18	630
5	31,5	12	160	19	800
6	40	13	200	20	1000
7	50	14	250	21	1250
				22	1600
верстат моделі 1М63					
1	10,1	9	40,8	17	255
2	12,7	10	51,0	18	319
3	16,3	11	63,7	19	408
4	20,4	12	79,7	20	510
5	25,5	13	102	21	659
6	31,9	14	128	22	816
7	25,5	15	163	23	1020
8	31,9	16	204	24	1275

Дані для розрахунку довжини врізання та перебігу інструмента

Таблиця 10.1. -

Величина врізання та перебігу інструмента при роботі на токарних станках

Глибина різання, <i>мм</i>	Величина врізання, l_1 при главному куті ϕ , <i>град</i>								Величина перебігу l_2 , <i>мм</i>
	10	15	20	30	45	60	75	95	
1	5,7	3,7	2,7	1,7	1	0,6	0,3	0	1
2	11,3	7,5	5,5	3,5	2	1,2	0,6	0	1
3	17	11,2	8,2	5,2	3	1,7	0,8	0	2
4	22,6	14,9	11	6,9	4	2,3	1,1	0	2
5	28,4	18,6	13,7	8,7	5	2,9	1,3	0	2
6	34	22,4	16,5	10,4	6	3,5	1,6	0	2
7	40	26	19,2	12,1	7	4	1,9	0	2
8	45,2	29,8	22	13,8	8	4,6	2,1	0	3
9	51	33,6	24,7	15,7	9	5,2	2,4	0	3
10	57	37,3	27,4	17,3	10	5,8	2,7	0	3
11	-	-	30	19	11	6,3	3	0	3
12	-	-	33	20,8	12	6,9	3,2	0	3
13	-	-	36	22,5	13	7,5	3,5	0	3
14	-	-	37,5	24,2	14	8,1	3,8	0	3
15	-	-	41,4	26	15	8,7	4	0	3
16	-	-	-	27,8	16	9,2	4,3	0	3
17	-	-	-	29,5	17	9,8	4,6	0	3
18	-	-	-	31,2	18	10,4	4,8	0	3
19	-	-	-	32,9	19	11	5,1	0	3
20	-	-	-	34,5	20	11,5	5,4	0	3
25	-	-	-	43,3	25	14,4	6,7	0	5
30	-	-	-	52	30	17,3	8,1	0	5
40	-	-	-	69	40	23	11	0	5

Допоміжний час на токарні верстати

Таблиця 11.1. -

Допоміжний час на установку в самоцентруючому або цанговому патроні та знімання

Допоміжний час на установку в самоцентруючому або цанговому патроні та знімання				Токарні верстати								
				Маса деталі, кг, до								
Спосіб установки та закріплення деталі	Характер вивірки	Точність вивірки, мм., по	Довжина деталі, мм., до	0,3	1,0	3,0	5,0	10	20	30	50	100
В кулачках із закріпленням ключем	Без вивірки із вивіркою по діаметру і торцю	--	--	0,28	0,33	0,38	0,47	0,58	0,83	3,2	4,0	5,0
		0,5	--	0,44	0,53	0,75	0,92	1,15	1,5	3,6	4,3	5,7
		0,1	--	0,95	1,15	1,45	1,7	2,1	3,0	4,6	5,5	6,7
		0,05	--	1,2	1,4	1,75	2,2	2,6	3,9	6,0	7,2	8,6
В кулачках із підтисканням заднім центром	Без вивірки	--	1000	0,37	0,39	0,45	0,52	0,65	0,93	3,6	4,5	5,5
			2000	--	--	--	--	0,75	1,1	4,2	5,0	6,1
			3000	--	--	--	--	--	--	4,6	6,0	6,9
	Із вивіркою по діаметру	0,5	1000	0,5	0,60	0,85	1,05	1,25	1,65	4,1	5,4	6,6
			2000	--	--	--	1,15	1,45	1,95	4,7	6,7	7,5
			3000	--	--	--	--	--	--	5,3	8,0	9,0
		0,1	1000	1,07	1,32	1,65	1,9	2,4	3,3	5,2	6,5	7,7
			2000	--	--	--	--	2,8	3,7	5,9	7,5	8,6
			3000	--	--	--	--	--	--	6,8	8,5	9,8
В кулачках із підтисканням заднім центром та люнетом	Без вивірки	--	1000	--	0,78	0,95	1,15	1,25	1,45	4,0	5,0	6,0
		--	2000	--	--	--	--	1,35	1,8	4,5	5,6	6,6
		--	3000	--	--	--	--	--	--	5,1	6,7	7,6
	Із вивіркою по діаметру	0,5	1000	--	--	0,95	1,2	1,45	1,9	4,5	6,0	7,4
			2000	--	--	--	1,3	1,65	2,15	5,3	7,5	8,4
			3000	--	--	--	--	--	--	6,0	8,8	10,0
		0,1	1000	--	--	1,85	2,1	2,7	3,7	5,8	--	--
			2000	--	--	--	--	3,1	4,1	6,5	8,0	9,5
			3000	--	--	--	--	--	--	7,5	9,4	11,0
В патроні із пневмогидравлічним затиском із підтисканням заднім центром			1000	--	--	0,5	0,64	0,72	0,85	2,8	3,2	3,8
			2000	--	--	--	--	0,83	1,0	3,2	3,8	4,5
			3000	--	--	--	--	--	--	--	4,5	5,4
В цангі або патроні із пневмогидравлічним затиском	Без вивірки із вивіркою по діаметру	0,5	--	0,14	0,17	0,25	0,28	0,36	0,46			
		0,1	--	0,33	0,42	0,57	0,67	0,82	1,0			
		--	--	0,40	0,49	0,68	0,79	0,98	1,2			
В цанговому патроні із закріпленням	Важелем, маховичком гайкою		--	0,15	0,20	0,25	0,29	0,33	-			
			--	0,19	0,24	0,31	0,34	0,39	-			
			--	0,22	0,29	0,37	0,41	--	-			

