

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗБІРНИХ РІЗЦІВ

Монографія

Затверджено
на засіданні вченої ради
Протокол № 7 від 26.02.2015

Краматорськ
ДДМА
2015

УДК 621.9.02
ББК 34.63
Е-45

Автори:

Клименко Г. П., д-р. техн. наук, професор, зав. каф. автоматизованих виробничих процесів ДДМА;

Мироненко Є. В., д-р. техн. наук, професор, зав. каф. менеджменту, декан факультету економіки та менеджменту ДДМА;

Гузенко В. С., канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструментів і технології ДДМА;

Васильченко Я. В., канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструментів і технології ДДМА;

Шаповалов М. В., асистент кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструментів і технології ДДМА.

Рецензенти:

Мельничук П. П., д-р техн. наук, професор, ректор Житомирського технологічного університету;

Клочко О. О., д-р техн. наук, професор Харківського політехнічного університету.

Експлуатація збірних різців : монографія / Клименко Г. П.,
Е-45 Мироненко Є. В., Гузенко В. С., Васильченко Я. В., Шаповалов М. В. –
Краматорськ : ДДМА, 2015. – 83 с.
ISBN 978-966-379-732-8

Наведено завдання з вибору різців збірної конструкції, методики розрахунку витрати їх елементів, рекомендації щодо прийняття конструктивних рішень, вибору режимів різання, розрахунку ефективності їх впровадження.

УДК 621.9.02

ББК 34.63

© Г. П. Клименко, Є. В. Мироненко,
В. С. Гузенко, Я. В. Васильченко,
М. В. Шаповалов, 2015

© ДДМА, 2015

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ВИБІР ІНСТРУМЕНТУ	5
2 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ІНСТРУМЕНТУ	7
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗЦІВ ІЗ ЗМП	9
4 РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗЦІВ ІЗ ЗМП	15
5 МЕТОДИКА СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ УМОВ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗЦІВ ІЗ ЗМП	20
5.1 Призначення і сфера застосування методики	20
5.2 Основні положення.....	20
5.3 Метод моментних спостережень	20
5.4 Метод тривалих спостережень.....	27
5.5 Метод аналізу стану списаного інструменту.....	37
6 ПРИКЛАД ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЙ ЗБІРНИХ РІЗЦІВ	38
7 ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ	40
8 ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАМІНИ НАПАЙКИХ РІЗЦІВ НА РІЗЦІ ЗБІРНИХ КОНСТРУКЦІЙ	42
ЛІТЕРАТУРА	43
Додаток А. Відповідність вітчизняних марок твердих сплавів міжнародній класифікації	45
Додаток Б. Типи пластин і їх кріплення (загальна класифікація)	46
Додаток В. Приклади конструкції різців	47
Додаток Г. Пріоритети областей впровадження різців із ЗМП замість напайних	49
Додаток Д. Мінімальна кількість замісних напайних різців, що забезпечує економічну ефективність робіт з впровадження різців із ЗМП	50
Додаток Е. Застосовність різців із ЗМП	51
Додаток Ж. Таблиці до вибору основних характеристик різців.....	54

ВСТУП

Важливим чинником підвищення ефективності металообробки є перехід з напайного інструменту на інструмент зі змінними механічно закріплюваними різальними пластинами (ЗМП), який забезпечує підвищення продуктивності та полегшення умов праці, зменшення витрат дефіцитних матеріалів, спрощення інструментозабезпечення, скорочення наведених витрат.

Монографія розроблена з метою інтенсифікації цього переходу, використання в різних галузях промисловості досвіду, накопиченого в інших галузях, впорядкування планування та впровадження нових різців.

Монографія може бути використана для вирішення конкретних завдань вибору конструкції інструменту та розрахунку його витрати в навчальних цілях, а також для проведення наукових досліджень в галузі металообробки.

Робота орієнтована на три групи верстатів:

середніх:

токарних – з найбільшим діаметром встановлюваного виробу

з $D_{\max} = 320 - 640$ мм

і карусельних – з $D_{\max} = 1250 - 1600$ мм;

великих:

токарних – з $D_{\max} = 800 - 1000$ мм

і карусельних – з $D_{\max} = 2000 - 2500$ мм;

важких:

токарних – з $D_{\max} = 1250 - 4000$ мм

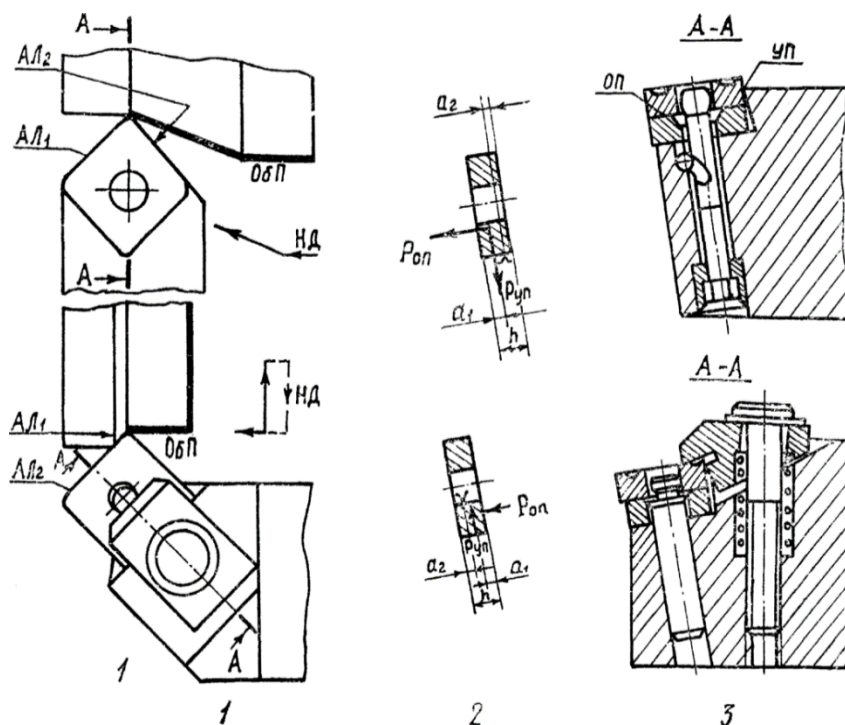
і карусельних – з $D_{\max} = 3200 - 12500$ мм і більше.

Монографія може бути використана й для інших типів верстатів, на яких застосовуються різці відповідних розмірів.

У розділі 1 слід застосовувати таблиці Ж.1 – Ж.6 для вибору інструменту; в розділі 2 – таблиці Ж.7 – Ж. 16 для визначення режимів різання та витрати інструменту для кожної конкретної операції; в розділі 3 – таблиці Ж.17 – Ж.18 використовуються для планування впровадження ЗМП по цеху, підприємству, галузі в цілому, оцінювання ефективності та якості впровадження.

1 ВИБІР ІНСТРУМЕНТУ

Спочатку за табл. Ж.1 вибирають матеріал різальної частини інструменту для таких груп умов: поєднання операцій, груп оброблюваних матеріалів, характеру обробки припуску, діапазону глибин різання. Перевагу слід віддавати твердим сплавам з покриттями, які дозволяють найбільшою мірою реалізувати переваги різців із ЗМП. Відповідність вітчизняних марок твердих сплавів міжнародній класифікації надано в додатку А. Різець вибирають в три етапи (рис. 1.1).



УП – упорна базувальна поверхня; ОП – опорна базувальна поверхня; P_{он} – складова сили кріплення в напрямку ОП; P_{ун} – складова сили кріплення в напрямку УП; ОЧП – оброблювана поверхня; НД – напрямок руху подачі; АЛ – активна частина лез; 1 – вибір форми різця в плані; 2 – вибір типу пластини та її кріплення; 3 – вибір конструкції різця
 Рисунок 1.1 – Етапи вибору різця

Етап 1

За табл. Ж.2 вибирають форму різця в плані, виходячи з технологічних критеріїв – форми оброблюваної поверхні та напрямку руху подачі, а також враховуючи наявність активних різальних лез і положення упорної базувальної поверхні. При малому часу на виконання переходу порівняно зі стійкістю різця (у більшості випадків оброблення деталей на середніх за розмірами верстатах) вибирають форму в плані, придатну для всіх переходів цієї операції.

Висоту різця Н вибирають за таблицею 1.1.

За табл. Ж.3 з різців, обраних за технологічними критеріями, відбирають інструмент з формою в плані, кращої за критеріями міцності та стійкості різальної частини. Одночасно вибирається товщина різальної пластини за критерієм міцності.

Таблиця 1.1 – Вибір висоти різця в залежності від типу і основного параметра верстата

Рекомендована висота різця	Токарні верстати. Основний параметр Dmax, мм											
	320	400	630		800	1000		1250	1600	2000	2500, 3200, 4000	
	Карусельні верстати. Основний параметр Dmax, мм											
			1250	1600	2000	2500	3200	4000, 5000	6300	8000	10000, 12500	
H, мм	20	25	32	40	40	50	63	63	63	80	80	

Етап 2

За табл. Ж.4 знаходять тип пластини та її кріплення, придатні для обраної форми в плані. Якщо існує декілька таких типів, то вибирають такий, який має найбільшу бальну оцінку.

У разі необхідності вибору імпортного інструменту або інструменту, який може бути запропонований в майбутньому, користуються додатком Б, в якому наведена більш повна, ніж у табл. Ж.4, класифікація типів пластин і їх кріплення з ранговою оцінкою міцності інструменту. За табл. Ж.5 встановлюють рекомендовані форму передньої поверхні та положення пластин у державці. У разі, якщо передбачається спеціальне заточування, застосовують пластини за ГОСТ 19043-80, ГОСТ 19045-80, ГОСТ 19047-80, ГОСТ 19049-80, ГОСТ 19051-80, ГОСТ 19056-80, ГОСТ 19067-80, ГОСТ 19069-80, ГОСТ 19070-80, для яких за табл. Ж.6 визначають раціональні геометричні параметри різальної частини інструменту.

Етап 3

Вибирають наявну на заводі конкретну конструкцію різця, що відповідає обраному типу. Якщо конструкція, що відповідає найкращому (закількістю балів) типу пластини та її кріпленню, відсутня на заводі, вибирається конструкція, оцінена меншою кількістю балів, або оформляється замовлення на придбання або виготовлення необхідних конструкцій інструменту.

У додатку В наведено конструкції різців, які випускаються інструментальними заводами або плануються до випуску в найближчі роки, а також серійно виготовляються іншими міністерствами.

2 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ІНСТРУМЕНТУ

Основні дані щодо вибору режимів різання та розрахунку витрати інструменту зі змінними механічно закріплюваними пластинами при обробці найбільш поширених у промисловості матеріалів (конструкційної сталі та чавуну) наведені в таблицях Ж.7 – Ж.16. При обробленні інших матеріалів слід користуватися загальномашинобудівними нормативами режимів різання [1].

За таблицями Ж.7(для сталі) або Ж.12(для чавуну) вибирають основне подання s_0 і поправкові коефіцієнти на подання, що враховують міцність різальної частини, пов'язану з матеріалом пластини, її типом і способом кріплення. Далі за таблицями Ж.8 або Ж.13 вибирають інші поправкові коефіцієнти на подання.

Величину подання, мм /об., визначають за формулою

$$s = s_0 \prod_{i=1}^{11} K_{s_i} .$$

Під час чистової обробки спочатку визначають подання залежно від необхідної шорсткості(табл. Ж.9), а потім перевіряють, щоб вона не була більше подання допустимої міцності інструменту(див. табл. Ж.7 і Ж.12).

За таблицями Ж.10, Ж.11 (Ж.14, Ж.15 – для чавуну) вибирають основну швидкість різання v_0 , поправкові коефіцієнти Kv_i та розраховують швидкість різання, м/хв, за формулою

$$v = v_0 \prod_{i=1}^8 Kv_i .$$

Карти побудовані з розрахунку на середню стійкість (поправковий коефіцієнт залежно від величини γ -% дорівнює 1,0). Якщо необхідно гарантувати отримання певного рівня надійності на верстатах з ЧПК, то на подання і швидкість різання вносяться поправки залежно від γ -%. Поправку на подання вводять, головним чином, при чорновому обробленні(табл. Ж.8, Ж.13), а на швидкість різання – при чистовому.

В останньому випадку рекомендується: при γ -% = 70 – $Kv = 0,91$;
при γ -% = 80 – $Kv = 0,86$; при γ -% = 90 – $Kv = 0,78$.

За табл. Ж.16 визначають кількість періодів стійкості K і відповідно до вибраної стійкості – сумарну стійкість $\Sigma T = TK$, а також витрата пластин, опор, корпусів і інших деталей різців на 1000 год машинного часу.

У процесі експлуатації серйозну увагу слід приділяти стану опорних поверхонь різальної й опорної пластин, а також гнізда в державці (див. рис. 1.1). При заміні та повороті різальної й опорних пластин очищують повер-

хні, що сполучаються, від стружки та бруду, а також періодично перевіряють щупом величину проміжку між цими пластинами (має бути не більше 0,02 для різців $H \leq 40$ мм і 0,03 – для різців $H \leq 50$ мм). Коли проміжок перевищить вказаний, опорну пластину, а якщо це необхідно, і державку різця замінюють.

Періодично перевіряють, щоб зона контакту упорних поверхонь пластини знаходилася у визначеному місці (див. рис. 1.1):

$$a_1 \approx a_2 \approx (0,2-0,4) h.$$

Якщо вказане співвідношення порушується, знаходять і усувають причину.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗЦІВ ІЗ ЗМП

Роботу з впровадження різців слід проводити комплексно з використанням принципів системного підходу [5], який полягає у такому:

1 Здійснюється повний комплекс технічних, організаційних і економічних заходів, пов'язаних з впровадженням різців із ЗМП (рис. 3.1);

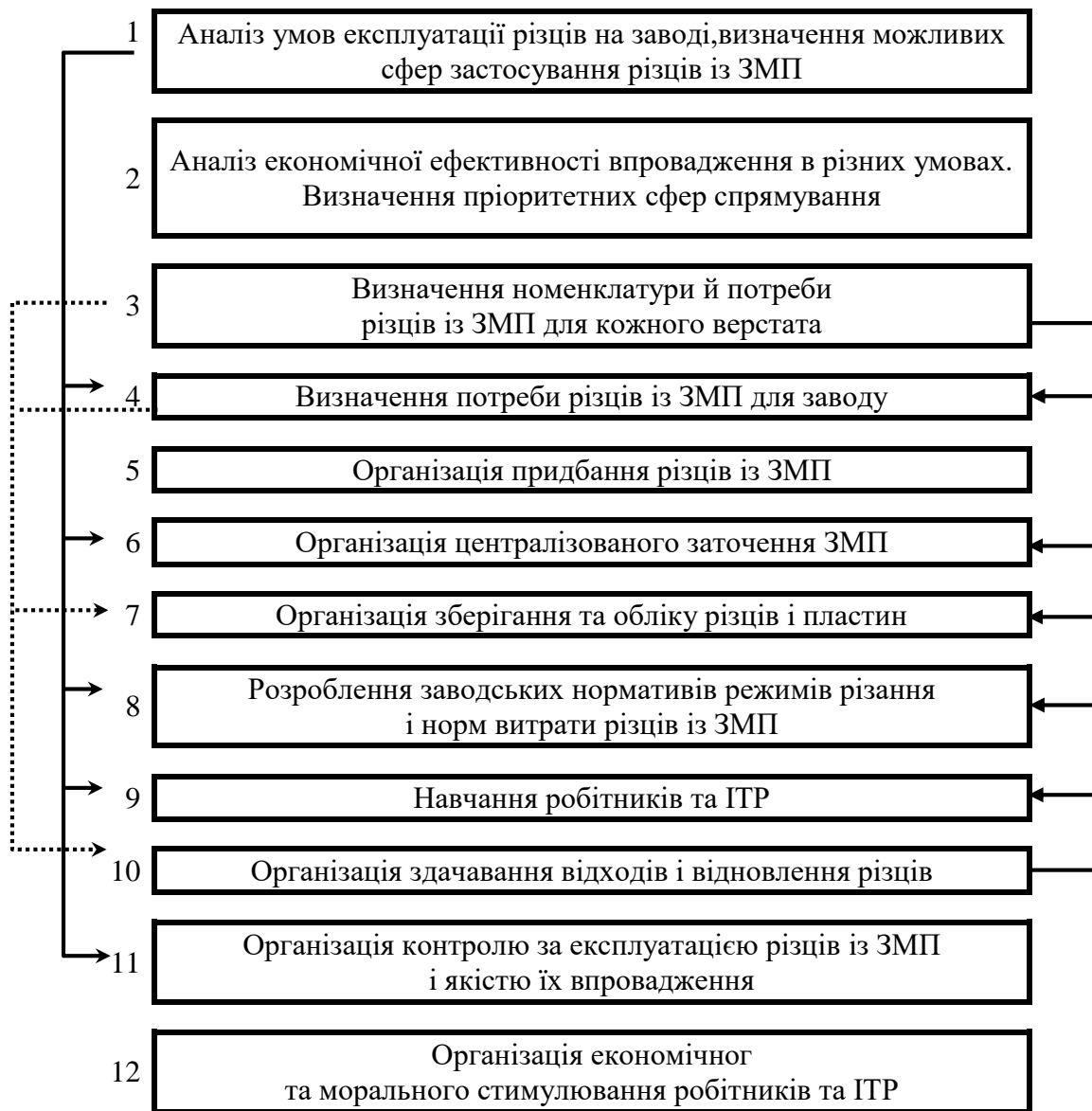


Рисунок 3.1 – Комплекс заходів щодо організації впровадження різців із ЗМП

2 Необхідні технічні, організаційні й інші рішення приймаються на основі кількісного аналізу умов виробництва й техніко-економічного оцінювання результативності цих рішень.

Роботу виконують у декілька етапів.

Етап 1

Виконують статистичний аналіз груп умов запровадження різців, що передбачає визначення часток кожної з груп умов у сумарному основному часі роботи обладнання, а також фактичну застосовність різців із ЗМП у кожній з них. Аналіз здійснюють за методикою, що міститься в додатку Г. Ефективність цього етапу робіт значно підвищується у разі створення банку статистичних даних на машинних носіях [8]. Визначають можливі сфери для групи умов механічного оброблення впровадження різців із ЗМП.

Етап 2

Стосовно до кожної групи умов вибирають, користуючись інформацією розд. 1 і 2, інструмент із ЗМП і регламенти його експлуатації (режими різання, стійкість і т. д.).

Визначають пріоритетні галузі впровадження різців із ЗМП, що забезпечують його найбільшу економічну ефективність. При цьому враховують інформацію про вплив основних факторів, що становлять умови оброблення, на ефективність заміни напайного різця різцем із ЗМП, який рекомендований у групі умов. Значний ефект має місце при впровадженні різців із ЗМП для оброблення конструкційних сталей у діапазоні малих глибин різання на середніх верстатах, а також середніх і великих глибин на важких верстатах. Ефект збільшується в результаті застосування пластин зі зносостійким покриттям. Трохи менш ефективно застосування ЗМП при обробленні чавунів. У всіх випадках оброблення за наявності високих вимог до надійності та стабільності процесу різання ЗМП забезпечують істотне зниження собівартості, тому застосування їх в цьому випадку обов'язкове. Особливо результативно впровадження пластин зі зносостійким покриттям. Пріоритетні галузі впровадження, що дають розподіл безлічі умов механічного оброблення по зонах рівної ефективності заміни напайних різців різцями із ЗМП, можуть бути також визначені за допомогою номограми додатка Г. Рекомендований рівень вживаності різців із ЗМП у кожній групі умов міститься в додатку Е. При його виборі необхідно враховувати, що застосування різців із ЗМП поряд з підвищенням продуктивності оброблення, зниженням його собівартості та значним скороченням питомих безповоротних витрат твердого сплаву припускає деяке зростання його кількості, що знаходиться в обігу. Тому рівень вживаності вибирають таким, який дозволив би забезпечити різальним інструментом, оснащеним твердим сплавом, верстатний парк протягом річного дійсного фонду часу роботи обладнання.

