

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розробка конструкції збірних фасонних фрез
та дослідження процесу їх експлуатації

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МВмн-61

напряму підготовки (спеціальності) _____

133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	_____	Романів В.Я.
	<small>(підпис)</small>	<small>(прізвище та ініціали)</small>
Керівник	_____	Лещук Р.Я.
	<small>(підпис)</small>	<small>(прізвище та ініціали)</small>
Нормоконтроль	_____	Ярема І.Т.
	<small>(підпис)</small>	<small>(прізвище та ініціали)</small>
Завідувач кафедри	_____	Кобельник В.Р.
	<small>(підпис)</small>	<small>(прізвище та ініціали)</small>
Рецензент	_____	Клендій В.М.
	<small>(підпис)</small>	<small>(прізвище та ініціали)</small>

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу	2
АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Стан питання якості експлуатації збірних різальних інструментів	7
1.2. Огляд та аналіз існуючих збірних фрез	11
1.3 Система раціональної експлуатації інструмента	25
1.4. Існуючі методи практичного визначення основних показників рівня експлуатації різального інструменту	28
2. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	
2.1. Технологічний розрахунок	33
2.2. Розрахунок торцевого й радіального биття фрези	47
2.3. Розрахунок і проектування контрольного пристосування	50
2.4. Розробка вузла кріплення різальної пластини фрези	52
2.5. Рекомендації з експлуатації збірного різального інструменту	53
3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
3.1. Розробка системи властивостей, що складають якість експлуатації різального інструменту	
3.1.1. Розробка структурної схеми властивостей	61
3.1.2. Одиничні показники й методи їх визначення	64
3.2. Визначення одиничних показників і комплексної оцінки якості експлуатації різальних інструментів	71
3.4. Комп'ютерне моделювання та розрахунок збірних фасонних фрез	
3.4.1. Комп'ютерне моделювання навантаження різальної пластини	75
3.4.2. Аналіз процесу результуючого переміщення різальних кромки і визначення величин контактних напружень на опорних поверхнях	77
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	85
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	95
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	97
ДОДАТКИ	101

АНОТАЦІЯ

Романів В.Я. Розробка конструкції збірних фасонних фрез та дослідження процесу їх експлуатації. Кваліфікаційна робота освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2020.

В дипломній роботі розроблено нову конструкцію фасонної збірної фрези для обробки фасонних поверхонь та пазів. Розроблена ієрархічна система властивостей, які становлять якість процесу експлуатації збірних інструментів і дає можливість визначення комплексної оцінки якості експлуатації різального інструменту. За результатами комп'ютерного моделювання і розрахунку досліджено величини еквівалентних напружень міцності різальної пластини фрези.

Ключові слова: ЗБІРНА ФАСОННА ФРЕЗА, ЯКІСТЬ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ

ANNOTATION

Romaniv V. Development of assembled form milling cutters design and their operation process study. Qualification work of the educational degree "master" on a specialty 133- Industrial Machinery Engineering. – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2020.

In the thesis a new design of a shaped prefabricated cutter for processing of shaped surfaces and grooves is developed. A hierarchical system of properties that constitute the quality of the process of operation of prefabricated tools and allows to determine a comprehensive assessment of the quality of operation of the cutting tool. According to the results of computer modeling and calculation, the values of equivalent stresses of the cutter blade are investigated.

Key words: PROFILE MILL, QUALITY, OPERATION

ВСТУП

Актуальність теми. Підвищення ефективності металообробки, впровадження ресурсозберігаючих технологій у машинобудуванні, підвищення якості й конкурентоздатності продукції неможливо без розробки науково обґрунтованих регламентів експлуатації різальних інструментів, що здійснюють істотний вплив на умови праці й техніко-економічні показники машинобудування. У цей час в Україні здійснюється впровадження міжнародних стандартів ISO 9000, які регламентують розробку систем керування якістю продуктів і процесів, розробку стандартів і нормативних матеріалів. У зв'язку із цим особливого значення набувають питання сертифікації виробничих процесів, зокрема процесів експлуатації різального інструменту, визначення науково обґрунтованих режимів різання, норм витрати й інших регламентів експлуатації інструмента.

Вирішення зазначених завдань особливо важливо при використанні складних і дороговартісних різальних інструментів, що обумовлює необхідність скорочення часу їх простоїв й організації раціональної експлуатації інструмента. Особливості роботи різального інструменту, велике розсіювання параметрів обробки, різноманіття факторів, що впливають на процес експлуатації, вимагають комплексного підходу для визначення керуючих параметрів процесу експлуатації інструмента.

Мета й завдання дослідження. підвищення ефективності використання різального інструменту шляхом керування якістю його експлуатації.

Завдання дослідження:

- огляд та аналіз існуючих збірних фасонних фрез для обробки фасонних поверхонь, фасок та пазів;
- побудова ієрархічної схеми властивостей, що складають якість процесу експлуатації інструментів;
- удосконалення конструкції вузла кріплення різальної пластини збірної фасонної фрези;
- розробка рекомендацій з раціональної експлуатації збірних різальних

інструмент і заходів щодо підвищення якості інструмента;

- проектування нового, ефективного технологічного процесу виготовлення фрези.

Об'єкт дослідження. Різальні інструмент і процес їхньої експлуатації.

Предмет дослідження. Якість експлуатації збірних фрез.

Методи дослідження. Робота виконана на основі положень теорії різання, теорії проектування інструментів, теорії імовірності й математичної статистики, з використанням програмних пакетів SolidWorks й COSMOSWorks. Експериментальні дослідження виконані на основі методики випробування різального інструменту методом моментних спостережень.

Наукова новизна отриманих результатів:

Розроблено ієрархічну систему властивостей, що складають якість експлуатації різального інструменту. Запропоновано та досліджено комп'ютерну модель для аналізу процесу переміщення кромки різальних пластин і визначено величини контактних напружень, що виникають на опорних поверхнях фасонних фрез.

Практичне значення отриманих результатів. Запропонована й обґрунтована нова конструкція вузла кріплення різальної пластини збірних фрез для обробки фасонних поверхонь. Розроблено рекомендації з раціональної експлуатації збірних різальних інструмент, зокрема збірних фасонних фрез і заходів щодо підвищення якості інструмента.

Апробація. Результати досліджень доповідались на III Міжнародній студентській науково-технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" 23-24 квітня 2020р. і опубліковані в збірнику тез конференції.

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання якості експлуатації збірних різальних інструментів

Від різального інструменту, як складової частини технологічної системи верстат - пристосування - інструмент - деталь, у значній мірі залежить продуктивність металообробки. Успішне вирішення завдання підвищення якості різального інструменту поряд з пошуком нових технічних рішень вимагає створення комплексної системи оцінювання й оптимізації показників якості як при проектуванні інструмента, так і при його виготовленні й експлуатації.

Особливістю збірного інструмента є те, що його якість визначається не тільки якістю різальної пластини, але в значній мірі способом кріплення і якістю всіх елементів конструкції.

Найважливішими етапами при створенні методики оцінки якості є: обґрунтування сукупності властивостей, що становлять якість інструмента; вибір одиничних показників цих властивостей і методів їхнього оцінювання на стадіях проектування, виготовлення й експлуатації; розробка узагальнених комплексних показників і критеріїв оцінки. Для оптимізації показників якості потрібне обґрунтування критеріїв оптимальності, дослідження обмежень і вибір методів оптимізації.

Нормативна документація по якості промислової продукції регламентує основні групи властивостей, такі як властивості призначення, уніфікації, ергономічні, естетичні, екологічні, патентно-правові, надійність, технологічність, транспортабельність, безпека. Номенклатура властивостей у кожній групі вибирається з урахуванням призначення й умов використання інструмента, аналізу вимог споживачів й основних вимог до показників якості. Мінімально необхідне число властивостей, що містить всю необхідну інформацію про досліджуваний об'єкт, визначається на підставі аналізу впливу їхнього числа на швидкість зміни збільшення кількості інформації, розглянутої як різниця ентропії до й після одержання інформації. Установлено, що вже при

числі властивостей більше 5, швидкість зміни збільшення кількості інформації стає близькою до 0 і при числі властивостей більше 13 не перевищує 0,5%. У результаті аналізу з обліком всіх зазначених вимог сукупності численних властивостей, що становлять якість збірного інструмента, розроблена ієрархічна структурна схема (рис. 1.1), у якій кожна властивість (i+1) рівня розгляду обумовлюється певним числом властивостей більше нижнього i-го рівня.

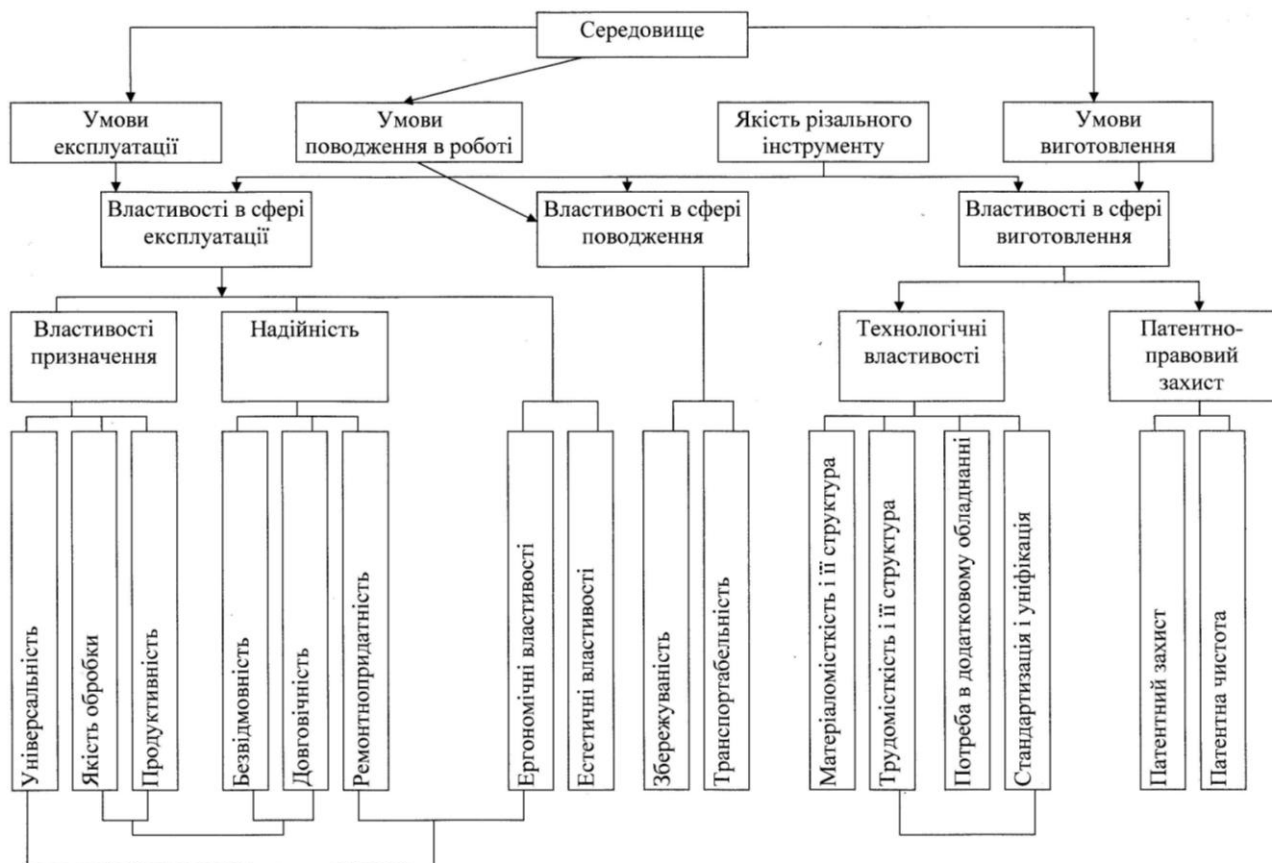


Рис.1.1. Ієрархічна система властивостей, які складають якість різального інструмента

Кількість рівнів в отриманій структурній схемі відповідає трьом стадіям - проектування, виготовлення й експлуатації інструмента. Нижній рівень містить умовно-прості властивості й призначений для оцінки їх при проектуванні інструмента. Досить ефективним методом оцінки в цьому випадку є експертний, заснований на узагальненні колективної думки групи експертів, що

дозволяє здійснювати експрес-оцінку одночасно великої кількості варіантів інструментів без їхнього виготовлення й випробування. Об'єктивність і вірогідність експертного методу оцінки відносних показників властивостей інструмента обґрунтована науково-організованою процедурою проведення й обробки результатів експертизи й підтверджена результатами експериментальних досліджень. Узагальнена оцінка якості на стадії проектування здійснюється за допомогою комплексного середньозваженого арифметичного показника, що дозволяє підсумувати відносні показники окремих властивостей з обліком їх вагових коефіцієнтів. Вага властивостей визначаються експертними й уточнюються розрахунковими методами.

За результатами оцінки вагових коефіцієнтів властивостей встановлено, що найбільшу вагу мають властивості надійності, що визначає необхідність переважного дослідження саме цих властивостей якості інструмента. На стадії проектування доцільне використання розрахунково-аналітичних методів дослідження надійності збірної різального інструменту, у тому числі, багатолезового, як системи конструктивних елементів. Це дозволяє розробити рекомендації з обґрунтування надійності окремих елементів конструкції і їхній кількості. Теоретичні дослідження ймовірності руйнування інструмента по ймовірнісних параметрах його міцності й навантаження дають можливість прогнозувати рівень надійності інструмента й регламентувати раціональні параметри його експлуатації.

На стадіях виготовлення й експлуатації інструмента необхідне використання експериментальних методів визначення показників якості. При виготовленні інструмента властивості другого рівня - міцність, зносостійкість, пристосованість до ремонту оцінюються шляхом випробувань у лабораторних умовах, з наступним теоретичним розрахунком очікуваних в експлуатації показників надійності. При експлуатації інструмента властивості третього рівня - безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність оцінюються шляхом спостережень або організації спеціальних випробувань у реальних виробничих умовах.

Ефективність процесу механічної обробки деталей визначається якістю процесу експлуатації різального інструменту, що залежить від безлічі випадкових факторів, що супроводжують цей процес.

Якість процесу експлуатації - це здатність сукупності властивостей процесу виконувати висулені до нього вимоги виробництва.

Оцінка рівня якості процесу - це відносна характеристика його якості, заснована на порівнянні оцінюваних значень показників якості процесу з базовими. Оцінка рівня якості процесу експлуатації інструмента виробляється за допомогою методів прикладної кваліметрії, завданнями якого є розробка конкретних методик оцінки якості об'єктів різного виду й призначення [1, 2, 3].

У цей час основні принципи кваліметрії узаконені стандартами ISO 9000, відповідно до яких дані визначення показників якості [4].

Оцінка рівня якості експлуатації інструмента може вироблятися для окремих видів інструмента. Для робочого місця, дільниці, цеху, для підприємства в цілому.

Як показує досвід закордонних фірм і передових вітчизняних підприємств, без створення цільної системи раціональної експлуатації інструмента не може бути забезпечений високий ступінь конкурентоздатності будь-якого різального інструмента [14,15,16].

Необхідність застосування системного підходу при розгляді процесу експлуатації інструмента обумовлена тими обставинами, що експлуатація інструмента є складним процесом, який характеризується не тільки системою численних технологічних факторів, але їхнім постійним взаємозв'язком і взаємовпливами, що визначають властивості інструмента в процесі експлуатації, процес експлуатації інструмента і його вплив на механообробку в цілому.

Окремими проблемами експлуатації різальних інструмент займалися дослідники, які зробили великий внесок у розвиток теорії різання матеріалів, проектування різальних інструмент, формоутворення технологічних систем. До них можна віднести: Верещака А.С., Внукова Ю.Н., Гавриша А.П., Грабченка А.І., Грановського Г.І., Дрожжина В.І., Зінов'єва Н.І., Карпуся В.Е Кузнєцова Ю.М., Лоладзе Т.Н., Макарова А.Д., Новикова Н.В., Новосьолова Ю.К., Остаф'єва В.А.,

Подураева В.Н., Равску Н.С., Розенберга О.А., Старкова В.К., Струтинского В.Б.

Роботи зі створення системи процесу різання проводили Залога В.А., Остаф'єв В.А., Подураєв В.Н., Равска Н.С., Старков В.К. [17, 18, 19, 21]. Дослідниками встановлені деякі взаємозв'язки між вхідними параметрами процесу різання, параметрами технологічної системи й вихідних параметрів, що представляють собою цільові функції для оптимізації процесу механічної обробки, сконструйовані системи різних конфігурацій, у тому числі й враховуючій фізичній сутності процесів.

1.2. Огляд та аналіз існуючих збірних фрез

Фреза є одним з найпоширеніших різальних інструментів. У промисловості із загального парку устаткування фрезерні верстати становлять близько 18%, а в авіаційній промисловості до 50–60% всього заводського парку.

Фрези перед іншими типами інструментів мають переваги, тому що дозволяють робити обробку фасонних поверхонь без складної установки й без високої кваліфікації верстатника; сама операція фрезерування більш продуктивна й економічна, ніж гостріння й стругання.

Фрезами, оснащеними мінералокерамікою й надтвердими матеріалами, можна обробляти сталі, загартовані до твердості 60HRC, окрім, у ряді випадків, операції шліфування.

Різноманіття конструктивних різновидів фрез, що випускаються промисловістю, можна розділити на наступні типи:

- 1) за конструкцією інструмента:
 - фрези суцільні;
 - фрези збірні (із вставними ножами);
 - фрези складальні або комплекти, що складаються з набору декількох універсальних і спеціальних фрез, призначених для одночасної обробки декількох поверхонь;

2) за конструкцією зубів:

- фрези з гострозаточеними (гострими) зубами;
- фрези із затилованими зубами;

3) за розташуванням зубів щодо осі фрези:

- фрези циліндричні; кутові; торцеві;
- фасонні фрези, у яких зуби розташовані по поверхні із криволінійною

твірною;

- фрези з комбінованим розташуванням зубів;

4) за формою зубів:

- фрези із прямими зубами, фрези із гвинтовими зубами,
- фрези з кутовими зубами;

5) за профілем зубів (за призначенням):

- різьбові, зубонарізні дискові й пальцеві;
- зубонарізні черв'ячні, дискові фасонні (для канавок інструментів);

6) за способом кріплення на верстаті:

- фрези кінцеві (з конічним або циліндричним хвостовиком);
- фрези насадні.