Примітка:

1. При перестановці деталі вручну час згідно карти приймати без змін; при перестановці деталей із застосуванням мостового крана без вивірки за часом застосувати коефіцієнт $K=0,65$; із точністю до 0,5 мм. - $K=0,75$; із вивіркою із точністю до 0,1 мм. - $K=0,85$; із вивіркою із точністю до 0,05 мм. - $K=0,95$.
2. При установці деталей із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнти $K=1,1$.
3. При роботі із місцевим підйомником, час, приведений для мостового крана зменшувати на 1,5 хв.

Таблиця 11.2. -

Допоміжний час на установку деталі в центрах та знімання

Допоміжний час на установку деталі в центрах та знімання			Токарні верстати											
			Маса деталі, кг, до											
Спосіб установки деталі	Кількість люнетів	Довжина деталі, мм	0,3	1	3	5	10	15	20	30	50	100	200	400
Із установкою хому	--	250	0,25	0,32	0,33	0,37	0,43	0,52	--	--	--	--	--	--
		500	0,31	0,39	0,40	0,45	0,51	0,64	0,89	--	--	--	--	--
		1000	--	--	0,50	0,56	0,63	0,80	1,1	2,8	3,2	3,7	4,2	5,0
		2000	--	--	--	--	--	1,1	1,5	3,4	4,0	4,6	5,2	6,2
		3000	--	--	--	--	--	--	--	4,3	5,0	5,7	6,5	7,7
		500	0,42	0,47	0,58	0,62	0,66	0,83	--	--	--	--	--	--
	1	1000	--	0,60	0,72	0,75	0,84	1,05	1,4	3,3	3,9	4,4	5,0	5,8
		2000	--	--	--	--	--	1,3	1,75	4,1	4,8	5,5	6,2	7,2
		3000	--	--	--	--	--	--	--	5,2	6,0	6,8	7,7	9,0
Без надягання хому	--	250	0,18	0,22	0,25	0,29	0,32	0,35	--	--	--	--	--	--
		500	--	0,25	0,28	0,32	0,35	0,38	0,55	--	--	--	--	--
		1000	--	--	0,32	0,35	0,38	0,48	0,67	2,5	2,9	3,3	3,8	4,6
		2000	--	--	--	0,38	0,48	0,60	0,85	3,1	3,6	4,2	4,8	5,7
		3000	--	--	--	--	--	--	--	3,9	4,5	5,2	5,9	7,1
		500	0,30	0,32	0,34	0,39	0,43	0,50	0,70	--	--	--	--	--
	1	1000	0,34	0,38	0,42	0,47	0,52	0,64	0,90	2,4	--	--	--	--
		2000	--	--	--	--	--	0,80	1,1	3,0	--	--	--	--
		3000	--	--	--	--	--	--	--	3,8	4,5	5,1	--	--

Примітка:

1. При установці деталі із легких сплавів за часом згідно карти застосувати коефіцієнт $K=1,1$.
2. При роботі із місцевим підйомником, час, приведений для мостового крана, зменшити на 1,5 хв.

