

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-  
МЕТОДИЧНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**Кафедра**

конструювання верстатів,  
інструментів та машин

## МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

до виконання практичної та курсової роботи

а також самостійної підготовки студентів з дисципліни  
”Проектування різальних інструментів” студентами денної та  
заочної форм навчання

**Проектування токарних різців**

Тернопіль - 2020

Методичний посібник розроблено у відповідності з навчальним планом для спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" із професійною орієнтацією на спеціалізацію "Верстати та інструменти машинобудування" та робочою програмою дисципліни.

Методичні вказівки розробили: к.т.н., доцент Шанайда В.В.  
к.т.н., професор Кривий П.Д.  
к.т.н. Кобельник В.Р.

Рецензент: к.т.н., доц. Капаціла Ю.Б.

Відповідальний за випуск: к.т.н., доцент Шанайда В.В.

Методичні вказівки розглянуті та затверджені на засіданні кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин.

Протокол № 2 від 17 вересня 2020 р.

Методичні вказівки розглянуті та рекомендовані до друку методичною комісією ФХМ.

Протокол № 2 від 08 жовтня 2020 р.

**Тема:** проектування токарних різців.

**Мета:** опанувати методику проектування токарних різців для забезпечення заданих характеристик обробленої поверхні.

Теоретичні відомості (самостійна робота студента):

1. Аршинов В.А. Резание металлов и режущий инструмент [Текст] / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. - М.: Машиностроение, 1975. – 440 с.
2. Грановский Г.И. Резание металлов [Текст] / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. - М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
3. Кирилович В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПК [Текст] / В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. - Житомир: ЖІТГ, 2001.
4. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник металлиста [Текст] / під ред. В.И. Баранчикова. - М.: Машиностроение, 1990. - Т.5. – 150с.
5. Сердюк В.С. Основи оброблення матеріалів різанням та інструмент. Навчальний посібник для студентів спеціальності «Технічне обслуговування і ремонт устаткування підприємств машинобудування» [Текст] / В.С. Сердюк. – К.: Освіта України, 2006. –186 с.
6. [http://4ua.co.ua/manufacture/yb3ad78a4c43a89521316d37\\_0.html](http://4ua.co.ua/manufacture/yb3ad78a4c43a89521316d37_0.html)
7. <http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/kmsit/mag/2016/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%20%D0%A4%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%B2.pdf>
8. Курс дистанційного навчання "Проектуванні різальних інструментів" ID 4942. [https://dl.tntu.edu.ua/mods/standard/file\\_storage/index.php](https://dl.tntu.edu.ua/mods/standard/file_storage/index.php)
9. <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=i5orZWggF70>

Порядок виконання практичної роботи:

1. Ознайомитися зі змістом цих методичних вказівок.
2. Виписати завдання на проектний розрахунок згідно варіанту .
3. Провести аналіз завдання. З довідкової літератури вибрати необхідні довідкові матеріали. За потреби уточнити завдання у викладача.
4. Виконати необхідні розрахунки та креслення (3D моделі). Захистити отримані результати.

## ДОДАТКОВІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

### Загальна характеристика токарних операцій

*Точінням* називається обробка різцями будь-якої форми зовнішніх або внутрішніх поверхонь обертання. Під час точіння оброблювана поверхня деталі обертається навколо своєї геометричної осі, а різець безперервно переміщується відносно цієї поверхні, знімаючи з неї шар металу потрібної товщини (рис. 1).

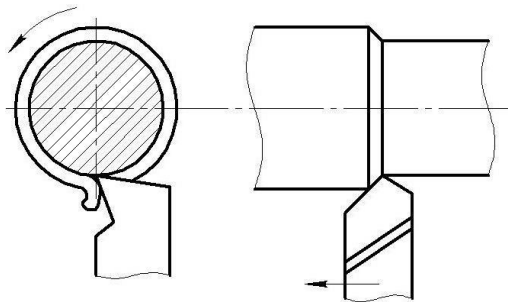


Рисунок 1. Схема точіння

*Головним рухом* під час токарної обробки є обертовий рух деталі. Під час цього руху різець знімає з оброблюваної поверхні шар металу (стружку). Переміщення різця відносно оброблюваної поверхні є *рухом подачі*. Точіння здійснюється на токарних, токарно-гвинторізних, гідрокопіювальних, токарно-револьверних, багато різцевих, токарно-карусельних, одношпindelних і багатошпindelних токарних півавтоматах та автоматах. Деталі, що мають поверхні за формою тіл обертання, можна розділити на вали, втулки і диски. Процес механічної обробки (точіння) цих деталей, за параметрами забезпечення необхідної геометричної точності та якості поверхні, поділяють на чорнове, напівчистове, чистове і тонке точіння. При чорновому точінні точність обробки досягається 14-го квалітету і досягають шорсткість обробленої поверхні  $Rz = 40$  мкм. Чистове точіння забезпечує точність обробки 7 - 8-го квалітету і шорсткість обробленої поверхні  $Ra = 1,25$  мкм. Тонке точіння забезпечує точність обробки 6 - 7-го квалітету і шорсткість обробленої поверхні  $Ra = 0,25$  мкм.

Основним різальним інструментом для точіння є різець. Принципова схема цього інструменту показана на рис. 2.

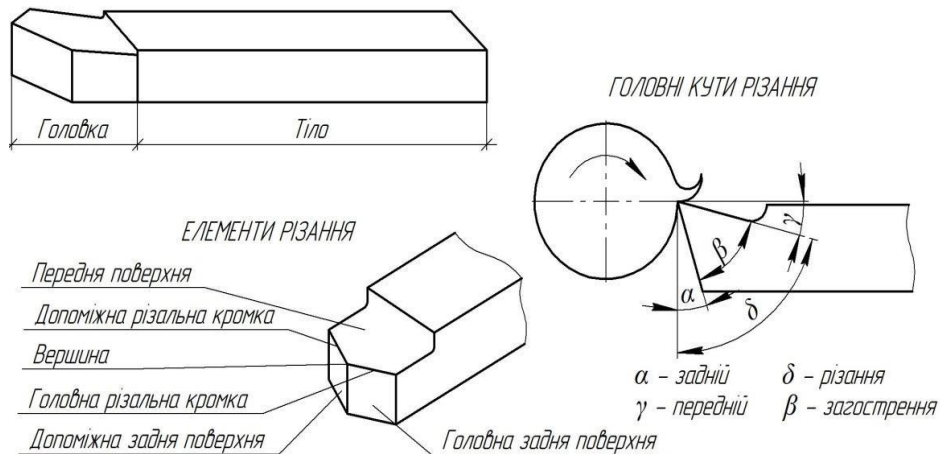


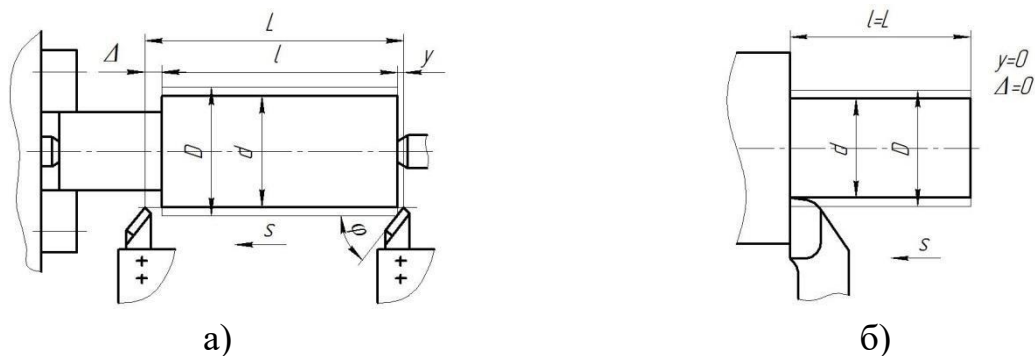
Рисунок 2. Принципова схема будови токарних різців

### Вибір різців

Вирішення задачі вибору різця рекомендовано розпочинати з викреслювання схеми різання. Схема різання показує взаємне розміщення заготовки і токарного різця в процесі обробки.

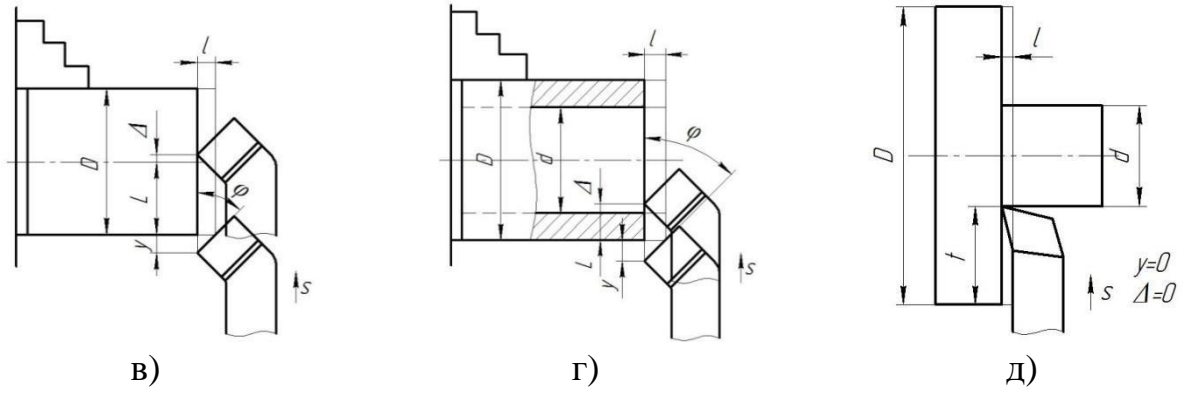
Приклади схем різання приведені на рис. 3.

Після вибору схеми різання доцільно призначити найбільш раціональні характеристики різального інструменту, тобто вибрати тип різця, матеріал різальної частини, геометрію та розміри перерізу державки різця.

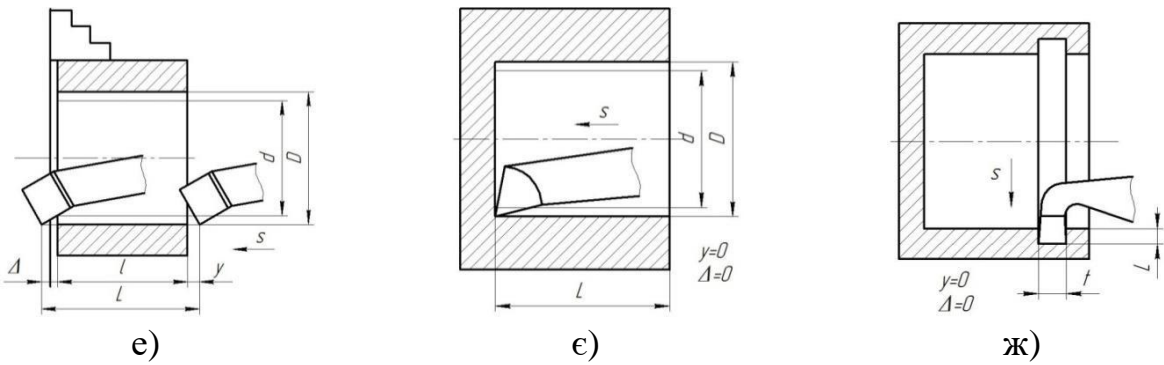


Обробка зовнішньої поверхні: а) – на прохід; б) – до упору

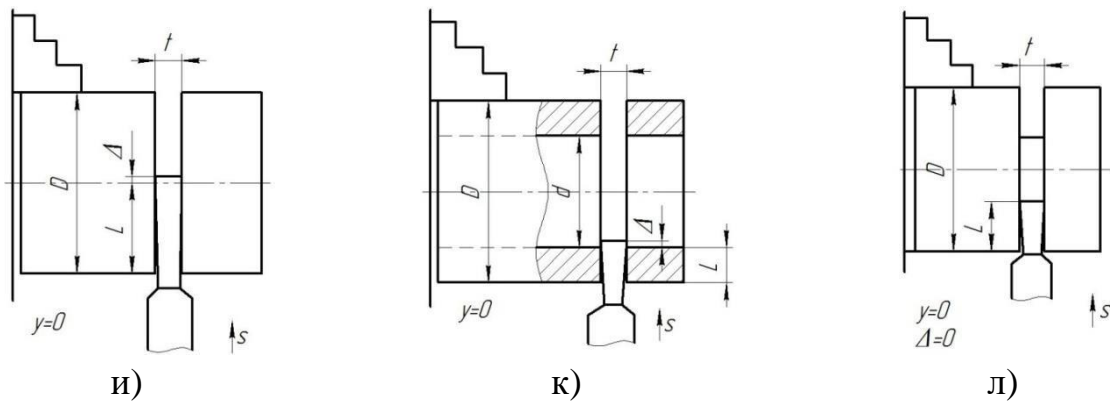
Рисунок 3. Схеми різання в процесі токарної обробки



Обробка торцевої поверхні: в) - вала; г) – втулки; д) - до упору



Обробка отворів: е) - наскрізного; е) - глухого; ж) обробка канавки в отворі



и) - розрізування заготовки; к) - розрізування втулки; л) - прорізування кільцевої канавки

Продовження рисунку 3.

## АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

Кожний вид точіння ставить перед собою визначену мету. Так, наприклад, чорнова обробка передбачає зняття максимального об'єму дефектного шару металу при мінімальних часових затратах. При цьому слід передбачити, що режими різання повинні забезпечуватися гранично допустимими значеннями подачі, швидкості та глибини різання. З іншого боку також необхідно забезпечити нормальні умови експлуатації верстату та інструменту.

Чистова токарна обробка спрямована на забезпечення заданих показників якості: точність геометричних розмірів, точність форми, задану шорсткість і фізико-механічні властивості поверхневого шару. Значення елементів режиму різання скоріше всього будуть обумовлені конкретними показниками якості обробленої поверхні та жорсткості системи ВПД (верстат-приспосовування-інструмент-деталь). Не менш важливу роль при цьому відіграють і технічні характеристики вибраного верстату.

Вирішення задачі токарної обробки слід розпочинати із вивчення вхідних даних: габаритів заготовки, матеріалу заготовки, точності геометричних розмірів та додаткових вимог до них, шорсткості поверхні, яка підлягає обробці, шорсткості обробленої поверхні, способу кріплення заготовки. Далі обираємо верстат і згідно даних паспорту цього верстата визначити всі параметри для розрахунку елементів режиму різання, як наприклад, число частоти обертання шпинделя, допустиме значення зусилля механізму подач  $P_{мп}$  розміри різцетримача та ін. Перелічені та інші параметри оформляють у таблицю та використовують як інформаційну характеристику верстатного обладнання.

Вибір верстатного обладнання слід проводити із врахуванням наступних міркувань:

- габарити верстату (перевага надається верстату з меншими габаритами);
- можливості повної обробки заданої заготовки з визначеними розмірами на верстаті, який обраний (наприклад, якщо заготовка  $d=40$  мм і довжиною 500 мм кріпиться в патроні і її виліт дорівнює 70 мм, то необхідно вибрати

верстат, діаметр отвору шпинделя якого був би більшим  $d=40$  мм, наприклад верстат 16K20);

- можливості забезпечення заданої геометричної точності обробки і шорсткості;
- технологічних можливостей верстату, які дозволяють використовувати багатоінструментальну наладку, фасонні різці і т.п.;
- аналізувати завантаження обраного верстату за окремими коефіцієнтами.

Короткі паспортні дані токарних верстатів приведені в додатку А.

Наступним етапом є вибір токарного різця, який забезпечує найвищу продуктивність. Вихідними даними при цьому є: вид токарної операції (наприклад, при точінні до виступу бажано вибрати прохідний упорний різець, при підрізанні торця - підрізний); матеріал заготовки, вид обробки (чорнова, чистова). Вибір інструменту має бути обґрунтованим і дати повну характеристику різця, вказавши: тип різця, ГОСТ, технічні вимоги, форму передньої грані, матеріал різальної частини, її геометрію, матеріал державки та її розміри, критерій допустимого зношуванням  $h_z$ , період стійкості  $T$  та ін. Для цього рекомендується література [1, 2, 3, 5, 6]. Креслення вибраного різця виконується на окремому аркуші формату А4 (за потреби А3). Також доцільно подати схему обробки. За необхідності доцільно, для заданих умов обробки, використовувати мастильно-охолоджуючу рідину, вказавши її склад і спосіб підведення [2, 3, 4, 5], [8, пар. 32, 50, 68, 73].



## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ

(приклад)

Завдання. (Кожен студент отримує завдання з додатку Б).

Виконати проектування токарного різця (різців) та провести комплекс інженерних розрахунків для обробки циліндричної поверхні:

діаметр заготовки  $D_z = 184$  мм (Прокат ГОСТ 4543-71);

діаметр після обточування  $d_o = 170$  мм;

довжина обробки  $l_o = 540$  мм.

шорсткість обробленої поверхні по ГОСТ 2789-73 (ДСТУ 2413-94),

мкм  $Ra = 1,6$ ;

матеріал заготовки – сталь; марка – 40ХН ( $\sigma_B = 980$  МПа), ( $\sigma_T = 785$  МПа);

ГОСТ 10702-78 НВ = 179<sup>1</sup> МПа;

спосіб кріплення на верстаті – патрон і центр.

Розв'язок.

1. Аналізуючи вхідні дані за критерієм шорсткості обробленої поверхні (Додаток Г, Г1) можна зробити висновок про необхідність забезпечення точності механічної обробки на рівні 7–9-го квалітету. Окрім того така якість поверхні є досяжною для чистового точіння [6, стор. 92]. Також слід зазначити, що переведення параметра  $Rz$  до параметра  $Ra$  виконується за співвідношеннями:

$$Ra = 0,25Rz, \text{ або } Rz = 4Ra \text{ при } Ra = 80 - 2,5 \text{ або } Rz > 8 \text{ мкм}$$

$$Ra = 0,2Rz, \text{ або } Rz = 5Ra \text{ при } Ra = 1,6 - 0,02 \text{ або } Rz \leq 8 \text{ мкм}$$

Глибина різання не суттєво впливає на стійкість інструмента. З метою раціоналізації процесу механічної обробки доцільно призначати якнайбільшу глибину, тобто створити умови для зрізу припуску за найменше число проходів. Однак при великих глибинах різання суттєво збільшуються величини складових сили різання, що призводить до зниження точності обробки, погіршення чистота обробленої поверхні, появи вібрацій. При чорновій обробці глибину різання призначають рівною припуску на обробку. При необхідності досягнути підвищених показників якості поверхні припуск понад 2 мм зрізують у два

<sup>1</sup> [http://www.splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=175](http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=175)

проходи: чорновий прохід 2/3...3/4 припуску і напівчистовий прохід 1/3...1/4 припуску. При шорсткості обробки  $R_a$   $R_a$  2,5... 0,63 мкм рекомендовано остаточний прохід (другий, а іноді третій) виконувати із глибиною різання 0,4...0,1 мм (Додаток Г2) [9, стор. 342; 10, стор 138]. Кількість проходів залежить також від жорсткості системи «верстат–інструмент–деталь». Якщо система не має високої жорсткості або деталь має велику довжину та малий діаметр, то бажано працювати з меншою глибиною різання.

Загальний припуск на обробку:

$$Z = \frac{D_z - d_{об}}{2} = \frac{184 - 170}{2} = 7 \text{ мм}$$

Враховуючи вище наведені рекомендації розраховуємо рекомендований припуск на операцію чорнового точіння

$$h_{чор} = \left( \frac{2}{3} \dots \frac{3}{4} \right) \cdot Z = 4,67 \dots 5,25 \text{ мм}$$

Приймаємо  $h_{чор} = 5$  мм, тоді решта 2 мм розподілимо наступним чином:  $h_{нч} = 1,6$  мм – напівчистова обробка і  $h_{ч} = 0,4$  мм на чистову обробку [6, стор. 265].

Коректність прийнятих до розрахунку глибин різання буде перевірено за результатами подальших розрахунків. При потребі ці значення можуть бути скоректованими в бік менших чи більших значень.

З даних таблиці (Додаток В. Значення допусків по СТ СЕВ 145-75) видно, що на діапазон розмірів 120...180 мм допуск на розмір у 9-му квалітеті складає 100 мкм, а це означає, що токарну обробку можна проводити на більшості із моделей токарних верстатів, які подані у Додатку А.

2. Для забезпечення технологічного процесу механічної обробки обираємо токарно-гвинторізний верстат 16К20, який забезпечує допустиму точність обробки (мкм): по овальності - 10, а по конусності 10 на  $L=100$ мм. Також ця модель верстата є достатньо поширеною на виробництві, мінімальна за габаритами, серед аналогів подібного обладнання має найменшу вартість, вирізняється простотою конструкції та обслуговування, відноситься до категорії швидко переналагоджуваних верстатів.

## Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною - 400 мм.
2. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом - 220 мм.
3. Найбільший діаметр оброблюваного прутка - 50 мм.
4. Відстань між центрами (мм): 710,1000,1400,2000.
5. Найбільша довжина обточування (мм): 645,935,1335,1935.
6. Найбільше січення різця різцетримача супорта (мм): 25x25.
7. Частота обертів шпинделя (об/хв): 12,5; 16; 20; 25; 31; 35; 40; 50; 63; 80;100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.
8. Величини подач (мм/об):  
повздожні - 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35;  
0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,4; 2,8;  
поперечні - 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125;  
0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,4.
9. Потужність електродвигуна (кВт): 10.
10. ККД верстата: 0.75.
11. Нарізувані різі: метрична 0,5-112 мм; дюймова, число ниток на 1" 56-0,25; модульна (модуль) 0,5-112; пітчева (Пітч) 56-0,25.
12. Максимальна осьова складова сили різання, яка допустима механізмом подачі –  $P_o = 6000$  Н.
13. Допустима точність обробки (мкм): по овальності - 10, по конусності 10 на  $L=100$  мм.
14. Габарити верстата (мм): довжина 2502, 2795, 3195; ширина 1190; висота 1500.

### 3. Вибір конструкції різця<sup>2</sup>.

Вибір конструкції різця залежить від багатьох факторів. Серед основних чинників слід виділити серійність виробництва, яка впливає на частоту зміни геометричних параметрів різальної частини різця. При крупносерійному та масовій формах виробництва доцільно використовувати збірні різці, які оснащені швидкозмінними твердосплавними пластинами. В інших випадках вибір різців потрібно проводити у відповідності до ГОСТ 18868-73, ГОСТ 18869-73, ГОСТ 18871-73, ГОСТ 18878-73, ГОСТ 18879-73 тощо.

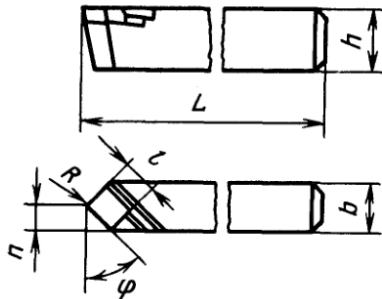
Загальні розміри токарного різця призначаємо згідно даних довідкової літератури (наприклад табл. 4 [6, стор. 119]). Розміри державки різця обмежені розмірами посадкового гнізда різцетримача верстата. Із запропонованих варіантів доцільно вибирати таку конструкцію, яка матиме найбільшу допустиму

---

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=i5orZWggF70>

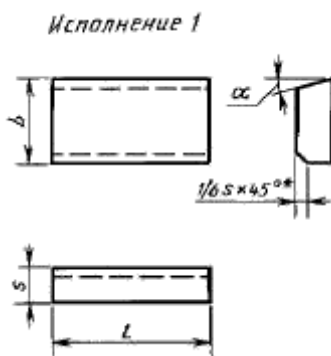
висоту державки, що є прийнятною для конструкції різцетримача того чи іншого верстата, оскільки висота державки різця значно більше впливає на його жорсткість ніж ширина.