Пластина є основним елементом, що визначає різальну здатність інструмента. У збірному інструменті використовується кілька видів твердосплавних пластинок:

1. Плоскі без отвору.
2. Плоскі із центральним отвором.
3. Стабільні (пірамідальні) вставки.

По класу точності поділяються:

1. Нормальної точності – шліфуються по опорних поверхнях (знизу й зверху).

2. Точні – шліфуються по всіх гранях з точністю до 0,025мм.

3. Особливо точні – шліфуються по всіх гранях з точністю до 0,0125мм.

Найпоширеніші плоскі пластинки із центральним отвором, що дозволяють добитися простоти й компактності елементів кріплення.

Інструментальна промисловість випускає досить велику кількість торцевих фрез із механічним кріпленням багатограних пластин. Розроблені конструкції торцевих фрез можуть бути класифіковані в такий спосіб:

- за методом кріплення різальних елементів:

- з тангенціальним кріпленням;
- з радіальним кріпленням;

- за видом системи регулювання різальних елементів:

- за кондуктором;
- гвинтами;
- за допомогою ексцентрика;

- за напрямком регулювання:

- у радіальному напрямку;
- в осьовому напрямку.

Умови експлуатації інструмента багато в чому визначається його конструкцією.

Аналіз літературних джерел показує, що у зв'язку з розвитком машинобудування змінюються вимоги до різального інструменту. На цій основі змінюються й розробляються конструкції різального інструменту. Основними вимогами, пропонованими до різального інструменту, є наступні:

- різальні інструмент повинні мати форму леза, що гарантує якісне виконання конкретних або різноманітних технологічних операцій;

- розміри робочої частини інструмента повинні забезпечувати його достатню міцність, можливість швидкої його установки на верстаті й нормальну роботу при заданих зусиллях різання;

- різальний інструмент повинен забезпечувати найбільш високу продуктивність верстата, тобто мати необхідну стійкість при оптимальному режимі різання, швидко й точно встановлюватися на верстаті, мати надійність і зручність обслуговування;

- форма різальної частини інструмента повинна бути більш простий і забезпечувати швидке і якісне відновлення леза, що затупилося;

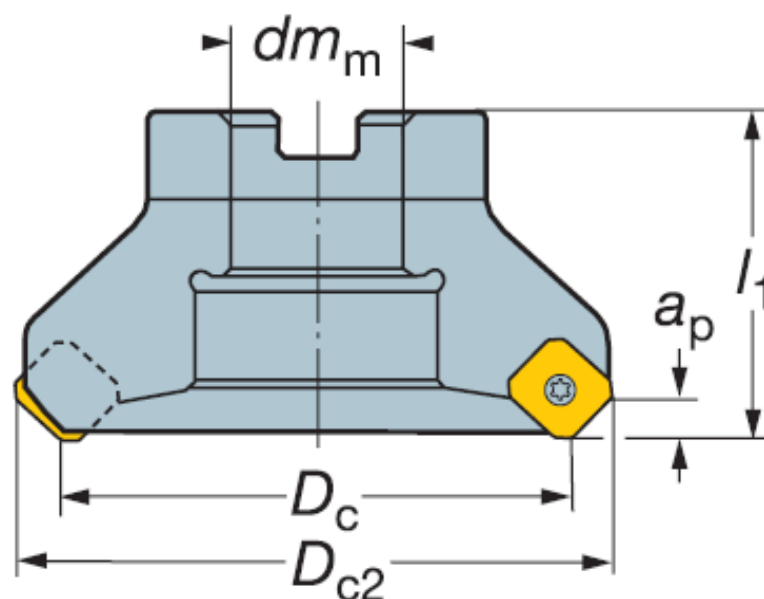
- різальна здатність інструмента повинна бути високою й стабільною для всієї маси використовуваного інструмента; - питома витрата різального інструменту на одиницю продукції повинна бути найменшою.

Розглянемо різні види кріплення пластин і типи конструкцій фрез, застосовуваних для обробки фасонних поверхонь.

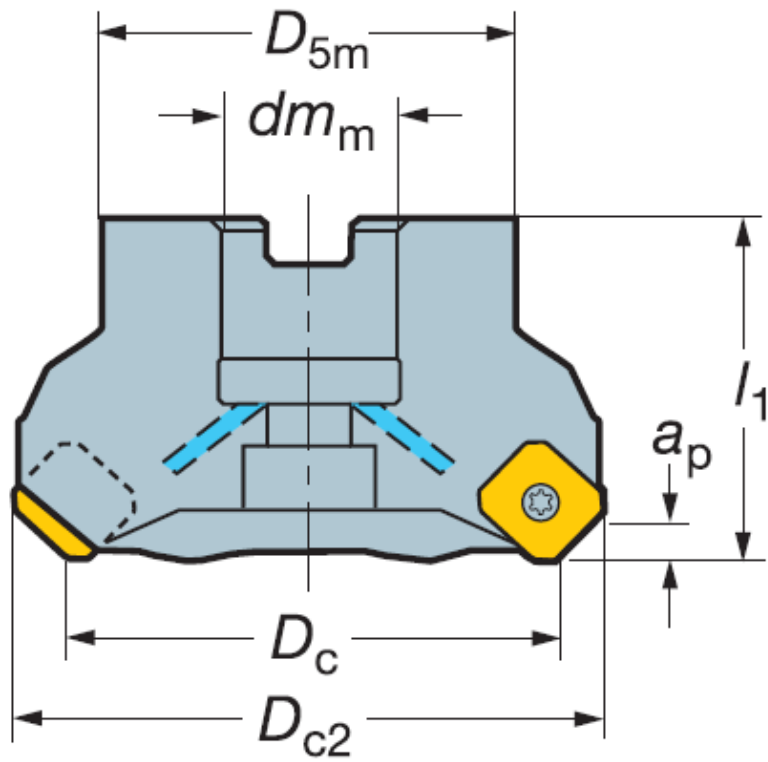
Конструкція фрези дуже впливає на працездатність фрези й ефективність її застосування. Основний напрямок у розробку нових конструкцій твердосплавних фрез є застосування збірних конструкцій з неперезаточуваними пластинками із твердого сплаву. Механічне кріплення пластинок дає можливість повороту їх з метою відновлення різальної кромки й дозволяє використовувати фрези без заточування. Після повного зношування пластинки вона може бути швидко замінена новою. Різко скорочується час на відновлення фрез, тому що в цих конструкціях воно зводиться до заміни пластинок, що зносилися, або повороту на наступну грань, не прибігаючи до шліфувальних і заточувальних операцій.

Для обробки фасонних фасок застосовуються фрези наступних конструкцій: насадні й кінцеві фрези збірної конструкції й фрези зі змінними твердосплавними головками.

Розглянемо номенклатуру насадних збірних фрез, що випускаються провідними інструментальними фірмами (рис.1.2-1.3).

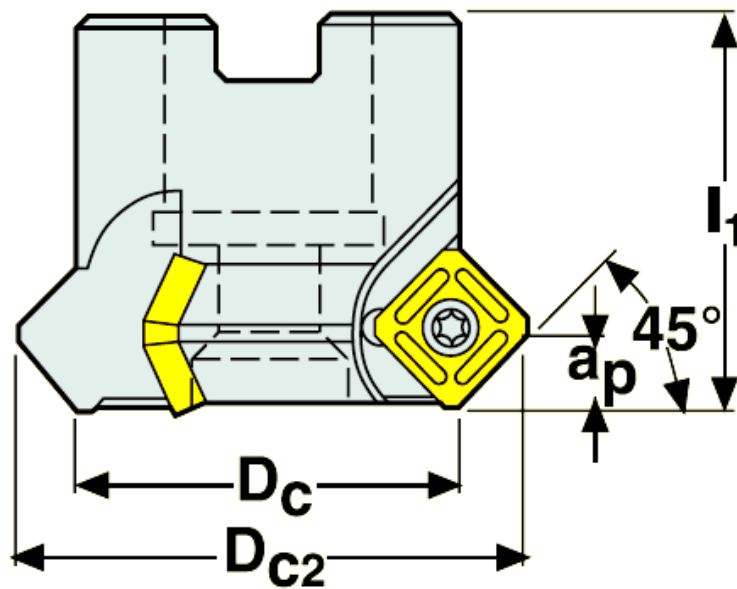


a)

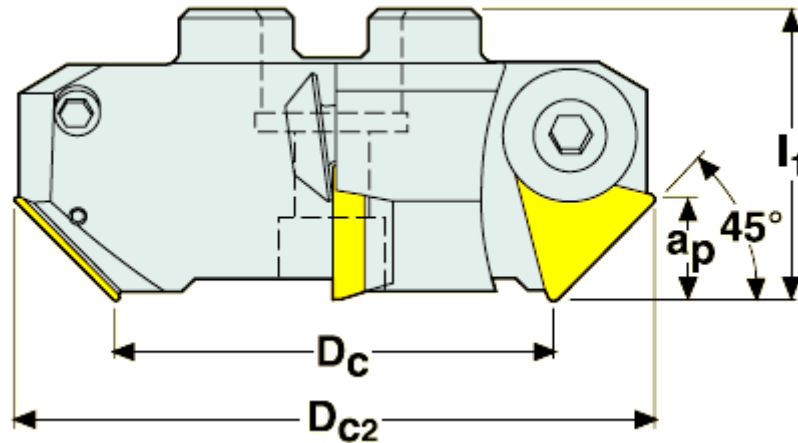


б)

Рис. 1.2. Насадні фрези збірної конструкції, що випускаються фірмою Sandvik Coromant: а) – Coromill 245; б) – Coromill 345



а)



б)

Рис. 1.3. Насадні фрези збірної конструкції, що випускаються фірмою SECO:
а) – R220.49; б) – R220.47

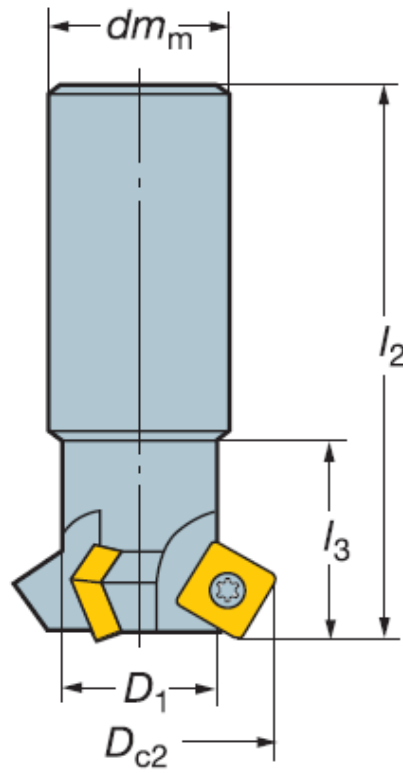
Основною областю застосування таких фрез можна назвати високопродуктивне фрезерування з невеликою й середньою глибиною різання.

Фреза рекомендується для дрібносерійного й одиничного виробництв, коли доводиться обробляти велике різноманіття деталей. Вона досить універсальна – підійде як для чорнових операцій, так і для фінішного фрезерування.

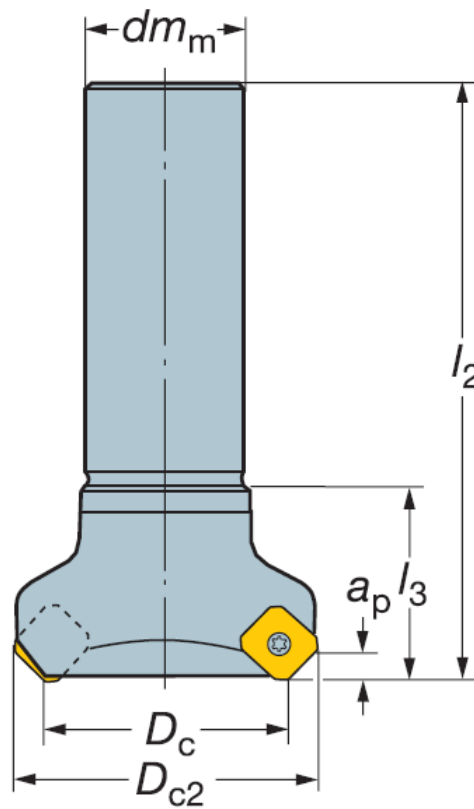
Використання фрез можливо на верстатах різного типу – від невеликих верстатів невисокої потужності до великих обробних центрів і багатоцільових верстатів. Фрези випускаються в широкому діапазоні діаметрів від 40 до 250 мм.

Розглянемо номенклатуру кінцевих фасонних збірних фрез, що випускаються провідними інструментальними фірмами (рис.1.4-1.6).

Кінцеві фрези застосовуються для обробки в глибоких пазах корпусних деталях, контурних вилучень, уступів. Кінцеві фрези в шпинделі верстата кріпляться конічним або циліндричним хвостовиком. Фрези випускаються в широкому діапазоні діаметрів від 20 до 40 мм.



a)



б)

Рис. 1.4. Насадні фрези збірної конструкції, що випускаються фірмою Sandvik Coromant: а) – U-MAX; б) – Coromill 245

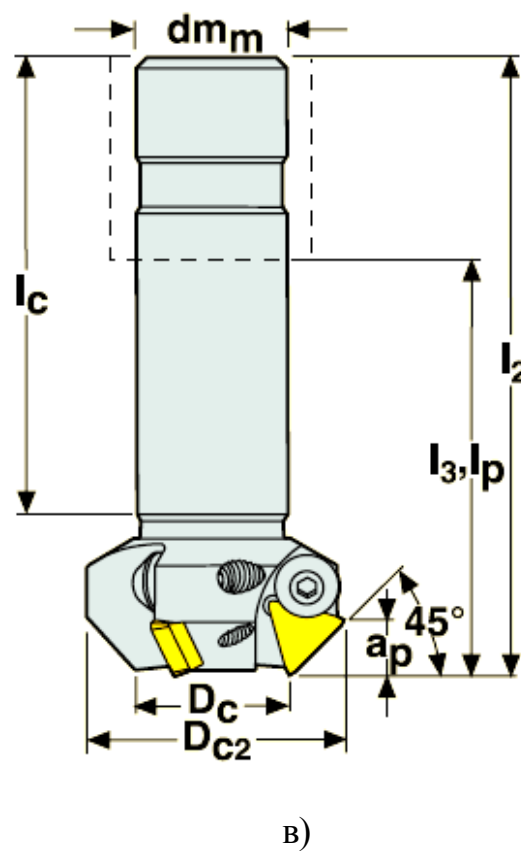
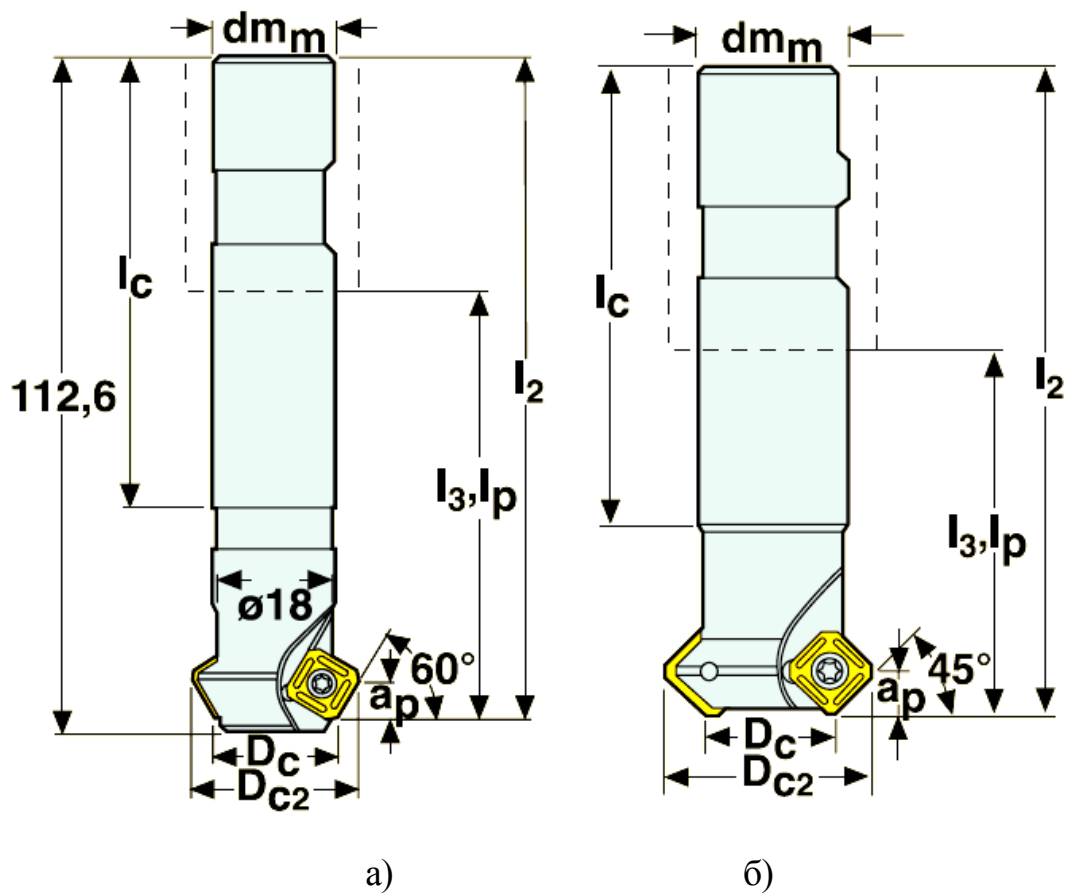


Рис 1.5. Насадні фрези збірної конструкції, що випускаються фірмою SECO:
 а) – R215.39; б) – R215.49; в) R – 215.47