Додаток Н

Довідникові матеріали для розрахунку технічно-обґрунтованої норми часу

Таблиця 12.1. -

Час на організаційне обслуговування робочого місця, відпочинок та особисті потреби

Типи верстатів					
Токарні	Карусельні	Фрезерні	Свердлильні	Розточувальні	Багатоопераційні
Найбільший діаметр виробу, що установлюється над станиною, мм (до)	Найбільший діаметр виробу, що установлюється на планшайбі, мм (до)	Довжина стола, мм (до)	Найбільший діаметр свердлення, мм (до)	Діаметр шпинделя, мм (до)	Кількість інструментів в магазині, шт. (до)
250;420;630;1000	2000; 1500; 3000	1200; 2000; 3000	12; 25; 50; 75	80 110 150	30 30
Час у відсотках до оперативного часу					
8; 9; 10; 11	12 9 10	12 10 10	7 8 9 10	9 10 11	14 16

Таблиця 12.2. –

Підготовчо-заклучний час при роботі на верстатах токарної групи

Спосіб установки деталі	Маса деталі, кг	Зайнятість оператора в % від оперативного часу	Оперативний час t_{on} , (до)			
			3	5	10	10
			Час в % до оперативного часу			
Вручну	1	20	7	6	5	5
		40	7	6	6	5
		80	7	6	6	5
		100	8	7	7	6
	5	20	7	6	6	5
		40	7	6	6	6
		80	7	6	6	6
		100	8	7	7	7
	10	20	7	6	6	5
		40	8	6	6	6
		80	8	6	6	6
		100	9	7	7	7
	20	20	-	7	7	6
		40	-	8	8	7
		80	-	8	8	7
		100	-	9	9	8
Краном	20	-	5			

Таблиця 12.3. -

Підготовчо-заклучний час при роботі на верстатах токарної групи

1. На організаційну підготовку						
Складність підготовки до роботи	Кількість інструментів в наладці	Найбільший діаметр виробів, що установлюється над станиною, мм (до)				
		250	420	630	1000	2000
Проста	1-3	11	13	15	17	20
	4-6	12	14	16	18	21
	7-12	14	16	18	20	23
Середньої складності	1-3	13	15	17	19	22
	4-6	14	16	18	20	23
	7-12	16	18	20	22	25
Складна	1-3	17	19	21	23	26
	4-6	18	20	22	24	27
	7-12	20	22	24	26	29
2. На наладку верстата, інструмента, оснастки						
Назва прийомів		Найбільший діаметр виробів, що установлюється над станиною, мм (до)				
		250	420	630	1000	2000
Установити та зняти із регулюванням	Патрон повідковий	4,0	4,5	5,0	-	-
	Патрон інерційний	6,5	7,0	8,0	-	-
	Патрон 3х кулачковий	3,5	4,0	5,0	6,5	-
	Патрон 4х кулачковий	6,0	6,5	7,5	11	16
	Центри	1,0	2,0	3,0	6,0	7,0
	Оправку	1,5	2,0	2,5	3,3	6,0
Установити та зняти інструмент (блок):	в різцетримач	0,5	0,8	4,0	1,0	2,0
	в револьверну головку	0,4	0,4	0,5	0,7	-
	в магазин	0,2	0,2	0,3	0,4	-
Розчити кулачки патрона:	сирі	5,5	6,0	7,0	-	-
	загартовані	7,0	8,5	9,5	12	14
Установити вихідні режими роботи верстата (число обертів). час на 1 інструмент. вимірювання		0,5				