Етапи 3 і 4

Обраний рівень вживаності (плановану застосовність) різців із ЗМП використовують для розрахунків потреби в інструменті із ЗМП. Нижня оцінка рівня вживаності залежить від капітальних вкладень K_{BH} , пов'язаних із впровадженням різців із ЗМП, відносної питомої собівартості K_C , питомої собівартості оброблення напайними різцями в такій групі умов C_H . Рівень застосовності визначають за номограмою додатка Д. Величини K_C і C_H визначають або розрахунковим шляхом (див. розд. 4), або за номограмою додатка Г.

Основний час оброблення, год, в цій групі умов визначають за формулою

$$\sum t_{OГУ} = \sum t_O X_\Phi,$$

де $\sum t_O$ – сумарний основний час роботи верстатного обладнання, год;
 X_Φ – частка сумарного основного часу, що припадає на роботу в цій групі умов (додаток Е).

Суммарний основний час, год, обладнання:

$$\sum t_O = \sum \Phi_D K_O,$$

де $\sum \Phi_D$ – сумарний річний дійсний фонд роботи обладнання, год;
 K_O – коефіцієнт основного часу (табл. Ж.17).

Основний час роботи, год, різцями із ЗМП в цій групі умов:

$$\tau = \sum t_{OГУ} Y_\Phi,$$

де Y_Φ – фактична застосовність різців із ЗМП у певний момент, визначена в результаті статистичного аналізу умов впровадження (див. додаток Г).

Кількість придбаних різальних елементів із ЗМП $\Delta M_{ЗМП}$, шт., розраховують за формулою

$$\Delta M_{ЗМП} = \sum t_{OГУ} \frac{Y_{II} - Y_\Phi}{K_{ЗМП} T_{ЗМП}},$$

де Y_{II} – планована застосовність різців із ЗМП (прийнята до розрахунку в такому випадку на певному підприємстві частка різців із ЗМП у загальній кількості різців, що працюють в цій групі умов);

$K_{ЗМП}$ – середня кількість періодів стійкості однієї пластини;

$T_{ЗМП}$ – середня стійкість різців у цих умовах оброблення, год.

Величину $K_{ЗМП}$ або визначають за даними статистичних досліджень, або орієнтовно приймають за нормативами [1]. Величину $T_{ЗМП}$ отримують методом тривалих спостережень (додаток Г) або приймають для такої групи умов за нормативами [1], або за табл. Ж.1, Ж.5.

Кількість замінних напайних різців ΔM_H , шт.,

$$\Delta M_H = \sum t_{OГУ} \cdot \frac{Y_{II} - Y_\Phi}{K_H T_H},$$

де K_H – середня кількість періодів стійкості напайних різців до списання;
 T_H – середня стійкість напайних різців за цих умов, год.

Величини K_H і T_H визначають аналогічно $K_{ЗМП}$ і $T_{ЗМП}$.

Кількість твердого сплаву, кг, необхідного для придбання різців із ЗМП,

$$\Delta G_{ЗМП} = \sum t_{огв} \cdot \frac{(Y_{II} - Y_{\phi}) P_{ЗМП}}{1000 K_{ЗМП} T_{ЗМП}},$$

де $\Delta G_{ЗМП}$ – кількість твердого сплаву, кг;

$P_{ЗМП}$ – вага однієї пластини, г.

Кількість вивільнюваного твердого сплаву, кг, що пов'язане з відмовою від напайних різців,

$$\Delta G_H = \sum t_{огв} \cdot \frac{(Y_{II} - Y_{\phi}) P_H}{1000 K_H T_H},$$

де ΔG_H – вивільняється кількість твердого сплаву, кг;

P_H – вага напаяваної пластини, г.

Додаткова кількість твердого сплаву ΔG , кг, що втягується в оборот у зв'язку зі збільшенням застосування різців із ЗМП,

$$\Delta G = \frac{1}{1000} \sum t_{огв} (Y_{II} - Y_{\phi}) \left(\frac{P_{ЗМП}}{K_{ЗМП} T_{ЗМП}} - \frac{P_H}{K_H T_H} \right).$$

Додатковий випуск продукції в цій групі умов складе у відсотках:

$$\Delta B_{ГВ} = K_O X_{\phi} \left(1 - \frac{1}{K_s \cdot K_v \cdot K_t} \right) 100\%,$$

де K_O – коефіцієнт основного часу (табл.Ж.17);

X_{ϕ} – частка сумарного основного часу, що припадає на роботу в цій групі умов;

K_s, K_v, K_t – коефіцієнти зростання подачі, швидкості та глибини різання при заміні напайних різців різцями із ЗМП у цій групі умов, відповідно.

Загальна кількість придбаних для заводу різальних елементів різців із ЗМП і замічних напайних різців, загальна кількість твердого сплаву, необхідного для придбання різців із ЗМП, і загальна кількість твердого сплаву, що вивільняється внаслідок відмови від напайних різців, загальний приріст випуску продукції на токарних верстатах заводу розраховують підсумовуванням за рядками додатка Е.

Далі за табл. Ж. 16 розраховують потребу в опорах, корпусах й інших деталях різців із ЗМП. Визначають місячну потребу в інструменті для кожного верстата або групи верстатів, а також раціональний комплект інструменту, що знаходиться на робочому місці.

Етап 5

Оформляють замовлення на різці із ЗМП. Для різців, використовуваних на важких верстатах (типи W і H), необхідно попередньо замовити спеціальні пластини та передати їх інструментальному заводу для виготовлення різців.

Етап 6

Розробляють технологію заточування пластин (заточування спеціальних канавок і скосів на передній поверхні форми за табл. Ж.5 і переточування пластин типу H) [13], а також організують ділянку централізованого заточення пластин, якщо типова технологія відсутня на підприємстві.

Етап 7

Організують зберігання різців і пластин на складах і на робочому місці. За необхідністю замовляють стелажі, інструментальні шафи або шуфлядки для зберігання інструменту.

Етап 8

Розробляють з урахуванням заводських умов заводські нормативи режимів різання на базі загальномашинобудівних нормативів [1] і цієї інструкції. При цьому головна увага має бути приділена визначенню поправочних коефіцієнтів K_s і K_v для конкретних обраних конструкцій різців. Відмінність цих коефіцієнтів від коефіцієнта для відповідного їм типу пластини та її криплення повинне бути в межах 10%.

Етап 9

Здійснюють комплекс заходів, спрямованих на оволодіння робочими та ІТР навичками експлуатації різців із ЗМП.

Етап 10

Організують здавання відходів твердого сплаву, а також відновлення деталей різців: державок, опорних пластин та ін.

Етап 11

Організують контроль за експлуатацією інструменту [14]. Для перевірки якості впровадження різців із ЗМП використовують форму «Якість впровадження різців із ЗМП».

Критеріями якості впровадження інструменту є:

1) відносна застосовність, що дорівнює відношенню досягнутої застосовності різців із ЗМП в цій групі умов Y_d до запланованої (прийнятої до розрахунку) застосовності $Y_{П}$;

2) відносна продуктивність, що дорівнює відношенню досягнутого при впровадженні різців із ЗМП в таких умовах рівня продуктивності P_d до розрахункового рівня P_P ;

3) відносна частка поломок інструменту, що дорівнює відношенню частки поломок інструменту із ЗМП, що фактично має місце на заводі $q_{П_{факт}}$ до нормативної частки поломок для цієї групи умов $q_{П_{норм}}$;

4) відсоток вершин із зносом $< 0,2-1,4$ мм або із зносом $> 1,5-2,0$ мм.

Визначення досягнутої застосовності різців із ЗМП за групами умов виконується після проведення заходів із впровадження та здійснюється методом моментних спостережень. Прийнята до розрахунку застосовність береться за додатком Е.

Розрахунковий рівень продуктивності P_p визначається за формулою розд. 4. Досягнутий рівень продуктивності розраховується аналогічно при підстановленні у формулу фактичних заводських даних.

Фактична частка поломок визначається за результатами аналізу відмов інструменту на заводі (додаток Г). Нормативна частка поломок

$$q_{P_{норм}} = 1 - \frac{K_{норм}}{z},$$

де z – кількість граней пластини;

$K_{норм}$ – нормативна кількість періодів стійкості [1].

У разі раціональної експлуатації інструменту величини зносу близькі до критерію затуплення. Його величина різна для різних умов експлуатації [1]. У загальному випадку можна вважати, що знос вершини $\delta_3 < 0,25-0,4$ характеризує її недовикористання, а $\delta_3 > 1,5-2,0$ характеризує її експлуатацію до надмірного зносу. Величини зносу визначають виміром різальної кромки списаних пластин.

4 РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗЦІВ ІЗ ЗМП

Під час визначення планованого застосування різців із ЗМП в тих чи інших умовах використовують інформацію про ефективність заміни напайних різців різцями із ЗМП (див. табл. Ж. 18) у різних групах умов.

Відносну питому собівартість визначають як коефіцієнт зниження змінної частини питомої собівартості оброблення, що залежить від вибору інструменту й режиму його експлуатації:

$$K_c = \frac{C_{ЗМП}}{C_H},$$

де $C_{ЗМП}$ – змінна частина питомої собівартості оброблення різцем із ЗМП, грн / м³;

C_H – те саме під час оброблення напайним різцем, грн / м³.

Змінну частину питомої собівартості оброблення, грн, тим чи іншим різцем розраховують за формулою

$$C = \frac{10^4}{vst} \left(C_1 + \frac{C_2 + C_3}{T} + \frac{A - A_a}{KT} \right),$$

де v – швидкість різання, м / хв;

t – глибина різання, мм;

s – подача, мм / об ;

T – стійкість різального елемента при вищевказаних режимах, хв;

K – середня кількість періодів стійкості різального елемента при вищевказаних режимах;

C_1 – витрати, пов'язані з однією хвилиною основного часу експлуатації верстата, коп. / хв;

C_2 – витрати, пов'язані з однією хвилиною допоміжного часу експлуатації верстата, коп. / хв;

C_3 – витрати, пов'язані з відновленням працездатності різальної кромки (переточуванням, якщо воно передбачене), коп.;

A – приведена вартість різального елемента, що враховує комплектність різця, коп.:

$$A = A_p + \frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^n m_i \cdot A_i,$$

де A_p – вартість різального елемента, коп.;

m_p – кількість різальних елементів у комплекті різця, шт.;

A_i – вартість i -ї деталі різця, коп.;

m_i – кількість i -х деталей у комплекті різця, шт.;

A_a – приведена вартість амортизованого різального елемента, що враховує комплектність різця, коп.:

$$A_a = A_{pa} + \frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^n m_i \cdot A_{ia},$$

де A_{pa} і A_{ia} – вартість амортизованого різального елемента й i -ї деталі комплекту різця, відповідно.

Значення v, s, K, T для конкретних умов обробленнячим інструментом визначають за нормативами.

Значення C_1, C_2, C_3 розраховують в умовах конкретного підприємства за методиками, викладеним в [2].

Для орієнтовних розрахунків можуть бути використані їх усереднені значення [12].

Величина t_{CM} для певного інструменту в умовах певного підприємства визначається методом хронометражу. Значення A і A_a розраховуються за даними про вартість і комплектність покупного інструменту, а також за даними про собівартість і комплектність інструменту власного виготовлення.

Відносну продуктивність визначають як величину, зворотну коефіцієнту зниження змінній частині питомого часу оброблення, яка залежить від вибору інструменту й режиму його експлуатації:

$$K_{\Pi} = \frac{t_{\Pi_n}}{t_{\Pi_{СМП}}},$$

де t_{Π_n} і $t_{\Pi_{СМП}}$ – змінна частина питомого часу оброблення при роботі напайним різцем з ЗМП, відповідно, хв / м³.

Величина t_{Π} , хв / м³, для кожної з конструкцій інструменту розраховується за формулою

$$t_{\Pi} = \frac{10^4}{vst} \left(1 + \frac{t_{CM}}{T} \right),$$

де t_{CM} – середній час зміни різальної кромки, що відмовила, хв.

Змінна частина продуктивності, що залежить від режимів різання,

$$\Pi = \frac{1}{t_{\Pi}}.$$

Відносну питому витрату твердого сплаву визначають як коефіцієнт зниження безповоротної питомої витрати твердого сплаву при заміні напайного різця різцем із ЗМП і розраховують за формулою

$$K_R = \frac{R_{\text{СМП}}}{R_H},$$

де $R_{\text{СМП}}$ і R_H – безповоротної питома витрата твердого сплаву під час оброблення різцем із ЗМП і напайним різцем, відповідно, кг/м³;

$$R = \frac{10G(100\% - \eta)}{vstKT},$$

де G – вага різального елемента (пластини) для певної конструкції інструмента, %;

η – норма здачі зворотних відходів твердих сплавів для певної конструкції інструменту, %.

Величину G приймають за стандартами або технічними умовами. Значення η приймають згідно з чинними нормативними документами коректують за фактичними даними.

Під час вибору оптимального в конкретних умовах варіанту заміни напайного різця різцем із ЗМП виходять з того, що більш ефективному варіанту відповідає менше значення K_C , K_R і більше значення $K_{\text{П}}$.

Розрахунок економічного ефекту від прийнятого варіанта заміни напайних різців різцями із ЗМП, грн, виконується за формулою

$$E = Q C_H (1 - K_C) - E_H K_{\text{ВН}},$$

де Q – сумарний обсяг стружки, знятої впровадженими різцями з ЗМП, м³;

C_H – змінна частина питомої собівартості оброблення, що залежить від вибору інструменту і режиму його експлуатації, при обробленні напайним різцем, грн /м³;

K_C – відносна питома собівартість для прийнятого варіанта заміни напайного різця різцем із ЗМП;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

$K_{\text{ВН}}$ – додаткові капіталовкладення, пов'язані з впровадженням різців з ЗМП, грн.

Якщо обсяг впровадження різців визначається річною програмою випуску деталей A_T , то $Q_T = Q_o A_T$, де Q_o – обсяг стружки, знятої з однієї деталі різцями із ЗМП.

У разі, коли обсяг впровадження задається кількістю впроваджуваних різців із ЗМП $N_{\text{СМП}}$ або кількістю замінних напайних різців N_H , Q , м³, розраховують, відповідно, за формулами:

$$Q_{N_{3МП}} = 10^{-6} v_{3МП} s_{3МП} t_{3МП} K_{3МП} T_{3МП} N_{3МП};$$

$$Q_{N_H} = 10^{-6} v_H s_H t_H K_H T_H N_H.$$

Термін окупності капіталовкладень, пов'язаних з впровадженням різців із ЗМП, років, визначають за формулою

$$T_{ок} = \frac{K_{BH}}{QC_H(1 - K_C)}.$$

Економію твердого сплаву розраховують таким чином:

$$\mathcal{E}_{т.с.} = QR_H(1 - K_R),$$

де $\mathcal{E}_{т.с.}$ – економія твердого сплаву при зніманні впровадженим інструментом сумарного обсягу стружки Q , м³.

Економію металу з урахуванням комплектності інструменту, кг, розраховують таким чином:

$$\mathcal{E}_M = 10^6 Q \left(\frac{\sum m_{H_i} q_{H_i}}{m_{P_H} v_H s_H t_H K_H T_H} - \frac{\sum m_{3МП_i} q_{3МП_i}}{m_{P_{3МП}} v_{3МП} s_{3МП} t_{3МП} K_{3МП} T_{3МП}} \right),$$

де \mathcal{E}_M – сукупна економія металу при зніманні обсягу стружки різцями із ЗМП, кг;

m_{H_i} і $m_{3МП_i}$ – кількість і-х деталей, що входять в комплект напайного та збірного різців, відповідно, шт.;

q_{H_i} і $q_{3МП_i}$ – норма витрати металу на виготовлення і-ї деталі напайного та збірного різців, кг;

m_{P_H} і $m_{P_{3МП}}$ – кількість різальних елементів, що входять в комплект напайного та збірного різців, відповідно, шт.;

v_H, s_H, t_H, K_H, T_H і $v_{3МП}, s_{3МП}, t_{3МП}, K_{3МП}, T_{3МП}$ – режими різання, середня кількість періодів стійкості різального елемента й середній період його стійкості у разі напайного та збірного різців, відповідно.

У необхідних випадках визначають умовне вивільнення робітників [2]. Умовне вивільнення робітників за рахунок зниження витрат на виготовлення інструменту (використання покупного інструменту), осіб.,

$$C_1 = \frac{(C_{PH} - C_{ПЗМП}) Y_3}{100Z_{cp}},$$

де $C_{\text{пн}}$ і $C_{\text{пЗМП}}$ – витрати на придбання (виготовлення) інструменту із ЗМП і напайного, відповідно, грн;

U_3 – питома вага основної та додаткової заробітної плати у собівартості випуску інструменту, %;

$Z_{\text{ср}}$ – середньорічна заробітна плата одного робітника, грн.

За рахунок зниження трудомісткості відновлення (заточування) інструменту умовне вивільнення робітників, осіб.,

$$Ч_2 = \frac{N_{\text{н}}(K_{\text{н}} - 1)t_{\text{смн}}}{60 \cdot K_{\text{в}} P_{\text{д}}},$$

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

$P_{\text{д}}$ – річний фонд часу одного робітника.

За рахунок зниження трудомісткості заміни інструменту, налагодження устаткування та оброблення деталей умовне вивільнення робітників, ос.,

$$Ч_3 = \frac{N_{\text{н}} K_{\text{н}} t_{\text{смн}} - N_{\text{ЗМП}} z t_{\text{смЗМП}} + 60(t_{\text{машн}} - t_{\text{машЗМП}})}{60 K_{\text{в}} P_{\text{д}}},$$

де z – кількість граней однієї ЗМП;

$N_{\text{ЗМП}}$ – кількість пластин ЗМП;

$t_{\text{машн}}$, $t_{\text{машЗМП}}$ – машинний час оброблення річної програми деталей, відповідно, напайними різцями та різцями із ЗМП, год.

Загальне умовне вивільнення кількості робітників, осіб.,

$$Ч = Ч_1 + Ч_2 + Ч_3.$$

5 МЕТОДИКА СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ УМОВ ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗЦІВ ІЗ ЗМП

5.1 Призначення і сфера застосування методики

Методика призначена для визначення фактичних показників обсягів механічного оброблення в різних групах умов і вживаності різців із ЗМП у цих групах з метою подальшого аналізу доцільності їх збільшення.

Методика встановлює правила збирання й оброблення інформації про експлуатацію інструменту на верстатах токарної групи.

5.2 Основні положення

Фактичні показники обсягів механічного оброблення в різних групах умов і вживаності різців із ЗМП визначаються в результаті оброблення статистичної інформації, зібраної методом моментних спостережень.

Середня стійкість інструменту залежно від групи умов оброблення визначається методом тривалих спостережень.

Середня кількість періодів стійкості інструменту до неусувної відмови в залежності від умов оброблення визначається методом аналізу списаного інструменту.

Аналіз доцільності та розрахунок обсягів впровадження різців із ЗМП здійснюються на основі даних, отриманих методом тривалих спостережень, методом аналізу стану списаного інструменту й методом моментних спостережень.

5.3 Метод моментних спостережень

Метод полягає у визначенні фактичних показників обсягів механічного оброблення вживаності різців із ЗМП у різних групах умов.

5.3.1 Організація проведення спостережень в умовах обробки.

Метод моментних спостережень полягає у визначенні вірогідності тих чи інших умов обробки шляхом їх фіксування спостерігачем у рівномірно розподілені випадкові моменти часу.

Спостереження повинні здійснюватися протягом періоду часу, що дозволяє відобразити всю номенклатуру виробів.

Спостереження полягає у фіксуванні та занесення до протоколу (табл. 5.1) інформації про умови механічної обробки на певному робочому місці певний випадковий момент часу. При цьому в протоколі робиться тільки один запис, що відображає умови обробки та називається спостереженням.