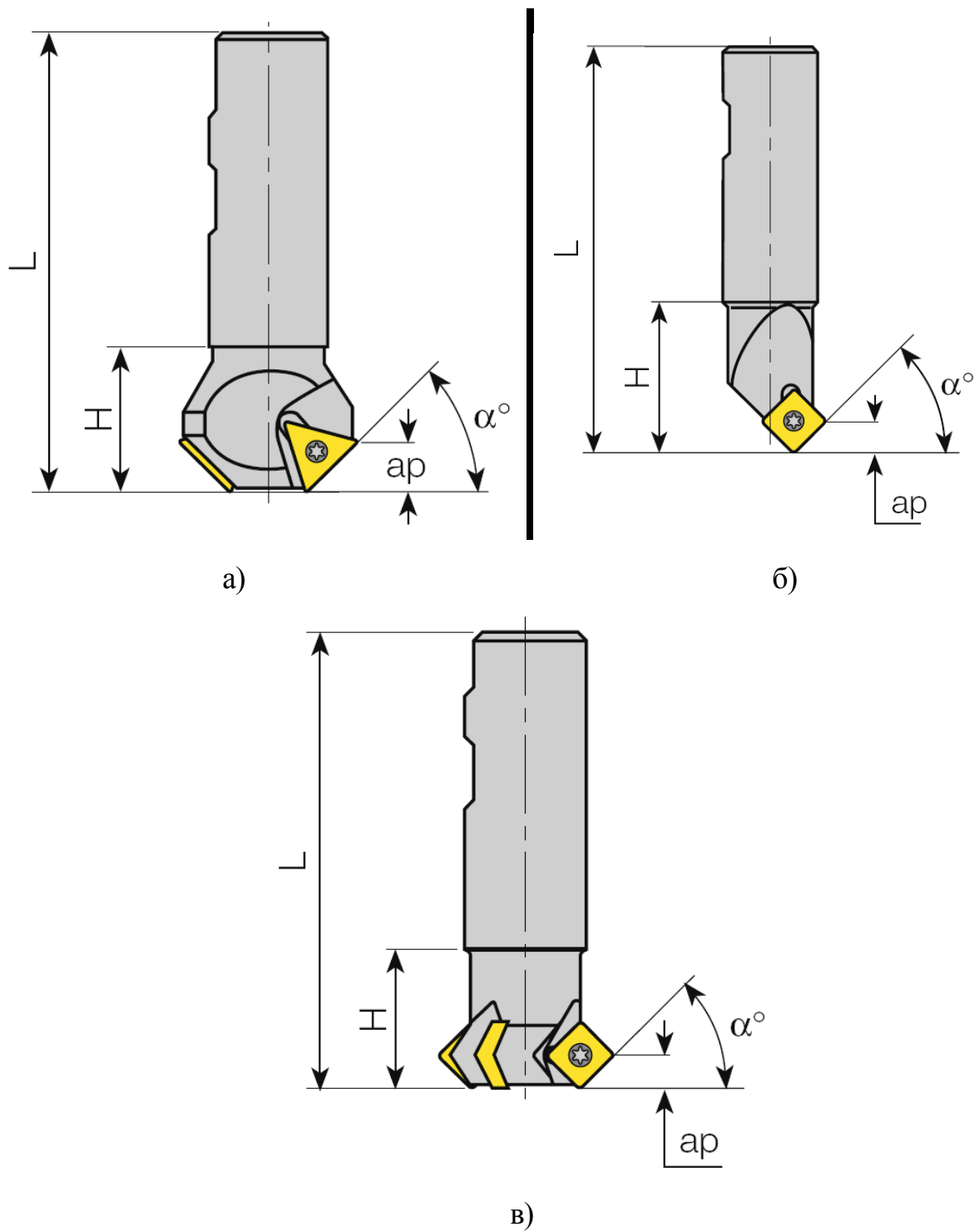


Рис. 1.6. Насадні фрези збірної конструкції, що випускаються фірмою Iscar: а) – E30 D16-W25; б) – E45 D25-W20; в) – E45 D30-W32

Найпоширеніший тип кріплення пластини до корпусу для таких фрез – тип S (рис. 1.7).

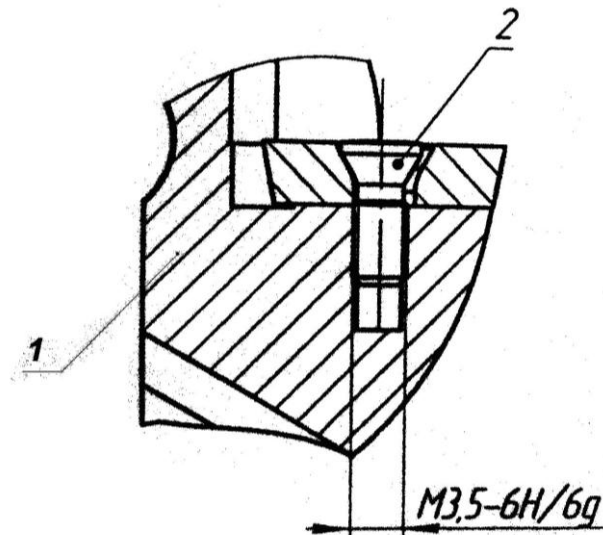


Рис. 1.7. Схема кріплення пластини до корпусу фрези

Пластини закріплюються в корпусі за допомогою гвинта 2 з конічною головкою, що контактує з конічною фаскою в отворі пластини. При затягуванні гвинта 2 різьбова його ділянка й циліндрична хвостовик взаємодіють із відповідними поверхнями отвору корпусу 1. У результаті зсуву осей конічної головки гвинта 2, взаємодіючи з конічною ділянкою отвору різальної пластини, гвинт підтискає пластину до базових поверхонь за рахунок вигину гвинта 2. При цьому відбувається хитання різьбової частини гвинта у відповідній частині отвору державки за рахунок радіального зазору цього з'єднання.

Розглянемо торцьово-кінцеву фрезу [28] (рис. 1.8) також застосовувану для обробки фасок.

Фреза відрізняється мінімальною кількістю затискних елементів. Закріплення різальних пластин 2 проводиться пружним конічним штифтом 4. Завдяки деякому зміщенню осі отвору під штифт убік опорної бічної бази корпусу 1 стосовно осі отвору в пластині при забитті штифта його головка звивається, створюючи пружну силу затискача пластини. У якості бічних баз використовується поверхня конічної втулки 3 і бічна поверхня гнізда в корпусі.

Фрез виготовляються діаметром 40.50 й 63 мм з числом зубів 4 й 5 й оснащуються п'ятигранними пластинами, що не переточуються, із твердого сплаву марок ВК8, Т5К10, Т15К6 або безвольфрамових твердих сплавів марок

ТН-20, КНТ-16. Досвід експлуатації фрез показав, що завдяки високій точності виготовлення й твердості вони можуть працювати на підвищених режимах різання.

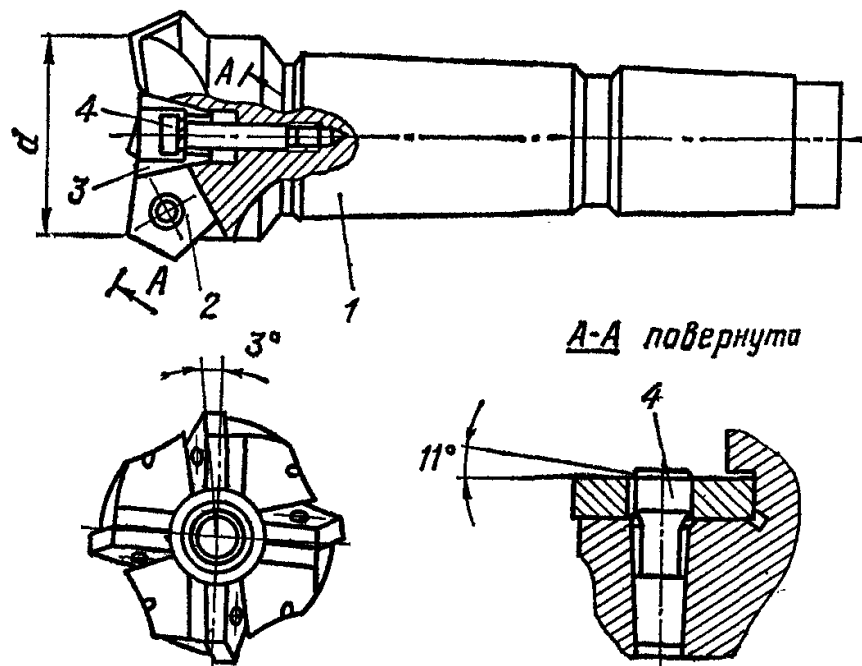


Рис. 1.8. Торцево-кінцева фреза

Розглянемо конструкцію фрези зі змінними твердосплавними головками, застосовувану для обробки фасок (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Фреза Coromant 316

Фреза Согомант 316 зі змінними різальними головками надає можливість для добору оптимального фрезерного інструмента в діапазоні діаметрів 10-20мм. Він являє собою економічний вибір, що поєднує в собі переваги фрез із механічним кріпленням пластин і цільних твердосплавних кінцевих фрез.

Кріплення:

- Міцне з'єднання по конусу;
- Висока точність;
- Різьбовий профіль, що забезпечує максимум міцності й надійності.

Обробні й фрезерні центри є частиною безперервного процесу еволюційного розвитку техніки, і крок за кроком вони стають здатними виконувати обробку більш високого рівня. Основними орієнтиром при komponуванні будь-якого верстатного парку є прагнення швидше й безперебійно випускати продукцію високої якості при мінімальних витратах.

Основним позитивним фактором використання змінних твердосплавних пластин є їхня надійна й високопродуктивна робота, що гарантує відмінну якість і високу повторюваність результатів обробки. Це, безсумнівно, прямо впливає на високі показники економічної ефективності застосування такого інструмента. Але яким би твердим і стабільним не був верстат, усім відомі пагубні наслідки, які можуть викликати радіальні або осьові мікропереміщення різальної пластини. Очевидно, що постійні вдосконалення систем позиціонування й кріплення змінної пластини в гнізді державки мають на меті нарощування твердості й стабільності закріплення. Збільшення швидкості різання, підвищення продуктивності обробки й стійкості інструмента прямо залежать від ступеня надійності системи закріплення різальної пластини, а також здатності зберігати в процесі обробки її положення під дією різнонаправлених зусиль різання.

Типовим методом закріплення пластини є її фіксація по трьом опорним крапкам гнізда державки. Такий спосіб виправдовує себе в більшості випадків і забезпечує достатній опір зусиллям різання. Однак зі збільшенням напруженості режимів обробки, на певних типах операцій, таких як профільна

обробка, різьбонарізування, високошвидкісне й чистове фрезерування, зазначений спосіб виявляється недостатньо ефективним. Інструмент для цих операцій характеризується високою сприйнятливістю пластин до коливань сил різання, вимагає підвищеної твердості й надійності кріплення пластин.

Успішність виконання операції і її економічна ефективність багато в чому залежать від того, наскільки високої й передбачуваної буде стійкість різального інструменту. Більшість існуючих сучасних методів кріплення пластин допускають мікропереміщення пластини в гнізді, що часто приводить до викрашування різальної кромки й утвору тріщин.

При будь-якій обробці одночасно переслідуються дві мети. По-перше, прагнуть мінімізувати допуск виготовлення деталі, що пов'язане з високими вимогами, пропонованими до якості оброблюваної поверхні й стабільності результатів.

І, по-друге, намагаються виготовити деталь за можливо короткий час. Обробка на сучасних багатоцільових верстатах накладає певні вимоги в частині забезпечення стабільності положення різальної кромки, для якої надійна фіксація пластини є найважливішою умовою підвищення продуктивності. Прагнення відповідати перерахованим вище вимогам також неминуче пов'язане з усуненням проблеми мікропереміщень пластини.

Зсув пластини особливо негативно позначається при фрезерній обробці. Відсутність дисбалансу сил, обмеження величини радіального й осьового биття, а також надійність закріплення різальних пластин є визначальними факторами стабільності високошвидкісного фрезерування.

При неправильній індексації й настроюванню положення пластини виникає похибка її установки. Якщо пластина має можливість зсуву в гнізді всього лише на трохи мікрон, то положення вершини різальної кромки змінюється, що приводить до одержання деталі з розмірами поза допуском. Пластина швидко зношується, погіршується й стружкоутворення. Без наявності гарних контактних поверхонь між опорними поверхнями пластини й державки дуже важко добитися високої повторюваності позиціонування різальної кромки

і, як наслідок, сталості гарних результатів обробки. Існує також ризик деформації посадкового місця в державці.

Істотним недоліком стандартних методів закріплення пластин є неможливість уникнути мікропереміщень пластини в посадковому гнізді. При цьому від надмірних навантажень страждають усі елементи системи кріплення. Зокрема, деформуються поверхні державки в місцях контакту із пластиною. До факторів, що негативно впливають на звичайну систему кріплення, можна також віднести зміну напрямку подачі й перевищення значень глибин різання.

Значний розвиток інформаційних технологій розкриває нові можливості для створення інформаційних банків даних на базі сучасної обчислювальної техніки. Усі ці фактори привели до необхідності вдосконалення банку даних про роботу інструмента на важких верстатах, збору додаткових статистичних даних про характер експлуатації інструмента, створення нових математичних моделей, що відбивають сучасний рівень процесу експлуатації інструмента.

Досвід створення банків даних накопичений у різних областях людської діяльності [12], у тому числі при аналізі експлуатації інструмента деякими закордонними фірмами й інститутами.

В Англії була розроблена система задоволення потреб фірм в уточнених режимах обробки [40]. Її основу склав банк, створений шляхом аналізу вихідних даних для вибору інструмента й режимів різання, а також інструмента й режимів, застосовуваних на підприємствах різних фірм. Банк містить 10000 поліпшених рекомендацій.

У Франції асоціація «АДЕРА» розробила банк технологічних даних механічної обробки [41]. Його основу становить базовий банк, який повинен містити не менш 5000 режимів. Зацікавленим підприємствам виділяються міні-банки. При виборі режимів різання враховується 71 технічний параметр. Банки даних, використовувани для визначення параметрів різання, створені також у ФРН, Японії, США].

Однак інформація банків поширювалася на область експлуатації різального інструменту тільки на дрібних і середніх верстатах, не завжди мала повний набір факторів, що впливають на процес експлуатації інструмента.

Особливості розвитку вітчизняної металообробки в останні роки трохи змінили характер виробництва у машинобудуванні, що вплинуло на умови експлуатації інструмента на верстатах. Система замовлень продукції змінила номенклатуру деталей. Труднощі інструментального забезпечення, що виникли на Україні в 90-і роки ХХ сторіччя, привели до значного зниження рівня експлуатації інструмента зокрема правильності вибору марок інструментальних матеріалів, конструкції інструмента й т.п. Поява нових високих технологій [2, 42, 43, 44-47] привело до вдосконалювання різальних інструментів. Тому інформаційний банк експлуатації різальних інструмент на важких верстатах потребує поповнення новими статистичними даними й у залученні сучасних математичних апаратів і апаратних засобів для обробки цих даних.

Особливе значення при визначенні регламентів експлуатації мають дослідження періоду стійкості інструмента і його зв'язки з елементами режимів різання для різних умов експлуатації інструмента.

1.3 Система раціональної експлуатації інструмента

Процес експлуатації різального інструменту залежить від великої кількості факторів, що діють у виробничих умовах і мають стохастичний характер. Особливо велике розсіювання цих факторів при експлуатації інструмента на верстатах, простій яких обходиться дуже дорого. Оскільки значна частина простоїв обладнання пов'язана з різальним інструментом, то для підвищення ефективності металообробки на верстатах поряд з підвищенням якості різального інструменту особливого значення набуває завдання підвищення якості процесу його експлуатації, рішення якого дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити наведені витрати, скоротити простої устаткування за рахунок підвищення надійності інструмента й процесу його обслуговування, скоротити витрату дефіцитних інструментальних матеріалів.

Все це створює цілий ряд проблем при рішенні практичних завдань, зв'язаних:

- з перевіркою стану використання різального інструменту;
- з зіставленням різних виробництв;
- з аналізом динаміки якості експлуатації різального інструменту;
- з плануванням рівня оснащення й використання різального інструменту;
- з вибором раціонального варіанта оснащення інструментом конкретного виробництва;
- з обґрунтуванням структури нормативів режимів різання й норм витрати інструмента;
- з поліпшенням експлуатації інструмента на робочих місцях;
- з удосконалюванням роботи інструментальних господарств, служб технагляду;
- з удосконалюванням переточування й відновлення різального інструменту.

Їхнє рішення визначає ефективність використання різального інструменту і не може бути здійснене без оцінки рівня якості його експлуатації. Однак методологія кваліметричного підходу до оцінки й керування якістю процесів регламентується міжнародним стандартом ISO 9000. Версія стандарту припускає новий крок, що полягає в тім, що будь-яка діяльність є сукупністю або ланцюгом взаємозалежних процесів й ефективна система керування якістю повинна описувати їх й керувати ними. У будь-якому процесі можуть бути виділені входи, виходи й керуючі дії. Сукупність процесів формує їхній взаємозалежний ланцюг, де виходи одного, процесу можуть служити входами або керуючими діями наступних процесів. Визначення послідовності й взаємовпливу сукупності процесів з метою ефективного керування всім комплексом здійснюється за допомогою системного підходу. Стандартом ISO 9000: 2000 узаконений принцип факторної основи прийняття рішень, що припускає застосування статистичних методів у системах керування якістю.

В основу розробки системи експлуатації різального інструменту покладені наступні принципи ISO 9000:2000:

- орієнтування на вимоги до процесу експлуатації інструмента, висунуті споживачами;

- визначення цілей, напрямків, завдань експлуатації інструмента на основі аналізу умов й особливостей цього процесу на важких верстатах;

- розгляд питань експлуатації інструмента, зв'язаних не тільки безпосередньо з обробкою деталей на важких верстатах, але й з іншими інформаційними, техніко-економічними, організаційними й іншими процесами, необхідними для забезпечення раціонального використання різальних інструментів;

- визначення всіх необхідних параметрів, що забезпечують раціональну експлуатацію інструмента, установа механізмів взаємодії між ними;

- керування експлуатацією інструмента як єдиною системою з використанням комплексного підходу до оцінки рівня якості процесу й визначенню шляхів його вдосконалення;

- застосування кваліметричного підходу до кількісної оцінки якості експлуатації, що полягає в побудові ієрархічної структури властивостей процесу експлуатації, визначенні їхніх оцінок і вагових коефіцієнтів на різних рівнях розгляду, що дозволяють одержати комплексну оцінку якості експлуатації;

- установа залежностей для формування цільових функцій і прийняття рішень при визначенні раціональних регламентів експлуатації інструментів з обліком стохастичного характеру роботи інструмента;

- визначення параметрів, керуючих якістю експлуатації.

При побудові структури системи експлуатації інструмента (рис.1.10) експлуатація інструмента розглядається як сукупність процесів: організаційного, керування ресурсами, обслуговування технологічної системи, підготовчо-інформаційного, процесу обробки деталей і процесу забезпечення зворотного зв'язку (оцінки, аналізу, удосконалення).