С пластинами из твердого сплава  
(по ГОСТ 18878–73)



h	b	L	n		n <sub>1</sub>		l	R
			φ = 45°	φ = 60°	φ = 45°	φ = 60°		
16	10	100	6	4,5	5	4	8	0,5
20	12	120	7	6	5,5	5,5	10	1,0
20	16	120	9	7	8	6,5	12	1,0
25	16	140	9	7	8	6,5	12	1,0
32	20	170	12	9	10,5	8,5	16	1,5
32	25	170	14	11	12,5	10,5	20	2,0
40	25	200	14	—	12,5	—	20	2,0

Використовуючи дані табл. 3 [6, стор. 116] призначаємо матеріал різальної пластини. Для чорнкової та напівчистої обробки при неперервному різанні рекомендовано обирати твердосплавну пластину Т15К6, а для чистої обробки при неперервному різанні рекомендовано обирати твердосплавну пластину Т30К4. Геометричні параметри пластин визначені ГОСТ 25395-90 (СТ СЭВ 3308-81). Враховуючи вимоги до геометричних розмірів різця обраємо твердосплавну пластину з наступними розмірами:



Позначення пластини – 61371

$$l = 12$$

$$b = 9$$

$$C = s = 5$$

$$\alpha = 8^\circ$$

Розмір 1/6Sx45° призначений для пресформ

Далі призначаємо кути різальної частини різця та форму передньої поверхні.

Статичні кути різців називають так само кутами заточування. Всі кути можуть бути встановлені на лімбах трьох поворотних лещат заточувального верстата. Значення кутів заточування різців залежать від технологічної системи, головним чином - від жорсткості і вібростійкості. Так, середнє значення

переднього кута  $\gamma$  дорівнює  $10^\circ$ . У випадках, коли не спостерігається викришування різальної кромки, то цей кут можна збільшити до  $15 \dots 20^\circ$ , а для зміцнення різальної кромки заточують зміцнюючу фаску  $f$  під кутом  $\gamma_f = 0 \dots -5^\circ$ , шириною приблизно рівній товщині зрізаного шару. На передній поверхні часто заточують лунку для забезпечення завивання стружки. Задній кут  $\alpha$  формують під кутом  $8 \dots 12^\circ$ . Менші значення застосовують для чорнової обробки, більше - для чистової.

Головний кут в плані  $\phi$  змінюється в межах  $30 \dots 90^\circ$ . Менші значення використовують в умовах підвищеної жорсткості технологічної системи. Кут  $\phi=90^\circ$  рекомендується для обробки нежорстких заготовок, що веде до зменшення радіальної сили різання  $P_y$  і до збільшення точності обробки. Допоміжний кут в плані  $\phi_1$  впливає на якість обробленої поверхні. При високих вимогах до якості поверхні цей кут зменшують до  $5 \dots 10^\circ$ , а іноді роблять нульовим (для різців з зачищають ріжучими крайками).

Кут нахилу ріжучої кромки  $\lambda$  змінюється в межах  $\pm 5^\circ$  та впливає на напрям сходу стружки і на міцність ріжучого клина. При позитивних кутах  $\lambda$  стружка сходиться у напрямку до обробленої поверхні, при негативних кутах  $\lambda$  - в напрямку до оброблюваної поверхні. Окремі рекомендації щодо вибору кутів для різців можна знайти в довідковій літературі [8, табл.6, стор. 66], Додатки Д1, Д2.

Таким чином, для виконання чорнового та напівчистового точіння слід використати токарний прохідний різець, прямий, правий по ГОСТ 18878-73 з припаяною твердосплавною пластиною марки Т15К6 з наступними геометричними параметрами:

$$H = 25; B = 16; L = 140; n = 9; l = 12; R = 1; \phi = 45^\circ; \phi_1 = 45^\circ.$$

Матеріал державки – Сталь 45 ГОСТ 2591-2006.

Кути заточування:  $\lambda=5^\circ$ ,  $\alpha=8^\circ$ ,  $\gamma=10^\circ$ ,  $r = 1,0$  мм.

Форма передньої поверхні: плоска з фаскою:  $f=0,6$  мм,  $\gamma_f = -5^\circ$ .

Для чистової обробки вибираємо токарний прохідний різець, прямий, правий по ГОСТ 18878-73 з припаяною твердосплавною пластиною марки Т30К4 з наступними геометричними параметрами:

$H = 25; B = 16; L = 140; n = 9; l = 12; R = 1; \varphi = 45^\circ; \varphi_1 = 15^\circ.$

Матеріал державки – Сталь 45 ГОСТ 2591-2006.

Форма передньої поверхні радіусна з фаскою:  $f = 0,6$  мм;  $h = 0,15$  мм,  $R = 6$  мм,  $B = 2,5$  мм, – геометричні параметри лунки;  $\gamma_f = -5^\circ$ ,  $\alpha = 10^\circ$ ,  $\gamma = 12^\circ$ ,  $\lambda = 5^\circ$ ,  $r = 1$  мм.

#### 4. Розраховуємо величини подач:

При розрахунку граничних значень величини подачі слід враховувати спосіб закріплення вала: один край вала закріплено у патроні, а інший – вільний; вал закріплено в центрах; один край вала закріплено у патроні, а інший – підтиснутий заднім центром [10, стор 139]. В залежності від заданого способу закріплення деталі обирають математичну залежність для розрахунку цього параметра.

4.1. Враховуючи недостатність даних на початкових етапах розрахунку, можна використати емпіричні залежності для визначення складових сили різання з табл. 21<sup>3</sup> [11, стор 311]. Враховуючи, що при виконанні розрахунків потрібно дотримуватися єдиної методики, то подальші викладення проводимо на основі базового алгоритму [10, стор. 97-141]. Знаходимо максимальне значення подачі з умови допустимого прогину деталі за дещо модифікованою формулою [10, стор. 139]:

$$S_{max-пр} = \left( \frac{E \cdot J \cdot K_{зак} \cdot f_{доп}}{1,1 \cdot l_0^3 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{пр}} \right)^{\frac{1}{y_{pz}}}$$

де,  $E$  – модуль пружності (для сталі  $2,1 \cdot 10^5$  н/мм<sup>2</sup>);

$J$  – осьовий момент інерції січення оброблюваної деталі, мм<sup>4</sup>:

$$J = \frac{\pi \cdot d_o^4}{64};$$

$d_o$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

$K_{зак}$  – коефіцієнт, який залежить від способу закріплення:

– один край вала закріплено у патроні, а інший – вільний:  $K_{зак} = 3$ ;

---

<sup>3</sup> При використанні нормативів різання, які опубліковані до 1962 р. для отримання сили різання в  $N$  необхідно коефіцієнт  $C_p$  помножити на 9, 81.

- вал закріплено в центрах:  $K_{зак} = 48$ ;
- один край вала закріплено у патроні, а інший – підтиснутий заднім центром:  $K_{зак} = 100$ ;

$f_{доп}$  – допустима величина прогину деталі:

при чорновій обробці приймаємо  $f_{доп} = 0,1 \cdot h_{чор}$  мм, при напівчистовій  $f_{доп} = 0,1 \cdot h_{нч}$  мм, і чистовій  $f_{доп} = 0,2 \cdot \Delta$  мм.

$\Delta$  — допуск на розмір оброблюваної поверхні:

$\Delta$  визначимо за даними таблиці (Додаток В. Значення допусків по СТ СЕВ 145-75);  $\Delta = 0,100$  мм, для обробки діапазону розмірів 120...180 мм по 9 квалітету;

$l_0$  – довжина оброблюваної поверхні;

$Cp_z$  – постійна величина, яка залежить від фізико - механічних властивостей оброблюваного матеріалу і матеріалу інструменту [6, стор. 273], або Додатки Е1 – Е6, або Додатки Ж1 – Ж2;

за прийнятою методикою розрахунку:  $Cp_z = 2943$  [10, стор. 98];

показники степенів:  $x_{pz} = 1$ ;  $y_{pz} = 0,75$ ;  $n_{pz} = -0,15$ ;

НВ – твердість оброблюваного матеріалу (НВ = 179);

$K_{пр}$  – приведений коефіцієнт, який залежить від конкретних умов обробки [11, стор. 310], або Додатки Е2 – Е4.

$$K_{пр} = K_{\varphi} \cdot K_{\gamma} \cdot K_{\lambda} \cdot K_{мр} \cdot K_r \cdot K_{hз}$$

де,

$K_{\varphi} = 1,0$  – враховує вплив головного кута в плані  $\varphi = 45^\circ$  [11, стор. 311-313], або Додаток Е2;

$K_{\gamma} = 1,0$  - враховує вплив переднього кута  $\gamma = 10^\circ$  [11, стор. 311-313], або Додаток Е2;

$K_{\lambda} = 1,0$  - враховує вплив кута нахилу головного ріжучого леза  $\lambda = 5^\circ$  [11, стор. 311-313], або Додаток Е2;

$K_{мр} = 1,0$  - враховує вплив властивостей оброблюваного [11, стор. 311-313], або Додаток Е3;

$Kr = \left(\frac{1}{2}\right)^{0,1} = 0,933$  - враховує вплив радіуса при [11, стор. 311-313], або

Додаток Е4;

$K_{h3} = 0,93$  – враховує вплив величини зносу різців [11, стор. 311-313], або

Додаток Е2;

$$K_{пр} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,933 \cdot 0,93 = 0,868$$

Чорнова обробка:

- розраховуємо максимальні значення подачі при умові забезпечення допустимого прогину деталі:

$$J = \frac{\pi \cdot d_0^4}{64} = \frac{\pi \cdot 184^4}{64} = 5,627 \cdot 10^7 \text{ мм}^4;$$

$$S_{max-пр} = \left( \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 5,625 \cdot 10^7 \cdot 100 \cdot 0,5}{1,1 \cdot 540^3 \cdot 2943 \cdot 5^1 \cdot 0,868} \right)^{\frac{1}{0,75}} = 1,72 \cdot 10^3 \text{ мм/об}$$

Розрахункові показники значно перевищують рекомендовані параметри щодо призначення параметра подачі для чорнового точіння [6, стор. 266, таб.11]. Враховуючи розміри державки різця приймаємо  $s_{пр} = 1$  мм/об. Прийняте табличне значення подачі співпадає з паспортними даними верстата.

Розраховуємо допустиме значення швидкості різання при обраних параметрах глибини різання  $t = 5$  мм та подачі  $s_{пр} = 1$  мм/об [12, стор. 14], Додатки Ж1, Ж2.