Рекомендується така організація спостережень:

- вибрати об'єкти (робочі місця) спостережень. Якщо на ділянці (в цеху) міститься менше 30 верстатів, у вибірку включити всі верстати. Вибірка об'єктів спостереження повинна рівномірно охоплювати все встановлене обладнання токарної групи;
- вибрані об'єкти пронумерувати;
- скласти схеми маршрутів обходу (послідовність з номерів об'єктів, наприклад: 2–10–1–6–13–15 – ..., які відображають порядок обходу);
- маршрути обходів пронумерувати;
- для здійснення кожного обходу номер маршруту вибрати у випадковому порядку.

Таблиця 5.1 – Протокол інформації про умови механічної обробки

Номер спостереження	Верстат		Операція, перехід	Оброблюваний матеріал			Характер обробки	Характеристика припуску та поверхні заготовки	Різець			Режими різання			Діаметр обробки, мм
	Тип	D_{\max} , мм		Марка	Твердість HB	Твердість HRC			Інструментальний матеріал	Висота державки H, мм	ЗМП або напайний	Середня глибина t , мм	Подача s , мм/об	Частота обертання n , об/мин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Дані збирав:							Дата		Дані перевіряв:						
П. І. Б. Підпис									П. І. Б. Підпис						

5.3.2 Пояснення до заповнення окремих граф протоколу за формою

1. Інформація, що заноситься до протоколу форми 1, дозволяє віднести кожне спостереження до тієї чи іншої групи умов і містить таке:

- графа 1. Номер спостереження за порядком у цьому протоколі;
- графа 2. Тип верстата (токарний або карусельний);
- графа 3. Найбільший діаметр оброблюваної деталі над станиною верстата D_{\max} (паспортне дане);

- графа 4. Вид операції (токарна); вид переходу (поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування великих і малих отворів, контурне точіння, фасонне точіння, відрізування, прорізування, нарізування різьби);
- графа 5. Марка оброблюваного матеріалу;
- графа 6. Твердість оброблюваного матеріалу (HB);
- графа 7. Твердість оброблюваного матеріалу (HRC) для загартованих сталей;
- графа 8. Характер обробки (чорнове або чистове);
- графа 9. Характер припуску та поверхні заготовки (безперервний і перериваний, з кіркою або без кірки);
- графа 10. Марка інструментального матеріалу;
- графа 11. Висота державки різця H , мм;
- графа 12. Вид конструкції різця (ЗМП або напайний);
- графа 13. Середня глибина різання t , мм;
- графа 14. Подача s , мм / об;
- графа 15. Частота обертання n , об / хв;
- Графа 16. Діаметр обробки на спостережуваному переході, мм.

5.3.3 Визначення обсягу вибірки та її статистична обробка. Кінцева сукупність спостережень (вибірка) відображає характеристики генеральної сукупності лише з деякою точністю. Для отримання статистичного оцінювання обсягу механічного оброблення в різних групах умов і вживаності в них різців із ЗМП задана точність вибірки повинна бути достатньою.

Представництво вибірки означає, що у відповідності з цілями організації збору даних здійснений випадковий відбір об'єктів спостереження, забезпечена випадковість моментів спостережень, а також те, що обсяг вибірки (кількість спостережень) відповідає висунутим вимогам до точності результатів.

5.3.3.1 Визначення статистичних оцінок X_ϕ і Y_ϕ . Величина X_ϕ являє собою статистичну оцінку ймовірності певної групи умов механічної обробки на підприємстві. Ступінь її близькості до істинної ймовірності оцінюється довірчим інтервалом ймовірності I_β із заданим коефіцієнтом довіри β , залежить від обсягу вибірки N і самої величини статистичної оцінки X_ϕ .

Статистичну оцінку частки кожної з груп умов у сумарному основному часі роботи устаткування визначають за формулою

$$X_\phi = \frac{n_\phi}{N},$$

де N – загальна кількість спостережень;
 n_ϕ – кількість спостережень, віднесених за інформацією, що міститься в них, до цієї групи умов.

Величина Y_{ϕ} є статистичною оцінкою ймовірності оброблення в цій групі умов різцями із ЗМП. Її точність також оцінюється довірчим інтервалом ймовірності I_{β} , що залежить від обсягу вибірки N , коефіцієнта довіри β і статистичної оцінки Y_{ϕ} .

Статистичну оцінку Y_{ϕ} , що має місце фактичної у вживаності різців із ЗМП, у кожній конкретній групі умов визначають за формулою

$$Y_{\phi} = \frac{n_{\phi c}}{n_{\phi}},$$

де $n_{\phi c}$ – кількість спостережень, віднесених до цієї групи умов, у яких оброблення здійснювалося різцями із ЗМП.

Теоретичною основою методу моментних спостережень є схема повторних незалежних випробувань, яка спричиняє біномний розподіл кількості появи події A в N незалежних дослідах, якщо в кожному з них ймовірність його появи становить P . У справжньому випадку ймовірність P являє собою ймовірність того, що спостереження буде віднесено до певної групи умов.

Для розрахунку економічного ефекту необхідний обсяг металу Q , що знімається в цій групі умов, визначається таким чином:

за вибіркою спостережень n_{ϕ} , що належать до цієї групи умов, визначити середню швидкість v_{cp} , середню подачу S_{cp} і середню глибину різання t_{cp} ;

розрахувати середнє хвилинне знімання металу, м³/хв, утакій групі умов Q_m за формулою

$$Q_m = \frac{v_{cp} t_{cp} S_{cp}}{10^6},$$

обсяг металу, що знімається в цій групі умов, м³, визначити за формулою

$$Q = 60 Q_m \Sigma t_{org}.$$

5.3.3.2 Визначення точності статистичних оцінок і обсягу вибірки. Для визначення точності статистичних оцінок P^* ймовірності P за даними вибірки, що містить N спостережень, а також для визначення необхідного обсягу вибірки N , що забезпечує задану точність оцінювання ймовірності P , використовуються номограми (рис. 5.1, 5.2, 5.3). Рекомендується приймати коефіцієнт довіри $\beta = 0,9$. Номограми побудовані за даними [16], а також на основі розрахунків, виконаних у лабораторії на кафедрі КМСІТ ДДМА.

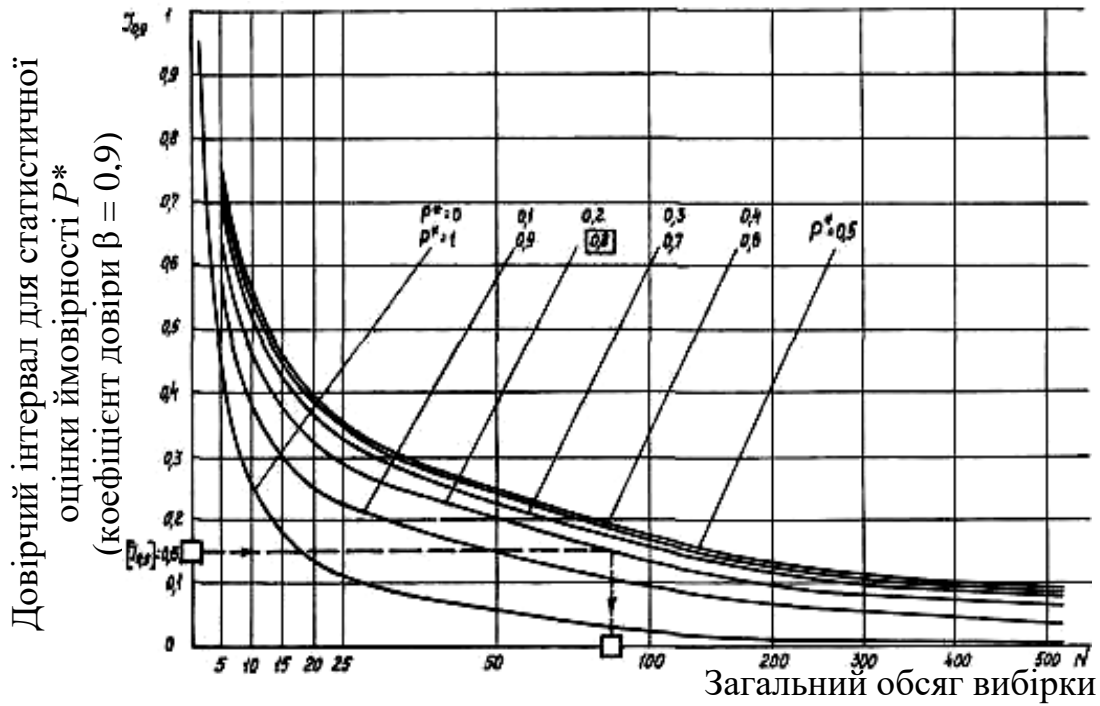


Рисунок 5.1 – Номограма для розрахунку необхідного обсягу вибірки N у залежності від необхідної точності визначення ймовірності $[I_{0,9}]$ та її статистичної оцінки P^*

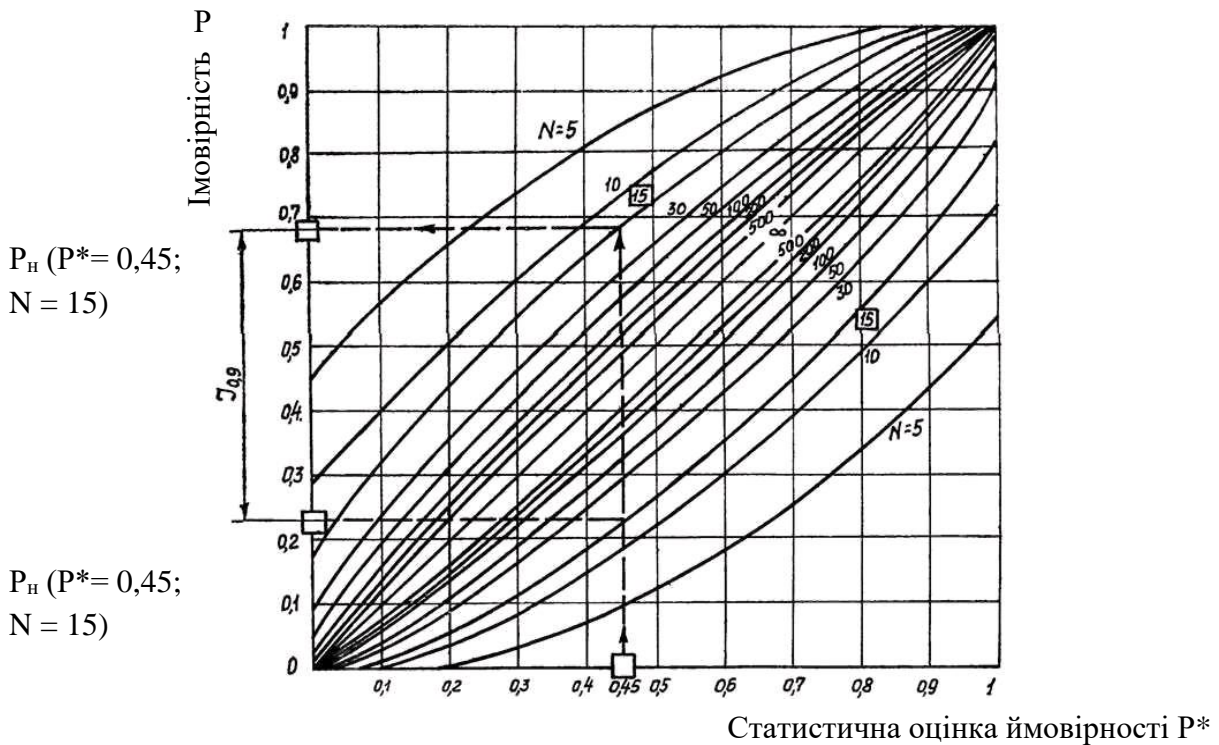


Рисунок 5.2 – Залежність верхнього та нижнього довірчих меж для ймовірності P у залежності від її статистичної оцінки P^* та обсягу вибірки N . Коефіцієнт довіри $\beta = 0,9$

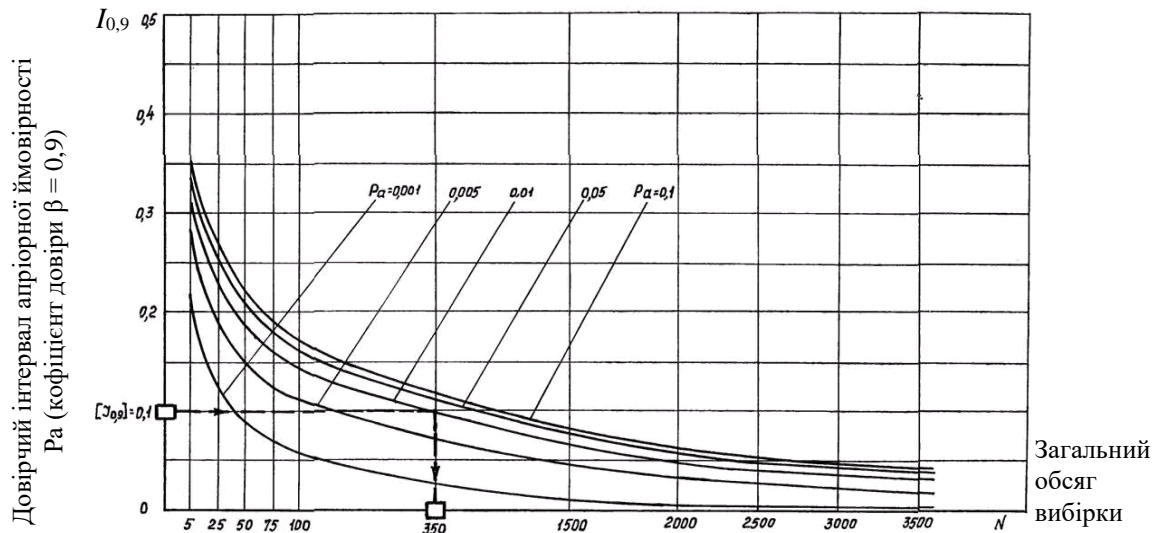


Рисунок 5.3 – Номограма для розрахунку необхідного обсягу вибірки N у залежності від необхідної точності визначення ймовірності $[I_{0,9}]$ й апаратної ймовірності P_a

Довірчий інтервал ймовірності $I_{0,9}$ з коефіцієнтом довіри $\beta = 0,9$ визначають з використанням рис. 5.1 на основі загальної кількості спостережень N і статистичної оцінки X_ϕ (Y_ϕ). Для цього по осі P^* відкладається величина X_ϕ (Y_ϕ), в отриманій точці відновлюється перпендикуляр до перетину з парою кривих, відповідних цієї кількості спостережень N . З точок перетину проводять горизонтальні лінії, що дають верхню довірчу межу P_v для ймовірності P і нижню довірчу межу P_n . Довірчий інтервал для ймовірності P , що не суперечить отриманій у результаті спостережень N статистичній оцінці P^* , визначають за формулою

$$I_{0,9} = P_v - P_n.$$

Згідно [16] у цьому випадку ймовірність виконання нерівності $|P^{*-P}| \leq I_{0,9}$ становить 0,9. При цьому помилка, пов'язана із заміною істинної ймовірності P її статистичною оцінкою (частотей) P^* , у 90 % випадків за абсолютною величиною не перевищить знайденого значення $I_{0,9}$. У разі невідповідності пропонованим вимогам отриманої в результаті серії спостережень точності визначення ймовірності P призначають додаткову кількість спостережень, які необхідно здійснити для досягнення заданої точності $[I_{0,9}]$. Якщо в результаті N_1 спостережень отримана статистична оцінка, якій відповідає довірчий інтервал $I_{0,91}$, причому $I_{0,91} > [I_{0,9}]$, слід скористатися номограмою (див. рис. 5.1). За цією номограмою залежно від наявної статистичної оцінки та необхідного значення довірчого інтервалу $[I_{0,9}]$ визначають нове значення загальної кількості необхідних спостережень $N_2 > N_1$. Додаткова кількість ΔN_1 до наявних N_1 спостереженням знаходять за формулою

$$\Delta N_1 = N_2 - N_1.$$

Необхідною умовою застосовності описаного способу визначення обсягу вибірки N є попередня серія спостережень з метою орієнтовного розрахунку статистичної оцінки P^* .

У разі відсутності попередньої інформації про статистичну оцінку для визначення необхідного обсягу вибірки N використовують номограму (див. рис. 5.2), засновану на залежності довірчого інтервалу $I_{0,9}$ від кількості реалізацій (обсягу вибірки) N і апіорної ймовірності P_a . У цьому випадку перед збиранням статистичних даних задаються мінімальною апіорною ймовірністю групи умов (табл. 5.2). Значущими будуть вважатися лише ті групи умов, для яких ,

$$P \geq P_{a_{\min}} ,$$

де P – справжня ймовірність групи умов.

Таблиця 5.2 – Значення $P_{a_{\min}}$ для різних типів виробництва

Тип виробництва	Індивідуальне, дрібносерійне	Серійне	Великосерійне, масове
Мінімальна апіорна ймовірність $P_{a_{\min}}$	0,001...0,005	0,01	0,05...0,1

Розрахунок здійснюють, задаючись максимальною відносною похибкою ψ_{max} . Рекомендується приймати: $\psi_{max} = 0,05...0,2$.

Відносну похибку ψ визначають за формулою .

$$\psi = \frac{I_{0,9}}{P_a} .$$

Тоді при заданих значеннях $\psi = \psi_{max}$ і $P_a = P_{a_{\min}}$ найбільший допустимий довірчий інтервал

$$[I_{0,9}] = \psi_{max} P_{a_{\min}} .$$

Обчислення значення $[I_{0,9}]$ використовують у розрахунку необхідного обсягу вибірки N . Для цього величина $[I_{0,9}]$ відкладається по осі ординат. Із знайденої точки проводять горизонтальну лінію до перетину з кривою обраного значення $P_a = P_{a_{\min}}$. Опускаючи з точки перетину перпендикуляр на вісь абсцис, визначають значення N . Це значення забезпечує для всякої групи умов, істинна ймовірність P якої задовольняє нерівності $P \geq P_{a_{\min}}$, виконання співвідношення $\psi \leq \psi_{max}$.

5.4 Метод тривалих спостережень

Метою методу є дослідження у виробничих умовах залежності середньої стійкості та параметрів закону її розподілу від режимів різання та інших факторів.

5.4.1 Загальні положення. Метод полягає в безперервному спостереженні за експлуатацією різальної пластини з моменту її першого установлення на різець до моменту її неусувної відмови. Метод вимагає безперервної присутності спостерігача на робочому місці. Якщо є можливість, він спостерігає за двома-трьома інструментами, що працюють на одному або сусідніх верстатах.

На кожній операції проводяться вимірювання та спостереження відповідно з графами доданого протоколу за формою 2 (табл. 5.3). У кожне спостереження, що фіксується у протоколі, заноситься інформація про експлуатацію нової грані або знову заточеної пластини до її відмови (знос до критерію притуплення, викришування, відколу або поломка пластини).

Таблиця 5.3 – Форма 2. Протокол збирання даних методом тривалих спостережень

1	2	Оброблюваний матеріал			6	7	8	Різець				13	14	15
		3	4	5				9	10	11	12			
Номер спостереження	Номер креслення, найменування деталі	Марка	σ_B або HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску і поверхні заготовки	Модель та інвентарний номер верстата	Основна характеристика верстата D_{max} , мм	Тип	Тип конструкції	Висота державки H , мм	Марка твердого сплаву	Операція переход	$D_{прох}$, мм	$l_{прох}$, мм

16	17	18	19	20	21	22	23	24	Розміри зносу, мм		Розміри руйнування, мм			30
									δ_{max}	l_{max}	h_p	δ_p	a_p	
t_{min} / t_{max}	s , мм/об	n , об/хв	v , м/хв	Виліт повзуна (початковий, кінцевий) l , мм	Машинний час t_m переходу, хв	Час роботи різця на переходах $t_{xв}$	T або $T_{прив}$, хв	Вид відмови						Ескіз деталі

5.4.2 Пояснення до заповнення окремих граф протоколу за формою

2. Графа 1. Номер спостереження по порядку в певному протоколі.