Зміст інформації, яка вноситься в графи та рядки маршрутної карти

Номер граfi пункту (підпункту)	Зміст інформації
1	2
1	Назва учбового закладу в скороченому вигляді
2	Номер креслення виробу (деталі, складальної одиниці) за основним конструкторським документом
3	Код класифікаційних групувань технологічних ознак для типових та групових техпроцесів за технологічним класифікатором
4	Позначка документу з ГОСТ 3.1201-84, перші сім цифр в верхній частині граfi - код виробництва - розроблювача. В цій граfi записується п'ятизначний поштовий індекс інституту. В учбових цілях допускається замість цифр умовно записувати "xxxxx"
5	Літера присвоєна технологічному документу з ГОСТ 3.1102-81 I - разового виготовлення в одиничному виробництві II - попередній проект A - серійне виробництво Б - масове виробництво При виконанні контрольної роботи допускається в цій граfi записувати "КР"
6	Назва виробу (деталі складальної одиниці) за основним конструкторським документом.
8	Номер операції
12	Характер роботи, яку виконують особи, що підписують документ
13	Прізвище осіб, які приймають участь в розробці, оформленні та контролю документа
14	Підпис осіб, які розроблюють та контролюють документи.
15	Дата підпису.
26	Загальна кількість аркушів документа
27	Порядковий номер аркушів документа.
28	Умовна позначка виду документу з ГОСТ 3.1102-81 Наприклад: МК - маршрутна карта КТМ - карта технологічного процесу КЕ - карта ескізів ОП - операційна карта
30	Графа для наскрізної нумерації листів усього комплексу Графи 7, 9, 10, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24 при виконанні курсового та дипломного проекту не заповнюються.

1	2
31	Позначки службових символів: А - номер цеху, дільниці, робочого місця, номер операції код та назва операції, позначка документів, застосованих при виконанні операції. Б - код, назва обладнання та інформація щодо трудозатрат. М - інформація, щодо вжитку основного матеріалу та заготовки, допоміжних та комплектуючих матеріалів з вказівкою їх коду, коди, одиниці величини, кількість на виробі та норму витрат. О - зміст операції (переходу). Інформація записується на усьому рядку, в зв'язку з необхідністю продовження інформації переноситься на слідуючі рядки. В зв'язку з відсутністю ескізів обробки, тут записують розміри обробки окремих поверхонь Т - інформація про технологічну оснастку в такій послідовності: пристосування, допоміжний інструмент, різальний інструмент, слюсарний, засоби вимірювання. Перед назвою оснастки указується код відповідно класифікатору. Кількість однакової однозначно робочої оснастки вказується цифрою в дужках. Наприклад: "...391255xxxxx(2) - фреза торцева ТІ5К6" Р - рядок вводиться, якщо потрібно указати інформацію про режим обробки
32	В графі "МОІ" вказується назва, сортамент, розмір та марка матеріалу, номер стандарту, код заготовок
33	Код одиниці величини: маси, довжини, площі і т.п. деталі або заготовки за класифікатором. Наприклад: Для маси, наданої в кг - код 166, в г. - 163, в т.- 168
34	Код операції згідно класифікатору технологічних операцій Наприклад: 4259 - фрезерно-центрувальна операція (коди див. в додатку)
35	Код обладнання.
36	Код ступеня механізації праці указується однозначно цифрою (див. додаток)
37	Код професії (див. додаток)

1	2
38	Розряд роботи, необхідний для виконання операції Код включає три цифри: перша - розряд роботи за тарифно-кваліфікаційним довідником дві наступні – код форми та система оплати праці 10- відрядна форма оплати праці 11- відрядна система оплати праці пряма 12- відрядна система оплати праці преміальна 13- відрядна система оплати праці прогресивна 20- почасова форма оплати праці 21 та 22 - почасова система оплати праці проста та преміальна Код умов праці включає в себе цифру - умови праці: 1 - нормальні 2 - важкі та шкідливі 3- особливо важкі, особливо шкідливі та букву, яка вказує вид норми часу: Р - аналітично розрахункова Д - аналітично дослідницька Х - хронометражна С -дослідно-статистична
40	Призначення документів, які вживаються при виконанні даної операції
41	Призначення профілю та розмірів заготовок Рекомендується вказувати товщину, ширину та довжину (деталі) заготовки, сторону квадрата або діаметр та довжину Наприклад: Ø100;L=255мм
42	Кількість виконавців, які зайняті при виконанні операції
43	Кількість одночасно оброблюваних заготовок (деталей)
44	Кількість деталей, що виготовляються із одної заготовки Наприклад: прута
45	Одиниця нормування, на яку встановлена норма часу Наприклад: 1, 10, 100 хв
46	Маса заготовки
47	Об'єм виробничої партії в штуках
48	Коефіцієнт штучного часу при багатOVERстатному обслуговуванні залежить від кількості обслуговування верстатів Кількість верстатів: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Коефіцієнт: 1, 0,65, 0,48, 0,39, 0,35, 0,32
49	Норма штучного часу на операцію
50	Норми підготовчо-заключного часу на операцію
51	Коди технологічної оснастки за класифікатором