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}}$$

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{CM_v} \cdot K_{K_v} \cdot K_{MP_v} \cdot K_{\varphi_v} \cdot K_{\varphi_{1v}} \cdot K_{r_v} \cdot K_{f_v} \cdot$$

$$K_{M_v} = \frac{750}{\sigma_B} = \frac{750}{690} = 1,09$$

$$K_v = 1,09 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,54 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,86 \cdot 1 = 1,13$$

$$v = \frac{292 \cdot 1,13}{45^{0,18} \cdot 5^{0,15} \cdot 1^{0,3}} = 130,628 \text{ м/хв}$$



$$n_{\text{роз}} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_o} = \frac{1000 \cdot 130.628}{\pi \cdot 184} = 225.95 \text{ об/хв}$$

Уточнюємо отримане значення за паспортними даними верстата

$$n_{\text{шп}} = 200 \text{ об/хв}$$

тоді 
$$v_d = \frac{n_{\text{шп}} \cdot \pi \cdot d_o}{1000} = \frac{200 \cdot \pi \cdot 184}{1000} = 115.6 \text{ м/хв}$$

- розраховуємо граничні значення подачі з умови забезпечення міцності та жорсткості державки різця. Відповідно до рекомендацій<sup>4</sup> знаходимо допустиме напруження на згин для матеріалу державки різця (Сталь 45, Прокат ГОСТ 1050 – 88); ( $\sigma_b = 600$  МПа), ( $\sigma_T = 355$  МПа).

$$\sigma_{\text{гр}} = 1.2 \cdot \sigma_T = 1.2 \cdot 355 = 426 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_3] = \frac{\sigma_{\text{гр}}}{n} = \frac{426}{3} = 142 \text{ МПа}$$

- з умови забезпечення міцності державки різця

$$S_{\text{max-мц}} = \left( \frac{B \cdot H^2 \cdot [\sigma_3] \cdot v^n}{6 \cdot l \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{\text{пр}}} \right)^{\frac{1}{y_{pz}}}$$

де,  $B$  – ширина державки ( $B = 16$  мм);

$H$  – ширина державки ( $H = 25$  мм);

$[\sigma_3]$  – допустиме напруження на згин для державки різця ( $[\sigma_3] = 142$ );

$l$  – виліт різця із різцетримача (приймаємо  $l = 25$  мм).

$$S_{\text{max-мц}} = \left( \frac{16 \cdot 25^2 \cdot 142 \cdot 115.6^{-0.15}}{6 \cdot l \cdot 2943 \cdot 5^1 \cdot 0.868} \right)^{\frac{1}{0.75}} = 0.259 \text{ мм/об}$$

Отриманий результат є меншим за попередньо призначене значення подачі з умови допустимого прогину оброблюваної деталі ( $s_{\text{пр}} = 1$  мм/об) при прийнятій частоті обертання оброблюваної деталі, тому в якості робочої подачі (на даному етапі розрахунків і відповідно до паспорту верстата) приймаємо  $s_{\text{мц}} = 0.25$  мм/об.

- з умови забезпечення жорсткості державки різця

$$S_{\text{max-ж}} = \left( \frac{B \cdot H^3 \cdot E \cdot f_{\text{різ}} \cdot v^n}{4 \cdot l \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{\text{пр}}} \right)^{\frac{1}{y_{pz}}}$$

де,  $f_{\text{різ}}$  – допустиме значення прогину вильоту державки різця:

<sup>4</sup> <http://213.111.245.224:8000/diplom/romaniy/konstrukt.html#tab12>

допустима величина прогину при чорновому точінні – 0.1 мм;

допустима величина прогину при чистовому точінні – 0.03-0.05 мм;

$$S_{max-ж} = \left( \frac{16 \cdot 25^3 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot 115.6^{-0.15}}{4 \cdot l \cdot 2943 \cdot 5^1 \cdot 0.868} \right)^{\frac{1}{0.75}} = 2.546 \cdot 10^4 \text{ мм/об}$$

Отриманий результат є значно більшим за попередньо визначені значення подачі з умови допустимого прогину оброблюваної деталі ( $s_{пр} = 1$  мм/об) при прийнятій частоті обертання оброблюваної деталі, та прийнятої в якості робочої подачі з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мц} = 0.25$  мм/об. На даному етапі розрахунків в якості робочої подачі приймаємо подачу з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мц} = 0.25$  мм/об.

– з умови забезпечення міцності механізму подач:

$$S_{max-под} = \left( \frac{P_o}{C_{px} \cdot t^{x_{px}} \cdot K_{пр} \cdot v^n} \right)^{\frac{1}{y_{px}}}$$

де,  $P_o = 6000$  Н:

$$C_{px} = 3316 \text{ [10, стор. 98]}$$

показники степенів:  $x_{px} = 1$ ;  $y_{px} = 0,5$ ;  $n_{px} = -0,4$ ;

$$S_{max-под} = \left( \frac{6000}{3316 \cdot 5^1 \cdot 0.868 \cdot 115.6^{-0.4}} \right)^{\frac{1}{0.5}} = 3.923 \text{ мм/об}$$

Отриманий результат є більшим за попередньо визначені значення подачі з умови допустимого прогину оброблюваної деталі ( $s_{пр} = 1$  мм/об) при прийнятій частоті обертання оброблюваної деталі, та прийнятої в якості робочої подачі з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мц} = 0.25$  мм/об. На даному етапі розрахунків в якості робочої подачі приймаємо подачу з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мц} = 0.25$  мм/об.

– з умови забезпечення міцності тврдосплавної пластинки:

Граничне навантаження, яке витримує тврдосплавна пластинка може бути визначене за емпіричною залежністю:

$$P_z = 340 \cdot t^{0.77} \cdot C^{1.35} \cdot \left( \frac{\sin(60^\circ)}{\sin(\varphi^\circ)} \right)^{0.8}$$

З іншого боку ми використовували методику [10], згідно якої:

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot s^{y_{pz}} \cdot v^n \cdot K_{пр}.$$

Отже, зіставивши праві частини обидвох математичних залежностей

$$C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot s^{y_{pz}} \cdot v^n \cdot K_{пр} = 340 \cdot t^{0.77} \cdot C^{1.35} \cdot \left( \frac{\sin(60^\circ)}{\sin(\varphi^\circ)} \right)^{0.8}$$

Отримаємо:

$$S_{max-пл} = \left( \frac{340 \cdot C^{1.35} \cdot \left( \frac{\sin(60^\circ)}{\sin(\varphi^\circ)} \right)^{0.8}}{C_{pz} \cdot t^{x_{pz}-0.77} \cdot v^n \cdot K_{пр}} \right)^{\frac{1}{y_{pz}}} = 2.413 \text{ мм/об}$$

де,  $C$  – товщина пластинки;

$\varphi^\circ$  – величина головного кута в плані.

Отриманий результат є більшим за попередньо визначені значення подачі з умови допустимого прогину оброблюваної деталі ( $s_{пр} = 1$  мм/об) при прийнятій частоті обертання, та прийнятої в якості робочої подачі з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мц} = 0.25$  мм/об. На даному етапі розрахунків в якості робочої подачі приймаємо подачу з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мц} = 0.25$  мм/об.

– з умови ефективного використання верстата по потужності:

Потужність, яка має бути затрачена верстатом на процес різання не повинна перевищувати ефективну потужність цього верстата:

$$N_{різ} \leq N_{вер} \cdot \eta,$$

де:  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії ( $\eta = 0.75 - 0.8$ ).

З іншого боку [12], потужність затрачувану на різання можна розрахувати із залежності ( $N_{різ}$ , кВт):

$$N_{різ} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020}$$

Виконавши не складні перетворення отримаємо:

$$S_{max-пот} = \left( \frac{N_{вер} \cdot \eta \cdot 60 \cdot 1020}{C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{пр} \cdot v^{1+n}} \right)^{\frac{1}{y_{pz}}}$$

Підставивши числові значення у цю залежність, отримаємо граничне значення подачі, яке допустиме по потужності приводу головного руху верстата

$$S_{max-пот} = \left( \frac{10 \cdot 0.78 \cdot 60 \cdot 1020}{2943 \cdot 5^1 \cdot 0.868 \cdot 115.6^{1+(-0.15)}} \right)^{\frac{1}{0.75}} = 0.739 \text{ мм/об}$$

Отриманий результат є більшим за попередньо визначені значення подачі з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мц} = 0.25$  мм/об, тому на даному етапі розрахунків в якості робочої подачі приймаємо подачу з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мц} = 0.25$  мм/об.

Таким чином для виконання чорнової операції нами призначено:

- глибину різання  $t = 5 \text{ мм}$ ;
- стійкість різця  $T = 45 \text{ хв}$ ;
- частоту обертання шпинделя  $n = 200 \text{ об/хв}$ .

Для вище перелічених параметрів визначено наступні розрахункові значення подач:

- з умови досягнення допустимого прогину деталі  $s_{пр} = 1.72 \cdot 10^3 \text{ мм/об}$ ;
- з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мд} = 0.259 \text{ мм/об}$ ;
- з умови забезпечення жорсткості державки різця  $s_{пр} = 2.546 \cdot 10^4 \text{ мм/об}$ ;
- з умови забезпечення міцності механізму подач  $s_{мм} = 3.923 \text{ мм/об}$ ;
- з умови забезпечення міцності твердосплавної пластини
 
$$s_{мпл} = 2.413 \text{ мм/об};$$
- з умови ефективного використання потужності верстата
 
$$s_{вер} = 0.739 \text{ мм/об}.$$

Таким чином, із приведених значень подач приймаємо найменшу і коректуємо її за паспортними даними верстата:

$$s_{мд} = 0.259 \text{ мм/об};$$

приймаємо  $s = 0.25$  мм/об;

Оскільки цей же різець буде використаний і для напів-чистої обробки, то розраховуємо параметри режимів різання і для цього технологічного переходу.

Для виконання напів-чистої операції нами призначено:

- глибину різання  $t = 1.6 \text{ мм}$ ;
- стійкість різця  $T = 45 \text{ хв}$ ;

– частоту обертання шпинделя  $n = 250$  об/хв.

Для вище перелічених параметрів визначено наступні розрахункові значення подач:

- з умови досягнення допустимого прогину деталі  $s_{\text{пр}} = 1.276 \cdot 10^3$  мм/об;
- з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{\text{мд}} = 1.198$  мм/об;
- з умови забезпечення жорсткості державки різця  $s_{\text{пр}} = 1.176 \cdot 10^5$  мм/об;
- з умови забезпечення міцності механізму подач  $s_{\text{мм}} = 17.399$  мм/об;
- з умови забезпечення міцності твердосплавної пластини  
 $s_{\text{мпл}} = 3.384$  мм/об;
- з умови ефективного використання потужності верстата  
 $s_{\text{вер}} = 2.793$  мм/об.

Таким чином, із приведених значень подач приймаємо найменшу і коректуємо її за паспортними даними верстата:

$$s_{\text{мд}} = 1.198 \text{ мм/об}$$

приймаємо  $s = 1.2$  мм/об.

Всі геометричні параметри різця підтверджені результатами аналітичних розрахунків. Виконуємо робоче креслення запропонованої конструкції токарного різця.

Чистову обробку заплановано провести різцем з іншою твердосплавною пластиною, тому алгоритм виконання попередніх розрахунків застосовуємо і для визначення параметрів режиму різання при чистовій обробці. Окрім того при чистовій обробці окремо призначаємо (розраховуємо) значення подачі з умови забезпечення заданої якості обробленої поверхні. Для цього можна скористатися відомою методикою [6, табл. 14, стор. 268]. Використовуючи табличні дані розраховуємо значення рекомендованої подачі для забезпечення заданої шорсткості поверхні

$$s_{\text{ш}} = 0.152 \cdot 1.25 = 0.19 \text{ мм/об}$$

Для подальших розрахунків коректуємо це значення подачі за паспортними даними верстата:

$$s_{\text{ш}} = 0.19 \text{ мм/об};$$

приймаємо  $s = 0.2$  мм/об.

Решта перевірочних розрахунків слід проводити за попередньо поданою методикою при наступних параметрах режимів різання

- глибина різання  $t = 0.4$  мм;
- стійкість різця  $T = 45$  хв;
- частота обертання шпинделя  $n = 500$  об/хв.

Для вище перелічених параметрів визначено наступні розрахункові значення подач:

- з умови досягнення допустимого прогину деталі  $s_{пр} = 21.032$  мм/об;
- з умови забезпечення міцності державки різця  $s_{мд} = 6.362$  мм/об;
- з умови забезпечення жорсткості державки різця  $s_{пр} = 6.245 \cdot 10^5$  мм/об;
- з умови забезпечення міцності механізму подач  $s_{мм} = 178.097$  мм/об;
- з умови забезпечення міцності твердосплавної пластини

$$s_{мпл} = 6.192 \text{ мм/об};$$

- з умови ефективного використання потужності верстата

$$s_{вер} = 6.427 \text{ мм/об}.$$

Таким чином, із приведених значень подач приймаємо найменшу і коректуємо її за паспортними даними верстата:

$$s_{мд} = 0.19 \text{ мм/об}$$

приймаємо  $s = 0.2$  мм/об.