Графа 2. Номер креслення за технологічною документацією (найменування деталі за документацією).

Графа 3. Марка матеріалу деталі з креслення.

Графа 4. Напруга σ_B – для деталей після відпалу; твердість HB, HRC – для операцій після термооброблення (відповідно до технологічної документації).

Графа 5. Характер обробки (чистова або чорнова).

Графа 6. Характер припуску та поверхні заготовки (безперервний, перериваний, з кіркою або без кірки).

Графа 7. Модель й інвентарний номер верстата (з таблички на верстаті).

Графа 8. Найбільший діаметр оброблюваної деталі D_{\max} .

Графа 9. Тип різця – прохідний, розточувальний, упорний, відрізний, галтельний.

Графа 10. Тип конструкції різця: з напаяною вставкою «ластівчин хвіст», з напаяною вставкою ВНДІ «Інструмент», з механічним кріпленням (прихватом, з плоским клином — подібним важелем, клин-прихоплювач і т. д.).

Графа 11. Висота державки різця H , мм.

Графа 12. Марка твердого сплаву – Т5К10, ТТ7К12 і т. д.

Графа 13. Спостережувані переходи та проходи (поздовжнє гостріння, підрізування, відрізання, розточування і т. д.).

Графа 14. Діаметр оброблюваної поверхні заготовки на певному переході.

Графа 15. Довжина оброблюваної поверхні (фактична на певних режимах) на певному проході.

Графа 16. Мінімальна та максимальна глибини різання (визначається безпосереднім вимірюванням на деталі).

Графа 17. Подача, виміряна за гребінцями на поверхні або переміщенням супорта, – s , мм / об.

Графа 18. Частота обертання шпинделя n , об / хв (вимірюється за секундною стрілкою годинника – важкі верстати або за табличкою на верстаті – середні верстати).

Графа 19. Швидкість різання (розраховується за найбільшим діаметром, при відрізуванні – за найбільшим і найменшим, v_{\max} / v_{\min}).

Графа 20. Початковий і кінцевий виліт повзуна (для карусельного верстата).

Графа 21. Машинний час переходу, хв, розраховується за формулою

$$\tau_M = \frac{l}{n s},$$

де l – довжина проходу, мм;

s – подача, мм / об;

n – кількість обортів, об / хв.

Графа 22. Час роботи різця на переході дорівнює τ_M (див. графу 21), якщо різець пропрацював до кінця проходу. У тих випадках, коли різець знімається, ще не закінчивши прохід, – розраховується для фактичної довжини оброблення.

Графа 23. Стійкість різця T , хв, у разі, якщо оброблення виконується з постійними режимами різання; $T_{прив}$ розраховується при роботі інструмента з режимами різання t_i , v_i , s_i , що змінюються від переходу до переходу, тоді режими різання переходу максимальної довжини вважаються базовими. У разі співставлення довжини оброблення всіх переходів за базові приймають режими останнього переходу, на якому сталася відмова інструменту.

Наведене значення часу роботи на цьому i -му переході визначається за формулою

$$\tau_{прив i} = \tau_i \left(\frac{v_i}{v_{прив}} \right)^{m_1} \left(\frac{s_i}{s_{прив}} \right)^{m_2} \left(\frac{t_i}{t_{прив}} \right)^{m_3},$$

де $v_{прив}$ – базова швидкість різання;

$s_{прив}$ – базова подача;

$t_{прив}$ – базова глибина різання;

$m_1 = 3$;

$m_2 = 1,05$, якщо $s \leq 0,7$; $m_2 = 1,36$, якщо $s > 0,7$;

$m_3 = 0,45$.

Далі визначається загальний приведений час роботи інструменту на цій операції:

$$T_{прив} = \sum_{i=1}^n t_{прив i},$$

де n – кількість переходів.

Графа 24. Вид відмови – знос, викришування, сколення, поломка, відпалення пластинки, деформація, тріщина.

Графа 25. Знос δ_{max} став максимальний по задній поверхні.

Графа 26. Знос l_{max} максимальна глибина лунки на передній поверхні.

Графа 27. Товщина руйнування пластини h_p .

Графа 28. Ширина руйнування пластини δ_p .

Графа 29. Довжина руйнування пластини a_p .

5.4.3 Необхідний обсяг вибірки. Мінімальний обсяг спостережень при проведенні тривалих спостережень встановлюють залежно від необхідної точності отримання результатів, яка виражається відносною помилкою:

$$\sigma = \frac{t_g - T}{T},$$

де t_g – верхній односторонній довірчий кордон з довірчою ймовірністю β .

Значення кількості спостережень N для закону Вейбулла – Гнеденко залежно від коефіцієнта варіації стійкості v_T , відносної помилки δ і довірчої ймовірності β визначають за табл. 5.4

Таблиця 5.4 – Обсяг спостережень N при розподілі Вейбулла

Відносна помилка	Довірча ймовірність	Обсяг спостережень N при коефіцієнті варіації v_T								
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
0,10	0,80		13	25	32	50	50	65	100	125
	0,90		32	50	65	100	125	150	200	250
	0,95		50	80	100	150	200	250	400	500
0,15	0,80	5	6	10	15	20	25	32	40	50
	0,90	6	15	25	32	40	65	80	80	125
	0,95	13	25	40	50	80	100	125	150	200
0,20	0,80	3	5	8	10	15	20	20	25	32
	0,90	6	10	15	20	32	40	40	50	65
	0,95	8	15	25	32	40	50	80	100	125

Орієнтовне значення коефіцієнта варіації стійкості v_T приймають за нормативами режимів різання [1]. Величини β і δ задають, користуючись табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Значення відносної помилки δ і довірчої ймовірності β залежно від умов виробництва

Обладнання	Тип виробництва					
	Індивідуальне, дрібносерійне		Серійне		Великосерійне, масове	
	δ	β	δ	β	δ	β
Універсальні верстати	0,2	0,8	0,15	0,8		
Верстати з ЧПК	0,2	0,9	0,15	0,9	0,1	0,9
Автоматизоване устаткування					0,1	0,95

Провівши отриману кількість спостережень N , виконують їх статистичне оброблення.

Знову знайдене після статистичного оброблення значення коефіцієнта варіації стійкості v_T використовують для визначення відповідної йому кількості спостережень N_2 . Якщо $N_2 \leq N_1$, розрахунок вважається закінченим. При цьому всі отримані в результаті статистичного оброблення характеристики задовольняють заданій точності. Якщо $N_2 > N_1$, проводять додатково $\Delta N = N_2 - N_1$ спостережень. Розрахунок повторюється до тих пір, поки не буде виконана умова $N_{i+1} \leq N_i$.

5.4.4 Опрацювання результатів спостережень. Нижче наведено послідовність статистичного оброблення результатів збору інформації та визначення параметрів розподілу стійкості. Результати спостережень (значення стійкості T_i в i -му спостереженні) ранжируют (розташовують за зростанням абсолютної величини). Отриманий ряд називається варіаційним. Розраховують середню стійкість T :

$$T = \frac{1}{N} \sum T_i,$$

де N – обсяг спостережень.

Знаходять середньоквадратичне відхилення σ за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (T_i - T)^2}.$$

Проводять аналіз вихідних даних на утримання результатів, що випадають. Для цього обчислюють критерій Смирнова U :

$$U_1 = \frac{T - t_{\min}}{\sigma}$$

або

$$U_n = \frac{t_{\max} - T}{\sigma},$$

де t_{\min} – найменше значення варіаційного ряду;

t_{\max} – найбільше значення варіаційного ряду.

Обчислення значення співставляють з критичним U_K для заданої довірчої ймовірності β (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Значення критерію U_K залежно від обсягу вибірки

33Обсяг вибірки	Граничне значення U_K при довірчій ймовірності		Обсяг вибірки	Граничне значення U_K при довірчій ймовірності	
	$\beta = 0,9$	$\beta = 0,95$		$\beta = 0,9$	$\beta = 0,95$
3	1,15	1,15	12	2,13	2,29
4	1,42	1,46	13	2,17	2,33
5	1,60	1,67	14	2,21	2,37
6	1,73	1,82	15	2,25	2,41
7	1,83	1,94	16	2,28	2,44
8	1,91	2,03	17	2,31	2,48
9	1,98	2,11	18	2,34	2,50
10	2,03	2,18	19	2,36	2,53
11	2,09	2,23	20	2,38	2,56

Визначають види відмов і заповнюють форму А (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Форма А. Відносна кількість відмов інструмента (до протоколу № ...)

Вид відмови	Кількість (у чисельнику) і частка (у знаменнику) відмов за переточуваннями (поворотами пластин) за номером періоду стійкості					
	1	2	3	4	5	Всього
Поломка						
Сколення						
Викришування						
Зношування						
Всього						

Кількість інтервалів розбиття I та величину інтервалу Δt розраховують за формулами:

$$I = 1 + 3,32 \lg N ;$$

$$\Delta t = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{I} .$$

Варіаційний ряд розбивають на I інтервалів. Якщо $t_{\min} < \Delta t / 5$, рекомендується перший інтервал почати з нуля.

Межі інтервалів заносять у форму С (табл. 5.8).

За формулами, наведеними у формі С, обчислюють і заносять у відповідні графі статистичні оцінки показників надійності: кількість відмов за інтервал, кількість безвідмовних інструментів, частоту відмов (статистичну щільність розподілу), інтенсивність відмов і ймовірність безвідмовної роботи.

Будують графіки для статистичного оцінювання показника безвідмовності: $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ (рис. 5.4). Графічно знаходять статистичну оцінку T_r . Доцільно приймати при цьому ймовірність безвідмовної роботи $\gamma = 80\%$.

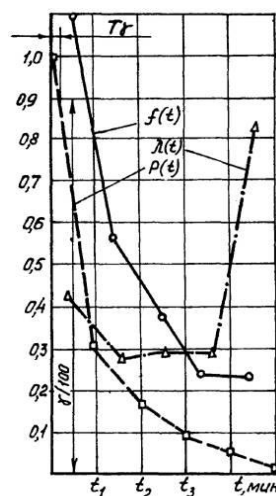
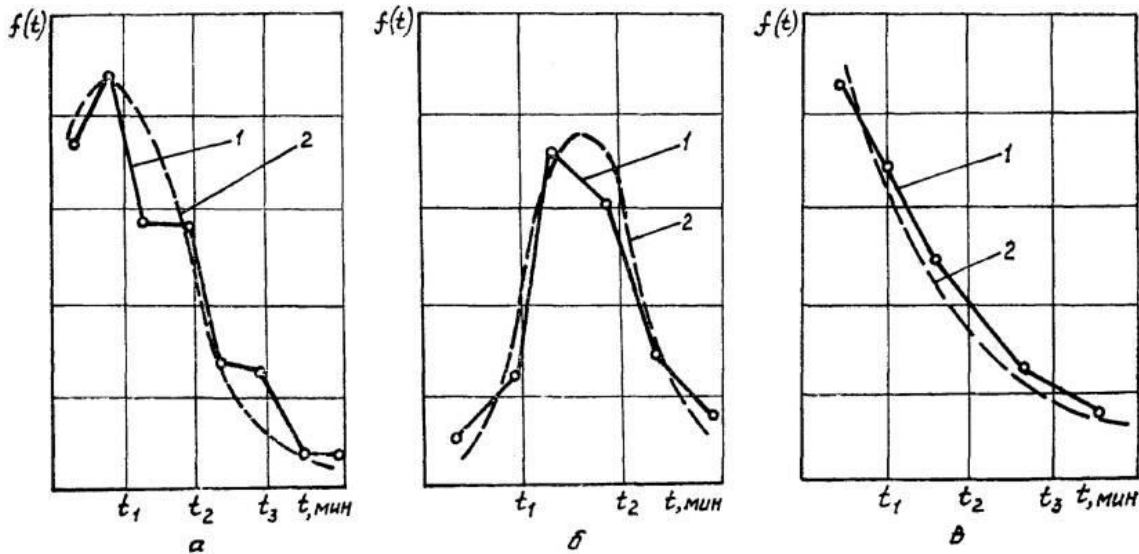


Рисунок 5.4 – Показники безвідмовності

На основі аналізу видів відмов, коефіцієнта варіації, характеру кривої $f(t)$ (шляхом порівняння з графіками, зображеними на рис. 5.5) висувають гіпотезу про закон розподілу стійкості.

За формулами табл. 5.9 обчислюють теоретичні показники надійності інструменту.



а – закон Вейбулла; б – біномальний закон; в - експонентний

1 – статистичні; 2 – теоретичні

Рисунок 5.5 – Графіки щільності розподілу

Таблиця 5.9 – Теоретичні показники надійності інструменту

Закон розподілу стійкості	Частота відмов (щільність ймовірностей) $f(t)$	Інтенсивність відмов $\lambda(t)$	Вероятність безвідмовної роботи $P(t)$
Нормальний	$f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-T)^2}{2\sigma^2}}$	$\frac{e^{-\frac{(t-T)^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{2\pi} \sigma \Phi\left(\frac{T-t}{\sigma}\right)}$	$\Phi\left(\frac{T-t}{\sigma}\right)$
Вейбулла – Гнеденко	$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}$	$\left(\frac{b}{a}\right) \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1}$	$e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}$
Експоненційний	$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$	$\lambda = 1/T$	$e^{-\lambda t}$

Примітка. У формулах використані позначення: e – основа натурального логарифма; T, σ – параметри нормального закону; a, b – параметри закону Вейбулла – Гнеденко; λ – параметр експоненційного закону; Φ – функція Лапласа (функція нормального розподілу $\Phi(x)$), визначається за табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Функція нормального розподілу $\Phi(x)$

X	0,	1,	2,	3,
0,00	0,500	0,841	0,9773	0,9987
0,05	0,520	0,853	0,9798	0,9989
0,10	0,540	0,864	0,9821	0,9990
0,15	0,560	0,875	0,9842	0,9992
0,20	0,573	0,885	0,9861	0,9993
0,25	0,599	0,894	0,9878	0,9994
0,30	0,618	0,9032	0,9893	0,9995
0,35	0,637	0,9115	0,9906	0,9996
0,40	0,655	0,9192	0,9918	0,9997
0,45	0,674	0,9265	0,9929	0,9997
0,50	0,692	0,9332	0,9938	0,9998
0,55	0,709	0,9394	0,9946	0,9998
0,60	0,726	0,9452	0,9953	0,9998
0,65	0,742	0,9505	0,9960	0,9999
0,70	0,758	0,9554	0,9965	0,9999
0,75	0,773	0,9599	0,9970	0,9999
0,80	0,788	0,9641	0,9975	0,9999
0,85	0,802	0,9678	0,9978	0,9999
0,90	0,816	0,9713	0,9981	0,9999
0,95	0,829	0,9744	0,9984	0,9999

Перевірку гіпотез про характер закону розподілу стійкості здійснюють за допомогою критерію Пірсона відповідно до форми С.

Точність середньої стійкості оцінюють за допомогою довірчих інтервалів. Формули для визначення довірчих меж з імовірністю наведено в табл. 5.11. Рекомендується приймати: $\beta = 0,9$.

Таблиця 5.11 – Довірчі межі для стійкості

Закон розподілу стійкості	Формули для визначення	
	Нижньої межі	Верхньої межі
Нормальний	$T - t_{\beta_1 N-1} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$	$T + t_{\beta_1 N-1} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$
Вейбулла – Гнеденко	$b\sqrt[r_3]{r_3}$	$b\sqrt[r_1]{r_1}$
Експоненційний	$r_3 T$	$r_1 T$

Примітка. У формулах використані позначення: $t_{\beta_1 N-1}$ – коефіцієнт Стюдента (табл. 5.12); σ – параметр нормального розподілу; b – параметр розподілу Вейбулла – Гнеденко; r_1, r_3 – коефіцієнти, що визначаються за табл. 5.13 і 5.14.

При цьому середня кількість періодів стійкості до неусувної відмови визначається за формулою

$$K_{3МП} = \frac{n_0 \cdot 0 + n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 2 + \dots + n_i \cdot i}{n_{пл}}$$

де $n_{пл}$ – кількість пластин у вибірці, $n_{пл} = \sum n_i$;

i – число відпрацьованих вершин, $i = 0, 1, 2, \dots$;

n_i – кількість пластин у вибірці, що містять по i відпрацьованих вершин.

Необхідний обсяг вибірки $N = n_{пл}$, що забезпечує задану точність результатів, визначають аналогічно методу моментних спостережень.

Таблиця 5.12 – Значення коефіцієнта Стьюдента $t_{\beta, N-1}$

(N-1)	β			(N-1)	β		
	0,80	0,90	0,95		0,80	0,90	0,95
2	1,886	2,920	4,303	17	1,333	1,740	2,110
3	1,638	2,353	3,182	18	1,330	1,734	2,101
4	1,533	2,132	2,776	19	1,328	1,729	2,093
5	1,476	2,015	2,571	20	1,325	1,725	2,086
6	1,440	1,943	2,447	22	1,321	1,717	2,074
7	1,415	1,895	2,365	24	1,318	1,711	2,064
8	1,397	1,860	2,306	26	1,315	1,706	2,056
9	1,383	1,833	2,262	28	1,313	1,701	2,048
10	1,372	1,813	2,228	30	1,310	1,697	2,042
11	1,363	1,796	2,201	40	1,303	1,684	2,021
12	1,356	1,782	2,179	50	1,299	1,676	2,009
13	1,350	1,771	2,160-	60	1,296	1,671	2,000
14	1,345	1,761	2,145	80	1,292	1,664	1,990
15	1,341	1,753	2,131	100	1,290	1,660	1,984
16	1,337	1,746	2,120	150	1,287	1,655	1,976

Таблиця 5.13 – Значення коефіцієнта t_1

N	β			N	β		
	0,950	0,900	0,800		0,950	0,900	0,800
1	19,5	9,50	4,48	13	1,69	1,50	1,31
2	5,63	3,77	2,42	14	1,65	1,48	1,29
3	3,66	2,73	1,95	15	1,62	1,46	1,28
4	2,93	2,29	1,74	20	1,51	1,37	1,24
5	2,54	2,05	1,62	25	1,44	1,33	1,21
6	2,29	1,90	1,54	30	1,39	1,29	1,18
7	2,13	1,80	1,48	40	1,32	1,24	1,16
8	2,01	1,72	1,43	50	1,28	1,21	1,14
9	1,91	1,66	1,40	60	1,25	1,19	1,12
10	1,83	1,61	1,37	80	1,21	1,16	1,10
11	1,78	1,57	1,35	100	1,19	1,14	1,09
12	1,73	1,53	1,33				

Таблиця 5.14 – Значення коефіцієнта r_3

N	β		
	0,950	0,900	0,800
1	0,33	0,43	0,62
2	0,42	0,51	0,67
3	0,48	0,57	0,70
4	0,52	0,60	0,73
5	0,55	0,62	0,75
6	0,57	0,65	0,76
8	0,61	0,68	0,78
10	0,64	0,70	0,80
15	0,68	0,74	0,83
20	0,72	0,77	0,85
25	0,74	0,79	0,86
30	0,76	0,80	0,87
40	0,78	0,83	0,88
50	0,80	0,84	0,89
60	0,82	0,86	0,90
80	0,84	0,87	0,91
100	0,86	0,88	0,92

5.5 Метод аналізу стану списаного інструменту

Метод полягає в статистичному аналізі показників фактичного використання інструменту, який здійснюється за методикою, викладеною в [18; 19] з використанням протоколу за формою 3 (табл. 5.15).