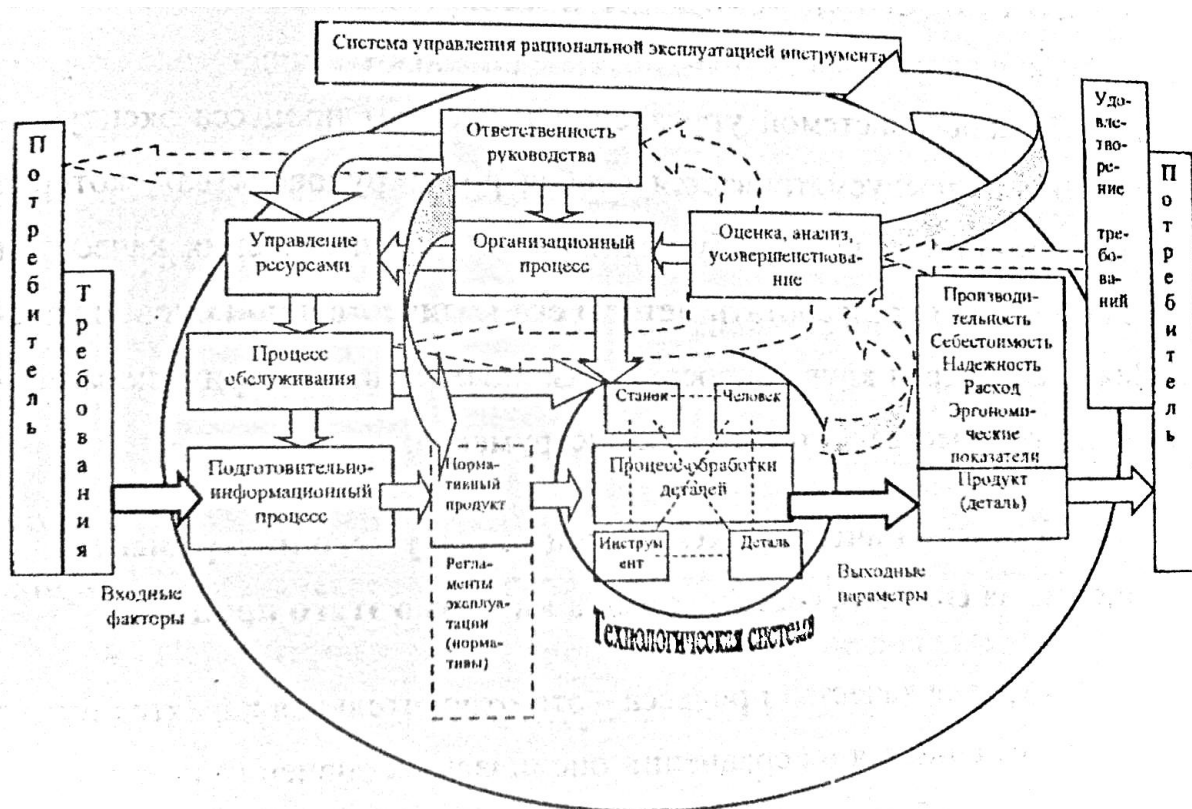


Рис. 1.10. Модель системы керування процесом експлуатації інструмента відповідно до ISO 9000:2000

Розроблена система орієнтована на споживача, що спочатку формує вимоги по експлуатації інструмента, а потім контролює точність їхнього виконання. Споживачами можуть виступати різні служби, що забезпечують використання різального інструменту на рівні всього підприємства, цеху, ділянки й т.д. На кожному вході й виході окремих процесів системи експлуатації інструмента може бути свій споживач, але в остаточному підсумку безпосереднє використання інструмента завершується на стадії обробки деталей.

1.4. Існуючі методи практичного визначення основних показників рівня експлуатації різального інструменту

Рівень експлуатації інструмента залежить від різних показників, що характеризують різні сторони процесу використання різального інструменту.

На практиці при оцінці рівня експлуатації використовуються показники, що характеризують його. До таких робіт у першу чергу ставиться проведення перевірок стану використання різального інструменту на підприємствах машинобудування й металообробки. У контрольних перевірках збирається великий обсяг вихідних даних і при оцінці рівня використання різального інструменту застосовується цілий ряд показників. Їх умовно можна розділити на 5 груп:

- абсолютні показники, які характеризуються чисельним значенням вимірюваного показника;
- питомі відносні показники, які характеризуються відношенням чисельного значення вимірюваного показника до затрат;
- відносний показник, що характеризує частку відхилень у вибірці від заданих умов роботи;
- відносні показники, що характеризують відношення чисельного значення вимірюваного показника до чисельного значення нормативного показника;
- узагальнений показник, який характеризується коефіцієнтом використання ресурсу роботи інструмента.

У таблиці 1.1 наведені показники, які використовуються в контрольних перевірках.

По першим трьох групах показників судити про рівень використання різального інструменту важко, тому що вони не є кількісною оцінкою рівня.

У четвертій групі показники визначаються шляхом зіставлення фактичних даних виробництва з нормативними даними. Ці показники дозволяють робити висновок про ступінь відхилення показників експлуатації від нормативних, бажаних або, можливо, досяжних показників, що є еталоном для порівняння.

При оцінці рівня використання - найбільш правильним користуватися цією групою показників. Якщо для кожного показника з перших трьох груп визначити базу порівняння, то за цими показниками також можна робити

висновок про окремі показники експлуатації різального інструменту. Однак, у цілому про рівень експлуатації різального інструменту за окремими показниками робити висновок важко.

Таблиця 1.1. Номенклатура показників контрольних перевірок рівня експлуатації різального інструменту

Група показників	Назва показників	Метод визначення
Абсолютні показники	<ol style="list-style-type: none"> 1. Трудоемність механічної обробки 2. Кількість верстатного обладнання 3. Кількість працівників-верстатників 4. Отримання та розхід оснастки інструменту 5. Затверджена норма розходів 6. Ліміт на інструмент 7. Режими різання 	<p>Збір вихідних та статистичних даних</p> <p>Показники мають числові значення</p>
Питомі відносні показники	<ol style="list-style-type: none"> 1. Питомий розхід інструменту 2. Питомий розхід інструментального матеріалу 	<p>Розрахунок: Фактичний розхід / затрати на продукцію</p> <p>Розрахунок: Фактичний розхід / затрати на виготовлення інструменту</p>
Відносні показники (для відхилень)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рівень якості виготовлення інструменту 2. Рівень дотримання режимів різання 	<p>Статистика і розрахунок:</p> $K_{y.k} = 1 - \frac{n}{n_{\text{обц}}},$ <p>n – кількість інструменту з відхиленням; $n_{\text{обц}}$ – кількість перевіреного інструменту</p> <p>Статистика і розрахунок:</p> $y_{p.p.} = 1 - \frac{Np_1}{Np_2},$ <p>Np_1 – кількість операцій з порушенням; Np_2 – кількість перевірених операцій.</p>

	3. Рівень якості перезаточування	Статистика і розрахунок: $Y_{пер.} = 1 - \frac{n_u}{n_n},$ n_u – кількість інструментів заточених з порушенням; n_n – кількість перевіреного інструменту
Відносні показники (порівняння з нормативами)	1. Рівень дотримання норми зношування 2. Рівень використання інструментального матеріалу при власному виготовленні інструменту	Розрахунок: Фактичне зношення / нормативне зношення Розрахунок: $K_{исп.р} = \frac{q_{ин}}{q_{заг}},$ $q_{ин}$ – маса інструменту; $q_{заг}$ – маса заготовки співставлення.
Узагальнений показник	1. Ступінь використання ресурсу роботи інструменту	Розрахунок: $K_{исп} = \frac{100n_1 + n_2 + 25(n_3 + n_6) + 50(n_4 + n_7) + 75(n_5 + n_8)}{100 \sum n},$ n_1 – кількість інструменту повністю використаного; n_2 – кількість інструменту без зношування; n_3 – кількість інструменту, який випрацював ресурс на 25%; n_4 – кількість інструменту, який випрацював ресурс на 50%; n_5 – кількість інструменту, який випрацював ресурс на 75%; n_6, n_7, n_8 – кількість інструменту з поломками та відповідним ступенем зношування.

Найбільш повним показником, що дозволяє зробити висновок про експлуатацію інструмента в цілому, є коефіцієнт використання інструмента, що відображає ступінь використання ресурсу інструмента. Оскільки в основу його визначення покладена фактична витрата інструмента, що є вихідним (підсумковим) усього процесу експлуатації, цей показник можна вважати

узагальненим показником, що побічно враховує різні сторони процесу експлуатації.

Таким чином, проведений аналіз існуючих показників рівня використання різального інструменту показав:

- необхідність системного підходу для розробки номенклатури показників, що дозволяє розглянути комплексно процес експлуатації інструмента з урахуванням всієї сукупності факторів, що впливають на нього;
- із розглянутих показників найбільш повним є коефіцієнт використання інструмента, що характеризує ступінь використання ресурсу його роботи;
- в існуючих показниках у більшості випадків відсутні бази порівняння, що утрудняє зіставлення оцінок показників різних умов експлуатації інструмента.

2. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Технологічний розрахунок

2.1.1. Аналіз конструкції деталі на технологічність

Матеріал корпусу - сталь 5ХНМ.

Тип виробництва - крупносерійне.

Маса деталі - 0,3 кг.

Розрахунок показників технологічності

1. Рівень технологічності по точності обробки:

$$K_{УТЧ} = \frac{K_{\delta m}}{K_{nm}}, \quad (2.1)$$

де $K_{\delta m}$, K_{nm} - відповідно базовий і досягнутий коефіцієнти точності обробки.

Коефіцієнт точності обробки

$$K_{ТЧ} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum Tn_i}, \quad (2.2)$$

де T_{cp} - середній квалітет точності обробки виробу

$$T_{cp} = \frac{\sum Tn_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + \dots + n \cdot n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}, \quad (2.3)$$

де n_i - число розмірів відповідного квалітету точності;

T - квалітет точності обробки.

$$T_{cp.б} = T_{cp.n} = \frac{1 \cdot 6 + 3 \cdot 8 + 1 \cdot 9 + 1 \cdot 10 + 12 \cdot 12}{1 + 3 + 1 + 1 + 12} = 9,65;$$

$$K_{\delta m} = K_{nm} = 1 - \frac{1}{9,65} = 0,9;$$

$$K_{УТЧ} = \frac{0,9}{0,9} = 1.$$

2. Рівень технологічності по шорсткості поверхні:

$$K_{уш} = \frac{K_{\delta ш}}{K_{ну}}, \quad (2.4)$$

де $K_{бу}$, $K_{ну}$ - відповідно базовий і досягнутий коефіцієнти шорсткості поверхні.

Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{сп}} = \frac{\sum n_{iш}}{\sum Ш_{ni}}, \quad (2.5)$$

де $Ш_{сп}$ - середня шорсткість поверхні виробу, мкм;

$Ш_{ni}$ - шорсткість поверхні, мкм;

$n_{iш}$ - число поверхонь відповідної шорсткості.

$$Ш_{сп.б} = Ш_{сп.н} = \frac{1 \cdot 0,4 + 4 \cdot 1,6 + 1 \cdot 3,2 + 2 \cdot 12,5}{8} = 4,375.$$

$$K_{ynu} = \left(\frac{1}{4,375} \right) / \left(\frac{1}{4,375} \right) = 1.$$

2.1.2. Вибір й обґрунтування типу виробництва

Річну програму випуску визначають на підставі заданого програмного випуску:

$$N_{г} = N_{п} \cdot m \left(1 + \frac{a}{100} \right) \left(1 + \frac{b}{100} \right), \quad (2.6)$$

де $N_{п}$ - програмне завдання випуску виробів у рік, шт;

m - кількість деталей, що йдуть на один виріб;

a - відсоток деталей, що йдуть на запасні частини, $a=5\%$;

b - відсоток технічно неминучих виробничих втрат, $b=4\%$.

Визначимо програму випуску:

$$N_{п} = \frac{C \cdot 2040}{\sum T_{шт}}, \quad (2.7)$$

де C - число верстатів на дільниці, $C = 30$ шт.;

$\sum T_{шт}$ - штучно-калькуляційний час виготовлення однієї деталі,

$\sum T_{шт} = 19,46$ хв.;

$$Nn = \frac{30 \cdot 2040 \cdot 60}{19,46} = 188000 \text{ шт.}$$

$$N_r = 188000 \cdot 1 \left(1 + \frac{5}{100}\right) \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 204296 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_r = 205000$ шт.

При укрупненому проектуванні тип виробництва орієнтовно визначається по кількості оброблюваних деталей й їхній масі. Виходячи з маси фрези $m = 0,3$ кг і річної програми випуски $N_r = 205000$ шт. приймаємо масове виробництво, що визначається більшим обсягом випуску виробів, які виготовляються безупинно тривалий час, протягом якого на більшості робочих місць виконується одна технологічна операція.

2.1.3. Розробка маршрутного технологічного процесу виготовлення корпусу фрези

При розробці технологічного процесу виготовлення фрези був використаний базовий технологічний процес виготовлення цього інструмента. Для обробки фрези в проектованому технологічному процесі було прийнято більше продуктивне обладнання.

У базовий технологічний процес внесені наступні зміни:

- 1) Токарні верстати були замінені на верстати зі ЧПК;
- 2) Слюсарні роботи з нарізування різьб й координатно-розточувальні верстати були замінені на фрезерні, що значно підвищує продуктивність робіт;
- 3) у зв'язку з підвищенням культури виробництва слюсарні операції виключені з технологічного процесу.

Маршрутний технологічний процес виготовлення корпусу фрези представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Маршрутний технологічний процес виготовлення фрези.

Базовий технологічний процес		Проектований технологічний процес	
Найменування операції	Обладнання	Найменування операції	Обладнання
Токарна	1ДО62	Токарна ЧПК	16ДО20Ф3
Плоскошліфувальна	3Е710А	Токарна ЧПК	16ДО20Ф3
Токарна	1ДО62	Внутрішшліфувальна	3М227БФ2
Внутрішшліфувальна	3ДО225А	Внутрішшліфувальна	3М227БФ2
Токарська	1ДО62	Токарна ЧПК	16ДО20Ф3
Координатно-розточувальна	2421	Фрезерна	6Р13
Слюсарна		Фрезерна ЧПК	6Р13Ф3
Фрезерна ЧПК	6Р13Ф3	Маркування	-
Слюсарна	-		-
Маркування			

У базовий технологічний процес виготовлення фрези, що був спроектований для одиничного виробництва, були внесені деякі зміни, так як запропонований технологічний процес проектується для масового виробництва.

2.1.4. Розрахунок припусків

Припуски визначаємо на дві поверхні: діаметр і довжину табличним методом за довідковою літературою. (див. таблиця додаток)

2.1.5. Розрахунок режимів різання

На кожну операцію технологічного процесу необхідно призначити режими різання. Елементи режимів різання вибираємо таким чином, щоб

досягти найбільшої продуктивності механічної обробки при найменшій собівартості даної технологічної операції.

Аналітичний розрахунок режимів різання по емпіричних формулах з урахуванням поправочних коефіцієнтів зробили для операцій попереднього розточування й шліфування.

Попереднє розточування. Ø22мм

Інструмент: різець розточувальної Т15ДОб.

Визначаємо глибину різання: $t = Z_{\min}$; $t = 0,54$ мм

Величину подачі визначають по формулі

$$S = S_o \cdot K_{us}, \quad (2.8)$$

де S_o - нормативне значення подачі, мм/про;

K_{us} - поправочний коефіцієнт на подачу, що залежить від марки інструментального матеріалу.

Призначаємо подачу $S_o = 0,13$ мм/об

$$S = 0,13 \cdot 1,0 = 0,13 \text{ мм/об}$$

а) Перевіряємо обране значення подачі, виходячи з міцності різця

$$P_Z \leq P_{Zp},$$

де P_Z - головна складова сили різання, Н;

P_{Zp} - сила різання, що виходячи з міцності різця.

$$P_Z = 9,8 C_{Pz} t^{x_{Pz}} S^{y_{Pz}} v^{n_{Pz}} k_{Pz}, \quad (2.9)$$

де C_{Pz} - коефіцієнт, що враховує умови обробки; $C_{Pz} = 300$

t – глибина різання, мм;

S – подача, мм/об;

v – швидкість різання, м/хв, приймаємо попередньо $v = 60$ м/хв;

x_{Pz}, y_{Pz}, n_{Pz} - показники ступеня, відповідно, при глибині, подачі й швидкості різання: 1 0,75 -0,15;

k_{Pz} - загальний поправочний коефіцієнт.

$$k_{Pz} = k_{Mp} \cdot k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{rp}, \quad (2.10)$$

$$k_{Mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{1570}{750} \right)^{0,75} = 1,74$$

$$k_{\varphi p} = 0,89 \quad k_{\gamma p} = 1 \quad k_{\lambda p} = 1 \quad k_{rp} = 1$$

$$k_{Pz} = 1,74 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,55$$

$$P_z = 9,8 \cdot 300 \cdot 0,54^1 \cdot 0,13^{0,75} \cdot 60^{-0,15} \cdot 1,55 = 1057 \text{ Н}$$

Сила різання, що допускається міцністю різця:

$$P = \frac{[\sigma_u] \bar{W}}{l}, \quad (2.11)$$

де $[\sigma_u]$ – допускає напруження, на згин матеріалу державки різця, $[\sigma_u] = 2400$ МПа.

W – момент опору січення державки різця, мм^3 :

$$W = 0,1d^3 - \text{для державки круглого січення, } W = 0,1 \cdot 25^3 = 62,5 \text{ мм}^3;$$

l – виліт різця; $l = [\rho + \dots 10] \text{ мм}$ при розточуванні, $l = 23 + 10 = 55$ мм.

$$P = \frac{2400 \cdot 62,5}{55} = 2727 \text{ Н}$$

$1057 < 2727$ – умова виконана.

б) Перевіряємо подачу, виходячи із твердості різця.

$$P_z \leq P_{Zж}, \quad (2.12)$$

де $P_{Zж}$ – сила різання, виходячи з жорсткості різця.

$$P_{Zж} = \frac{3EI [\sigma_u]}{l^3}, \quad (2.13)$$

де E – модуль пружності матеріалу державки різця,

$$E = 2 \cdot 10^5, \text{ Н/мм}^2 - \text{для сталі};$$

I – момент інерції січення державки різця, мм^4 ;

$$I = 0,05d^4 - \text{для круглого перетину, } I = 0,05 \cdot 25^4 = 19531 \text{ мм}^4;$$

$[\sigma_u]$ – допустима величина прогину вершини різця, мм: $[\sigma_u] = 0,1$ при чорновому точінні.

$$P_{Zж} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 19531 \cdot 0,1}{55^3} = 7043 \text{ Н}$$

1057 < 7043 - умова виконана.