Всі геометричні параметри різця підтверджені результатами аналітичних розрахунків. Виконуємо робоче креслення запропонованої конструкції токарного різця.

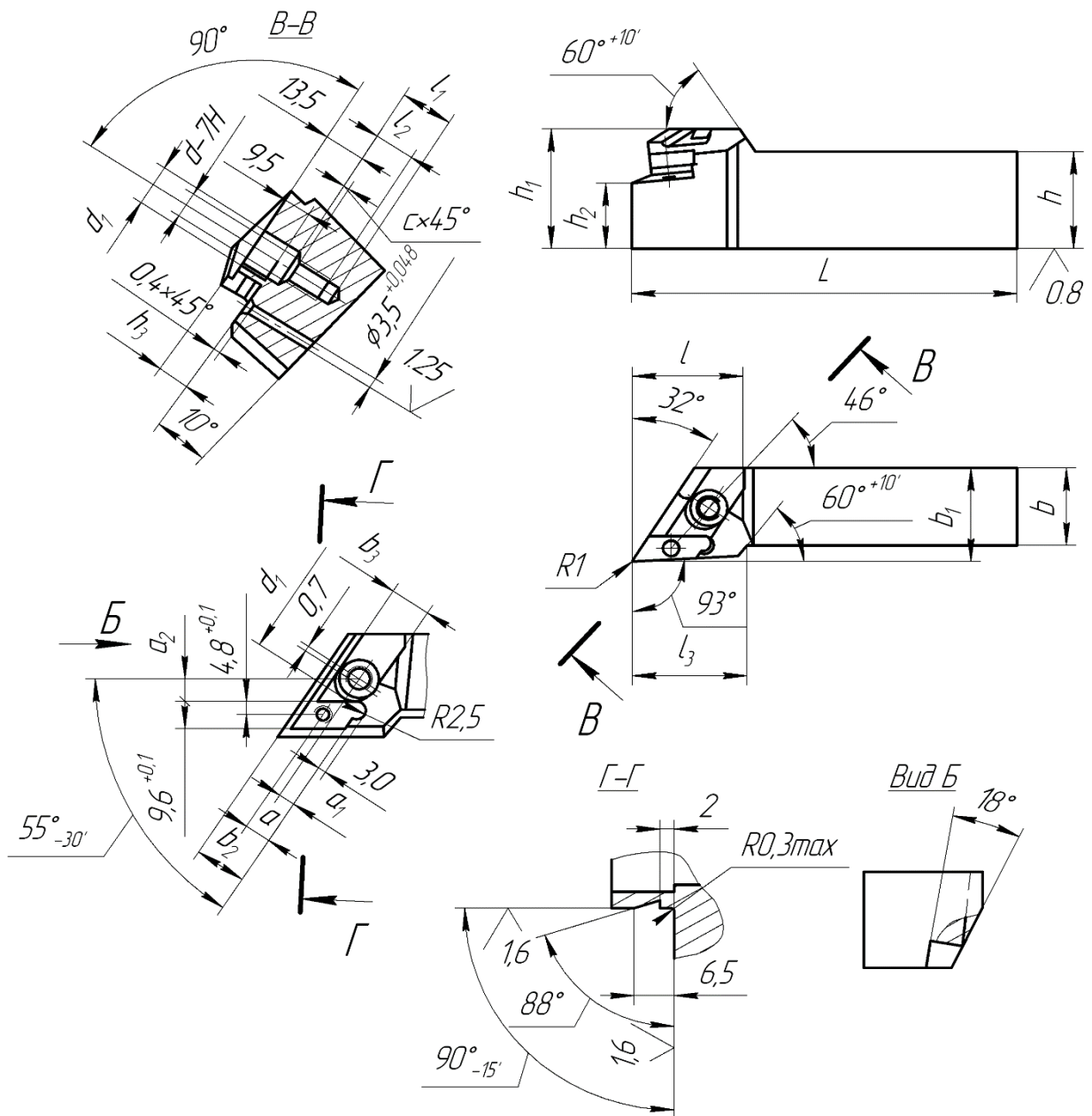


Рисунок 4 – Елементи робочого креслення корпусу різця

## СПИСОК ДОВІДКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Б.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. Резание металлов и режущий инструмент, – М.: Машиностроение, – 1978. – 440 с.
2. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1963. – 952с.
3. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. – Київ. Вища школа, 1986. – 455с.
4. Справочник по обработке металлов резанием. Ф.Н.Абрамов, В.В.Коваленко, В.Е.Любимов и др. – К.:Техніка, 1983.-239 с.
5. П.М.Денежный, Г.М.Стискин, И.Е.Тхор. Токарное дело. Учебник для средних проф.-техн. училищ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, – 1976. – 240 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Том 2 /Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.П. – Издание 4-е, перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
7. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Ч 1. /В.Д.Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543с.
8. Вульф А.М. Резание металлов. – Изд. 2. – Л.: Машиностроение, 1973. – 496 с.
9. Основы теории резания материалов: учебник [для высш. учебн. заведений] / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др. ; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с.
10. Филоненко С.Н. Резание металлов. – К.: Вища школа, 1969. – 260 с.
11. Ачеркан Н.С. Справочник машиностроителя. Том 5. В 6 томах. — М.: Машгиз, 1955. — 799 с.
12. Грабченко А.І. Розрахунок найвигідніших режимів різання при точінні: навч. посіб. / А. І. Грабченко, М. Д. Узунян, Н. В. Зубкова та ін. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – 88 с.



## Додаток А. Паспортні дані токарних металорізальних верстатів

### *Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20*

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною - 400 мм.
2. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом - 220 мм.
3. Найбільший діаметр оброблюваного прутка - 50 мм.
4. Відстань між центрами (мм): 710,1000,1400,2000.
5. Найбільша довжина обточування (мм): 645,935,1335,1935.
6. Найбільше січення різця різцетримача супорта (мм): 25x25.
7. Частота обертів шпинделя (об/хв): 12,5; 16; 20; 25; 31; 35; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.
8. Величини подач (мм/об):  
повздожні - 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35;  
0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,4; 2,8;  
поперечні - 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125;  
0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,4.
9. Потужність електродвигуна (кВт): 10.
10. ККД верстата: 0.75.
11. Нарізувані різі: метрична 0,5-112 мм; дюймова, число ниток на 1" 56-0,25; модульна (модуль) 0,5-112; пітчева (Пітч) 56-0,25.
12. Максимальна осьова складова сили різання, яка допустима механізмом подачі - 6000 Н.
13. Допустима точність обробки (мкм): по овальності - 10, по конусності 10 на  $L=100$  мм.
14. Габарити верстата (мм): довжина 2502, 2795, 3195; ширина 1190; висота 1500.

### *Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20П*

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною - 400 мм.
2. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом - 220 мм.
3. Найбільший діаметр оброблюваного прутка - 50 мм.
4. Відстань між центрами (мм): 710,1000,1400,2000.
5. Найбільша довжина обточування (мм): 645,935,1335,1935.
6. Найбільше січення різця різцетримача супорта (мм): 25x25.
7. Частота обертів шпинделя (об/хв.): 12,5; 16; 20; 25; 31; 35; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.
8. Величини подач (мм/об):  
повздожні - 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35;  
0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2
- поперечні - 0,025; 0,03; 0,0375; 1,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125;  
0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,4.
9. Потужність електродвигуна (кВт): 10.
10. ККД верстата: 0.75.

11. Нарізувані різі: метрична 0,5-112 мм; дюймова, число ниток на 1" 56-0,25; модульна (модуль) 0,5-112; пітчева (Пітч) 50-0,25.
12. Максимальна осьова складова сили різання, яка допустима механізмом подачі – 6000 Н.
13. Допустима точність обробки (мкм): по овальності - 5, по конусності 10 на  $L=100$ мм.
14. Габарити верстата (мм): довжина 2502, 2795; ширина 1190; висота 1500.

*Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20Г*

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною - 400 мм.
2. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом - 220 мм.
3. Найбільший діаметр оброблюваного прутка - 50 мм.
4. Найбільший діаметр виробу, встановленого над виїмкою в станині-630мм.
5. Відстань між центрами (мм): 710,1000,1400,2000.
6. Найбільша довжина обточування (мм): 645,935, 1335, 1935.
7. Найбільше січення різця різцетримача супорта (мм): 20x20.
8. Частота обертів шпинделя (об/хв): 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80;100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.
9. Величини подач (мм/об):  
 повздовжні - 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,4; 2,8;  
 поперечні - 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,0725; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4.
10. Потужність електродвигуна (кВт): 10.
11. ККД верстата: 0.75.
12. Нарізувані різі: метрична 0,5-112 мм; дюймова, число ниток на 1" 56- 0,25; модульна (модуль) 0,5-112; пітчева (Пітч) 56-0,25.
13. Максимальна осьова складова сили різання, яка допустима механізмом подачі - 6000 Н.
14. Допустима точність обробки (мкм): по овальності - 10, по конусності 10 на  $L=100$  мм.
15. Габарити верстата (мм): довжина 2505, 2795, 3195, 3795; ширина 1190; висота 1500.

*Токарно-гвинторізний верстат моделі 16К25.*

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною – 500 мм.
2. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом - 290 мм.
3. Найбільший діаметр оброблюваного прутка - 50 мм.
4. Відстань між центрами (мм): 710,1000,1400,2000.
5. Найбільша довжина обточування (мм): 645,935, 1335, 1935.
6. Найбільше січення різця різцетримача супорта (мм): 30x40

7. Частота обертів шпинделя (об/хв): 10; 12,5; 16; 20; 25; 31; 35; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250
8. Величини подач (мм/об):  
 повздовжні 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,4; 2,8.  
 поперечні - 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4.
9. Потужність електродвигуна (кВт): 10
10. ККД верстата: 0.75.
11. Нарізувані різі метрична 0,5-112 мм; дюймова, число ниток на 1" 56-0,25; модульна (модуль) 0,5-112; пітчева (Пітч) 56-0,25.
12. Максимальна осьова складова сили різання, яка допустима механізмом подачі -6000 Н.
13. Допустима точність обробки (мкм): по овальності – 10, по конусності -10.
14. Габарити верстата (мм): довжина 2505, 2795, 3195, 3795; ширина 1240; висота 1500.
15. Вартість верстату (крб): 5290, 5530, 5720, 6340.

*Токарно-гвинторізний верстат моделі ІК625.*

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною –500 мм
2. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом - 260 мм
3. Найбільший діаметр оброблюваного прутка - 47 мм
4. Відстань між центрами (мм): 1000, 1400, 2000.
5. Найбільша довжина обточування (мм): 930, 1330, 1920.
6. Найбільше січення різця різцетримача супорта (мм): 30x30.
7. Частота обертів шпинделя (об/хв):  
 пряме обертання 12,5; 16; 20; 25; 31; 35; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000.  
 зворотне обертання 19; 30; 48; 75; 121; 190; 302; 475; 755; 950; 1510; 2420.
8. Величини подач (мм/об):  
 повздовжні - 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,53; 0,57; 0,61; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,05; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12- 3,46; 3,8; 4,16.  
 поперечні - 0,031; 0,036; 0,042; 0,048; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,24; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,60; 0,70; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,92; 2,08; 2,28; 2,48; 2,89; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16.
9. Потужність електродвигуна (кВт): 10; 7,5.
10. ККД верстату 0.75.
- 11 Нарізувані різі метрична 1-192 мм; дюймова, число ниток на 1" 2- 24; модульна (модуль) 0,5-48; пітчева (Пітч) 1-96.

12. Максимальна осьова складова сили різання, яка допустима механізмом подачі – 10000 Н.
13. Допустима точність обробки (мкм): по овальності - 15, по конусності 30 на L=100мм.
14. Габарити верстату (мм):  
довжина 2812; 3212; 3812; ширина 1216; висота 1349.