Таблиця 5.15 – Форма 3. Протокол аналізу стану списаного інструменту

Форма багатогранної пластини	Типоразмір пластини	Марка матеріалу, вид покриття	Номер пластини	Номер вершини	Стан вершини				Примітка
					Знос h_3 , мм	Поломка	Сколення	Не працювала	

6 ПРИКЛАД ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЙ ЗБІРНИХ РІЗЦІВ

Мета роботи: для заданих умов оброблення вибрати матеріал різальної частини, геометричні параметри та конструкцію різця.

Вихідні дані взяти з табл. 6.1.

Порядок виконання

1. Визначити висоту різця (вважати верстати середніми з $D_{\max} < 630$ мм, великими – з $D_{\max} = 800 \dots 1250$ мм, важкими – з $D_{\max} > 1250$ мм).
2. Вибрати матеріал різальної частини (табл. Ж.1).
3. Визначити форму різця в плані та товщину пластини різця за технологічними критеріями (табл. Ж.2) , критеріям міцності і стійкості інструменту (табл. Ж.3).
4. Вибрати тип пластини та схему закріплення (табл. Ж.4).
5. Вибрати форму передньої поверхні та положення пластини вдержавці (табл. Ж.5).
6. Вибрати геометричні параметри різальної частини (табл. Ж.6).
7. Описати принцип закріплення пластини, її переваги та недоліки.

Зміст звіту

1. Вихідні дані.
2. Матеріал різальної частини різця.
3. Форма різця в плані та товщина пластини.
4. Тип пластини та схема закріплення.
5. Геометричні параметри різальної частини.
6. Ескіз конструкції різця.
7. Принцип закріплення пластини, його переваги та недоліки.
8. Висновки.

Контрольні питання

1. Які переваги мають збірні різці перед напайними?
2. Від чого залежить вибір інструментального матеріалу?
3. Які марки інструментальних матеріалів використовують для обробки сталей ?
4. Які марки інструментальних матеріалів використовують для обробки чавуну та кольорових металів?
5. Назвіть схеми закріплення твердосплавних непереточуваних пластин збірних різців, їх переваги та недоліки.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для вибору конструкцій різців

Варіант	Умови оброблення						Верстат	Деталь		
	Операція	Група оброблюваного матеріалу	Твердість HB (HRC _э)	Характер обробки	Характер припусків	Глибина різання, мм		Діаметр, мм	Довжина, мм	Кількість деталей в партії, А, шт.
1	Поздовжнє точення	Сталь конструкційна	220	Чорнова	Переривчастий	20	Важкий	1200	800	10
2			170	Чорнова	Непереривчастий	8	Середній	560	140	100
3			270	Чорнова	Переривчастий	15	Важкий	1300	1200	15
4			220	Чорнова	Непереривчастий	10	Середній	400	160	100
5		Сталь інструментальна	300	Напівчистова	Переривчастий	5	Середній	280	100	300
6			300	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	3	Середній	240	150	400
7			280	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	2	Середній	220	160	500
8			200	Чорнова	Переривчастий	5	Середній	150	175	150
9	Розточування	Чавун	180	Чорнова	Переривчастий	5	Середній	120	170	400
10			180	Чорнова	Непереривчастий	7	Важкий	420	400	50
11			180	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	1,5	Середній	150	200	100
12			210	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	1,0	Важкий	300	100	100
13		Сталь підшипникова	200	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	2,0	Важкий	500	280	70
14			200	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	0,5	Середній	120	100	250
15			240	Чорнова	Переривчастий	12	Важкий	620	500	100
16			240	Чорнова	Переривчастий	–	Важкий	1300	200	75
17	Підрізка горця	Сталь загартована	240	Чорнова	Непереривчастий	–	Середній	450	50	120
18			280	Чорнова	Непереривчастий	–	Середній	250	40	130
19			(35)	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	–	Середній	500	100	70
20			(40)	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	–	Важкий	1240	320	40
21	Поздовжнє точення	Сталь корозійностійка	(45)	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	–	Важкий	1500	150	250
22			(50)	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	1,0	Середній	520	500	140
23			(50)	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	0,5	Важкий	1350	1200	30
24			(50)	Чистов. Ra0,63	Непереривчастий	0,3	Важкий	1250	700	20
25			200	Чорнова	Переривчастий	5	Середній	380	300	400
26			220	Чорнова	Переривчастий	18	Важкий	1650	750	30
27	200	Чорнова	Переривчастий	12	Важкий	1500	1200	40		
28	220	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	5	Середній	450	250	100		
29	200	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	5	Важкий	1250	450	10		
30	220	Чистов. Ra2,5	Непереривчастий	8	Важкий	1800	950	40		

7 ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Мета роботи: для заданих умов оброблення (з практичної роботи 1) визначити витрату різального інструменту.

Порядок виконання

1 Визначити основний час оброблення:

1.1 Вибрати основну подачу та поправкові коефіцієнти (табл. Ж.7 – для сталі й табл. Ж.12 – для чавуну). Вибрати інші коефіцієнти (табл. Ж.8 або Ж.13).

Визначити величину подачі, мм / об.:

$$S = S_0 \prod K_{Si},$$

де S_0 – основна подача, мм / об.;

K_{Si} – поправочні коефіцієнти на подачу;

i – номер коефіцієнтів.

Для чистового оброблення подачу визначають залежно від шорсткості поверхні (табл. Ж.9).

Перевірити, щоб подача не була більше тієї, яка допускається міцністю інструменту (табл. Ж.7 і Ж.12).

1.2 Вибрати швидкість різання з урахуванням поправкових коефіцієнтів (табл. Ж.10 і Ж. 11).

1.3 Визначити частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D},$$

де v – швидкість різання, м / хв;

D – діаметр оброблення, мм.

1.4 Визначити основний час:

$$T_0 = \frac{Li}{nS},$$

де L – довжина робочого ходу інструмента, мм;

i – кількість робочих ходів;

n – частота обертання шпинделя, об / хв;

S – подача, мм / об.

2 Визначити середню кількість періодів стійкості (табл. Ж. 16).

3 Визначити середній період стійкості.

4 Визначити витрату пластин, опор, корпусів й інших деталей різців на 1000 годин основного часу (табл. Ж.6).

5 Визначити потребу (витрати) в інструменті для оброблення заданої партії деталей.

Витрата різального інструменту – це кількість різальних елементів, необхідних для оброблення заданої партії деталей у заданих умовах.

Витрата визначається за формулою ,

$$R = \frac{T_0 A}{TK},$$

де T_0 – основний час оброблення, хв;

A – кількість деталей в партії, шт.;

T – середній період стійкості, хв;

K – середня кількість періодів стійкості.

Зміст звіту

1 Вихідні дані.

2 Основна подача, поправкові коефіцієнти, величина обраної подачі.

3 Швидкість різання з урахуванням поправкових коефіцієнтів.

4 Частота обертання шпинделя.

5 Основний час оброблення.

6 Середня кількість періодів стійкості K і середній період стійкості T .

7 Витрата пластин й інших елементів на 1000 годин основного часу.

8 Витрата різців, необхідних для оброблення заданої партії деталей.

9 Висновки.

Контрольні питання

1 Які поправкові коефіцієнти враховують при визначенні подачі?

2 Які поправочні коефіцієнти враховують при визначенні швидкості різання ?

3 Які особливості вибору подачі для чорнової та чистової обробки?

4 Що таке витрата різального інструменту?

5 Від чого залежить витрата різального інструменту?

8 ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАМІНИ НАПАЙНИХ РІЗЦІВ НА РІЗЦІ ЗБІРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Мета роботи: для заданих умов оброблення провести аналіз економічної ефективності впровадження збірних різців. Розробити комплекс заходів щодо організації їх впровадження.

Порядок виконання

- 1 Провести статистичний аналіз умов експлуатації інструменту.
- 2 Визначити можливі галузі впровадження збірних різців.
- 3 Визначити рівень вживаності збірних різців.
- 4 Розрахувати економічний ефект від прийнятого варіанта заміни напайних різців.
- 5 Розробити комплекс заходів щодо організації впровадження збірних різців.

Зміст звіту

- 1 Вихідні дані.
- 2 Статистичний аналіз умов обробки.
- 3 Сфери впровадження збірних різців.
- 4 Рівні застосовності збірних різців.
- 5 Економічний аналіз впровадження збірних різців.
- 6 Заходи з організації впровадження збірних різців.
- 7 Висновки.

Контрольні питання

- 1 Які достоїнства різців збірної конструкції у порівнянні з напайними?
- 2 Назвіть критерії оцінювання ефективності використання збірних різців.
- 3 Як визначити економічну ефективність впровадження різців збірної конструкції?
- 4 Що таке рівень вживаності збірних різців?
- 5 Які заходи необхідно здійснювати для впровадження збірних різців?

ЛІТЕРАТУРА

1 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках : справочник. – М. : Машиностроение, 1991. – Т. 1. – 640 с.

2 Инструкция по применению резцов и резцовых вставок с механическим креплением сменных многогранных пластин. – Одесса : Спецтехоснастка, 1984. – 184 с.

3 Рекомендации по применению металлокерамических твёрдых сплавов. – М. : СПТБ «Оргпримтвёрдосплав», 1981. – 10 с.

4 Рекомендации по применению твёрдых сплавов в энергомашиностроении. – М. : НИИинформэнергомаш, 1985. – 28 с.

5 **Клименко, Г. П.** Разработка системы рациональной эксплуатации режущего инструмента / Клименко Г. П. // Резание и инструмент в технологических системах : межд. науч.-техн. сб. – Харьков : ХГПУ, 2000. – Вып. 57. – С.110–114.

6 **Мироненко, Е. В.** Модели влияния конструктивных параметров модульных резцов на прочность и износостойкость / Мироненко Е. В. // Механіка та машинобудування : науково-технічний журнал. – Харьков: НТУ «ХП», 2003. – № 1. – С. 285–289.

7 Типажметаллорежущегоинструментана1981–1985 гг. – М. : НИИ-маш, 1985. – 445 с.

8 **Хаёт, Г. Л.** Повышение качества инструмента и эффективности обработки деталей на тяжелых станках: обзор / Г. Л. Хаёт, Л. И. Левин. – М. : НИИмаш, 1982. – 48 с.

9 Сборные резцы. Конструкция и эксплуатация: руководящий технический материал. – М. : ЦНИИтяжмаш, 1984. –140 с.

10 Инструкция о порядке сбора и сдачи отходов металлокерамических твёрдых сплавов.– М. : СПТБ «Оргпримтвёрдосплав», 1979. – 24 с.

11 **Темчин, Г. И.** Теория и расчёт многоинструментальных наладок / Темчин Г. И. – М. : Машгиз, 1964. – 160 с.

12 **Великанов, К. М.** Расчёты экономическойэффективности новой техники : справочник / Великанов К. М. – М. : Машиностроение, 1975. – 430 с.

13 Централизованная заточка режущего инструмента на станкозаводах. – М. : НИИмаш, 1981. – 108 с.

14 Типовое положение о службе технического надзора за эксплуатацией режущего инструмента на предприятиях отрасли. – М. : НИИмаш, 1981. – 95 с.

15 Общемашиностроительные нормативы режимов резания, норм износа и расхода для резцов с механическим креплением пластин сменных

многогранных из безвольфрамовых твёрдых сплавов. Обработка на токарных станках с ручным управлением. – М. : НИИмаш, 1983.– 40 с.

16 **Клименко, Г. П.** Анализ вероятности разрушения режущих инструментов тяжёлых станков / Г. П. Клименко, Я. В. Васильченко, О. Ю. Андронов // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2003. – Вип. 13. – С. 24–30.

17 **Вентцель, Е. С.** Теория вероятностей / Вентцель Е. С. – М. : Физматгиз, 1962. – 560 с.

18 Инструкция по проведению проверки состояния использования режущего инструмента на предприятиях машиностроения и металлообработки. – М. : НИИмаш, 1983.– 46 с.

19 Рекомендации по рациональной эксплуатации режущего инструмента на токарных станках с ЧПУ. – М. : ВНИИТЭМР, 1986. – 42 с.

20 Міжгалузеві укрупнені нормативи часу, виконуванні на великих токарних верстатах. Одиначне та малосерійне виробництво. – Краматорськ : Центр продуктивності Міністерства праці та соціальної політики України, 1999. – 278 с.

21 Надійність технологічної системи при механообробці на важких верстатах / Г. П. Клименко, Я. В. Васильченко, М. А. Ткаченко, О. Ю. Андронов // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2004. – Вип. 15. – С. 20–24.

Додаток А
Відповідність вітчизняних марок твердих сплавів
міжнародній класифікації

Таблиця А.1 – Відповідність вітчизняних марок твердих сплавів міжнародній класифікації

Групи застосування за ІСО		Марки твердих сплавів по ГОСТ 3882-74	Марки безвольфрамових твердих сплавів за ГОСТ 48-175-81	Марки твердих сплавів за ТУ 48-19-308-80, ТУ 48-19-310-80	Марки твердих сплавів зі зносостійким покриттям
Основна група	Під-група				
Р	P01	T30K4	ТН-20	МС101	
	P10	T15K6	ТН-20, КНТ-16	МС111	Т5К10+ІП, ВП1195
	P20	T14K8	КНТ-16	МС121, МС2215	Т5К10+ІП, ВП1385
	P25	ТТ10К8-Б		МС2210, МС2215	ВП1255, ВП1385
	P30	T5K10		МС131, МС146, МС2210	Т5К10+ІП, ВП1255
	P35	ТТ7К12		МС1465, МС1460	
	P40	T5K12		МС146	
	P50	ТТ7К12			
М	M05	ВК6-ОМ			
	M10	ВК6-М, ТТ8К6		МС211	
	M20	ТТ10К8-Б		МС221	
	M30	ВК8, ВК10-М			
	M40	ТТ7К12		МС241	
К	K01	ВК3, ВК3-М		МС301	
	K05	ВК6-ОМ		МС306	
	K10	ВК6-М, ТТ8К6	ТН-20, КНТ-16	МС312	ВК6+ІП
	K20	ВК6, ВК4	ТН-20, КНТ-16	МС3210, МС321	ВК6+ІП, ВП3215, ВП3115
	K30	ВК8, ВК4		МС347	ВК6+ІП, ВП3325
	K40	ВК8, ВК15			

Додаток Б

Типи пластин і їх кріплення(загальна класифікація)

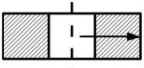
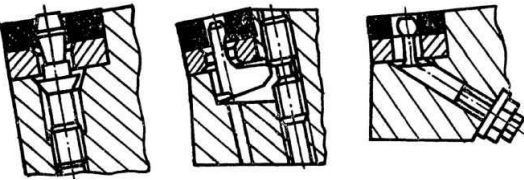
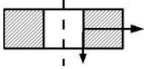
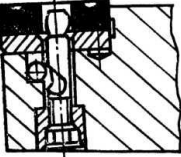
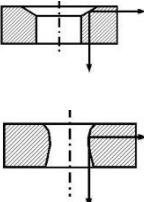
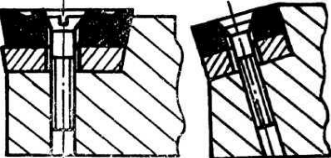
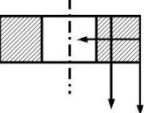
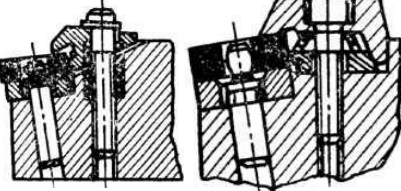
Таблиця Б.1 – Типи пластин і їх кріплення (загальна класифікація)

Наявність отворів, виймок			Співвідношення товщини й ширини пластини, оцінки типів конструкцій								
			Позначення	$h < b$	Оцінка, ранги/ Міцність	Позначення	$h > b$	Оцінка, ранги/ Міцність	Позначення	$h = b$	Оцінка, ранги/ Міцність
Центральний отвір	Наскрізне	Циліндрове		1.1 	12		2.1 	7			
			M	1.2 	10						
			P	1.3 	10		2.2 	6			
		Циліндрове	Конічне, фасонне	1.4 	9		2.3 	5			
			Циліндрове	R/R(T)	1.5 	9/6					
				S	1.6 	8					
	Глухе		1.7 	8		2.4 	6				
	Відсутній			C	1.8 	11		2.5 	6		
				D/D(T)	1.9 	7/5					
E/E(T)				1.10 	6/4						
Бокові виймки								2.5 А вид А 	3		
							W	2.6 	2		
Уступ							H	2.7 	1		

Додаток В

Приклади конструкції різців

Таблиця В.1 – Приклади конструкції різців

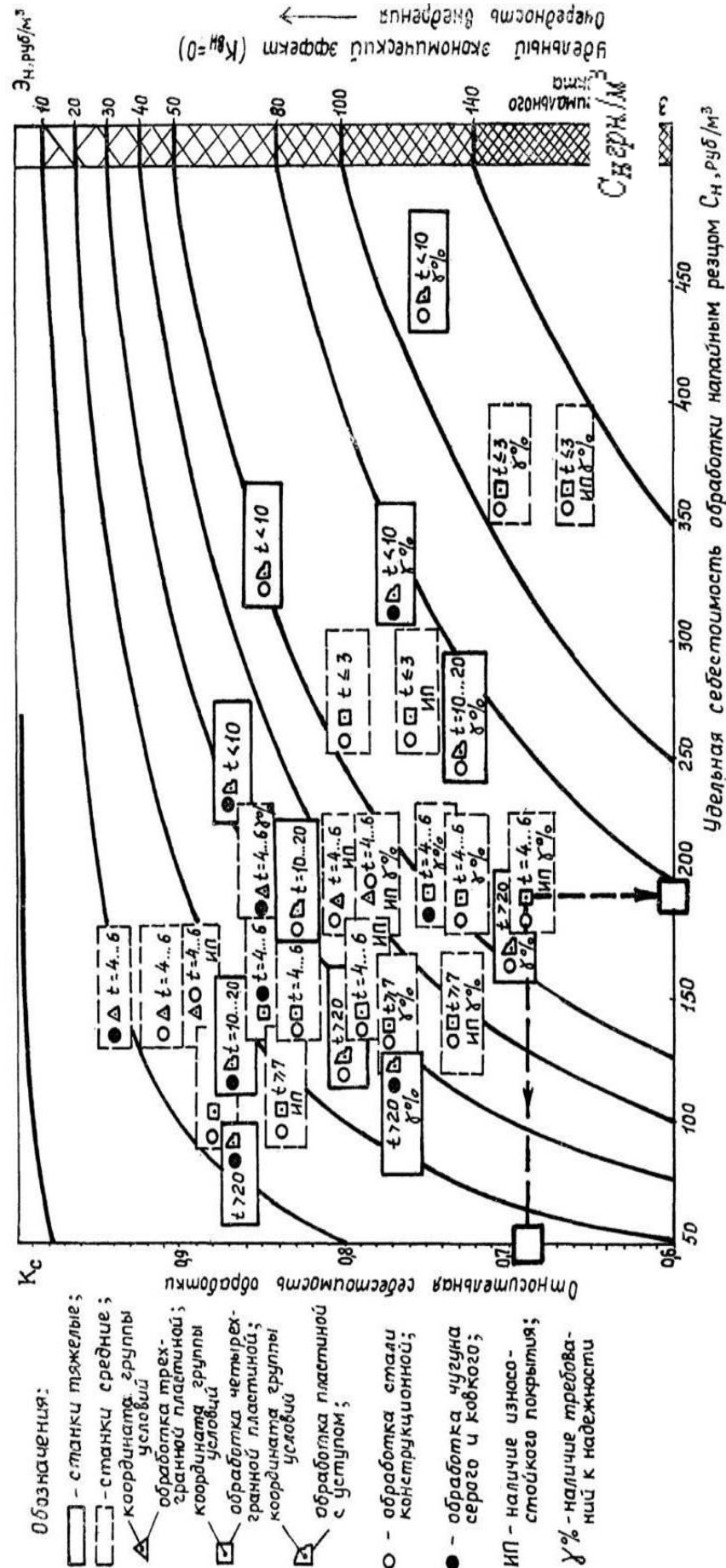
Позначення	Тип пластини і схема її кріплення	Спосіб кріплення	Приклади конструкцій	Форма пластини у плані	Головний кут у плані
1	2	3	4	5	6
<i>P</i>		Кріплення через отвір		Ромб	93 95
				Тригранна	60 90 45
				Квадратная	45 60 75
				Шестигранна	60 75 90
<i>R</i> <i>R(T)</i>		Кріплення через отвір		Ромбічна	75 95
				Квадратная	45
<i>S</i>		Кріплення гвинтом через отвір		Ромб	63 93 95
				Тригранна	90
				Квадратная	45 75
<i>M</i>		Кріплення зверху прихватом через отвір		Шестигранна	95
				Тригранна	63 93
				Квадратная	45