в) Перевіряємо подачу виходячи із твердості деталі.

$$P_y \leq P_{yж}, \quad (2.14)$$

де P_y - радіальна складова сили різання, $P_y = 0,4 \dots 0,6 P_z = 0,5 \cdot 1057 = 528,5 \text{ кН}$.

$P_{yж}$ - радіальна сила, допустима жорсткістю деталі, при закріпленні деталі в патроні

$$P_{yж} = f_{\delta} \frac{3EI}{L^3}, \quad (2.15)$$

де f_{δ} - допустима стріла прогину деталі, мм ($f_{\delta} = 0,25\Delta$, де Δ - поле допуску на дану операцію), $f_{\delta} = 0,25 \cdot 0,52 = 0,13 \text{ мм}$;

E - модуль пружності;

I - момент інерції поперечного січення деталі, мм^4 :

$$I = 0,05 \cdot D^4 = 0,05 \cdot 55^4 = 457531 \text{ мм}^4$$

L - довжина деталі, мм.

$$P_{yж} = 0,13 \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 457531}{41^3} = 517800$$

528,5 < 517800 - умова виконана.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \cdot 0,9, \quad (2.16)$$

де T - середнє значення стійкості, $T=60 \text{ хв}$;

$C_v=340$, $x=0,15$, $y=0,45$, $m=0,2$ - значення постійного коефіцієнта й показників ступеня;

0,9 - поправочний коефіцієнт при внутрішній обробці.

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{\mu\nu} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{\varphi_1} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{cv};$$

$$K_{\mu\nu} = \left(\frac{750}{\sigma}\right)^n = \left(\frac{750}{1570}\right)^1 = 0,48$$

$$K_{nv} = 0,8$$

$$K_{uv} = 0,65$$

$$K_{\varphi} = 0,7$$

$$K_{\varphi_1} = 0,94$$

$$K_{rv} = 1$$

$$\cdot K_{qv} = 1$$

$$K_{cv} = 1$$

$$K_v = 0,48 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,2$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 0,13^{0,45} \cdot 0,54^{0,15}} \cdot 0,2 \cdot 0,9 = 430 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 430}{3,14 \cdot 55} = 2500 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо по паспорту верстата:

$$n_{CT} = 2000 \text{ мин}^{-1}$$

Дійсна швидкість різання:

$$V_{\partial} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 2000}{1000} = 345 \text{ м/хв}$$

Визначаємо ефективну потужність:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} = \frac{1057 \cdot 345}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{ кВт}$$

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_{np} S}$$

$$L = l_{\partial} + l_{vp} + l_{nep} = 23 + 1 + 2 = 26 \text{ мм}$$

$$l_{vp} = t \cdot \text{ctg} \varphi + \left\langle \dots \right\rangle = 0,54 \cdot \text{ctg} 90 + \left\langle \dots \right\rangle = 2 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{26 \cdot 1}{2000 \cdot 0,13} = 0,22 \text{ хв}$$

Попереднє шліфування.

Вибираємо шліфувальну головку АW8×10 24А 25-Н-СТ16КА ГОСТ 2447-82

Глибина шліфування $t=0,005$ мм;

Визначення величини поздовжньої подачі:

$$S_{пр} = \Phi_{0,4...0,74} \overline{B} = 0,6 \cdot 10 = 6 \text{ мм/об};$$

Визначаємо швидкість різання:

$$\text{Швидкість круга } V_{кр} = 30 \text{ м/с};$$

$$\text{Швидкість заготовки } V_{заг} = 50 \text{ м/мин};$$

Визначаємо частоту обертання абразивного інструмента:

$$n_{кр} = \frac{1000 \cdot V_{кр} \cdot 60}{\pi \cdot D_{кр}}$$

$$n_{кр} = \frac{1000 \cdot 30 \cdot 60}{3,14 \cdot 8} = 71656 \text{ об/хв};$$

Приймаємо $n_{СТ} = 22000 \text{ об/хв}$

$$V_{кр\partial} = \frac{\pi \cdot D_{кр} \cdot n_{пр}}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 22000}{60 \cdot 1000} = 10 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання заготовки:

$$n_{заг} = \frac{1000 \cdot V_{заг}}{\pi \cdot D_{заг}};$$

$$n_{заг} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 55} = 289 \text{ м/хв};$$

Приймаємо $n_{СТ} = 120 \text{ об/хв}$

$$V_{з\partial} = \frac{\pi \cdot D_{з} \cdot n_{СТ}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 120}{1000} = 20 \text{ м/хв}$$

Визначення швидкості поздовжнього переміщення стола

$$V_{пр.ст} = \frac{n_{зст} S_{пр}}{1000} = \frac{120 \cdot 6}{1000} = 0,72 \text{ м/хв};$$

Коректуємо по паспорті верстата $V_{np.cm} = 1$ м/хв.

Визначаємо потужність різання:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q, \quad (2.17)$$

де C_N - постійний коефіцієнт, r, x, y, q – показники степеня

d - діаметр шліфування;

S - поздовжня подача;

$$N = 0,3 \cdot 20^{0,35} \cdot 0,005^{0,4} \cdot 6^{0,4} \cdot 22^{0,3} = 0,53 \text{ кВт},$$

Перевірка режимів різання

$$N \leq N_{об} \eta, \quad (2.18)$$

де $N_{об}$ - потужність верстата;

η - 0,75...0...0,85 – ККД верстата.

$$0,53 < 5,5 \cdot 0,8$$

$$0,53 < 4,4$$

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot h}{n_{np} S t} k, \quad (2.19)$$

де L – довжина ходу стола, мм.

$L = l + B_k$, l - довжина деталі, мм;

h - припуск на сторону, мм;

K - коефіцієнт точності, $K=1,2$ при шліфуванні.

$$L = 23 + 10 = 33,$$

$$T_o = \frac{33 \cdot 0,4}{6 \cdot 10 \cdot 0,005} 1,2 = 1,53 \text{ хв}$$

2.1.6. Вибір оптимального варіанту технологічного процесу на основі техніко-економічного аналізу

На токарних і фрезерних операціях були використані токарні та фрезерні верстати зі ЧПК, що привело до зменшення штучно-калькуляційного часу на даних операціях.

Визначимо собівартість технологічної операції:

$$C = C_{CЧ} \cdot T_{шт}, \quad (2.20)$$

де $C_{CЧ}$ - вартість 1 години роботи обладнання (цехова собівартість);

$T_{шт}$ - штучний час на даній операції.

Токарна операція:

базовий технологічний процес:

$$C_{баз1} = C_{CЧ1} \cdot T_{шт1}$$

$$C_{CЧ1} = 390 \text{грн} / \text{год}; T_{шт1} = 0,074 \text{год}$$

$$C_{баз1} = 390 \cdot 0,074 = 28,95 \text{грн}$$

проектований технологічний процес:

$$C_{пр1} = C_{CЧ1} \cdot T_{шт1}$$

$$C_{CЧ1} = 510 \text{грн} / \text{год}; T_{шт1} = 0,0515 \text{год}$$

$$C_{пр1} = 510 \cdot 0,0515 = 26,265 \text{грн}$$

$$\Delta C_1 = C_{баз1} - C_{пр1} = 28,95 - 26,265 = 2,865 \text{грн}$$

Фрезерна операція:

базовий технологічний процес:

$$C_{баз2} = C_{CЧ1} \cdot T_{шт1}$$

$$C_{CЧ1} = 473 \text{грн} / \text{год}; T_{шт1} = 0,063 \text{год}.$$

$$C_{баз2} = 473 \cdot 0,063 = 29,514 \text{грн}$$

проектований технологічний процес:

$$C_{пр2} = C_{CЧ1} \cdot T_{шт1}$$

$$C_{CЧ1} = 538 \text{грн} / \text{год}; T_{шт1} = 0,053 \text{год}.$$

$$C_{пр2} = 538 \cdot 0,063 = 28,814 \text{грн}$$

$$\Delta C_2 = C_{баз2} - C_{пр2} = 29,514 - 28,814 = 1,3 \text{грн}$$

Розроблений варіант технологічного процесу є більше економічним у порівнянні з базовим.

2.1.7. Визначення трудомісткості виготовлення фрези

Розрахунок штучного часу на операції:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \quad (2.21)$$

де $T_{шт}$ - штучний час на операцію, хв;

T_o - основний час на операцію, хв;

$T_{всп}$ - допоміжний час на операцію, хв;

$a_{тех}$, $a_{орг}$, $a_{отл}$ - час на організаційне й технічне обслуговування робочого місця, відпочинок й особисті потреби, %;

Допоміжний час:

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{уп} + T_{уз}, \quad (2.22)$$

де $T_{у.с.}$ - час на установку/зняття деталі, хв;

$T_{уп}$ - час на керування верстатом, хв;

$T_{уз}$ - час на вимірювання деталі, хв.

Токарні роботи:

$$T_o = L / (n \circ S) \circ i, \quad (2.23)$$

де L – розрахункова довжина обробки, мм;

n – число обертів у хвилину;

S – подача різця на один оберт у хвилину;

i – число проходів.

Підрізування торця

$$T_o = L / (n \circ S) \circ i, \quad (2.24)$$

де $L = d/2 + y$;

y – довжина перебігу.

Фрезерні роботи :

$$T_o = (L + y_l) / S_m, \quad (2.25)$$

де L – довжина ходу стола, мм; $L = l + y$;

l – довжина обробки;

y – величина врізання;

y_I – величина перебігу;

S_m – подача стола в мм / хв,

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n, \quad (2.26)$$

де S_z – подача на один зуб у мм;

z – число зубів;

n – число обертів фрези у хвилину.

Шліфування кругле:

$$T_0 = (h / (n \cdot t)) \cdot K, \quad (2.27)$$

де h – припуск на сторону, мм;

n – число обертів деталі у хв;

t – поперечна подача круга або глибина шліфування, мм;

K – коефіцієнт, що враховує точність шліфування й зношування круга.

Значення основного часу обробки розраховуються або вибираються по нормативах, значення допоміжного часу вибираються по нормативах.

Для розрахунку штучного часу для кожної операції вибираємо значення основного й допоміжного часу залежно від розміру оброблюваної поверхні, використовуюваного металорізального обладнання й пристосувань відповідно до нормативів. Результати розрахунків по кожній операції зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2. Зведена таблиця розрахунку трудомісткості виготовлення

№ опер.	Найменування операції	T_0 , хв	$T_{всп}$, хв	$T_{шт}$, хв
005	Токарна ЧПК	2,14	0,725	3,09
010	Токарна ЧПК	2,38	0,76	3,45
015	Т/О	-	-	-
020	Внутрішшліфувальна	2,53	1,15	3,97
025	Внутрішшліфувальна	1,08	0,63	1,85
030	Токарна ЧПК	1,15	0,36	1,63

035	Фрезерна	0,56	0,78	1,34
040	Фрезерна ЧПК	1,68	1,215	3,2
045	ОТК	-	-	-
050	Маркувальна	-	-	-
Σ				19,46

2.1.8. Проектування операційного технологічного процесу

При проектуванні технологічного процесу були використані більш раціональні можливості верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК). Були використані більше технологічні конструкції різального інструменту, що дозволило застосувати більше прогресивні режими різання, більш вдосконалені технологічні (оброблюючі) й контрольні пристосування. За рахунок усього вище перерахованого ми зменшуємо трудомісткість виробництва заданої деталі.

Спроектований технологічний процес має наступні переваги:

1. Менший штучно-калькуляційний час на обробку деталі, що зменшує трудомісткість виробництва.
2. Підвищення продуктивності праці.
3. Зменшення матеріальних витрат на виробництво.

При вдосконаленні технології по обробці корпусу фрези були зроблені в базовому технологічному процесі наступні зміни:

- всі токарні верстати замінені на верстати з ЧПК. Дана зміна приводить до скорочення маршруту обробки деталі, тому що дозволяє поліпшити якість обробки, а отже дає можливість відмовитися від слюсарних операцій. Ще застосування верстатів зі ЧПК скорочує штучний час, що у свою чергу веде до зменшення постійних витрат (і змінних теж), які лягають на собівартість продукції;

- застосовуються збірні різці з механічним кріпленням пластин із твердого сплаву, що теж приводить до скорочення штучного часу;

Операційний технологічний процес наведений у додатку.

2.2. Розрахунок торцевого й радіального биття фрези

Відхилення радіального розташування ножів (відстань від осі обертання фрези) складається визначається:

$$\Delta R = f(\Delta r, \Delta d_3, \Delta_{\text{шп}}, \Delta_{\text{н}}, e_{\text{к.до}}, e_{\text{к.дн}}), \quad (2.28)$$

де Δr – відхилення радіуса розташування отворів під кріплення пластин, мм;

Δd_3 – відхилення закріплення корпуса фрези на шпинделі, мм;

$\Delta_{\text{шп}}$ – радіальне биття шпинделя, мм;

$\Delta_{\text{н}}$ – відхилення ножа (різниця у відстані вершини ножа від його базової поверхні);

$e_{\text{к.до}}$ й $e_{\text{к.дн}}$ – зміщення вершини ножа через торцеве биття шпинделя й непаралельність отворів під ножі до базової поверхні корпуса відповідно.

Мінімально припустимі значення величини відхилень із урахуванням можливостей сучасного обладнання в загальному машинобудуванні наведені на рис.2.1.

Виготовлення отворів у корпусі фрези виконується, як правило, на координатно-розточувальних верстатах високої точності з базуванням на торець й отвір, який служить центрувальним при встановленні фрези на шпиндель верстата.

З метою визначення комплексного впливу конструктивних і геометричних параметрів розташування вершин різальних елементів фрези щодо осі обертання шпинделя пропонується проведення аналізу теоретичної моделі компонування фрези, установленної на шпинделі верстата з ЧПК мод. ГФ2171С6 середнього типорозміру з вертикальною віссю шпинделя.

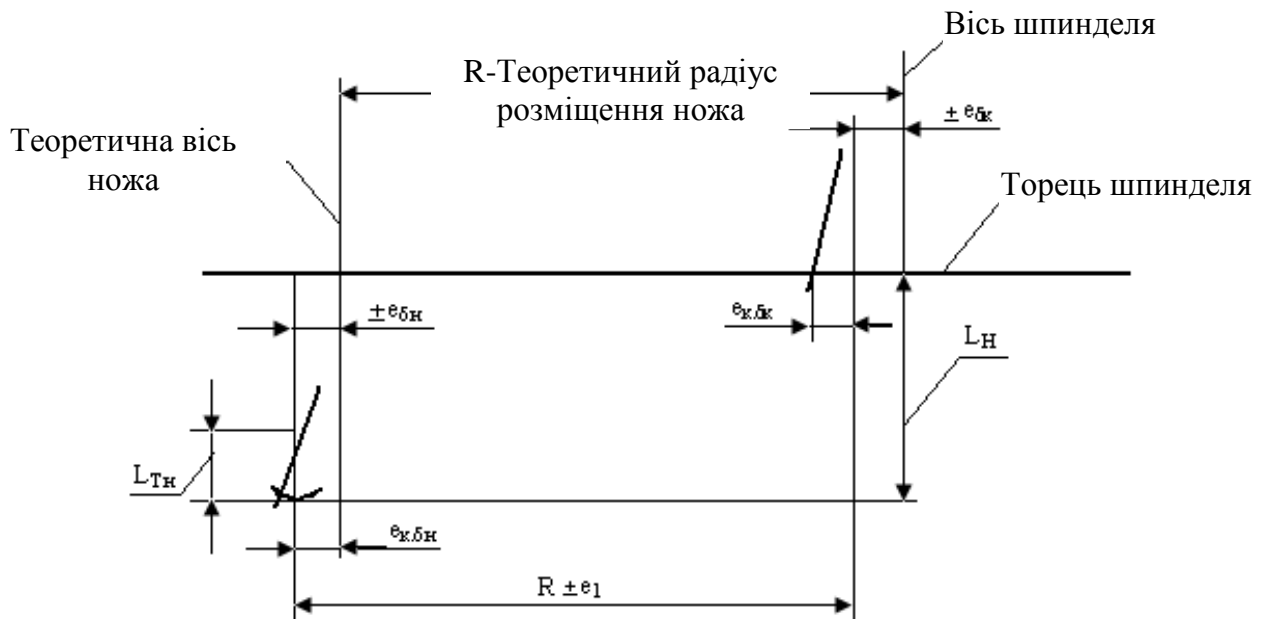


Рис. 2.1. Схема виникнень відхилень розташування вершини ножа щодо його теоретичного положення:

$\epsilon_{\delta,н}$ – паралельне зміщення ножа в отворі корпусу фрези щодо теоретичного положення;

$\epsilon_{\delta,до}$ – паралельне зміщення осі корпусу фрези щодо осі шпинделя;

$\epsilon_{к,δ,до}$ – максимальне значення зміщення вершини ножа через торцеве биття шпинделя;

$\epsilon_{к,δ,н}$ – додаткове значення зміщення вершини ножа через непаралельність осі отворів для кріплення пластини в касеті;

$L_{Т,н}$ – відстань від вершини інструмента до площини торця шпинделя.

Для верстата мод. ГФ2171С6:

– радіальне биття шпинделя $\delta_p = 0,006$ мм;

– торцеве биття шпинделя $\delta_T = 0,01$ мм.