Значення кодів, які використовуються при заповненні документів на технологічні процеси та операції обробки різанням

Таблиця 14.1. -

Коди характеристик технологічних документів за класифікатором 1175016

Характеристика технологічного процесу	Код
1	2
1. Вид технологічного документу	
Комплект технологічних документів	01
Маршрутна карта	10
Карта ескізів	20
Технологічна інструкція	25
Комплектуюча карта	30
Відомість документів	40
Відомість оснастки	42
Карта технологічного процесу	50
Операційна карта	60
2. Вид технологічного процесу за методом його організації	
Без вказівки	0
Одиничний процес (операція)	1
Типовий процес (операція)	2
Груповий метод обробки	3
3. Вид технологічного процесу за методом його виконання	
Без вказівок виду процесу	00
Технологічний процес виготовлення	01
Ремонт	02
Технічний контроль	03
Переміщення	04
Складування	05
Обрізування заготовок	06
Литво	10
Кування	20
Механічна обробка	40
Обробка на багатошпиндельних автоматах	41
Обробка на одношпиндельних автоматах	43
Групова наладка на автоматах	45
Обробка на верстатах з ЧПК	46
Термічна обробка	50
Термічна обробка з нагрівом ТВЧ	51
Нанесення захисного покриття	70
Електрохімічна обробка	72

Продовження таблиці 14.1. -

1	2
Електрофізична обробка	75
Слюсарні, слюсарно-складальні роботи	88
Зварювання	90
Стискове контактне зварювання	94
Зварювання за допомогою тертя	96

Таблиця 14.2. -

Коди на різучі та вимірювальні інструменти, і технологічну оснастку за класифікатором

Назва оснастки	Код
1	2
Свердла спіральні загального призначення з	
циліндричним хвостовиком швидкорізальні	391210
Свердла спіральні загального призначення з	
конічним хвостовиком швидкорізальні	391267
Свердла твердосплавні	391303
Свердла для верстатів з ЧПК і автоматичних ліній	391290
Мітчики із вуглецевої сталі, ручні	391330
Мітчики твердосплавні	391350
Мітчики для верстатів з ЧПК	391391
Плашки різьбонарізні круглі	391510
Зенкери швидкорізальні	391610
Зенкери твердосплавні	391620
Зенківки конічні	391630
Зенкери і зенківки для верстатів з ЧПК	391690
Розвертки ручні	391710
Розвертки машинні швидкорізальні	391720
Розвертки машинні твердосплавні	391740
Розвертки для верстатів з ЧПК	391790
Фрези твердосплавні	391801
Фрези швидкорізальні	391802
Фрези зуборізні і нарізні	391810
Фрези кінцеві	391820
Фрези насадкові	391830
Фрези для верстатів з ЧПК	391890
Різці твердосплавні	392101
Різці з механічним кріпленням пластин	392104
Різці швидкорізальні	392110
Пилки круглі сегментні	392210
Протяжки	392302
Довбачі зуборізні	392410

1	2
Шевери дискові	392430
Головки зуборізні для конічних коліс	392460
Гребінки зуборізні	392480
Головки, плашки і ролики різьбонакатувальні	392500
Головки різьбонарізні	392514
Полотна ножовочні ручні і машинні	392540
Напилки і борфрези	392900
Калібри гладкі і скоби	393120
Калібри для конусів Морзе	393131
Калібри для метричної різьби (пробки, кільця)	393140
Міри довжини кінцеві площинопаралельні	393200
штангенрейсмуси	393320
Мікрометри гладкі	393410
мікрометри	393420
Глибиноміри мікрометричні	393440
Внутроміри мікрометричні	393450
Лінійки лекальні	393510
Плити розмічальні і перевірні	393550
Індикатори важільно-пружинні	394130
Прилади вимірювальні універсальні	394300
Прилади активного контролю	394630
Прилади для розмірного налагодження поза верстатом	
Різального інструменту для верстатів з ЧПК	394650
Патрони токарні	396110
Лещата машинні	396131
Головки ділильні універсальні	396141
Столи поворотні	396151
Пристрої універсальні збірні переналагоджувані	396181
Ключі гайкові, торцеві, трубні, спеціальні	392650
Інструмент допоміжний для верстатів з ЧПК	392810
Центри обертів	392841
Інструмент алмазний шліфувальний на органічній зв'язці	397110
Те ж на металевій зв'язці	397152
Те ж на керамічній зв'язці	397130