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6
C		Кріплення зверху		Ромбічна (ε=80)	95
				Тригранна	60 90
				Квадратна	45 60 75
D D(T)		Кріплення зверху		Тригранна	90
				Квадратна	45
E		Кріплення зверху прихоплювачем за виїмку		Паралелограмна	63 93
W		Кріплення прихоплювачем за бокову виїмку		Вертикальна с боковими виїмками	63 93
H		Кріплення зверху прихоплювачем за уступ		Спеціальна	30 45 60 75 90

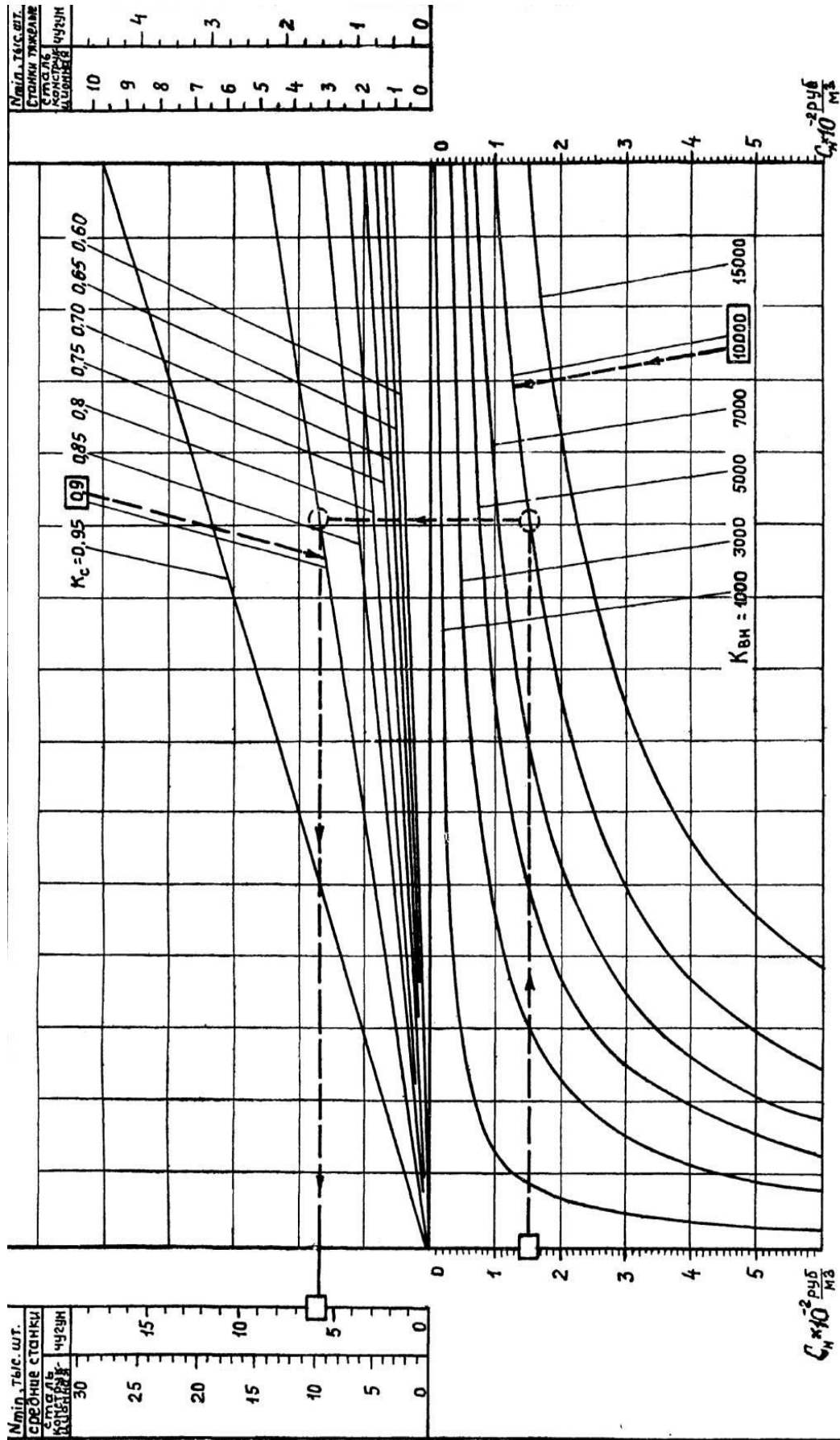
Додаток Г

Пріоритети сфер впровадження різців із ЗМП замість найпайних



Доаток Д

Мінімальна кількість заміних найпайних різців, що забезпечує економічну ефективність робіт з впровадження різців ЗМП



Додаток Е
Застосовність різців із ЗМП

Таблиця Е.1 – Застосовність різців із ЗМП. Верстати середні

Умови експлуатації					Тип пластини	Рекомендована застосовність різців ізЗМП,%	
Операція	Група оброблених матеріалів	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання, t, мм			
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування отворів	Сталь конструкційна, інструментальна, підшипникова	Чорнова	Безпер.	До 3	Р	60–80	
				3–7	Р	60–80	
				Понад 7	М	30–50	
			Перер.	До 3	Р	60–80	
				3–7	М	60–80	
				Понад 7	М	15–30	
	Сталь загартована	Напівчист. і чистова	Безпер.	До 0,4	С	60–80	
				0,4–0,75	Р	60–80	
				Понад 0,75	Р	30–50	
				До 3	Р	50–70	
				3–7	Р	20–40	
				Понад 7			
	Сталь корозійностійка	Чорнова	Перер.	До 3	Р	30–50	
				3–7	Р	15–30	
				Понад 7	С	50–70	
			Безпер.	До 3	М	50–70	
				3–7	М	20–40	
				Понад 7	М	50–70	
	Чавун і мідні сплави високої твердості	Чорнова	Перер.	До 3	М	50–70	
				3–7	М	15–30	
				Понад 7	М	50–70	
			Безпер.	До 3	М	50–70	
				3–7	М	15–30	
				Понад 7	М	50–70	
Сплави мідні низької твердості та алюмінієві	Чорнова		До 3	С	50–70		
			3–7	С	50–70		
			Понад 7	С	50–70		
			Чистова	С	50–70		
				Контурне точіння	До 5	Р	60–80
					Понад 5	Р	60–80
Фасонне точіння	Усі матеріали			С	20–40		
				С	50–70		
Нарізування різьби	Усі матеріали			С	50–70		
Відрізування та прорізування				С	30–50		

Продовження таблиці Е.1 – Верстати великі

Умови експлуатації					Тип пластини	Рекомендована застосовність різців ізЗМП, %
Операція	Група оброблюваних матеріалів	Характер оброблення	Характер припуску	Глибина різання, t, мм		
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування отворів	Сталь кон-струкційна, інструмен-тальна, підшипни-кова	Чорнова	Безпер.	До 4	R	50–70
				4–10	R(T)	50–57
				Понад 10	H	40–60
			Перер.	До 4	R	50–70
				4–10	D(T)	40–60
				Понад 10	H	40–60
	Сталь загар-тована	Напівчист. і чистова	Безпер.	До 0,5	R	50–70
				0,5–1,0	D	50–70
				Понад 1,0	D	30–50
	Сталь ко-розій-ностійка	Чорнова	Безпер.	До 4	R	40–60
				4–10	D(T)	40–60
				Понад 10	W	30–50
			Прер.	До 4	D	30–50
				4–10	D(T)	30–50
				Понад 10	H	15–30
	Чавун і мідні сплави ви-сокої твер-дості	Чорнова	Безпер	До 4	R	50–70
				4–10	D	50–70
				Понад 10	D(T)	50–70
			Прер.	До 4	R	50–70
				4–10	D	50–70
Понад 10				D(T)	50–70	
Сплави мідні низь-кої твер-дості та алюмінієві	Чорнова		До 4	R	50–70	
			4–10	R	50–70	
		Понад 10	D	50–70		
Контурне точіння	Чистова		До 7	R	60–80	
			Понад 7	W	60–80	
Фасонне точіння	Усі матеріали	Галтелі R<23 мм		S	40–60	
		Фасонні поверхні		D	20–40	
Нарізуван-ня різьби				D	30–50	
Відрізува-ння та про-різування				H	30–50	

Продовження таблиці Е.1 – Верстати важкі

Умови експлуатації					Тип пластини	Рекомендована застосовність різців ізЗМП, %		
Операція	Група оброблених матеріалів	Характер оброблення	Характер припуску	Глибина різання, t, мм				
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування великих отворів	Сталь конструкційна, інструментальна, підшипникова	Чорнова	Безпер.	До 5	R	50–70		
				5–15	W	50–70		
				Понад 15	H	50–70		
			Прер.	До 5	D	50–70		
				5–15	H	50–70		
				Понад 5	H	60–70		
	Сталь загартована	Напівчист.	Безпер.	До 0,75	R	40–60		
				0,75–1,5	D	40–60		
				Понад 1,5	D	30–50		
	Сталь корозійностійка			Чорнова	Безпер.	До 5	R	40–60
						5–15	W	40–60
						Понад 5	H	40–60
	Чавун і мідні сплави високої твердості	Чорнова	Прер.			До 5	D	40–60
						5–15	H	40–60
						Понад 15	H	40–60
	Сплави мідні низької твердості та алюмінієві		Чорнова	Безпер.	До 5	R	50–70	
					5–15	D(T)	50–70	
					Понад 15	D(T)	50–70	
		Прер.		До 5	R	50–70		
				5–15	D(T)	50–70		
Понад 15				H	50–70			
Усі матеріали	Чистова		До 5	R	50–70			
			5–15	D	50–70			
			Понад 15	D	50–70			
Контурне точіння	Усі матеріали	Чистова			R	40–60		
Фасонне точіння				До 10	W	60–80		
				Понад 10	W	60–80		
				Галтели R≤23 мм	S	30–50		
				Фасонні поверхні	D	15–30		
Відрізування та прорізування				b<25	D	10–20		
				b≥25	H	40–60		

Додаток Ж
Таблиці до вибору основних характеристик різців

Таблиця Ж.1 – Вибір матеріалу різальної частини різців

Умови експлуатації				Інструментальний матеріал				
Операція	Група оброблюваних	Твердість HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання, t, мм	Рекомендований для усереднених умов	Підвищеної зносостійкост	Підвищеної міцності
Верстати середні								
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування великих отворів	Сталь конструкційна, інструментальна, підшипникова	HB < 330	Чорнова	Безперер.	До 3	T15K6, MC 111, ВП1195	КНТ-16, ТН-20	T5K10+ИП, T14K8
					Понад 3-7	T5K10+ИП, T14K8, MC2210 MC22J5	КНТ-16, T15K6, MC111	ТТ10К8-Б, T5K10, ВП1255, MC1460
					Понад 7	ТТ10К8-Б, T5K10, ВП1255, MC1460	T5K10+ИП, T14K8, MC2215, MC2210	ТТ7К12, T5K12В, MC146
				Перериван.	До 3	T5K10 + ИП, T14K8, MC2210	T15K6, MC111, ВП1195	ТТ10К8-Б, T5K10, MC1460
					Понад 3-7	ТТ10К8-Б, T5K10, ВП1255, MC1460	T5K10+ИП, T14K8, MC2210	ТТ7К12, T5K12В
					Понад 7	ТТ7К12, T5K12В, MC146	T5K10, MC1460, ТТ10К8-Б	
		Чистова	До 1	Кераміка		T30K4, ТН-20, КНТ-16		
			Понад 1-3	T30K4, MC101	Кераміка	ТН-20, КНТ-16, T15K6, MC111		
			Безперервний	До 0,5	Кераміка	СТМ	T30K4	
				Понад 0,5-1,5	T30K4	Кераміка	T15K6	
				Понад 1,5-3	T15K6	ВК3-М	ВК6-М, T5K10	
				До 0,3	СТМ		T30K4, кераміка	
	Понад 0,3-1,0	Кераміка			T30K4			
	До 3	ВК6-ОМ, T15K6			ВК6-М, MC211			
	Сталь загартована	HRC 50	Напівчист.	Безперервний	Понад 3-7	ВК6-М, MC211	ВК6-ОМ, T15K6	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ
					Понад 7	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ	ВК6-М, MC211	ВК8
					До 3	ВК6-М	ВК6-ОМ, T15K6	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ
		HRC 35-50	Напівчист.	Безперервний	Понад 3-7	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ	ВК8	ВК15-ОМ, MC24
					До 0,3	СТМ		
					Понад 0,3-1,0	Кераміка		
	Сталь корозійностійка	HB 200-220	Напівчист.	Безперер.	До 3	ВК6-ОМ, T15K6		ВК6-М, MC211
					Понад 3-7	ВК6-М, MC211	ВК6-ОМ, T15K6	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ
					Понад 7	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ	ВК6-М, MC211	ВК8
		HRC 50	Напівчист.	Безперервний	До 3	ВК6-М	ВК6-ОМ, T15K6	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ
Понад 3-7					ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ	ВК8	ВК15-ОМ, MC24	
До 3					ВК6-М	ВК6-ОМ, T15K6	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ	

Продовження таблиці Ж.1

Умови експлуатації					Інструментальний матеріал			
Операція	Група оброблюваних	Твердість HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання, t, мм	Рекомендований для усереднених умов	Підвищеної зносостійкост	Підвищеної міцності
Верстати середні								
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування великих отворів	Сплави мідні низької твердості й алюмінієві	HB < 100	Чорнова	Безперер.	До 1	Кераміка		БК3-М, БК3, МС301
					Понад 1-2	БК3-М, БК3, МС301	Кераміка, ТН-20	БК6
					До 3	ТН-20, БК6+ІП, БК6-М, ТТ8К6	БК3-М, БК3	БК6, БК4
			Чорнова	перерив.	Понад 3-7	БК6, БК4	БК6+ІП, БК6-М, ТТ8К6	БК6
					Понад 7	БК6	БК6+ІП, БК6-М	БК8
					До 3	Кераміка		БК3-М, БК3
	Чавун і мідні сплави високої твердості	Чавун HB < 270. Сплави мідні HB 100—140	Чорнова	перерив.	До 3	БК6+ІП, БК6-М, ТТ8К6, МС 312	БК3-М, КНТ-16, ТН-20	БК6, МС321
					Понад 3-7	БК6, МС321	БК6+ІП, БК6-М, ТТ8К6, МС312	БК8
					Понад 7	БК6, МС321	БК4, БК6+ІП, БК6-М	БК8
			Чистова	Безперер.	До 3	БК6, МС321	БК6+ІП, БК6-М, ТТ8К6, МС312	БК8
					Понад 3-7	БК8	БК6, БК6+ІП, БК6-М	
					Понад 7	БК8	БК6, МС321	

Продовження таблиці Ж.1

Умови експлуатації					Інструментальний матеріал				
Операція	Група оброблених	Твердість HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання, t, мм	Рекомендований для усереднених умов	Підвищеної зносостійкост	Підвищеної міцності	
Верстати великітаважкі									
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування великих отворів	Сталь конструкційна, інструментальна, підшипникова	HB ≤ 330	Чорнова	Безперерв.	До 5	T15K6, T14K8, ВП1195	КН-16, ТН-20	ТТ10К8-Б, Т5К10+ІП	
					Понад 5–15	T5K10+ІП, ТТ10К8-Б, ВП1255	T15K6, T14K8+ІП	T5K10, МС131	
					Понад 15	T5K10	T5K10+ІП, ТТ10К8-Б, ВП1255	ТТ7К12	
				Перерив.	До 5	T5K10+ІП, ТТ10К8-Б, ВП1255	T15K6, T14K8+ІП	T5K10, МС131	
					Понад 5–15	T5K10	T5K10+ІП, ТТ10К8-Б	ТТ7К12, T5K10	
					Понад 15	ТТ7К12, T5K12	T5K10	МС146	
		Чистова	Безперерв.	До 1	Кераміка		Т3ОК4, ТН-20, КНТ-16		
				Понад 1–3	Т3ОК4, МС101		T15K6		
				До 0,75	Кераміка		Т3ОК4		
			Перерив.	Понад 0,7–1,5	Т3ОК4, МС101	Кераміка	T15K6		
				Понад 1,5	T15K6	ВК3-М	ВК6-М, T5K10		
				До 0,5	Кераміка		Т3ОК4		
	Сталь загартована	HRC 35-50	Получистовая и чист.	Перерив.	Понад 0,5–2	ВК6-М		ВК8	
					До 5	ВК6-ОМ, T15K6		ВК6-М, МС211	
					Безперерв.	Понад 5–15	ВК6-М, МС211	ВК6-ОМ, T15K6	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ
						Св. 15	ВК8	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ	
						До 5	ВК6-М	ВК6-ОМ, T15K6	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ
					HRC > 50	Безперерв.	Понад 5–15	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ	ВК6-М
		Понад 15	ВК8	ТТ10К8-Б, ВК10-ОМ					
		До 5	ВК6-М						

Продовження таблиці Ж.1

Умови експлуатації					Інструментальний матеріал			
Операція	Група оброблюваних	Твердість HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання, t, мм	Рекомендований для усереднених умов	Підвищеної зносостійкост	Підвищеної міцності
Верстати великітаважкі								
Поздовжнє зовнішнє точення, підрізування, розточування великих отворів	Сплави мідні високої твердості	Чавун HB < 270. Сплави мідні HB 100-140	Чорнова	Безперервн.	До 5	ВК6+ИП, ВК6-М, ТТ8К6, МС312	ВК3-М, ВК3, МС301	ВК6, МС321
					Понад 5-15	ВК6, МС321	ВК6+ИП, ВК6-М, ТТ8К6, МС312, ВК6	ВК8
					Понад 15	ВК8	ВК6 МС321	
				Перерив.	До 5	ВК6, МС321	ВК6+ИП, ВК6-М, ТТ8К6, МС312	ВК8
					Понад 5-15	ВК8	ВК6, МС321	
					Понад 15	ВК8	ВК6	
	Сплави мідні низької твердості й алюмінієві	HB < 100	Чорнова	Безперервн.	До 1,5	Кераміка	ВК6+ИП	ВК3-М, ВК3, МС301
					Понад 1,5-4	ВК3-М, ВК3, МС301	Кераміка	ВК6
					До 5	ВК6+ИП, ВК6-М, ТТ8К6, МС312	ВК3-М	ВК6, ВК4
				Безперервн., перерив.	Понад 5-15	ВК6, ВК4	ВК6+ИП, ВК6-М, ТТ8К6	ВК8
					Понад 15	ВК8	ВК6	
					До 1,5	Кераміка		ВК3-М, ВК3
Безперервн.	Понад 1,5	ВК3-М, ВК3	Кераміка	ВК4				

Продовження таблиці Ж.1

Умови експлуатації					Інструментальний матеріал		
Операція	Група оброблених матеріалів	D_{min}/D при відрузуванні ⁵	Жорсткість при розточуванні	Ширина різання В, мм	Рекомендований для усереднених умов	Підвищеної зносостійкості ¹	Підвищеної міцності ²
Верстати середні, великі та важкі							
Відрізка і прорізування, розточування малих отворів ⁴	Сталь конструкцій-на, інструментальна, підшипникова	>0,9	Середня		T14K8	T15K6	T5K10
		<0,9	Низька		T5K10	T14K8	
	Сталь корозійностійка	>0,9	Середня		TT10K8-Б, BK10-OM	BK6-M	BK8
		<0,9	Низька		BK8	TT10K8-Б, BK10-OM	
	Чавун, сплави мідній алюмінієві	>0,9	Середня		BK6	BK6-M	BK8
		<0,9	Низька		BK8	BK6	
Фасонне точіння	Сталь конструкцій-на, інструментальна, підшипникова	10–25		T14K8	T15K6	T5K10	
		25–100		T5K10	T14K8		
	Сталь корозійностійка	10–25		BK10-OM, TT10K8-Б		BK8	
		25–100		BK8	TT10K8-Б		
	Чавун, сплави мідній алюмінієві	10–25		BK6	BK6-M	BK8	
		25–100		BK8	TT10K8-Б		

Примітки:

1. Застосовується у разі необхідності підвищення швидкості різання (відповідно знижуючи подачу) при високій жорсткості системи ВПД (верстат – пристосування – інструмент – деталь);

2. Застосовується у разі необхідності підвищення подачі, зниженої жорсткості системи ВПД, а також при необхідності підвищення надійності інструменту;

3. Розточування прохідними та підрізними різцями, а також різцями в оправці або борштазі при діаметрі отвору $D > 4H$, де H – висота різця;






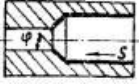

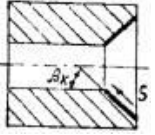
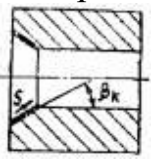
4. Розточування розточувальними різцями, а також різцями в оправці при $D \leq 4H$.