Згідно із кресленням $\Delta r = \pm 0,01$ мм, а Δd_3 складається з відхилення виготовлення центрувальної поверхні шпинделя верстата (-0,02) і діаметра центрувального отвору в корпусі фрези (+0,04)

Максимальне зміщення осі з обліком припустимого радіального биття шпинделя δ_p :

$$E_{\delta_{до}} = (\Delta d_{шп} + \Delta d_{к})/2 + \delta_{р}. \quad (2.29)$$

$$e_{\delta_{до}} = (0,02+0,04)/2 + 0,006 = 0,036 \text{ мм.}$$

Максимальне значення зміщення вершини ножа через торцеве биття шпинделя δ_T :

$$e_{к. \delta_{до}} = (2 \cdot \delta_T \cdot L_{Т.н}) / d_{шп},$$

де $L_{Т.н} = 40$ мм – відстань від вершини інструмента до площини торця шпинделя.

$$e_{к. \delta_{до}} = (2 \cdot 0,01 \cdot 40) / 54 = 0,015 \text{ мм.}$$

$$e_{\delta.н} = \pm \Delta r \pm (T_{и.отв.} + T_{и})/2, \quad (2.30)$$

де $T_{и.отв.} = 0,018$ мм - поле допуску на виготовлення отворів у корпусі фрези;

$T_{и} = 0,012$ мм – нижнє відхилення поля допуску отвору для кріплення пластини.

$$e_{\delta.н} = 0,01 + (0,018 + 0,012)/2 = 0,025 \text{ мм.}$$

Додаткове значення зміщення вершини ножа через непаралельність осі отворів для кріплення пластини L_n :

$$e_{к. \delta.н.} = (\Delta L_n) / L,$$

де Δ - задано в кресленні корпуса фрези й перебуває в границях 0,01мм на довжину 50 мм.

$$e_{к. \delta.н.} = (0,01 \cdot 18,8) / 50 = 0,004 \text{ мм.}$$

Середні зазори в циліндричних з'єднаннях, які вибираються в одну сторону, розраховуються по формулі:

$$\Delta = (k_i(\delta_A + \delta_B))/4, \quad (2.31)$$

де $k_i = 1,09$ – коефіцієнт розсіювання допуску при виготовленні деталей шліфуванням;

δ_A й δ_B – поля допусків отвору й вала відповідно.

Для корпуса фрези й шпинделя:

$$\Delta d (1,09(0,04+0,02))/4 = 0,016 \text{ мм.}$$

Загальне максимальне зміщення положення вершини ножа складається із двох з відхилень: паралельного й кутового зміщення щодо осі шпинделя:

$$\overline{e_{\Sigma(x)}} = \frac{1}{k_{\Sigma(x)}} \sqrt{e_{(cp)} \sum_i^n A_i^2 k_i^2},$$

де e_{cp} – половина середнього допуску на ланки розмірного ланцюга.

Підставивши вище викладені значення, одержимо:

$$\overline{e_{\Sigma(x)}} = \pm 0.03 \text{ мм.}$$

Отже, точнісні параметри розташування вершин ножів:

- радіальне биття 0,03...0,05 мм;
- торцеве биття 0,005...0,015 мм.

Згідно з ТУ2-035-918-83 «Фрези торцеві насадні східчасті із вставними ножами»:

- радіальне биття 0,08 мм;
- торцеве биття 0,007мм.

Торцеве й радіальне биття, що виникають у процесі різання запропонованою фрезою не перевищують допустимих значень.

2.3. Розрахунок і проектування контрольного пристосування

Сконструйоване контрольне пристосування призначене для контролю радіального биття зовнішнього діаметра фрези.

Пристосування (рис.2.2) складається з основи, виконаної зі швелера 180, на якому змонтовані дві стійки, у яких закріплені на поворотному кронштейні індикатор годинникового типу ИЧ-10 ГОСТ 577-68.

При контролі радіального биття індикатор встановлюють перпендикулярно до контрольованої поверхні фрези й за допомогою ручки обертають деталь, попередньо обнуливши індикатор.

Контрольне пристосування по своїй конструкції й прийнятому методу вимірювання перебуває в строгій відповідності із прийнятим технологічним процесом і забезпечує необхідну точність контролю. Конструкція пристосування забезпечує зручність і простоту експлуатації. Його застосування економічно обґрунтоване.

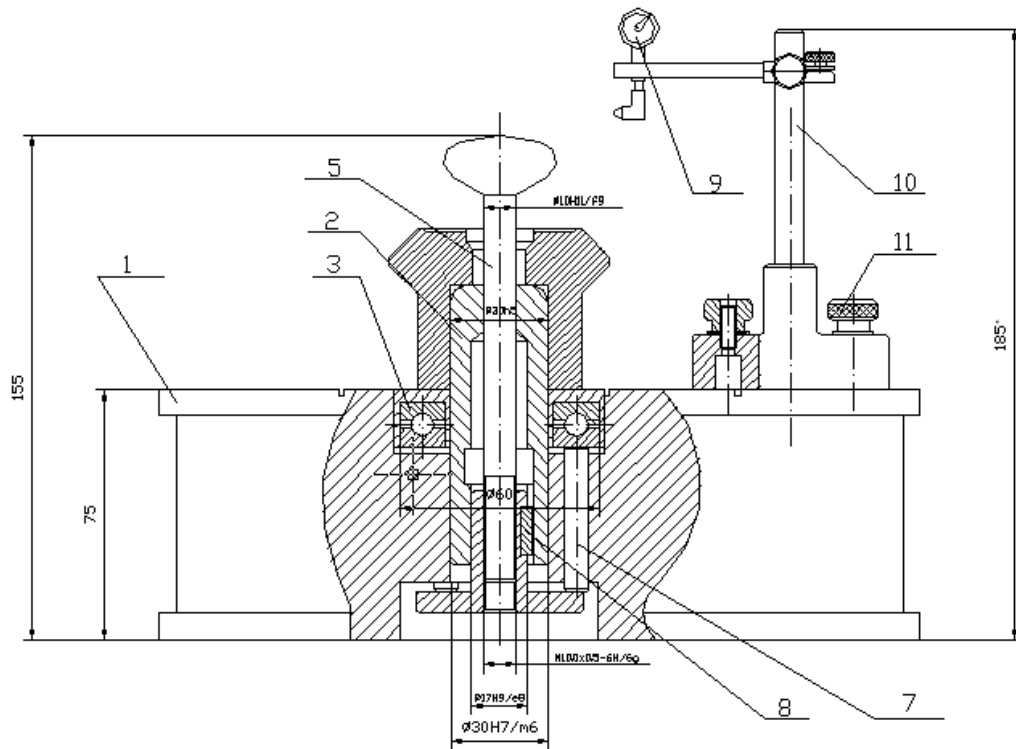


Рис.2.2. Спеціальне пристосування для вимірювання радіального биття фрези

Основні параметри:

- ціна поділки 10 мм;
- клас точності 0;
- $P_{п} = 1,5$ Н.

Основним розрахунком пристосування є розрахунок на точність. Загальна похибка пристосування $\Delta_{обш}$ не повинна перевищувати допуску на вимірюваний розмір T_p .

$$\Delta_{заг} \leq T_p.$$

Загальна похибка вимірювання розраховується по формулі:

$$\Delta_{заг} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}, \quad (2.32)$$

де Δ_1 - похибка установки центрів;

$$\Delta_1 = 0.5 \cdot T_1 = 0.5 \cdot 0.03 = 0.015 \text{ мм}$$

Δ_2 - половина ціни розподілу індикатора;

$$\Delta_2 = 0.5 \cdot 0.01 = 0.005 \text{ мм}$$

$$\text{Тоді } \Delta_{обш} = \sqrt{0.015^2 + 0.005^2} = 0.016 \text{ мм}$$

Допуск становить 0,02 мм.

Таким чином, умова $\Delta_{заг} \leq T_p \cdot 0.016 < 0.02$ виконується, отже, індикаторне пристосування відповідає вимогам.

2.4. Розробка вузла кріплення різальної пластини фрези

Надійність і точність позиціонування системи кріплення пластин відіграє чи не ключову роль при здійсненні операцій високошвидкісної обробки. При істотному підвищенні швидкостей обертання шпинделя, саме від цих факторів залежить сталість показників шорсткості готової деталі.

Точність положення різальної кромки пластини й шорсткість відфрезерованої поверхні перебувають у прямій залежності. Гарною ілюстрацією такої залежності є чистове фрезерування відступів, коли неточне положення різальної кромки веде до появи помітних переходів на обробленій поверхні. Як і при звичайному торцевому фрезеруванні, нестабільне положення різальної кромки в осьовому напрямку визначає недостатню якість поверхні.

Радіальне биття фрези впливає на дисбаланс інструмента, і значимість зазначеного явища особливо зростає при підвищенні швидкостей різання. Збалансованість інструмента є обов'язковою умовою для високошвидкісної обробки, тому що навіть незначна величина биття може негативно вплинути на характер процесу різання.

Існує певна залежність між биттям фрези і її стійкістю. Якщо пластини фрези навантажені в процесі обробки по-різному, то і їхнє зношування буде протікати нерівномірно, що приведе до прискореного зниження стійкості інструмента в цілому. Нерівномірне биття на пластинах приводить до утвору стружки різної товщини (у зв'язку з різними значеннями подачі на зуб S_z). А це означає незадовільні умови різання, підвищене тертя, меншу стійкість інструмента й гіршу якість поверхні.

Для таких операцій, як фрезерування із врізанням при обробці вибірок, сили різання сильно залежать від траєкторії руху інструмента й спрямовані

таким чином, що вони прагнуть «зрушити» пластину в гнізді. Тому надійна фіксація пластин надзвичайно важлива для зазначених видів обробки, більше число яких виконується на високих швидкостях.

Для зменшення впливу факторів, що приводять до мікрозміщень різальної пластини, для більш надійного закріплення різальної пластини пропонується заміна плоскої форми (рис. 2.3) контактних опорних поверхонь пластини й корпуса на фасонну, яка має V – подібну форму (рис. 2.4). Відповідно опуклу форму на корпусі й увігнуту – на різальній пластині. У якості досліджуваної моделі була обрана фреза з $D=54$ мм.

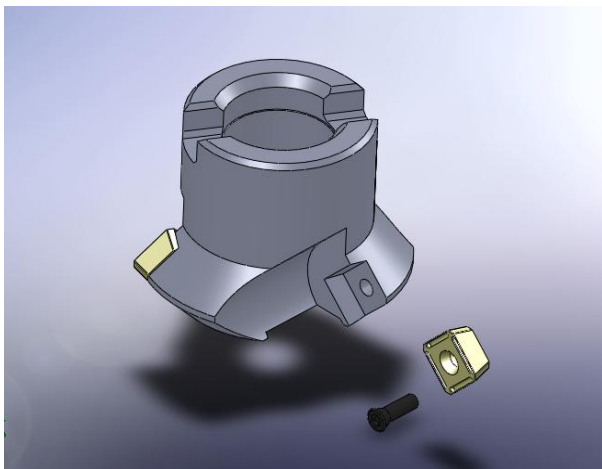


Рис. 2.3. Базова конструкція

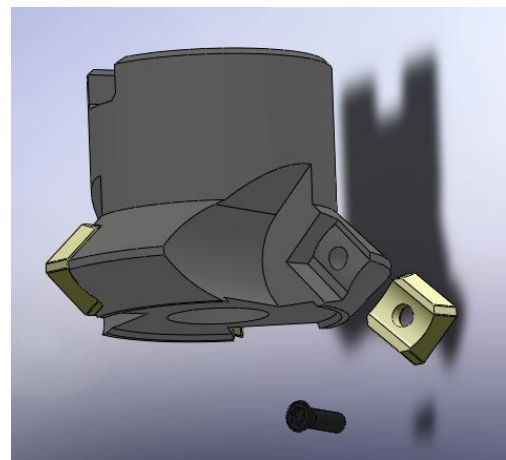


Рис. 2.4. Розроблювальна конструкція

2.5. Рекомендації з експлуатації збірного різального інструменту

2.5.1. Рекомендації по якості експлуатації збірного різального інструменту

При розробці технологічних процесів в умовах заводу часто дані неправильні рекомендації з вибору конструкцій інструментів й особливо марок інструментальних матеріалів. Частково ці помилки коректуються робітниками в процесі експлуатації інструментів. Режими різання при обробці на верстатах перевищують нормативні значення на величину від 20 до 90%, що також приводить до значного погіршення якості оброблюваної поверхні. Дані з механообробних цехів (дільниць) дозволили визначити залежність між

параметром шорсткості Ra і значенням S подачі й спрогнозувати параметри фактичної шорсткості.

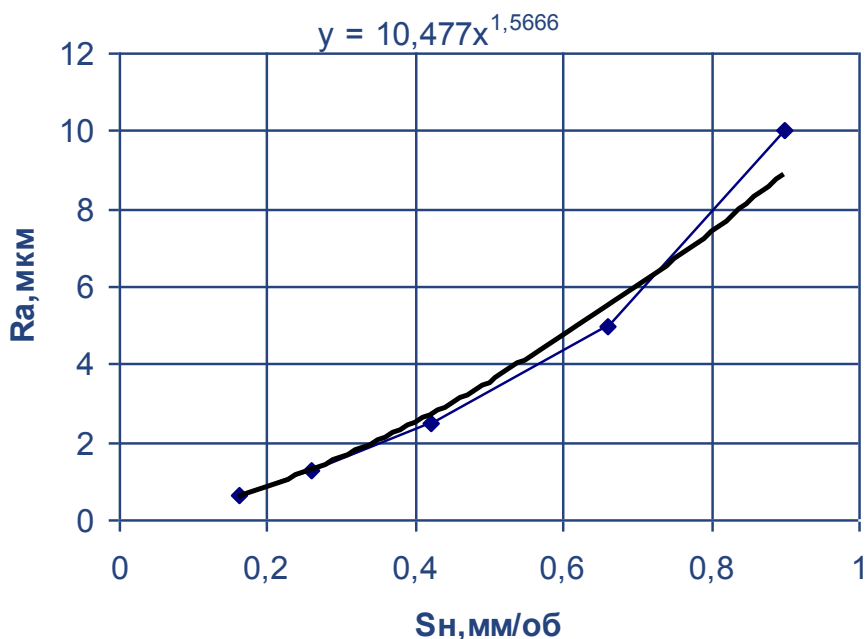


Рис.2.5. Залежність між параметром шорсткості Ra і значенням S подачі

$$Ra_{\phi} = 10.477 S_{\phi}^{1,57} \quad (2.33)$$

Таблиця 2.3. Значення фактичної шорсткості

Ra_H , мкм	Ra_{ϕ} , мкм
0,63	0,84
1,25	2,1
2,5	7,4
5	12,2
10	15,8

Це пов'язано ще й з тим, що в заводських нормативах відсутні рекомендації з раціональної експлуатації збірних інструментів. Для підвищення якості експлуатації інструмента необхідно впроваджувати у виробництво нове металорізальне обладнання й організувати дільниці централізованого заточування різального інструменту.

Якість заготовок визначається за результатами моментних спостережень. Припуски вимірюють по нормалі до оброблюваної поверхні. При обробці поверхонь обертання й при обробці паралельних поверхонь із однойменним маршрутом припуски задають на діаметр або на товщину, тобто вказують подвоєне значення припуску при обробці зовнішніх поверхонь обертання. Загальний припуск на обробку залежить від ряду факторів: розмірів і конфігурації деталі, матеріалу деталі, точності деталі, способу виготовлення заготовки тощо. Припуски варто призначати оптимальними з урахуванням конкретних умов обробки. Встановлено, у 10% заготовко припуски на розмір перевищують до 20%. Завищені припуски приводять до зайвої витрати матеріалу, зростанню трудомісткості механічної обробки, підвищенню експлуатаційних витрат верстатної обробки (витрата інструмента, електроенергії тощо). Недостатні припуски можуть перешкоджати виправленню похибок від попередньої обробки й одержанню необхідної точності й шорсткості обробленої поверхні на виконуваному переході.

З дослідженого інструмента у 70% з них вибір геометричних параметрів, інструментального матеріалу відповідають нормативам. Правильність вибору режимів різання визначається з урахуванням приведення фактичних режимів до нормативного.

2.5.2. Розробка заходів щодо раціональної експлуатації збірних фрез

Вибір корпусу фрези. Одним з основних параметрів фрези є крок пластин. Наприклад, у торцевої фрези діаметром 100 мм із великим кроком може бути 5 пластин, середнім - 7 пластин, а дрібним - 10 пластин. Кількість пластин для того або іншого кроку по-різному в різних виробників інструмента й залежить також від конструкції фрези.

При чорновому фрезеруванні на обладнанні з невисокою жорсткістю сили різання можуть викликати надмірні вібрації, що зменшують стійкість інструмента. Зменшення стійкості інструмента виражається в появі

викрашувань, які можуть привести до поломки пластини, і, у свою чергу, до пошкодження корпуса фрези. У таблиці 2.4. наведено рекомендовані режими різання при фрезеруванні

Таблиця 2.4. Рекомендовані подачі при фрезеруванні для різних матеріалів

Оброблювальний матеріал	Подача S_z мм/зуб ($a_c/D_c=10\%$)
Автоматні сталі	0,36-0,65
Конструкційні сталі. Вуглецеві сталі з вмістом вуглецю (<0,5%С)	0,36-0,58
Вуглецеві сталі з вмістом вуглецю (>0,5%С), сталі середньої твердості для термозміцнення. Звичайні низьколеговані сталі. Феритові та мартенситові нержавіючі сталі.	0,36-0,58
Інструментальні сталі. Високолеговані сталі з підвищеною міцністю.	0,33-0,52
Нержавіючі автоматні сталі. Нержавіючі сталі оброблені кальцієм	0,33-0,52
Помірно твердий чавун. Чавун.	0,36-0,65
Низьколегований чавун. Ковкий чавун. Чавун з шаровидним графітом.	0,36-0,58
Автоматні неметали Латунь, Цинк. Магній, Алюміній з <16% Si.	0,36-0,65
Безферитні матеріали Бронза, Купронікель, Алюміній, з >16% Si.	0,36-0,65

Застосування фрез із великим кроком пластин дозволяє знизити необхідну потужність верстата й сили різання. Рекомендують застосовувати такі фрези для чорнової обробки на верстатах, оснащених шпинделями з

конусами 30 й 40. Застосування фрез із великим кроком також обґрунтовано при обробці матеріалів, що дають зливну стружку.

При чистовому фрезеруванні менше як глибина різання (близько 0,25-0,5 мм), так і подача на зуб (близько 0,05-0,15 мм/зуб). Тому, що не потрібна така висока потужність верстата, як для чорнового фрезерування, стає можливим застосування фрез із дрібним кроком пластин. Більша кількість пластин дозволяє вести обробку з більшою хвилинною подачею стола, хоча подача на зуб фрези невелика. Проблем з розміщенням стружки також, як правило, не виникає через невелику глибину різання.

На рис.2.6. показано щільність розподілу діаметрів фасонних фрез.