*Токарно-гвинторізний верстат моделі 1М63*

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною – 630 мм.
2. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом - 340-350мм.
3. Найбільший діаметр оброблюваного прутка - 65 мм.
4. Відстань між центрами (мм): 1400,2800.
5. Найбільша довжина обточування (мм): 1260,2660
6. Найбільше січення різця різцетримача супорта (мм): 30x40, 32x25.
7. Частота обертів шпинделя (об/хв):  
пряме обертання 10; 12,5; 16; 20; 25; 31; 35; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160;  
200; 250; 255; 319; 408; 510; 659; 816; 1020; 1275.  
зворотне обертання 17,9; 28,7; 51,2; 71,7; 112; 179; 287; 488; 717; 1148;  
1793.
8. Величини подач (мм/об):  
повздовжні - 0,064; 0,07; 0,083; 0,096; 0,102; 0,109; 0,115; 0,128; 0,134;  
0,147; 0,166; 0,192; 0,198; 0,21; 0,23; 0,256; 0,275; 0,305; 0,34;  
0,385; 0,404; 0,43; 0,467; 0,51; 0,558; 0,60; 0,686; 0,77; 0,815;  
0,86; 0,94; 1,023.  
поперечні - 0,0256; 0,0275; 0,0314; 0,0351; 0,0371; 0,0390; 0,043; 0,0461;  
0,051; 0,0576; 0,064; 0,0706; 0,077; 0,0234; 0,019; 0,096; 0,102;  
0,109; 0,128; 0,141; 0,147; 0,153; 0,172; 0,185; 0,205; 0,218;  
0,250; 0,281; 0,305; 0,346; 0,378.
9. Потужність електродвигуна (кВт): 13.
10. ККД верстату 0.75.
11. Нарізувані різі метрична 1-192 мм; дюймова, число ниток на 1" 24- 1/4;  
модульна (модуль) 0,5-48; пітчева (Пітч) 1-96.
12. Максимальна осьова складова сили різання, яка допустима механізмом подачі -15000 Н.
13. Допустима точність обробки (мкм): по овальності - 10, по конусності 20 на L=300мм.
14. Габарити верстату (мм): довжина 4660; 3530; ширина 1690; 1680; висота 1290.

*Токарно-гвинторізний верстат моделі 1А616П.*

1. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною - 320 мм.
2. Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом - 180 мм.
3. Найбільший діаметр оброблюваного прутка - 34 мм
4. Відстань між центрами (мм): 710.
5. Найбільша довжина обточування (мм): 660.
6. Найбільше січення різця різцетримача супорта (мм): 25x30.
7. Частота обертів шпинделя (об/хв):  
пряме обертання 11,2; 18; 28; 45; 56; 71; 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355;  
450; 560; 710; 900; 1120; 1400; 1800; 2240.
8. Величини подач (мм/об):  
повздовжні - 0,037; 0,045; 0,054; 0,065; 0,074; 0,091; 0,11; 0,124; 0,148; 0,18;  
0,22; 0,26; 0,295; 0,36; 0,44; 0,52; 0,059; 0,047; 0,039; 0,034;  
0,118; 0,094; 0,078; 0,068; 0,236; 0,188; 0,156; 0,136; 0,476;  
0,376; 0,312; 0,372.  
поперечні - 0,037; 0,045; 0,054; 0,065; 0,074; 0,091; 0,11; 0,124; 0,148; 0,18;  
0,22; 0,26; 0,295; 0,36; 0,44; 0,52; 0,059; 0,047; 0,039; 0,034;  
0,118; 0,094; 0,078; 0,068; 0,236; 0,188; 0,156; 0,136; 0,476;  
0,376; 0,312; 0,372.
10. Потужність електродвигуна (кВт): 4.
11. ККД верстату 0.75.
12. Нарізувані різі: метрична 0,5-24 мм; дюймова, число ниток на 1" 56-1;  
128-2.
13. Допустима точність обробки (мкм): по овальності - 5, по конусності 10 на  
L=150mm.
14. Габарити верстату (мм): довжина 2522; 2812; 3212; 2135; ширина 1166; 1225  
висота 1324; 1220.

Додаток Б. Вхідні дані до завдання (обробка виконується на токарних верстатах)

Останні цифри учбового шифру	Діаметр заготовки, мм	Діаметр після обточки, мм	Довжина обробки, мм	Шорсткість обробленої поверхні по ГОСТ 2798-73, мкм	Матеріал валика	Марка	$\sigma_B$	HB	Спосіб кріплення на верстаті
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
01	60	55	780	Rz = 30	Сталь	45	600	—	Патрон і центр
02	75	70	300	Rz = 15	Сталь	2X13	600	—	В центрах
03	65	62	270	Rz = 15	Сталь	ШХ15	700	—	В центрах
04	100	96	500	Rz = 30	Чавун	СЧ15	—	197	Патрон і центр
05	85	80,5	400	Rz = 15	Чавун	КЧ37-12	—	163	В центрах
06	70	62	450	Ra = 2,5	Сталь	40X	700	—	В центрах
07	40	34	600	Rz = 15	Сталь	65Г	700	—	В центрах
08	120	114	600	Rz = 30	Чавун	СЧ24	—	207	Патрон і центр
09	115	110	650	Rz = 15	Чавун	КЧ33-8	—	163	Патрон і центр
10	80	70	200	Ra = 1,5	Сталь	20X	550	—	Патрон
11	170	155	500	Ra = 2	Сталь	18ХГТ	700	—	Патрон
12	80	74	400	Rz = 18	Сталь	40ХН	700	—	В центрах
13	70	62	950	Rz = 18	Сталь	65Г	700	—	Патрон і центр
14	120	110	900	Rz = 32	Чавун	СЧ15	—	187	В центрах
15	150	138	525	Rz = 32	Чавун	КЧ35-10	—	163	Патрон і центр

## Продовження таблиці Додаток Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	90	81,5	425	Rz = 15	Сталь	1X13	500	—	Патрон
17	50	42	375	Rz = 15	Сталь	1X18H10T	550	—	В центрах
18	100	88	585	Rz = 32	Чавун	СЧ24	—	207	Патрон і центр
19	40	38	600	Rz = 18	Чавун	СЧ15	—	163	Патрон і центр
20	85	78	450	Ra = 2,0	Сталь	40X	700	—	В центрах
21	100	94	300	Ra = 1,5	Сталь	20X	550	—	В центрах
22	100	92	250	Rz = 15	Сталь	40XH	700	—	Патрон
23	90	80	200	Ra = 2,5	Сталь	30	550	—	Патрон
24	120	110	250	Rz = 18	Сталь	X18H12M2T	550	—	Патрон
25	61	60	850	Ra = 2,5	Сталь	45	600	—	Патрон і центр
26	120	100	560	Rz = 15	Чавун	СЧ12	—	170	Патрон і центр
27	73	68	980	Rz = 38	Чавун	СЧ18	—	207	Патрон і центр
28	116	98	780	Rz = 22	Чавун	КЧ30-6	—	163	Патрон і центр
29	115	95	800	Rz = 30	Чавун	СЧ24-44	—	207	Патрон і центр
30	150	128	450	Rz = 18	Чавун	СЧ24-44	—	229	В центрах
31	50	45	700	Ra = 2	Сталь	35ХСА	800	—	В центрах
32	60	52	400	Ra = 1,4	Сталь	18ХГТ	700	—	Патрон і центр

## Продовження таблиці Додаток Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
33	70	68	350	Ra = 2,5	Сталь	45	600	—	В центрах
34	90	81	300	Rz = 12	Сталь	4X14H14B2M	700	—	Патрон і центр
35	120	112	400	Rz = 10	Чавун	СЧ15	—	163	Патрон і центр
36	110	104	500	Rz = 22	Чавун	СЧ18	—	183	Патрон
37	68	62	900	Rz = 35	Чавун	КЧ37-12	—	163	Патрон і центр
38	98	90	400	Rz = 18	Сталь	60	700	—	Патрон і центр
39	90	82	300	Rz = 15	Сталь	18ХГТ	700	—	Патрон
40	70	62	280	Ra = 2,2	Сталь	4X14H14B2M	700	—	Патрон
41	65	61	450	Rz = 15	Сталь	20ХНР	700	—	Патрон і центр
42	45	42	560	Rz = 18	Сталь	50Г	700	—	Патрон і центр
43	70	65	920	Rz = 38	Сталь	X18H12M2T	550	—	Патрон і центр
44	75	69	700	Rz = 18	Сталь	30ХМА	650	—	В центрах
45	90	84	680	Ra = 2,5	Сталь	20ХНР	700	—	Патрон і центр
46	85	78	540	Rz = 38	Сталь	40ХН	700	—	Патрон і центр
47	95	92	610	Rz = 15	Сталь	50Г	700	—	Патрон і центр
48	100	96	480	Ra = 2,5	Сталь	18ХГТ	700	—	Патрон і центр
49	72	68	940	Rz = 32	Сталь	40ХНМА	800	—	Патрон і центр



## Продовження таблиці Додаток Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	130	121	260	Rz = 15	Чавун	СЧ21	—	207	Патрон
51	150	142	340	Ra = 2,5	Чавун	СЧ24	—	207	Патрон і центр
52	145	138	360	Rz = 36	Чавун	СЧ18	—	207	Патрон і центр
53	140	132	410	Rz = 18	Сталь	20Х	550	—	В центрах
54	135	127	530	Ra = 2,5	Сталь	35	500	—	В центрах
55	73	68	980	Rz = 30	Сталь	3Х13	700	—	Патрон і центр
56	70	68	920	Rz = 15	Сталь	35ХМ	600	—	Патрон і центр
57	65	62	810	Ra = 2,5	Сталь	45	600	—	Патрон і центр
58	100	92	905	Rz = 38	Чавун	СЧ21	—	197	В центрах
59	95	89	725	Rz = 18	Сталь	35ХГСА	700	—	В центрах
60	110	102	615	Ra = 2,5	Чавун	СЧ-30-6	—	163	В центрах
61	80	70	200	Rz = 30	Сталь	12ХН3А	950	—	Патрон
62	40	35	650	Rz = 18	Чавун	СЧ21	—	187	Патрон
63	120	115	300	Ra = 2,5	Чавун	КЧ-45-6	—	241	Патрон
64	130	125	850	Rz = 38	Сталь	38ХМЮА	1000	—	В центрах
65	140	130	400	Rz = 18	Сталь	1Х14Н14В2М	650	—	В центрах
66	160	140	450	Ra = 2,2	Сталь	45	600	—	Патрон

## Продовження таблиці Додаток Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
67	70	62	500	Rz = 36	Сталь	40X	700	—	Патрон
68	50	48	700	Rz = 12	Сталь	38XC	800	—	Патрон
69	120	113	200	Ra = 2,5	Сталь	40XH	700	—	В центрах
70	140	131	210	Rz = 30	Сталь	1X18H9T	550	—	Патрон і центр
71	130	124	250	Rz = 18	Сталь	1X13	500	—	Патрон і центр
72	100	93	350	Ra = 2,5	Сталь	35XГСА	800	—	Патрон
73	100	94	400	Rz = 15	Сталь	65Г	700	—	В центрах
74	55	49	750	Rz = 30	Сталь	40XHMA	800	—	Патрон і центр
75	150	142	200	Ra = 2	Сталь	18XГТ	700	—	Патрон і центр
76	90	82	300	Rz = 19	Сталь	38XC	700	—	В центрах
77	110	108	250	Rz = 30	Чавун	СЧ15	—	163	Патрон і центр
78	50	45	150	Ra = 2,5	Чавун	СЧ24	—	207	Патрон і центр
79	60	54	120	Rz = 36	Чавун	КЧ33-8	—	163	Патрон
80	70	67	940	Rz = 18	Чавун	СЧ21	—	187	Патрон і центр
81	30	28	450	Ra = 2,5	Сталь	2X13	600	—	Патрон і центр
82	110	104	250	Rz = 28	Чавун	КЧ37-12	—	163	В центрах
83	100	96	300	Rz = 15	Чавун	СЧ18	—	207	Патрон і центр