5 D_{min} / D – відношення кінцевого діаметра до діаметра оброблення.

Таблиця Ж.2 – Вибір форми різців у плані за технічними критеріями.
Різці прохідні

Переходи		Точіння поздовжнє	Точение поперечне	Точіння контурне					Точіння контурне					Підрізувана торця	
				β_k	7 5	6 0	4 5	3 0	β_k	6 0	4 5	3 0	2 5		
Тип різця (різцевої вставки)	Головний куту плані		63	•			•	•			•	•	•		
			93	•	•		•	•	•	•				•	
			60	•				•	•						•
			60 ; 63	•				•	•		•	•	•		
			90	•			•	•	•	•					
			93	•	•		•	•	•	•					
			90												•
			45	•					•		•	•		•	
			60	•				•	•			•			
			75	•			•	•	•						
			75												•
			75	•			•	•	•						
			95	•	•		•	•	•	•					•
			45	•					•						•
				•	•		•	•	•	•		•	•		•

Продовження таблиці Ж.2 – Різці розточувальні

Переходи		Тип різця (різцевої вставки)					
							
		Головний куту плані					
		93	90	75	95	45	
Розточування поздовжнє		•	•	•	•	•	
Растачивание поперечне		•			•		
Розточування конічної поверхні		β_k					
		75	•	•		•	
		60	•	•	•	•	
		45	•	•	•	•	
		30	•	•	•	•	•
Розточування конічної поверхні		β_k					
		30	•				
		25	•				


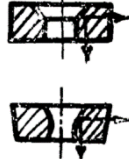

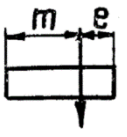

Таблиця Ж.3 – Вибір форми та товщини пластини за критеріями міцності та стійкості інструменту

Умови експлуатації				Висота різця H , мм																											
Група оброблених матеріалів	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання t , мм	20	25	32	40	50, 63, 80, 100																							
				Параметри пластини																											
				товщина різальної пластини h , мм	Форма пластини в плані	Мінімальний головний кут в плані ϕ	Товщина різальної пластини h , мм	Форма пластини в плані	Мінімальний головний кут в плані ϕ	товщина різальної пластини h , мм	Форма пластини в плані	Мінімальний головний кут в плані ϕ	Товщина різальної пластини h , мм	Форма пластини в плані	Мінімальний головний кут в плані ϕ	Товщина різальної пластини h , мм	Форма пластини в плані	Мінімальний головний кут в плані ϕ													
				5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19													
Сталь конструкційна, інструментальна, підшипникова, корозійностійка	Чернова	Безперервний	До 3	3,18	□	60	4,76	⬡	45	4,76	○	45	6,35	○	45	6,35	⬡	45	○												
			4	4,76																⬡	60	4,76	⬡	60	7,93	□	60	7,93	□	75	
			5																												
			6																												
			8																												
			10																												
		Перериваний	До 3	3,18	□	60	4,76	⬡	45	4,76	⬡	45	6,35	○	45	6,35	○	75	□	75											
			4	4,76																	⬡	60	4,76	⬡	60	7,93	□	60	7,93	□	75
			5																												
			6																												
			8																												
			10																												
Чавун, мідні сплави високої твердості	До 3	3,18	□	45	4,76	⬡	45	4,76	⬡	45	6,35	⬡	60	7,93	□	75	□	75													
	4																														
	5																														
	6																														
	8																														
	10																														
12																															

Продовження таблиці Ж.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Мідні сплави низької твердості й алюмінієві	Чернова	Безперервний	До 3	3,18	□	45	3,18	□	45	3,18	□	45	4,76	□	45	4,76	□	45	45		
			4																	4,76	6,35
			5																		
			6	4,76			6,35														
			8																		
			10																		
			12																		
Сталь загартована			До 0,5	3,18	□	45	3,18	□	45	4,76	□	45	4,76	□	45	4,76	□	45	45		
			1																	6,35	
			2																		
Усі матеріали	Чистова		До 1	3,18	□	45	3,18	□	45	3,18	□	45	3,18	□	45	4,76	□	45	45		
			2																	4,76	
			3																		


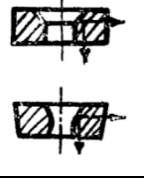
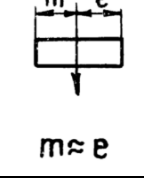
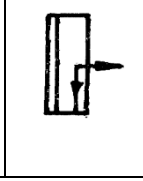
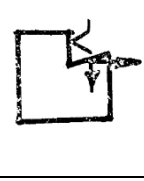
Таблиця Ж.4 – Вибір типу пластини та її кріплення. Верстати середні

Умови експлуатації				Тип пластини та схема її кріплення						
Операція	Група оброблюваних матеріалів	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання t , мм	P	S	M	C	E	
										
					Оцінка в баллах: 5,4 – рекомендований, 3 – допустимий					
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування отворів	Сталь конструкційна, інструментна, підшипникова	Чорнова	Безперер.	До 3	5		4	3		
				3-7	5		4			
				> 7	3		4			
		Перер.	До 3	5		4				
			3-7	4		5				
			> 7			3				
	сталь загартована	напівчистова і чистова	Безперер.	До 0,4				5		
				0,4-0,75	5			4		
				> 0,75	4					
		Сталі корозійно-стійкі	Чорнова	Перер.	До 3	4		3		
					3-7	4		3		
					> 7					
Чавун і мідні сплави високої твердості	Чорнова	Безперер.	До 3	3		5	4			
			3-7	3		4	3			
			> 7	3		5	4			
	Перер.	До 3	3		5	4				
		3-7			3					
		> 7			3	5				
Сплави мідні, низької твердості й алюмінієві	Чорнова	Безперер.	До 3			3	5			
			3-7			4	5			
			> 7	4			5			
	Перер.	До 3	3		5	4				
		3-7			3					
		> 7			3	5				
Усі матеріали	Чистова	Безперер.			5		3			
			До 5	5			4			
			Св. 5	5(T)			4			
Відрізування	Усі матеріали	Безперер.					4			
							5			
							4			
Нарізування	Усі матеріали	Безперер.					4			
							5			
							4			
Фасонне точіння	Усі матеріали	Безперер.					4			
							5			
							4			
Контурне точіння	Усі матеріали	Безперер.					4			
							5			
							4			






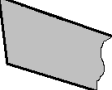
Продовження таблиці Ж.4 – Верстати великі

Умови експлуатації				Тип пластинита схема її кріплення									
Операція	Група оброблюваних матеріалів	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання t , мм	R	S	D	E	W	H			
					Оцінка в балах: 5,4 – рекомендований, 3 – допустимий								
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування отворів	Сталь конструкційна, інструмент., підшипникова	Чорнова	Безперер.	До 4	5								
				4-10	5(T)		3						
				> 10			3(T)		4	5			
			Перер.	До 4	5		4						
				4-10			5(T)		3	4			
				> 10					4	5			
	сталь загартована	напівчистова і чистова	Безперер.	До 0,5	5								
				0,5-1,0	4		5						
				> 1,0	3		4						
			Сталі корозійно-стійкі	Чорнова	Перер.	До 4	5		4				
						4-10			5(T)				
						> 10					5	4	
	Чавун і мідні сплави високої твердості	Чорнова	Безперер.	До 4	5		3						
				4-10	3		5						
				> 10			5(T)						
			Перер.	До 4	3		4						
				4-10			4(T)			3			
				> 10					3	4			
	Сплави мідні, низької твердості й алюмінієві	Чорнова	Безперер.	До 4	5		3						
				4-10	3		5						
				> 10			5(T)						
			Перер.	До 4	5		4						
				4-10	4		5						
				> 10			5(T)			3			
Усі матеріали	Чистова	Безперер.	До 4	4		3							
			4-10	4		3							
			> 10			5							
		Перер.	До 4	5		4							
			4-10	5		5							
			> 10			5(T)							
Контурне точіння	Усі матеріали	Чистова	Безперер.	До 7	5			4					
				Св 7	3				5				
				Галтели $R < 23$ мм	5								
				Фасонні поверхні			4						
				Відрізування прорізування				4					
				Контурне точіння					4			5	

Продовження таблиці Ж.4 – Верстативажкі

Умови експлуатації			Тип пластинита схема її кріплення							
Операція	Група оброблюваних матеріалів	Характер обробки	Характер припуску	Глибина різання t , мм	R	S	D	W	H	
										
Оцінка в балах: 5,4 – рекомендований, 3 – допустимий										
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування великих отворів	Сталь конструкційна, інструментна, підшипникова	Чорнова	Безперер.	До 5	5					
				5–15			3(T)	5	4	
				> 15				3	5	
		Перер.	До 5	3		5		4		
			5–15				3	5		
			> 15					5		
		сталь загартована	напівчистова і чистова	Безперер.	До 0,75	5		4		
					0,75–1,5	4		5		
					> 1,5			4		
	Перер.		До 5	4		3				
			5–15					3		
			> 5					4		
	Сталі корозійно-стійкі	напівчистова і чистова	Безперер.	До 5						
				5–15					3	
				> 5					4	
		Перер.	До 5			4				
			5–15					4		
			> 15					4		
	Чавун і мідні сплави високої твердості	Чорнова	Безперер.	До 5	5		4			
				5–15	3(T)		5(T)		3	
				> 15			5(T)		4	
		Перер.	До 5	5		4				
			5–15			5(T)		3		
			> 15			4(T)		5		
Сплави мідні низької твердості й алюмінієві	Чорнова	Безперер.	До 5	5		4				
			5–15	3		5				
			> 15			5				
Чистова	Безперер.	До 5	5		4					
		5–15								
		> 15								
Конгурне точіння	Усі матеріали	Чистова	Безперер.	До 10	4			5		
				> 10				5		
Фасонне точіння	Усі матеріали	Чистова	Безперер.	Галтели $R \leq 23$ мм		5				
				Фасонні поверхні			4			
Відрізування та прорізування	Усі матеріали	Чистова	Безперер.	$b < 25$			4			
				$b \geq 25$					5	

Таблиця Ж.5 – Вибір форми передньої поверхні та положення пластин у державці

Умови експлуатації				Тип пластинита схема її кріплення									
Операція	Група оброблюваних матеріалів	Твердість HB, HRC	Характер обробки	P	R	M	S	C	D	E	W	H	
				Форма передньої поверхні та положення пластин у державці									
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування, розточування великих отворів	Сталь конструкційна, інструментальна, підшипникова	HB<240	Чорнова	1		5		2					
		HB 240...330		4		4		4					
	Сталь загартована	HRC 35...50	Напівчистова і чистова	4		4							
		HRC > 50		4		4							
	Сталь корозійностійка		Чорнова	2		3		2					
	Чавун і мідні сплави високої твердості	Чавун HB<270		1		5		2					
		Мідні сплави HB 100...140		2		3							
	Сплави мідні низької твердості й алюмінієві	Мідні сплави HB < 100		2		5							
		Алюмінієві сплави HB<120		4		4							
	Розточування малих отворів	Усі матеріали	HB<240	Чистова	1		5						
			HB>240		4		4						
			HB<240		2		5						
			HB 240...330		4		4						
			HB<240		1		5		2				
HB 240...330			4		4		4						
HB<240			2		5								
HB 240...330			4		4								
HB<240					5								
HB 240...330					4								
Відрізання і прорізування	Усі матеріали	HB<240				2		2					
		HB 240...330				4		4					
Формування фасонної частини	Усі матеріали	HB<240		2		5							
		HB 240...330		4		4							
Нарізування різьби	Усі матеріали	HB<240				5							
		HB 240...330				4							
Формування фасонної частини	Усі матеріали	HB<240				2		2					
		HB 240...330				4		4					
Форма передньої поверхні пластини		Зі стандартною канавкою	Зі спеціально заточеною канавкою	З передньою поверхнею, паралельною опорної		З обратним нахилом поверхні							
Положення пластини в державці	Негатив.	1		2		4		6					
	Позитив.			3		5							

Таблиця Ж.6 – Вибір геометричних параметрів різальної частини різців

Операція	Група оброб. матеріалів	Твердість HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску	α , α_1 , град	γ , град	γ_f , град	f , мм							
								H , мм							
								16; 20	25; 32	40; 50	63; 80				
Твердий сплав															
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування та розточування отворів	Сталь конструкційна, інструментальна і підшипникова	HB ≤ 240	Чорнова	н	6	10	-5	0,4-0,5	0,5-0,6	0,8-1,0	1,2-1,4				
				п	5	-6	-								
			Чистова	н	8	15	-5	0,2	0,3-0,4	0,5-0,6	0,6-0,8				
		HB 240-330	Чистова, різці широкі	н	15	5	-								
			Чорнова	н	6	5	-								
				п	5	-8	-								
	Чистова		8	5	-										
	Чистова, різці широкі		20	-5	-										
	Сталь загартована	HRC >35	Чистова		15	-10	-								
	Сталь корозійностійка		Чорнова		6	20	-3						0,4		
Чистова			8	15	-3	0,1									
Чавун, мідні й алюмін сплави		Чорнова		6	8	-5	0,4								
	Чистова		8	12	-	0,1	0,2						0,3	0,4	
Відрізання і прорізування	Сталь конструкційна, інструментальна а підшипникова	HB ≤ 240			6	6	-5	0,3-0,4	0,4-0,5	0,6-0,7	0,8-1				
		HB 240-330			8	15	-								
	Сталь загартована	HRC >35			8	5	-								
	Сталь корозійностійка				8	-10	-3					0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,6-0,8
	Чавун, мідні і алюмін. сплави				8	5	-								

Продовження таблиці Ж.6

Операція	Група оброб. матеріалів	Твердість HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску	ρ, мм			
					H, мм			
					16; 20	25; 32	40; 50	63; 80
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування та розточування отворів	Сталь конструкційна, інструментальна і підшипникова	HB < 240	Чорнова	н	0,025	0,03–0,05	0,06–0,07	0,08–0,1
				п	0,03	0,04–0,06	0,07–0,08	0,1–0,12
		Чистова	н	0,02	0,03–0,04	0,05	0,06	
			н					
		HB 240–330	Чорнова	н	0,02	0,03–0,04	0,05–0,06	0,07–0,08
				п	0,02	0,03–0,05	0,06–0,07	0,08–0,1
	Чистова	н	0,02	0,03–0,04	0,05	0,06		
	Чистова, різці широкі	н						
	Сталь загартована	HRC > 35	Чистова	н				
	Сталь корозійностійка		Чорнова	н				
			Чистова	н				
	Чавун, мідні й алюмін. сплави		Чорнова	п				
Чистова			н					
Відрізання і прорізування	Сталь конструкційна, інструментальна і підшипникова	HB < 240			0,03	0,04–0,05	0,06–0,07	0,08
		HB 240–330			0,02	0,03–0,04	0,05–0,06	0,07–0,08
	Сталь загартована	HRC > 35			0,02	0,03–0,04	0,05–0,06	0,07–0,08
	Сталь корозійностійка							
	Чавун, мідні й алюмін. сплави							

Продовження таблиці Ж.6

Операція	Група оброб. матеріалів	Твердість HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску	r=f ₀ , мм				
					16; 20	25; 32	40; 50	63; 80	
Поздовжнє зовнішнє точіння, підрізування та розточування отворів	Сталь конструкційна, інструментальна і підшипникова	HB ≤ 240	Чорнова	н	0,8–1,0	1,0–1,2	1,2–1,6	2,0–2,4	
				п	0,8–1,0	1,0	1,2–1,6	2,0–2,4	
			Чистова	н	0,6–0,8	1,0–1,2	1,6–1,8	2,0	
		н				1,0	1,2–1,4		
		HB 240–330	Чорнова	н	0,8–1,0	1,0–1,2	1,2–1,6	2,0	
				н	0,8–1,0	1,0–1,2	1,2–1,6	2,0–2,4	
	Чистова			0,6–0,8	1,0	1,2–1,5	2,0		
	Чистова, різці широкі		0,4	0,6	0,8	1,2			
	Сталь загартована	HRC >35	Чистова			0,6	0,8	1,2	
	Сталь корозійно-стійка		Чорнова			0,8–1,0	1,0–1,2	1,6	2,0
Чистова					0,4–0,6	0,6–0,8	0,8–1,0	1,0–1,2	
Чавун, мідні й алюмін. сплави			Чорнова			0,8–1,0	1,0–1,2	1,2–1,6	2,0–2,4
			Чистова			0,6	0,8–1,2	1,6	2,0
Відрізання і прорізування	Сталь конструкційна, інструментальна і підшипникова	HB ≤ 240				0,4–0,6	0,6–0,8	0,8–1,0	1,0–1,2
		HB 240–330				0,8–1,0	1,0–1,2	1,2–1,6	2,0
	Сталь загартована	HRC >50				0,8–1,0	1,0–1,2	1,2–1,6	2,0
	Сталь корозійно-стійка								
	Чавун, мідні й алюмін. сплави								

Продовження таблиці Ж.6 – Кераміка

Операція	Група оброб. матеріалів	Твердість HB, HRC	Характер обробки	Характер припуску	α, α_1	γ	γ_f	f, MM	$r = f_0, \text{MM}$
Поздовжнє зовнішнє точення, підрізування та розточування отворів	Сталь конструкційна, інструментальна і підшипникова	HB < 240	Чистова	Н	6	0	0–15	0,2	0,8–1,6
		HB 240–330						–8	
	Сталь загартована Сталь корозійно-стійка	HRC 35–50	Чистова	Н	6	–6	–20	0,2–0,4	
		HRC > 50						–30	
	Чавун, мідні й алюмінієві сплави	HB < 270	Чистова	Н	6	–8	–20	0,2–0,4	
	Сталь конструкційна, інструментальна і підшипникова	HB > 270						–30	

Примітка. Використано позначення характеру припуску: Н – безперервний, П – перериваний

Таблиця Ж.7 – Вибір подачі при поздовжньому зовнішньому точінні конструкційних сталей