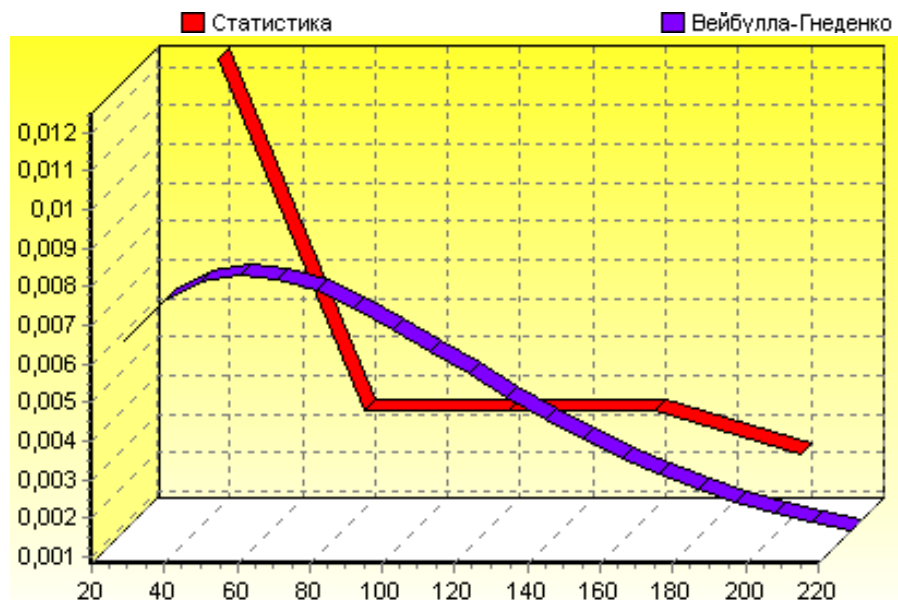


Рис.2.6. Щільність розподілу діаметрів фасонних фрез.

Вибір пластин. Вибір пластин залежить від типу обробки. Іноді варто вибирати шліфовані (з більшою точністю й гостротою різальної кромки), а іноді нешліфовані пластини. Для чорнового фрезерування рекомендують використати нешліфовані пластини: їхня різальна кромка має захисну фаску, що надає їй додаткову міцність при обробці з великою глибиною різання й подачею. Крім того вартість їх менше, ніж шліфованих пластин. У загальному випадку, нешліфовані пластини не забезпечують такої точності і якості поверхні як шліфовані. Обумовлено це й невисокою точністю самих пластин,

які мають різний виліт щодо корпусу фрези. Для чистового фрезерування рекомендують вибирати шліфовані пластини, що забезпечують високу розмірну точність, а також якість поверхні. Геометрія передньої поверхні шліфованих пластин відрізняється високим загостренням, необхідним для забезпечення процесу різання при невеликій глибині фрезерування. Якщо заточення різальної кромки недостатнє, то відбувається пластичне деформування металу, що приводить до погіршення якості оброблюваної поверхні й інтенсивному зношуванню інструмента.

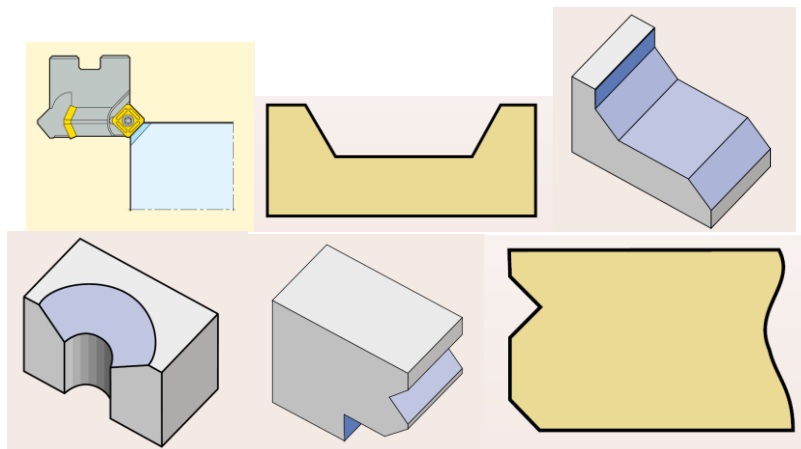


Рис.2.7. Технологічні можливості обробки фасонних поверхонь, фасок і пазів

Для забезпечення високої якості поверхні при фрезеруванні рекомендують використати зачисні пластини (технологія Wiper). У корпус фрези разом зі звичайними пластинами встановлюється одна зачисна, що виступає з корпусу в осьовому напрямку. Завдяки цьому істотно покращується якість обробленої поверхні. Технологія Wiper також використовується при виробництві інструмента для заточування, відрізки й обробки канавок.

Зносостійкі покриття і ЗОР. При використанні фрези великого діаметра важко забезпечити повнооб'ємне підведення ЗОР у зону різання, адже сама зона різання досить велика. Періодичне нагрівання й охолодження пластини можуть привести до появи термічних тріщин і поломці пластини, і ймовірному ушкодженню корпусу фрези. Сучасні інструментальні покриття дозволяють проводити фрезерування без ЗОР з мінімальним ризиком утворення

термічних тріщин. Деякі покриття, наприклад TiAl стають твердіше при підвищенні температури.

Важливим аргументом за фрезерування без ЗОР є те, що оператор спостерігає за стружкоутворенням, бачить форму й кольори стружки, а це дозволяє йому зробити висновок про правильність вибору режимів різання, тому, що матеріали мають різний склад і структуру, вони по-різному реагують на тепловий вплив. Наприклад, при обробці вуглецевої сталі із правильно обраною швидкістю насправді утвориться коричнева стружка. При підвищеній температурі вуглець вступає в хімічну реакцію з киснем повітря, і стружка здобуває сині кольори – це ми й бачимо в результаті обробки. Якщо стружка має чорні кольори, необхідно знизити швидкість різання, тому що температура в зоні різання занадто висока. Нержавіючі сталі мають низький коефіцієнт теплопровідності, і теплота слабо переходить у стружку. При обробці нержавіючої сталі на оптимальних режимах стружка має легкий коричнюватий відтінок. Якщо стружка стає темно-коричнева, необхідно зменшити швидкість різання.

Для запобігання утворення наростів при обробці нержавіючої сталі, все-таки необхідно певна кількість теплоти, виділення якої досягається шляхом підбору оптимальної швидкості різання. При занадто швидкому охолодженні стружки (це трапляється при застосуванні ЗОР) матеріал деталі налипає на різальну кромку, а потім відривається, у результаті можливе ушкодження різальної кромки. При занадто великій подачі також можливі проблеми з наростоутворенням. При занадто низькій подачі можливо пластичне деформування заготовки.

Основним завданням при фрезеруванні без ЗОР є підбір таких режимів різання, щоб основна частина тепла переходила в стружку. Але при обробці легкозаймистих матеріалів, таких як магній, краще застосовувати ЗОР. При обробці без ЗОР важливо наносити невелику кількість змащувального матеріалу на посадкові поверхні пластин і гвинти, але щоб не зашкодити збільшенню похибки встановлення пластин.

Попутне й зустрічне фрезерування. Більшість операцій фрезерування, на фрезерних верстатах виконується методом зустрічного фрезерування (швидкість різання й подача стола спрямовані в різні сторони). Але рекомендують використати метод попутного фрезерування (швидкість різання й подача стола спрямовані в одну сторону).

На користь попутного фрезерування свідчить те, що при зустрічному фрезеруванні процес різання починається без навантаження на різальну кромку, тому фактично відбувається пластичне деформування матеріалу заготовки і його зміцнення, що приводить до надмірного зношування пластин. Використовуючи попутне фрезерування необхідно вибирати ширину фрезерування біля двох третин від ширини фрези, тоді при врізанні пластин не буде відбуватися пластичне деформування матеріалу заготовки. При зменшенні ширини фрезерування до половини діаметра фрези також починається пластичне деформування матеріалу заготовки через зменшення товщини стружки. У такому випадку рекомендують збільшити подачу на зуб фрези, при цьому зросте стійкість інструмента, а також продуктивність.

3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розробка системи властивостей, що складають якість експлуатації різального інструменту

3.1.1. Розробка структурної схеми властивостей

Якість експлуатації різального інструменту - сукупність властивостей процесу експлуатації, що характеризують його здатність задовольняти певні потреби відповідно до вимог виробництва. Послідовність визначення комплексної оцінки представлена у вигляді алгоритму.

Першим етапом роботи є складання ієрархічної системи властивостей, що складають якість експлуатації.

Відповідно до основних принципів кваліметрії для оцінки якості експлуатації різального інструменту складалася структурна схема всіх найбільш важливих властивостей, що характеризують процес експлуатації.

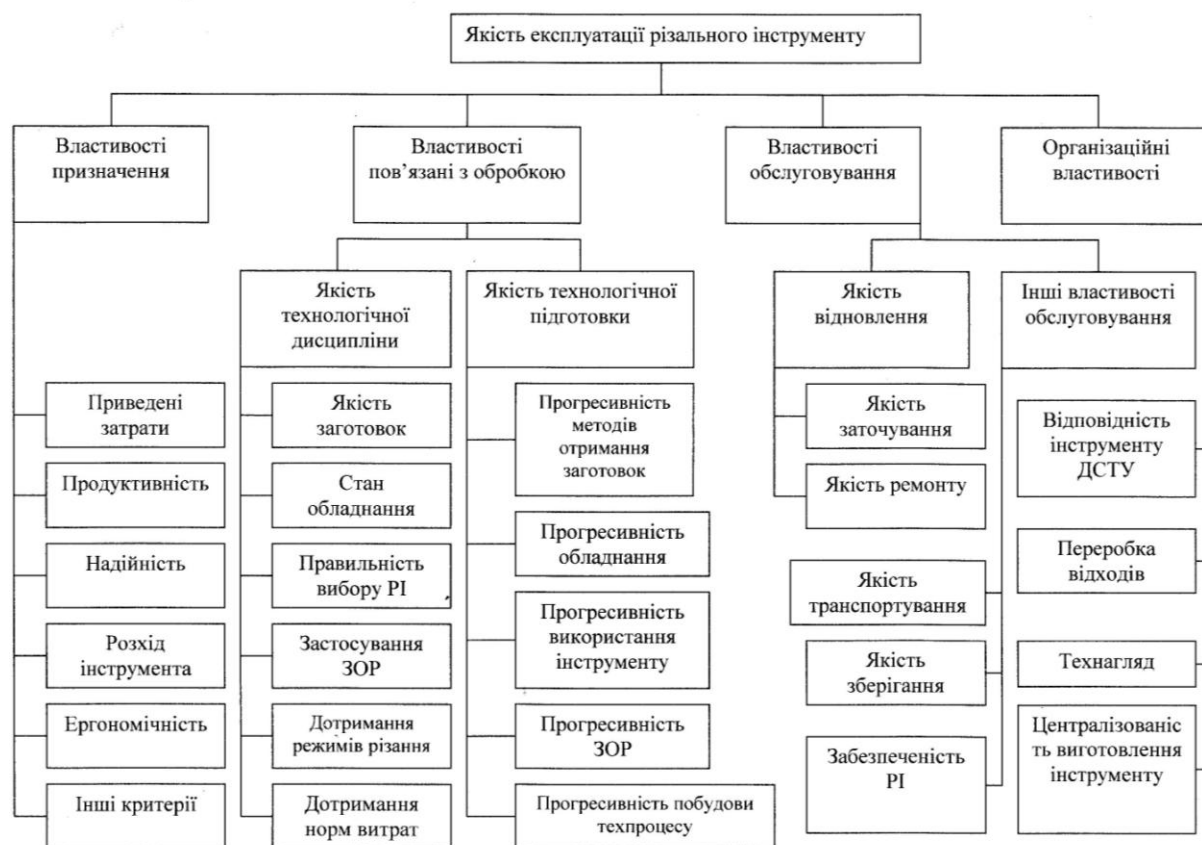


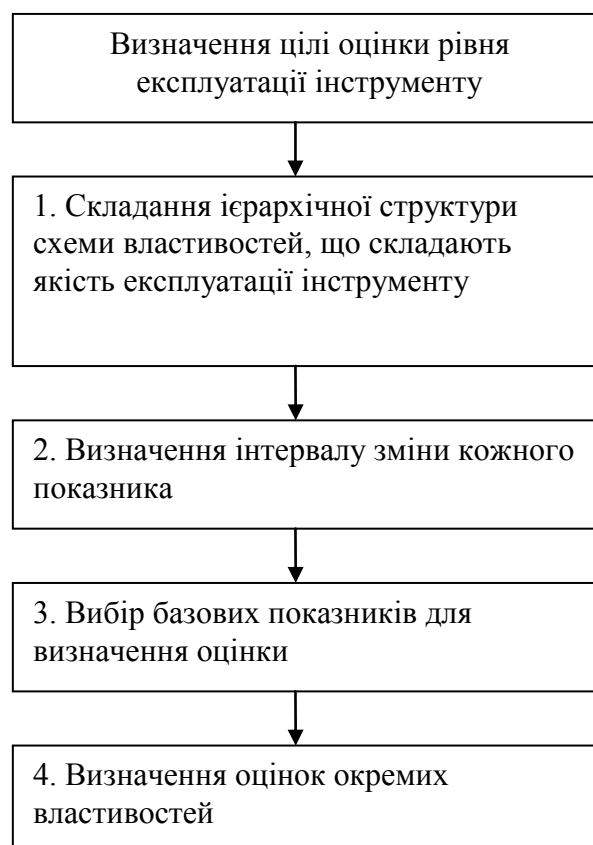
Рис. 3.1. Ієрархічна система властивостей, що складають якість експлуатації різального інструменту

Якість експлуатації як комплексна властивість експлуатації розглядається на найвищому нульовому рівні структурної схеми, а складові його - нижче, узагальнені властивості на більше високому рівні структури. У свою чергу кожна властивість першого рівня складається з деякого числа менш загальних властивостей, що лежать на ще більш високому другому рівні розгляду.

Сукупність технічних властивостей, що складають якість експлуатації інструмента, представляється у вигляді ієрархічної структури так, що кожна властивість j -го рівня розгляду визначається властивостями $j+1$ рівня. Структурна схема будується аж до простих властивостей, тобто до властивостей, які далі не можуть бути розкладені, або до властивостей, які досить просто оцінюються. В останньому випадку властивості, що лежать на найвищому рівні, можна назвати умовно-простим.

Структура властивостей або оцінки якості попередньо розроблялася робочою групою, а потім оцінювалася експертно. На підставі результатів експертної оцінки уточнювалася номенклатура властивостей.

Перший етап. Оцінка одиничних властивостей процесу експлуатації



Другий етап. Оцінка складних властивостей процесу експлуатації і його якостей в цілому

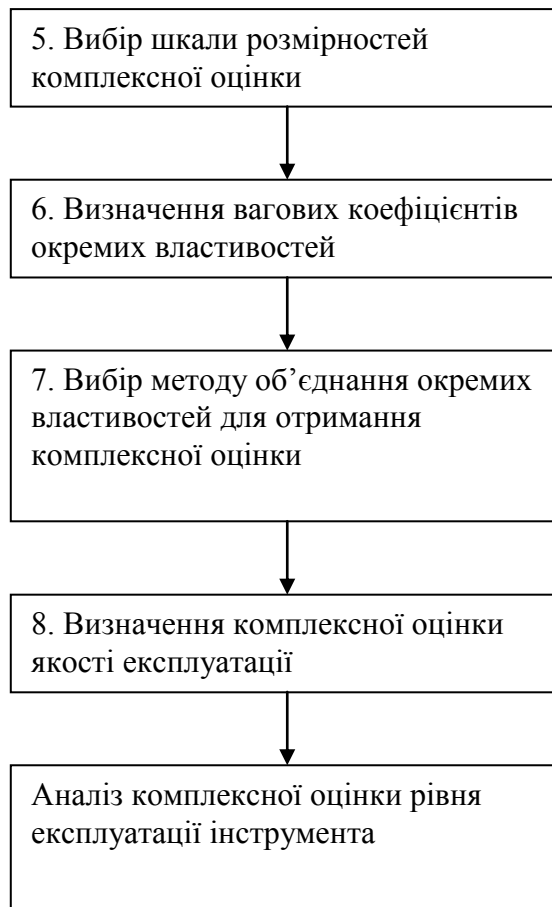


Рис. 3.2. Алгоритм комплексної оцінки рівня якості експлуатації різального інструменту

Якість експлуатації різального інструменту на першому рівні розгляду визначається трьома групами властивостей: технічними властивостями, пов'язаними з обробкою, безпосередньо в процесі обробки деталей різанням, а також властивостями обслуговування й організаційних властивостей.

До технічних властивостей на другому рівні розгляду віднесені якість технологічної дисципліни й технологічної підготовки. Перша властивість характеризується відповідністю заготовок, обладнання, інструмента, ЗОР, режимів різання й норм зношування, вимогами нормативно-технічної документації. Друга властивість визначається прогресивністю використовуваних заготовок, обладнання, інструментів, ЗОР, технологічних процесів.

Властивості обслуговування на другому рівні розгляду визначаються якістю відновлення (заточування й ремонту) і іншими властивостями обслуговування (забезпечення різальним інструментом, якістю транспортування й зберігання).

До організаційних властивостей на більше низькому рівні розгляду ставляться перевірка відповідності інструмента ДСТУ, здачі відходів, технагляд, централізованість виробництва інструментів. Вони визначають організаційні заходи щодо підвищення якості експлуатації інструмента.

Кожна властивість четвертого рівня може бути розкладена на властивості ще більш низького рівня, наприклад: якість заготовок характеризується припуском, твердістю, дефектами поверхні; стана обладнання - точністю, вібростійкістю тощо.

3.1.2. Одиничні показники й методи їх визначення

При виборі одиничних показників для оцінки якості експлуатації інструмента можливо три підходи:

1. Використовувати тільки об'єктивні показники, тобто показники, які ґрунтуються на різних звітних даних, кількісних оцінках, вимірюваннях тощо. Такі показники найбільш надійні, але вимагають іноді дуже тривалого трудомісткого дослідження. У деяких випадках, наприклад, оцінка рівня прогресивності, - вони взагалі не використовуються.

2. Використовувати тільки суб'єктивні показники. Ці методи дозволяють на підставі швидкого дослідження шляхом бальної або експертної оцінки робити висновок про рівень якості. Суб'єктивні методи значно менш точні. Однак, у деяких випадках, коли немає можливості отримати об'єктивну оцінку, можна їх використовувати.

3. Використовувати об'єднання об'єктивних і суб'єктивних показників (оцінок). Максимально використовувати об'єктивні показники, і тільки у випадку неможливості, використовувати – суб'єктивні показники.