## Продовження таблиці Додаток Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
84	95	90	350	Ra = 2,5	Сталь	45X	700	—	Патрон і центр
85	105	100	400	Rz = 30	Сталь	38XC	800	—	В центрах
86	98	92	380	Rz = 18	Сталь	20X	600	—	В центрах
87	36	32	510	Ra = 2,2	Сталь	35XГСА	850	—	В центрах
88	102	95	195	Rz = 32	Чавун	KЧ37-12	—	163	Патрон
89	104	98	205	Rz = 18	Чавун	СЧ21	—	241	Патрон
90	108	100	125	Ra = 2,5	Чавун	СЧ15	—	187	Патрон
91	80	72	200	Rz = 32	Сталь	40XH	700	—	Патрон і центр
92	95	90	250	Rz = 15	Сталь	30XНВА	1000	—	Патрон і центр
93	20	18	400	Ra = 2,5	Сталь	30XГСА	850	—	Патрон і центр
94	120	112	380	Rz = 38	Чавун	СЧ21	—	207	Патрон і центр
95	125	118	285	Rz = 18	Сталь	20X	600	—	Патрон
96	130	124	405	Ra = 2,2	Сталь	30XМА	600	—	Патрон і центр
97	145	138	400	Rz = 38	Сталь	50Г	650	—	Патрон
98	140	132	385	Rz = 18	Сталь	3X13	700	—	Патрон
99	36	32	500	Ra = 2,5	Сталь	40X	700	—	Патрон і центр
100	102	95	480	Rz = 36	Сталь	20X	550	—	В центрах

Додаток В. Значення допусків по СТ СЕВ 145-75, мкм

Інтервал розмірів, мм	Квалітет																		
	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
3...6	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
6...10	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
10...18	0,5	0,8	1,2	2,0	3,0	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
18...30	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	6	9	13	21	33	52	84	130	210	350	520	840	1300	2100
30...50	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
50...80	0,8	1,2	2,5	3,0	5,0	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
80...120	1,0	1,5	3,0	4,0	6,0	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
120...180	1,2	2,0	3,5	5,0	8,0	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
180...250	2,0	3,0	4,5	7,0	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
250...315	2,5	4,0	6,0	8,0	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
315...400	3,0	5,0	7,0	9,0	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700
400...500	1,0	6,0	8,0	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1500	2500	4000	6300

Додаток Г.

Шорсткість поверхні та квалітети при різних видах  
обробки деталей різанням [7, стор.518]

Вид обробки		Параметр Ra, мкм	Економічні квалітети
Автоматичне газове різання		12.5-100	15-17
Відрізання	приводною пилкою	25-50	15-17
	різцем	25-100	14-17
	фрезою	25-50	
	абразивом	3.2-6.3	12-15
Підрізання торців		3.2-12.5	11-13
Стругання	чорнове	12.5-25	12-14
	чистове	3.2-6.3	11-13
	тонке	0.8-1.6	8-10
Довбання	чорнове	25-50	14; 15
	чистове	3.2-12.5	12; 13
Фрезерування циліндричною фрезою	чорнове	25-50	12-14
	чистове	3.2-6.3	11
	тонке	1.6	8; 9
Фрезерування торцевою фрезою	чорнове	6.3-12.5	12-14
	чистове	3.2-6.3	11
	тонке	0.8-1.6	8; 9
Фрезерування швидкісне	чорнове	3.2	12-14
	чистове	0.8-1.6	11-13
Обточування поздовжньою подачею	обдирне	25-100	15-17
	напівчистове	6.3-12.5	12-14
	чистове	1.6-3.2	7-9
	тонке (алмазне)	0.4-3.2	6
Обточування поперечною подачею	обдирне	25-100	16; 17
	напівчистове	6.3-12.5	14; 15
	чистове	3.2	11-13
	тонке	0.8-1.6	8-11

### Додаток Г1.

Характерні значення квалітетів допусків і шорсткості для типових поверхонь

Характеристика поверхні	ІТ	Ra, мкм
Торці валів, муфт, втулок, вільні поверхні валів	11-9	R <sub>z</sub> 20-8
Шийки валів зубчатих коліс, основні отвори деталей корпусів	9-8	1,25-0,63
Поверхні деталей в посадках з натягом, юбки поршнів насосів, компресорів і ДВЗ, поверхні витків черв'яків, вкладиші	8-7	0,63-0,32
Шийки і кулачки розподільних валів, пальців поршнів, цапфи підшипників, шийки колінчатих валів	7-6	0,32-0,16
Поверхні валів під ущільнення, направляючі кочення, дзеркало циліндрів, зуби точних коліс, точні механізми	6	0,16-0,08
Плунжерні пари, дзеркальні поверхні, коркові крани	5	0,08-0,04

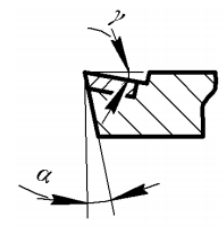
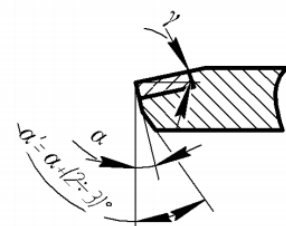
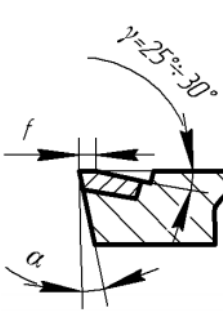
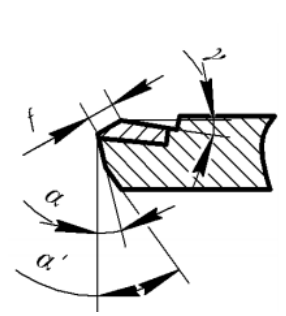
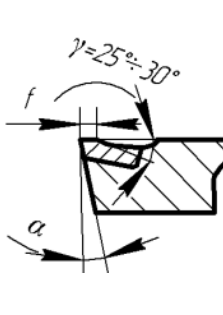
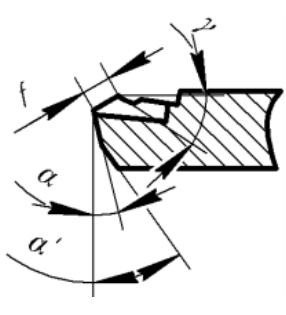
### Додаток Г2.

Приклад послідовності механічної обробки деталей для досягнення необхідних параметрів точності й шорсткості поверхонь (по ГОСТ 2789-73)

Квалітет ІТ	Шорсткість Ra, мкм	Необхідні технологічні операції (види обробки)
14-13	Rz 160-40	Грубе точіння, фрезерування, стругання, свердління
12-11	Rz 40-20	Чорнова і напівчистова токарна або фрезерна обробка
10-9	Rz 10-6,3 2,5-1,25	Чорнове й чистове точіння або фрезерування, зенкерування, чорнове шліфування
9-8	1,25-0,63	Чорнова й чистова обробка або шліфування. Для отворів – свердління і зенкерування або розгортання
8-7	0,63-0,32	Чорнова й чистова обробка з наступним шліфуванням. Свердління, розточування, розгортання чистове
7-6	0,32-0,16	Шліфування, тонке точіння або розгортання
6-5	0,16-0,04	Чорнова й чистова обробка з наступним шліфуванням підвищеної точності, хонінгування, суперфініш, полірування, доводка пастами

Додаток Д.

Форми передньої поверхні

Позначення	Ескіз передньої поверхні		Область застосування	
			а- для різців з ш/р сталі	б – для різців з твёрдосплавними пластинками
	а	б		
1. Плоска			Обробка чавуна, обробка сталі при $S < 0,2$ мм/об, для фасонних різців важкого контуру	Обробка сталі з $\sigma_b > 800$ МПа при достатній жорсткості і вібростійкості заготовки. Необхідний стружко ломач.
2. Плоска з фаскою			Обробка сталі при $S > 0,2$ мм/об	Обробка сірого і ковкого чавуна, сталі з $\sigma_b > 800$ МПа при достатній жор-ті і вібростійкості заготовки. Необхідний стружколомач
3. Радіусна з фаскою			Обробка сталі із забезпеченням стружколомання	Обробка сталі з $\sigma_b < 800$ МПа при $t=1-5$ мм, $S > 0.3$ мм/об. Стружколомання забезпечується лункою: $B=2-2,5$ мм. $R=4-6$ мм, глибина лунки $0,1-0,15$ мм

Додаток Д1.

Кути різальної частини різців

Матеріал обробки	Матеріал різучої частини. Форма передньої поверхні	Геометричні параметри різучої частини				
		Розмір фаски, мм	$\gamma_f^\circ$	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$	$\lambda^\circ$
Точіння, розточка, стругання						
Сталь вуглецева, легована, інструментальна, сталеве лиття НВ<340 $\sigma_B < 1200$ МПа	Швидкорізальна сталь (Ш/С) Ш/С 2а, 3а		–	25 ÷ 30	–	–
Чавун сірий і ковкий НВ<220	Ш/С, 1а, 2а, 3а		–	12 ÷ 18	8 ÷ 12	-4 ÷ +4
Мідь, бронза, латунь	Ш/С, 2а, 3а		–	25 ÷ 30	10 ÷ 15	–
Сталь конструкційна, високовуглецева, легована, сталеве лиття $\sigma_B < 1000$ МПа $\sigma_B > 1000$ МПа	Твердий сплав (ТС) ТС 2б, 3б	0,1 ÷ 2	-3 ÷ -5	15	12	–
	ТС 1б, 2б		-10			
Точіння і розточування						
Чавун сірий НВ<220 МПа НВ>220 МПа	ТС 2б, 3б	0,1 ÷ 2	-3 ÷ -5	12	6 ÷ 10	–
	ТС 1б, 2б		–			
Чавун ковкий НВ=140-150	ТС, 2б, 3б	0,1 ÷ 2	-2	15	8 ÷ 12	–
Безперервне точіння						
Сталь $\sigma_B < 700$ МПа $\sigma_B > 700$ МПа	Мінералоке- раміка (МК) МК, ТС 2б, 3б	0,2 ÷ 0,3	-5 ÷ -10	10 ÷ 15	8 ÷ 10	0 ÷ 5
	Чавун НВ<220 МПа НВ>220 МПа					



Додаток Д2.

Значення кутів  $\phi$  і  $\phi_1$

Умови обробітку	$\phi^\circ$	Умови обробітку	$\phi_1^\circ$
Точіння ступінчатих заготовок недостатньої жорсткості, точіння, розточення ступінчатих поверхонь в упор, підрізання, прорізання та відрізання	90	Для прохідних різців при роботі без врізання: з швидкоріжучої сталі  з пластинками із твердого сплаву	5-10  15
Для відрізних (прорізних) різців при відрізання заготовок без торцювання	80	Для прохідних різців при роботі з врізанням: до 3мм більше 3мм	15 20-30
Точіння на прохід заготовок малої жорсткості, розточування чавунних заготовок	60-75	Для підрізних і розточувальних різців: з швидкоріжучої сталі з пластинками із твердого сплаву	10-15 20
Точіння жорстких заготовок прохідними різцями	30-60	Для прорізних і відрізних різців	1-2
Чистове точіння з малою глибиною різання	10-30	Для відігнутих різців з перерізом: до 20 x 30 мм більше 20 x 30 мм для широких різців	45 30 0

Додаток Е1.