Глибина різання t, мм	Подача при відношенні діаметра заготовки до основного параметра верстата			Поправочні коефіцієнти на подачу, що враховують															
				інструментальний матеріал									тип пластини та схемії кріплення						
	0,1	0,2	Понад 0,4	ВОК-60	Т30К4	ТН-20	КТН-16, Т15К6	Т5К10+ИП, Т14К6	МС 2210, МС 2215	ВП 1255	Т5К10	МС 1465	Р	М	С	R	D	W	H
S ₀ , мм/об																			
верстати середні																			
0,6	0,27	0,35	1,00	1,5	1,80														
1,5	0,32	0,42		1,0	1,15	1,5						1,0		1,0					
3	0,5	0,59	0,7			0,9	1,0	1,1	1,2	1,3		1,4	1,0	1,0	1,0				
4	0,39	0,46	0,55						1,2	1,3		1,4							
6	0,34	0,4	0,48				1,0	1,1					1,0	1,0					
10		0,3	0,37										0,95	1,0					
12			0,33																
верстати великі																			
1,5	0,39	0,51		1,0	1,15	1,5								1,0	1,0	1,0			
3	0,66	0,78	0,93			0,9	1,0	1,1	1,2	1,3		1,4				1,0			
4	0,49	0,58	0,69																
6	0,43	0,51	0,61				1,0	1,1								0,9	1,0		
10	0,34	0,4	0,48																
15		0,53	0,63				0,9	1,0			1,15						0,8	0,9	1,0
верстати важкі																			
2	0,38	0,5		1,0		1,5								1,0	1,0	1,0			
4	1,9	2,6				0,9	1,00	1,05	1,10	1,10	1,15				1,0				
6	1,7	2,4																	
10	1,4	1,9				0,9	1,00				1,15					0,9	1,0	1,1	
15	1,1	1,5																	
25	1	1,4																0,85	1,0
40		1,1																	

Таблиця Ж.8 – Вибір поправочних коефіцієнтів на подачу, що враховують змінені умови

Твердість HB	130	150	170	190	210	240	270	300	330
K_{S3}	1,3	1,2	1,15	1,1	1,0	0,90	0,80	0,75	0,70

Група оброблюваних матеріалів	K_{S4}
Сталь конструкційна	1,0
Сталь підшипникова	0,75

Спосіб кріплення	K_{S5}
Центри-поводок, 3-й патрон, консольно $L_3 \geq 1,5 D_3$	0,80
3-й патрон-центр, 4-й патрон, консольн $L_3 \geq 1,5 D_3$	1,0
4- патрон-центр	1,2

Форма пластини									
Кути в плані	ϵ	60,55		80	90	100	120		
	ϕ	45	90	90	45	60,75	60	45	
Верстати середні	K_{S6}	1,3	0,95	1,0	1,4	1,15	1,25	1,5	1,75
Верстати великі		1,0	0,82	0,87	1,2	1,0	1,1	1,3	1,5

Вид обробки		K_{S7}
Точіння, розточування отворів $D > 4H$, підрізування торця $D_{min}/D_3 > 0,65$		1,0
Підрізування торця	$D_{min}/D_3 = 0,35 \dots 0,65$	0,90
	$D_{min}/D_3 < 0,35$	0,80

Відношення довжини заготовки до діаметра L_3/D_3	5	10	15	20	30
K_{S8}	1,0	0,90	0,80	0,65	0,50

Характер припуску і поверхні заготовки	Безперервний, без кірки	Безперервний, кірка	Перериваний, груба кірка
K_{S9}	1,0	0,80	0,60

Товщина різальної пластини h, мм	Висота різця H, мм					
	20	25	32	40	63	80
	K_{S10}					
3,18	0,75					
4,76	1,0	0,90	0,75			
6,35	1,05	1,0	0,90	0,75		
7,93			1,05	1,0	0,90	0,75

Кількість інструментів в налазці для верстатів з ЧПК	γ -% (рівень надійності)	K_{S11}
1	60–70	0,85
2–4	80	0,80
≥ 5	90	0,75

Таблиця Ж.9 – Вибір подачі залежно від шорсткості поверхні

Тип пластини	Радіус при вершині, r , мм	Необхідна шорсткість поверхні																
		$R_z = 40$			$R_z = 20$			$R_a = 2,5$			$R_a = 1,25$							
		Оброблюваний матеріал																
		сталь кон- струкційна	Чавун	сталь конструкційна		Ча- вун	сталь конструкційна		Ча- вун	сталь конструкційна			Ча- вун					
		Діапазон швидкостей різання, v , м/мин																
				<50	50- 100	>100			<50	50- 100	>100			<50	50- 100	>100		
		Подача s_e , мм/об																
Багатогранна	$\leq 0,5$	0,51	0,44	0,25	0,34	0,37	0,29	0,15	0,21	0,24	0,19	0,09	0,13	0,15	0,13			
	0,8	0,60	0,29	0,29	0,39	0,43	0,34	0,17	0,24	0,27	0,22	0,10	0,15	0,17	0,15			
	1,0	0,65	0,52	0,32	0,43	0,47	0,37	0,19	0,27	0,30	0,24	0,12	0,17	0,19	0,16			
	1,2	0,69	0,56	0,34	0,45	0,50	0,39	0,20	0,29	0,32	0,27	0,13	0,18	0,20	0,17			
	1,6	0,77	0,66	0,37	0,50	0,55	0,44	0,22	0,31	0,35	0,29	0,14	0,19	0,22	0,19			
	2,0	0,82	0,71	0,40	0,55	0,60	0,47	0,23	0,34	0,38	0,31	0,15	0,21	0,24	0,20			
	2,5	0,90	0,77	0,44	0,59	0,65	0,51	0,25	0,37	0,41	0,34	0,16	0,23	0,26	0,22			
Кругла	6,0			0,59	0,80	0,88	0,69	0,36	0,50	0,56	0,45	0,22	0,32	0,36	0,30			
	7,5			0,64	0,86	0,95	0,75	0,38	0,54	0,61	0,48	0,24	0,35	0,39	0,33			
	9,5			0,67	0,91	1,0	0,81	0,40	0,57	0,64	0,53	0,26	0,37	0,41	0,35			
	11			0,74	1,0	1,1	0,85	0,43	0,63	0,70	0,56	0,29	0,42	0,47	0,37			

Поправочні коефіцієнти, що враховують змінені умови








Оброблюваний матеріал	Твердість НВ									
	130	150	170	190	210	240	270	300	330	
	K_{S1}									
Сталь	0,68	0,75	0,85	0,92	1,0	1,10	1,20	1,30	1,40	
Чавун		0,82	0,90	1,0	1,10	1,20	1,32	1,45		

Інструментальний матеріал	K_{S2}	Вид оброблення	K_{S3}	СОТС	
Твердий сплав	1,0	Точіння, розточування $D > 4H$, підрізування торця	1,0	Застосову- ється	Не застосо- вується
Мінералокераміка	1,10	Розточування от- ворів $D \leq 4H$	0,80	K_{S4}	
				1,15	1,0

Таблиця Ж. 11 – Вибір поправочних коефіцієнтів на швидкість різання, що враховують змінені умови

Твердість HB	130	150	170	190	210	240	270	300	330
K_N	1,33	1,20	1,17	1,06	1,0	0,87	0,81	0,72	0,63
K_{V3}	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	0,80	0,70	0,60	0,50

Група оброблюваних матеріалів		K_{V4}
Автоматна		1,1
Вуглецева, конструкційна, хромиста, нікелева, з вмістом легуючих елементів до 1%		1,0
Марганцевістая, хромонікелева, хромованадієва, хромомолібденова, хромонікелемолібденових, хромонікелевольфрамовая		0,90
Хромомолібденованадієва, інструментальна вуглецева		0,90
Хромомарганцовістая, хромокремністая, хромоалюмінієвая, Хромонікелеванадієвая		0,85
Хромокремнемарганцовістая, хромомолібденоалюмінієвая, інструментальна, легуюча, підшипникова сталь		0,80
Інструментальна швидкорізальна		0,70

Форма пластини									
Кути в плані	ϵ	60,55		80	90		100	120	
	ϕ	45	90	90	45	60, 75	60	45	
Верстати середні	K_{V5}	1,15	0,95	1,0	1,15	1,10	1,10	1,20	1,40
Верстати великі		1,05	0,90	0,90	1,05	1,0	1,0	1,10	1,30

Спосіб отримання заготовки	Характер припуску і поверхні заготовки					
	Безперервне різання			Перериване різання		
	Без кірки	Чиста кірка	Заков, брудна кірка	Без кірки	Заков, брудна кірка	Різкий вхід і вихід
	K_{V6}					
Прокат	1,0	0,95				
Поковка		0,90	0,80	0,80	0,70	0,60
Лиття		0,80	0,70	0,70	0,60	0,50

Вид обробки		K_{V7}
Точіння, розточування отворів $D > 4H$, підрізування торця $D_{min}/D_3 > 0,65$		1,0
підрізування торця	$D_{min}/D_3 = 0,35 \dots 0,65$	1,2
	$D_{min}/D_3 < 0,35$	1,25
	При постійній швидкості різання	1,0

K_{V8}		1,2	1,1	1,0	0,90	0,85
Верстати середні	Стійкість T , мин	15	20	30	45	60
Верстати великі, важкі		30	40	60	90	120

Таблиця Ж.12 – Вибір подачі при поздовжньому зовнішньому точінні чавуну








Глибина різання t, мм	Подача при відношенні діаметра заготовки до основного параметру верстата			Поправочні коефіцієнти на подачу, що враховують												
				інструментальний матеріал									тип пластини та схема її кріплення			
	0,1 0	0,2 0	св. 0,4	ВOK-60	ТН-20 МС 3210	ВП 3115	ВК3-М КНТ-16	ВК6+ІП ВК6-М, ТТ8К6	ВК6	ВК8	ВП3325	С,Р	М	Р	Д	Н
				K _{S1}									K _{S2}			
S ₀ , мм/об																
Верстати середні																
0,6	0,33	0,44	1,0								1,0					
1,5	0,55	0,73				1,0					1,0					
3	0,42	0,50	0,59	0,70	0,90	0,95	1,0	1,15			1,4	1,0	1,0			
4	0,44	0,53	0,63		0,80			1,0	1,1		1,2	0,9 0	1,0		1,0 5	
6	0,39	0,46	0,55													
10		0,40	0,48					0,85	1,0	1,1		0,9 0		1,0		
12			0,45													
Верстати великі																
1,5	0,68	0,90	1,0								1,0		1,0	1,0		
3	0,55	0,66	0,78	0,70	0,90	0,95	1,0	1,15			1,4		1,0	1,0		
4	0,58	0,70	0,83		0,80	0,85		1,0	1,1		1,2			1,0		
6	0,50	0,60	0,71					1,0	1,1					0,9 0	1,0	
10	0,46	0,55	0,65					0,85	1,0	1,1						
12		0,48	0,57												1,0	
Верстати важкі																
2	0,66	0,87					1,0					1,0		1,0	1,0	
4	2,3	3,0		0,80	0,85		1,0	1,0 5			1,2			1,0	1,0	
6	2,1	2,9						0,90	1,0	1,1				0,9 0	1,0 5	
10	1,6	2,3														
15	1,3	1,8														
25	1,1	1,5						0,8 5	1,0						1,0 1,0	
40		1,2														

Таблиця Ж.13 – Вибір поправочних коефіцієнтів на подачу, що враховують змінені умови

Твердість НВ	150	170	190	210	240	270	300
K_{S3}	1,15	1,05	1,0	0,90	0,85	0,75	0,70

Група оброблюваних матеріалів	K_{S4}
сірий чавун	1,0
ковкий чавун	0,90

Спосіб кріплення	K_{S5}
Центри-поводок, 3-й патрон, консольно $L_3 \geq 1,5 D_3$	0,80
3-й патрон-центр, 4-й патрон, консольно $L_3 \geq 1,5 D_3$	1,0
4-й патрон-центр	1,2

Форма пластини									
Кути в плані	ϵ	60,55		80	90		100	120	
	ϕ	45	90	90	45	60, 75	60	45	
Верстати середні	K_{S6}	1,3	0,95	1,0	1,4	1,15	1,25	1,5	1,75
Верстати великі		1,0	0,82	0,87	1,2	1,0	1,1	1,3	1,5

Вид обробки	K_{S7}	
Точіння, розточування отворів $D > 4H$, підрізування торця $D_{min}/D_3 > 0,65$	1,0	
Підрізування торця	$D_{min}/D_3 = 0,35 \dots 0,65$	0,90
	$D_{min}/D_3 < 0,35$	0,80

Відношення довжини заготовки до діаметра L_3/D_3	5	10	15
K_{S8}	1,0	0,90	0,80

Характер припуску і поверхні заготовки	Безперервний, без кірки	Безперервний, кірка	Перериваний, груба кірка
K_{S9}	1,0	0,80	0,60








Товщина різальної пластини h , мм	Высота різця H , мм			
	20	25	32	40
	K_{S10}			
3,18	0,85			
4,76	1,0	0,90	0,80	
6,35	1,05	1,0	0,90	0,85
7,93			1,0	1,0

Кількість інструментів в налазці для верстатів з ЧПК	γ -% (рівень надійності)	K_{S11}
1	60–70	0,85
2–4	80	0,80
≥ 5	90	0,75

Таблиця Ж. 15 – Вибір поправочних коефіцієнтів на швидкість різання, що враховують змінені умови

Твердість НВ	150	170	190	210	240	270	300
K_N	0,98	0,99	1,0	0,98	0,97	0,91	0,90
K_{V3}	1,3	1,1	1,0	0,86	0,70	0,59	0,50

Група оброблюваних матеріалів	K_{V4}
сірий чавун	1,0
ковкий чавун	0,92






Форма пластини									
Кути в плані	ϵ	60,55		80	90		100	120	
	ϕ	45	90	90	45	60,75	60	45	
Верстати середні	K_{V5}	1,15	0,95	1,0	1,15	1,10	1,10	1,20	1,40
Верстати великі		1,05	0,90	0,90	1,05	1,0	1,0	1,10	1,30

Спосіб отримання заготовки	Характер припуску і поверхні заготовки					
	Безперервне різання			Безперервне різання		
	Без кірки	Без кірки	Без кірки	Без кірки	Без кірки	Без кірки
	K_{V6}					
Прокат	1,0	0,95				
Поковка		0,90	0,80	0,80	0,70	0,60
Лиття		0,80	0,70	0,70	0,60	0,50

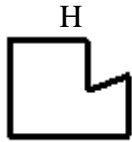

Вид обробки		K_{V7}
Точіння, розточування отворів $D > 4H$, підрізування торця $D_{min}/D_3 > 0,65$		1,0
Підрізування торця	$D_{min}/D_3 = 0,35 \dots 0,65$	1,2
	$D_{min}/D_3 < 0,35$	1,25
	При постійній швидкості різання	1,0

K_{V8}		1,2	1,1	1,0	0,90	0,85
Верстати середні	Стійкість T , мин	15	20	30	45	60
Верстати великі, важкі		30	40	60	90	120

Таблиця Ж. 16 – Стійкість і витрата деталей різців. Верстати середні

Чорнова обробка										Чистова обробка ³		
Форма пластини твердого сплаву в плані ¹	Товщина пластини h, мм	Середня стійкість T, мин	Деталі різця ²	Оброблюваний матеріал								
				Сталь конструкційна			Чавун			Усі матеріали		
				Кількість періодів стійкості K	Сумарна стійкість ΣT, ч	Витрата на 1000 ч R, шт.	Кількість періодів стійкості K	Сумарна стійкість ΣT, ч	Витрата на 1000 ч R, шт.	Кількість періодів стійкості K	Сумарна стійкість ΣT, ч	Витрата на 1000 ч R, шт.
					3,2; 4,8; 6,4	30	P	1,5	0,75	1330	1,7	0,85
П	12	6	160				20	10	100	120	60	17
О	41	21	48				67	34	30			
К	248	124	8				400	200	5	600	300	4
	3,2; 4,8; 6,4	30	P	2,3	1,15	870	2,6	1,3	769	2,9	1,45	689
			П	21	10	100	34	17	59	168	399	10
			О	51	25	40	81	40	25			
			К	253	127	8	403	202	5	594	297	4
	3,2; 4,8; 6,4; 7,9	30	P	3,0	1,5	667	3,4	1,7	588	3,8	1,9	526
			П	26	13	78	41	20	50	304	152	7
			О	51	26	40	81	40	25			
			К	255	128	8	408	204	5	6087	304	4
	4,8; 6,4	30	P	4,6	2,3	435	5,1	2,55	392	5,8	2,9	345
			П	42	21	48	68	34	30	305	152	7
			О	63	32	32	102	51	20			
			К	253	127	8	408	204	5	609	305	4
	3,2; 4,8; 6,4	30	P	5	2,5	400	6	3	333	6,7	3,35	299
			П	31	16	64	49	25	40	302	151	7
			О	63	31	32	98	49	40			
			К	250	125	8	390	195	5	4	603	302

Продовження таблиці Ж. 16 – Верстати важкі

Чорнова обробка										Чистова обробка ³		
Форма пластини твердого сплаву в плані ¹	Товщина пластини h, мм	Середня стійкість T, мин	Деталі різця ²	Оброблюваний матеріал								
				Сталь конструкційна			Чавун			Усі матеріали		
				Кількість періодів стійкості K	Сумарна стійкість ΣT, ч	Витрата на 1000 ч R, шт.	Кількість періодів стійкості K	Сумарна стійкість ΣT, ч	Витрата на 1000 ч R, шт.	Кількість періодів стійкості K	Сумарна стійкість ΣT, ч	Витрата на 1000 ч R, шт.
 H	50	60	P	5	5	200	7	7	143	11	11	91
			O	20	20	50	28	28	36	56	56	18
			K	100	100	10	143	143	7	250	250	4
 D	80, 63		P	5	5	200	7	7	143	11	11	91
			O	20	20	50	28	28	36	56	56	18
			K	100	100	10	125	125	8	250	250	4

Примітки:

1 тип пластини та її кріплення: P, R, S, M, C, D, E;

2 деталі різця: P – різальна пластина, O – опорна пластина, П – прихват, K – корпус;

3 при чистовому обробленні витрата пластин, що допускають поворот, зменшується в два рази

Таблиця Ж.17 – Відношення основного часу до штучного

Верстати середні та великі			
Підгрупа верстатів	Тип виробництва		
	Масове і велико-серійне	Серійне	Одиничне і дрібносерійне
Карусельні	0,70	0,60	0,50
Токарні	0,62	0,50	0,30
Розточувальні	0,60	0,40	0,30
Одношпиндельні горизонтальні багаторізцеві напівавтомати	0,55	0,50	—
Координатно-розточувальні верстати	0,30	0,25	0,20

Галузь	Характер оброблення	Верстати важкі													
		Токарні							Карусельні						
		Основний параметр D _{мах} , мм													
		1250	1600	2000	2500	3200	4000	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12000	
Важке і транспортне машинобудування	Чорнова	0,64	0,69	0,73	0,78	0,75	0,73	0,67	0,73	0,75	0,78	0,75	0,72	0,70	
	Чистова	0,58	0,61	0,66	0,70	0,68	0,64	0,60	0,65	0,70	0,73	0,70	0,67	0,65	
Енергетичне машинобудування	Чорнова	0,59	0,64	0,68	0,73	0,68	0,66	0,60	0,64	0,68	0,70	0,68	0,68	0,64	
	Чистова	0,55	0,59	0,64	0,67	0,64	0,61	0,55	0,60	0,64	0,66	0,64	0,62	0,60	
Чорна металургія	Чорнова	0,67	0,73	0,78	0,83	0,79	0,78	0,70	0,72	0,76	0,80	0,76	0,74	0,72	
	Чистова	0,59	0,64	0,68	0,73	0,68	0,66	0,58	0,62	0,64	0,70	0,65	0,63	0,60	

Наукове видання

**КЛИМЕНКО Галина Петрівна,
МИРОНЕНКО Євгеній Васильович,
ГУЗЕНКО Віталій Семенович та ін.**

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗБІРНИХ РІЗЦІВ

Монографія

За авторським редагуванням

Комп'ютерне верстання

С. П. Шнурік

80/2013. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 4,83.
Обл.-вид. арк. 3,24. Тираж 300 пр. Зам. № 33.

Видавець і виготівник

Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК №1633 від 24.12.2003