Коди операцій і відповідно їм коди технологічного обладнання

Назва операції	Код	Код обладнання	Примітки
1	2	3	4
Агрегатна	4101	381881 381884 381885 381887	Горизонтальні однобічні Горизонтальні багатобічні Вертикальні одностосєчні Вертикальні багатостосєчні
Алмазно-розточувальна	4224	38126X	
Барабанно-фрезерна	4265	38167X	
Безцентро-шліфувальна	4134	381314	
Вертикально-протяжна	4182	381753 381754	Для внутрішнього протягування Для зовнішнього протягування
Вертикально-розточувальна	4222	381262	
Вертикально-свердлильна	4121	381213	
Поздовжньо-стругальна	4172	381713	
Поздовжньо-фрезерна	4263	381661	Одностосєчні
Протяжка	4180	381756	
Радіально-свердлильна	4123	381217	
Розточувальна	4220	38126x	
Розточувальна з ЧПК	XXXX	XXXXXXX	
Різьбонарізна	7272	381743	
Різьбофрезерна	4271	381623	
Різьбошліфувальна	4135	381316	
Свердлильна	4120	38121X	
Слюсарна	0190	-----	
Стругальна	4170	381701	
Токарна	4110	381101	
Токарно-гвинторізна	4110	381148	
Токарно-карусельна	4113	381151	
Токарно-копіювальна	4117	381151	
Токарно спеціальна	4118	38181X	
Токарна з ЧПК	4103	381021	
Термічна обробка			
відпалювання	5110	XXXXXXX	
загартування	5130	XXXXXXX	
відпускання	5140	XXXXXXX	
Контрольна	0220	XXXXXXX	
Токарно-автоматна	4112	381111 381114	Одношпиндельні Багатошпиндельні

1	2	3	4
Токарно-затилувальна	4116	381143	3 вертикальною віссю 3 горизонтальною віссю
Токарно-револьверна	4111	381131	
		381133	
		381825	
		3816XX	
Фрезерно-центрувальна	4269	381024	Консольні 3 хрестовим столом Спеціальні
Фрезерна	4260	38131X	
Фрезерна з ЧПК	XXXX	381825	
Шліфувальна	4130	381611	
Центрувальна	4124	381612	
Вертикально-фрезерна	4261	381861	Консольні Універсальні Широко-універсальні
		381312	
Внутрішньошліфувальна	4132	381751	
Горизонтально-протяжна	4181	381261	
Горизонтально-розточувальна	4221	381829	
Горизонтально-свердлильна	4122	381621	Універсальні Для свердла Для фрез Для протяжок
Горизонтально-фрезерна	4268	381631	
		381632	
		381718	
Довбальна	4175	381361	
Заточувальна	4141	381363	Абразивним черв'яком Конічними кругами Тарільчатими кругами
		381367	
		381368	
		38Л571	
		381578	
Зубодовбальна	4152	381578	
Зубообкатна	4158	381520	
Зубостругальна	4154	381578	
Зубопритирочна	4158	381572	
Зубофрезерна	4153	381561	
Зубошевінгувальна	4157	381561	
Зубошліфувальна	4151	381562	
		381563	
		381674	
Карусельно-фрезерна	4264	381263	
Координатно-розточувальна	4223	381311	
Круглошліфувальна	4131	381762	
Ножівково-відрізна	4281	38176X	
Відрізна	4280	381313	
Плоскошліфувальна	4133	381337	
Полірувальна	4191		

Приклад заповнення маршрутної карти

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Ван-Вестрипнэ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО- ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ»**

(для студентів усіх форм навчання з галузі знань 13 «Механічна інженерія»)

Комп'ютерний набір і верстка: Баша Олена Олександрівна

Укладачі: М.О. Бабенко, к.п.н., старший викладач прикладної механіки
С.О. Вірич, доц., к.т.н., завідувач кафедри прикладної механіки

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
85300, м. Покровськ, пл. Шибанкова, 2.