Коефіцієнти і показники степені в формулах для складових сил різання

Оброблюваний матеріал	Тип різців	твердість оброблюваного матеріалу, НВ	Тангенціальної сили				Радіальної сили				Осьової (сили подачі)			
			$C_{pz}$	$X_{pz}$	$Y_{pz}$	$n_{pz}$	$C_{py}$	$X_{py}$	$Y_{py}$	$n_{py}$	$C_{px}$	$X_{px}$	$Y_{px}$	$n_{px}$
Сталь, стальне лиття, магнієві і алюмінієві	прохідні	<170	279	1,0	0,75	0,35	0,027	0,9	0,75	2,0	0,21	1,2	0,65	1,5
		>170	35,7	1,0	0,75	0,75	0,027	0,9	0,75	2,0	0,21	1,2	0,65	1,5
	підрізні і відрізні	<170	344,2	1,0	1,0	0,35	0,031	1,2	0,75	2,0	-	-		
		>170	44,2	1,0	1,0	0,75	0,031	1,2	0,75	2,0	-	-		.
Чавун і мідні сплави	прохідні	<170	63,5	1,0	0,75	0,55	1,3	0,9	0,75	1,3	1,6	1,2	0,65	1,1
		>170	51,4	1,0	0,75	0,55	0,45	0,9	0,75	1,3	0,51	1,2	0,65	1,1
	підрізні і відрізні	<170	88,2	1,0	1,0	0,55	1,2	1,2	0,75	1,3	-		-	
		>170	88,2	1,0	1,0	0,55	1,2	1,2	0,75	1,3	-	-	-	-

Примітка: Значення  $C_{pz}$ ,  $C_{py}$ ,  $C_{px}$  дані для обробки різцями з  $\varphi=45^\circ$   $r=2$ мм. (прохідні) і при зношенні швидкорізальних різців  $h_3=2$ мм. і твердосплавних різців  $h_3=0$ мм.

## Додаток Е2

Таблиця 9. Значення уточнюючих коефіцієнтів до формул сил різання

Оброблюваний матеріал	Сила різання	Уточнюючі коефіцієнти					
		Кут в плані $\phi_0$					позначення
		30	45	60	75	90	
Сталь і легкі сплави	Pz	1,08	1,00	0,98	1,03	1,08	K $\phi$
	P <sub>y</sub>	1,63	1,00	0,71	0,54	0,44	
	P <sub>x</sub>	0,70	1,00	1,27	1,51	1,80	
Чавун і мідні сплави	Pz	1,05	1,00	0,96	1,91	0,92	K $\phi$
	P <sub>y</sub>	1,23	1,00	0,87	0,77	0,70	
	P <sub>x</sub>	0,63	1,00	1,11	1,20	1,28	
Передній кут		-20	-10	0	10	20	$\gamma_0$
Для всіх матеріалів	Pz	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	K $\gamma$
	P <sub>y</sub>	2,2	1,8	1,4	1,0	0,7	
	P <sub>x</sub>	2,2	1,8	1,4	1,0	0,7	
Кут нахилу головного різучого леза		-5	0	5	10	15	$\lambda_0$
Для всіх матеріалів	Pz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	K $\lambda$
	P <sub>y</sub>	0,75	1,0	1,25	1,5	1,7	
	P <sub>x</sub>	1,07	1,0	0,85	0,75	0,65	
Величина зношення різця		0	0,5	1,0	1,5	2,0	h <sub>3</sub>
Сталь, сталеве лиття і ковкий чавун	Pz	1,0	0,93	0,96	0,98	1,0	K <sub>h3</sub>
	P <sub>y</sub>	0,7	0,52	0,65	0,82	1,0	
	P <sub>x</sub>	0,62	0,56	0,69	0,83	1,0	
Величина зношення різця		0	1,0	2,0	3,0	4,0	h <sub>3</sub>
Сірий чавун	Pz	0,81	0,82	0,83	0,90	1,0	K <sub>h3</sub>
	P <sub>y</sub>	0,33	0,38	0,58	0,60	1,0	
	P <sub>x</sub>	0,43	0,54	0,65	0,80	1,0	

Додаток Е3  
Значення уточнюючого коефіцієнта  $K_{M_p}$

Оброблюваний матеріал	$K_{M_p}$
Сталь гарячекатана, відпалена, нормалізована і термічно оброблена (гартування з високим відпуском)	1,0
Алюміній і силумін	0,2
Дюралюміній $\sigma_{вр}=160-350$ Н/мм <sup>2</sup>	0,15-0,40
Дюралюміній $\sigma_{вр}>350$ Н/мм <sup>2</sup>	0,55

Додаток Е4  
Значення уточнюючого коефіцієнта  $K_r$

Оброблюваний матеріал	$K_r$		
	$P_z$	$P_y$	$P_x$
Сталь, сталіне лиття, алюмінієві і магнієві сплави	$\left(\frac{r}{2}\right)^{0,1}$	$\left(\frac{r}{2}\right)^{0,3}$	1
Чавун і мідні сплави	$\left(\frac{r}{2}\right)^{0,07}$	$\left(\frac{r}{2}\right)^{0,2}$	1





Додаток Еб.

Поправочний коефіцієнт  $K_{\mu r}$ , для сталі й чавуну, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силову залежність

Матеріал обробки	Розрахункова формула	Показник степені $n$ (в чисельнику – для твердих сплавів, а в знаменнику – для швидкоріжучої сталі)
Конструкційна сталь $\sigma_b$ , Мпа <600 >600	$K_{\mu r} = (\sigma_b / 750)^n$	0,75/0,35 0,75/0,75
Сірий чавун	$K_{\mu r} = (HB / 190)^n$	0,4/0,55
Ковкий чавун	$K_{\mu r} = (HB / 150)^n$	0,4/0,55

Додаток Ж1.

Значення коефіцієнтів і показників ступенів у формулах для визначення швидкості різання

Оброблюван ий матеріал	Вид обробки		Різальний інструмент			Коефіцієнти та показники ступенів у формулах				Період стійкості $T$ , хв	
			кут у плані		марка твердого сплаву	$C_v$	$x_v$	$y_v$	$m$		
			$\varphi^\circ$	$\varphi_1^\circ$							
Сталь конструкційна, $\sigma_v = 750$ Мпа	Зовнішнє подовжнє точіння, розточування	$S \leq 0,3$	45	10	Т5К10	273	0,15	0,2	0,2	60	
		$S \leq 0,75$				227		0,35			
		$S > 0,75$				221		0,45			
			$t \leq S$	45	0	Т15К6	292	0,3	0,15	0,18	45
		$t > S$	0,15					0,3			
	Відрізка		–	–	Т5К10	47	0	0,8	0,2	60	
Чавун сірий, 190 НВ	Зовнішнє подовжнє точіння, розточування	$S \leq 0,4$	45	10	ВК6	292	0,15	0,2	0,2	60	
		$S > 0,4$				293		0,4			
			$t \leq S$	45	0	ВК6	324	0,4	0,2	0,28	30
			$t > S$					0,2	0,4		
		Відрізка		–	–	ВК6	68,5	0	0,4	0,2	60
	Стругання	площин пазів	45	10	ВК8	162	0,15	0,4	0,2	120	
					38,2	0					
Чавун ковкий, 154 НВ	Зовнішнє подовжнє точіння, розточування	$t \leq 2, S \leq 0,4$	45	10	ВК8	317	0,15	0,2	0,2	60	
		$t > 2$				215		0,45			
		Відрізка		–	–	ВК8	86	0	0,40	0,20	86



Додаток Ж2.

Поправкові коефіцієнти для визначення швидкості різання

$K_v = K_{M_v} \cdot K_{CM_v} \cdot K_{K_v} \cdot K_{Mn_v} \cdot K_{\varphi_v} \cdot K_{\varphi_{1v}} \cdot K_{r_v} \cdot K_{f_v}$									
1. Оброблюваний матеріал $K_{M_v}$		Сталь			Чавун сірий			Чавун ковкий	
		$K_{M_v} = \frac{750}{\sigma_{\text{ч}}}$			$K_{M_v} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{1,25}$			$K_{M_v} = \left(\frac{150}{HB}\right)^{1,25}$	
2. Стан матеріалу $K_{CM_v}$		Прокат холодно-тягнутий	Прокат гаряче-катаний	Нормалізація	Відпал	Поліпшування			
		1,1	1	0,95	0,9	0,8			
3. Коринка на поверхні заготовки $K_{K_v}$		Без коринки	3 коринкою						
			прокат	поковка	ливарна нормальна	ливарна забруднена			
		1	0,9	0,8	0,8–0,85	0,5–0,6			
4. Марка інструментального матеріалу $K_{Mn_v}$	сталь	T30K4	T14K8	T15K6	T15K6T	T5K10			
		2,15	1,23	1,54	1,77	1			
	чавун	BK2	BK3	BK6M	BK6	BK8			
		1,2	1,15	1,05	1	0,83			
5. Головний кут різця в плані $K_{\varphi_v}$	$\varphi^\circ$	10	20	30	45	60	75	90	
	сталь, ковкий чавун	1,55	1,3	1,13	1	0,92	0,86	0,81	
	сірий чавун			1,2	1	0,88	0,88	0,73	
6. Допоміжний кут різця в плані $K_{\varphi_{1v}}$	$\varphi_1^\circ$	10	15	20	30	45			
		1	0,97	0,94	0,91	0,87			
7. Радіус при вершині різця $K_{r_v}$	$r, \text{ мм}$	1	2	3	4				
		0,86	1	1,09	1,21				
8. Форма передньої грані різця $K_{f_v}$		Плоска позитивна			Плоска або радіусна з фаскою			Плоска негативна	
		0,87			1			1,05	

Додаток ЖЗ.

Рекомендовані значення подач для заданих параметрів шорсткості поверхні.

Тип різця	Шорсткість, мкм	Оброблюваний матеріал	Допоміжний кут у плані $\phi_1^\circ$	Діапазон швидкостей різання $v$ , м/хв	Радіус при вершині різця $r$ , мм	
					1,5	2,0
					Подача $S$ , мм/об	
Різці з допоміжним кутом у плані	$Rz = 80 - 40$	Сталь і чавун	5	Увесь діапазон швидкостей	1,3–1,5	
			10		1,0–1,1	
		15	0,9–1,0			
	$Rz = 40 - 20$	5	0,7–0,85			
			10–15		0,6–0,7	
	$Rz = 20 - 10$	Сталь	5	<50	0,25–0,4	0,3–0,45
				50 – 100	0,35–0,55	0,4–0,55
				>100	0,5–0,6	0,5–0,6
			10–15	<50	0,25–0,4	0,3–0,4
		50–100		0,35–0,55	0,35–0,5	
		>100	0,45–0,5	0,5–0,55		
Чавун	5	Увесь діапазон швидкостей	0,35–0,55	0,45–0,65		
			10–15	0,3–0,5	0,4–0,6	
$Ra = 2,5 - 1,25$	Сталь	$\geq 5$	30–50	0,13–0,18	0,14–0,22	
			50–80	0,16–0,22	0,17–0,25	
			80–100	0,21–0,33	0,23–0,35	
			100–130	0,23–0,37	0,25–0,39	
	>130	0,33–0,37	0,35–0,39			
Чавун	$\geq 5$	Увесь діапазон швидкостей	0,15–0,3	0,2–0,35		
$Ra = 1,25 - 0,63$	Сталь	$\geq 5$	40–110	0,13–0,16	0,14–0,17	
			110–130	0,15–0,21	0,17–0,23	
			>130	0,2–0,25	0,21–0,21	
Різці з додатковою різучою кромкою	$Rz = 80 - 10$	Сталь і чавун	0	Увесь діапазон швидкостей	до 5,0	
	$Ra = 2,5 - 0,63$	Сталь	0	$\geq 100$	2,0 – 3,5	
	$Ra = 2,5 - 1,25$	Чавун	0	Увесь діапазон швидкостей	до 4,0	

Поправкові коефіцієнти на табличні подачі залежно від границі міцності оброблюваного матеріалу (для різців с)  $\phi_1 > 0^\circ$ .

Границя міцності оброблюваного матеріалу $\sigma_s$ , МПа	до 500	500–700	700–900	до 1000
Поправковий коефіцієнт $K_{ms}$	0,7	0,75	1,0	1,25