Рівень якості одиничної властивості являє собою оцінку, тобто відносний показник Y , що є функцією (можливо частковою) двох абсолютних показників – фактичного, вимірювального показника $Y_{фак}$ і базового показника $Y_{баз}$.

$$Y = \frac{Y_{фак}}{Y_{баз}}. \quad (3.1)$$

Величина $Y_{фак}$ є постійною характеристикою кожної властивості, що встановлює на підставі досліджень, спостережень, випробувань, опитувань і у виробничих умовах.

Величина базового показника $Y_{баз}$ залежить не тільки від самої властивості, але й від вибраної для порівняння бази (еталона). При постійному значенні $Y_{фак}$ можуть бути різні значення $Y_{баз}$. Інакше кажучи, поза обраним еталоном для порівняння показника не можна говорити про оцінку якості даної властивості.

У більшості випадків як вихідні матеріали для розрахунку абсолютних показників використовувались матеріали контрольних перевірок заводів, зібраних за методикою, розробленої ГСПКТБ «Оргприминструмент». При виборі методів визначення абсолютних показників урахувалися також раніше розроблені методичні матеріали.

У якості базових застосовувалися в першу чергу показники різних нормативів, ДСТУ, також показники, установлені на основі інших регламентуючих документів. При відсутності таких базовими приймаються експертно встановлені показники або показники передових підприємств.

У таблиці 3.1 наведена номенклатура одиничних показників, що характеризують процес експлуатації різального інструменту. Тут же дані й методи їхнього визначення при обробці статистичних даних.

Таблиця 3.1. Номенклатура й методи визначення показників якості, що характеризують рівень використання різального інструменту

Найменування показників властивостей, що характеризують рівень експлуатації інструмента	Методи визначення одиничного показника
<i>1. Якість технологічної дисципліни</i>	
1. Рівень якості заготовок Y_1	Для якості заготовок: $Y_{1\text{факт}} = \frac{n}{n_{\Sigma}},$ де n – кількість заготовок задовільної якості; n_{Σ} - число перевірених заготовок. Визначається на основі статистичних даних, зібраних у цехах.
2. Рівень стану обладнання Y_2	Для верстатів задовільного стану $Y_{2\text{факт}} = \frac{n}{n_{\Sigma}},$ де n – кількість верстатів задовільного стану, n_{Σ} загальна кількість верстатів. Визначається залежно від терміну служби верстатів, виконання плану ППР.
3. Рівень правильності вибору інструмента Y_3	Фактичний рівень правильності вибору інструмента $Y_{3\text{факт}} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n B_{ij},$ де B_{ij} – бальні оцінки (0 або 1) властивості i -го інструмента; n – число обстежуваних елементів; k – число одиничних властивостей (тип конструкції, геометричні параметри, марка

	інструментального матеріалу, тобто $k = 3$). Бальна оцінка здійснюється на базі статистичних показників, зібраних методами тривалих і моментних спостережень. Оцінка «1» означає відповідність даного параметра його нормативному значенню, оцінка «0» – не відповідність
4. Рівень використання ЗОР Y_4	Визначається частка суми балів по всіх операціях, яка характеризується правильністю застосування ЗОР, у загальному числі операцій $Y_{4\text{факт}} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n},$ де B – бальна оцінка (0 або 1) i -ої операції. Оцінка «1» означає застосування ЗОР відповідає рекомендаціям. Оцінка «0» означає застосування ЗОР при рекомендації «не застосовувати» або відсутність ЗОР при рекомендації «застосовувати»; n – число обстежуваних операцій.
5. Рівень дотримання режимів різання Y_5	Для операцій, на яких дотримується нормативний рівень режимів різання $Y_{5\text{факт}} = \frac{n}{n_{\Sigma}}$ де n – число операцій, на яких дотримуються нормативні значення всіх елементів режиму різання; n_{Σ} - загальне число операцій методом моментних спостережень.
6. Рівень дотримання норм зношування	Для інструментів, при роботі якого дотримуються норми зношування

Y_6	$Y_{6\text{факт}} = \frac{n}{n_{\Sigma}},$ <p>де n – число інструментів з нормативним зношуванням; n_{Σ} – число обстежених інструментів методом моментних спостережень.</p>
<p><i>2. Якість технологічної підготовки</i></p>	
<p>7. Рівень прогресивності методів одержання заготовок</p> Y_7	$Y_{7\text{факт}} = \frac{1}{n} = \sum \frac{h_{i\text{черт}}}{h_{i\text{факт}}}$ <p>де $h_{i\text{факт}}$ – фактичний припуск; $h_{i\text{черт}}$ – сумарний припуск на обробку по кресленню; n – число обстежених заготовок.</p>
<p>8. Рівень прогресивності обладнання</p> Y_8	<p>Фактичний рівень прогресивності обладнання</p> $Y_{8\text{факт}} = \sum_{i=1}^k \frac{B_i n_i}{n_{\Sigma}},$ <p>де n_i – число верстатів даної групи; B_i – бальна оцінка даної групи (ступінь важливості групи); k – число групи верстатів; n_{Σ} – сумарна кількість всіх верстатів.</p> <p>Встановлюється на підставі аналізу складу верстатного парку.</p>
<p>9. Рівень прогресивності різального інструменту</p> Y_9	<p>Для прогресивних інструментів у загальному обсязі інструменту</p> $Y_{9\text{факт}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{i\text{прог}}}{T}$ <p>де $T_{i\text{прог}}$ – фактична трудомісткість роботи прогресивним інструментом даного виду; T – трудомісткість механообробки прогресивним інструментом.</p>

<p>10. Рівень прогресивності застосовуваних ЗОР</p> <p>Y_{10}</p>	<p>Частка операції із прогресивними ЗОР у загальній кількості операцій, де застосовується ЗОР</p> $Y_{10\text{факт}} = \frac{n}{n_{\Sigma}},$ <p>де n – кількість операцій із прогресивними ЗОР; n_{Σ} - загальна кількість операцій, на яких застосовують ЗОР.</p>
<p>11. Рівень прогресивності побудови техпроцесу</p> <p>Y_{11}</p> <p>(визначається для верстатів зі ЧПК)</p>	<p>Частка прогресивних техпроцесів</p> $Y_{11\text{факт}} = \frac{n}{n_{\Sigma}},$ <p>де n – число прогресивних техпроцесів. Встановлюється на основі рекомендацій про побудову техпроцесів на верстатах зі ЧПК; n_{Σ} - загальне число обстежених техпроцесів.</p>
<p>3. Якість обслуговування</p>	
<p>12. Рівень якості заточення</p> <p>Y_{12}</p>	<p>Рівень застосування централізованого заточування інструмента</p> $Y_{12\text{факт}} = \frac{\sum_{i=1}^k F_{3_i}}{\sum_{i=1}^k T_{3_i}},$ <p>де F_{3_i} – фактичний фонд роботи верстатів централізованого машинного заточування; T_{3_i} – розрахунковий штучно-калькуляційний час заточування інструмента в кількості, рівній річній його витраті; k – число видів інструментів.</p>
<p>13. Рівень якості ремонту</p>	<p>Фактичний обсяг інструмента в шт. або грн.</p>

інструмента Y_{13}	$Y_{13\text{факт}}$ <p>Визначається збором даних про відновлення інструмента.</p>
14. Рівень забезпеченості різальним інструментом Y_{14}	$Y_{14\text{факт}} = \frac{R_{\text{нал}}}{R_{\text{факт}}}$
15. Рівень транспортування Y_{15}	<p>Частка (по масі) заготовок, перевезених транспортними засобами</p> $Y_{15\text{факт}} = \frac{\sum_{i=1}^k B_i m_i}{B_{\text{эм}} M},$ <p>де B – бал, що оцінює транспортування даним транспортним засобом; $B_{\text{эм}}$ – бал, що відповідає еталонному транспортному засобу; m_i – маса заготовок перевезених кожним транспортним засобом; M – маса всіх заготовок, включаючи перенесення без транспортних засобів; k – число видів транспортування.</p>
16. Рівень якості зберігання різального інструменту Y_{16}	<p>Частка інструментів з дефектами, що виникають у результаті зберігання по всьому обстеженому інструменті n_{Σ}.</p> $Y_{16\text{факт}} = \frac{n}{n_{\Sigma}},$
<i>4. Організаційні властивості</i>	
17. Рівень відповідності інструмента ДСТУ Y_{17}	<p>Фактична відповідність інструмента ДСТУ</p> $Y_{17\text{факт}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k B_{ij},$ <p>де B_{ij} – бальна оцінка (0 або 1) i-го інструмента; n – число обстежуваних інструментів; k – число</p>

	відхилень від ДСТУ ($k = 4$). Визначається бальною оцінкою відхилень від ДСТУ, при цьому оцінка «1» означає відповідність даного параметра; «0» - не відповідність.
18. Рівень задачі відходів Y_{18}	Фактична задача відходів $Y_{18факт}$, визначається збором статистичних даних.
19. Рівень технагляду Y_{19}	Фактичний рівень технагляду $Y_{19факт} = K_{факт},$ де $K_{факт}$ – фактична чисельність групи технагляду. Визначається збором даних про фактичну чисельність групи технагляду.
20. Рівень централізованості виготовлення інструмента Y_{20}	Частка інструмента, виготовленого централізовано $Y_{20факт} = \frac{R_{нок}}{R_{факт}},$ де $R_{нок}$ – витрата покупного інструмента; $R_{факт}$ – фактична витрата різального інструменту.

3.2. Визначення одиничних показників і комплексної оцінки якості експлуатації різальних інструментів

Якість експлуатації інструмента може бути оцінене як для окремих видів інструментів, так і для всіх видів інструментів у цілому на окремій ділянці, цеху, заводі. В останньому випадку визначаються інструменти - представники цеху, заводу галузі (найбільше часто застосовувані) і для них проводиться збір інформації.

Таблиця 3.2. Оцінка якості експлуатації різального інструменту

<p>Розрахунок рівня забезпечення якості експлуатації різального інструменту даної групи цехом (дільницею)</p>	<p>Рівень забезпечення якості експлуатації даної групи інструмента цехом за оцінюваний період</p> $Y_{ц} = 1 - \frac{C_i}{K \cdot N},$ <p>де C_i – кількість відхилень як експлуатація i-го показника (правильність вибору інструментів, дотримання нормативів і т.п. $i=1..K$) з вини цеху; K - кількість показників; N – число обстежених інструментів даної групи (різців або фрез).</p>
<p>Розрахунок рівня забезпечення якості експлуатації різального інструменту цехами (у цілому)</p>	<p>Рівень забезпечення якості експлуатації інструментів всіх груп розраховується як середньозважена величина рівнів забезпечення якості експлуатації окремих груп інструментів, які експлуатуються даним цехом</p> $Y_{ц} = \sum_{i=1}^K Y_i \cdot B,$ <p>де B – ваговий коефіцієнт, що враховує частку даної групи інструментів у загальній кількості інструментів цеху. Y - вартість інструментів даного виду/вартість всіх інструментів або трудомісткість даного виду обробки/трудомісткість всієї механообробки.</p>

<p>Розрахунок рівня забезпечення якості експлуатації інструмента даним фактором (наприклад, правильність вибору інструмента по цеху)</p>	$Y_{инц} = 1 - \frac{C_{инц}}{C_{ц}},$ <p>де $C_{инц}$ - кількість відхилень, допущених при експлуатації інструмента даним цехом по даному факторі (наприклад, по правильності вибору інструмента); $C_{ц}$ - загальна кількість відхилень, виявлених під час перевірки за цехом.</p>
<p>Розрахунок рівня забезпечення якості експлуатації групи інструментів даним заводом</p>	<p>Рівень забезпечення якості експлуатації</p> $Y_3 = 1 - \frac{C_3}{K \cdot N},$ <p>де C_3 - кількість відхилень в якості виготовлення інструментів в ході перевірки; N - число обстежених випадків обробки по заводу; K - кількість показників.</p>

Визначення комплексної оцінки якості експлуатації різального інструменту

Узагальнений рівень якості експлуатації різальних інструментів представляє собою суму рівнів якості окремих властивостей з ваговим коефіцієнтом цих властивостей. Розрахунок узагальненого показника Y_o рівня якості експлуатації різального інструменту в загальному вигляді можна представити:

$$Y_o = Y_1 B_1 + Y_2 B_2 + \dots + Y_n B_n, \quad (3.2)$$

де Y_n – відносний показник (оцінка) одиничних властивостей або комплексний показник нижчого рівня; B_n – ваговий коефіцієнт окремого показника,

визначається експертним методом; n – число показників, яке враховується при оцінці рівня експлуатації.

Кількість показників, які включаються в узагальнений показник можна суттєво зменшити, відсіюючи малозначимі, що мають найменший ранг.

В якості одиничних властивостей, оцінка яких буде враховуватись при розрахунку узагальненого показника, представлені найбільш важливі властивості як інструменту, так і технологічного процесу:

1. Відповідність заготовки вимогам креслення (якість);
2. Відповідність металообробного обладнання необхідним нормам;
3. Правильність вибору металорізального інструменту;
4. Використання змащувально-охолоджувальної рідини;
5. Правильність вибору режимів різання;
6. Дотримання норм зношення металорізального інструменту;
7. Якість заточування інструменту.

Вага цих властивостей, визначена експертним методом, та результати розрахунку визначення комплексної оцінки якості експлуатації наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Результати розрахунку визначення комплексної оцінки якості експлуатації різального інструменту

Властивість	Відносний показник, Y_n	Ваговий коефіцієнт, B_n	$Y_n \times B_n$
Відповідність заготовки	0,5	0,23	0,115
Стан обладнання	0,7	0,15	0,105
Вибір інструменту	0,1	0,06	0,006
Використання ЗОР	0,2	0,08	0,016
Раціональні режими різання	0,7	0,22	0,154
Зношення інструменту	0,6	0,05	0,030
Якість заточування	0,5	0,21	0,105
<i>Рівень якості експлуатації</i>			0,53

3.4. Комп'ютерне моделювання та розрахунок збірних фасонних фрез

3.4.1. Комп'ютерне моделювання навантаження різальної пластини

У якості програмного пакета для моделювання навантаження був прийнятий пакет Cosmosworks 2008 програми Solidworks.

Метою роботи є порівняння впливу режимів різання на напружено-деформований стан різальних пластин фасонних фрез базової й розроблювальної конструкцій.

У якості прототипів дослідження виступали типовий інструмент і розроблювальний із ідентичними геометричними параметрами й розмірами. Геометричні параметри різальної частини для двох конструкцій однакові: передній кут фрези $\gamma = 100^\circ$, задній кут фрези $\alpha = 10^\circ$, передній кут фаски $\gamma_f = -50^\circ$, ширина фаски $f = 0,5\text{мм}$. Моделі комп'ютерного дослідження представлені на рис. 3.3 і 3.4.

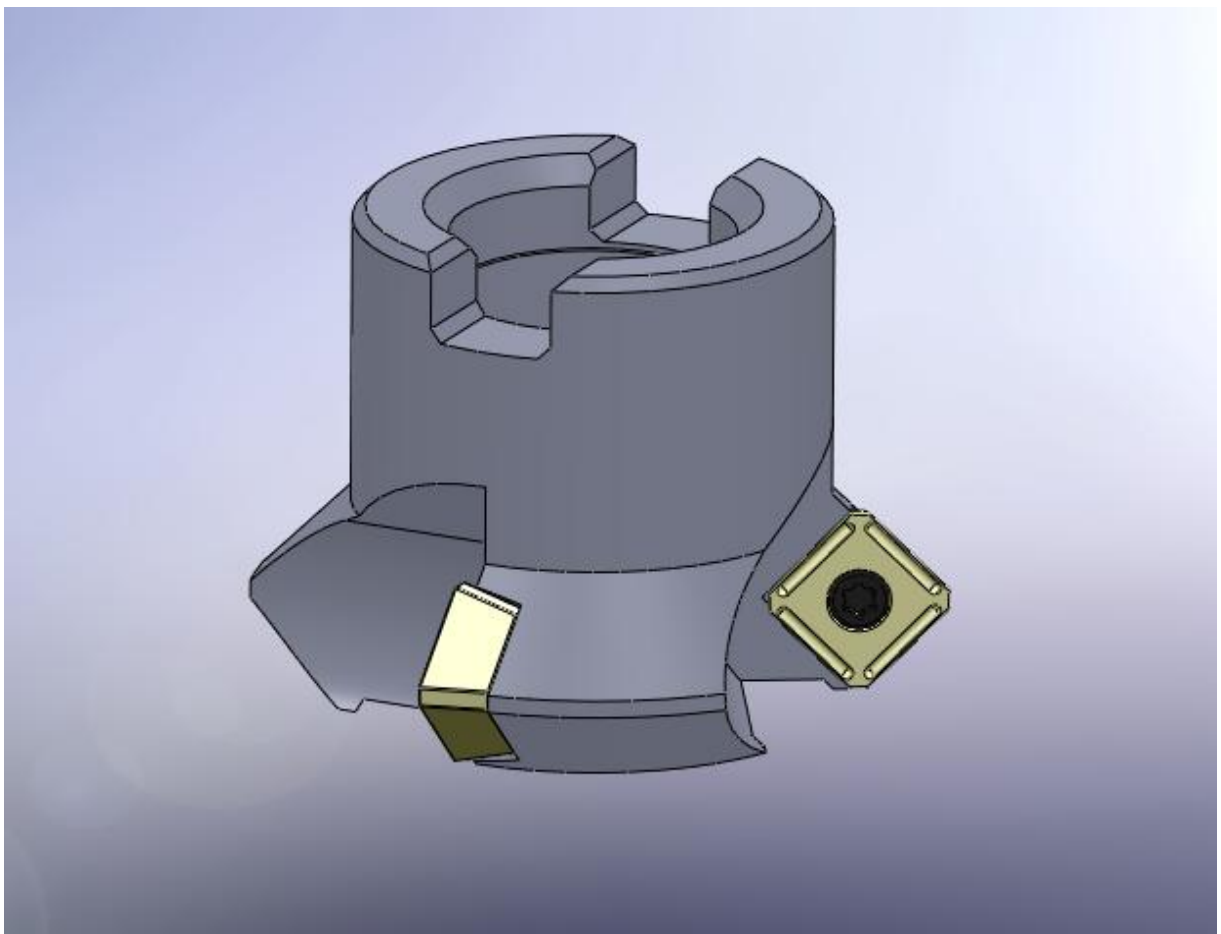


Рис. 3.3. Загальний вид моделі типової конструкції

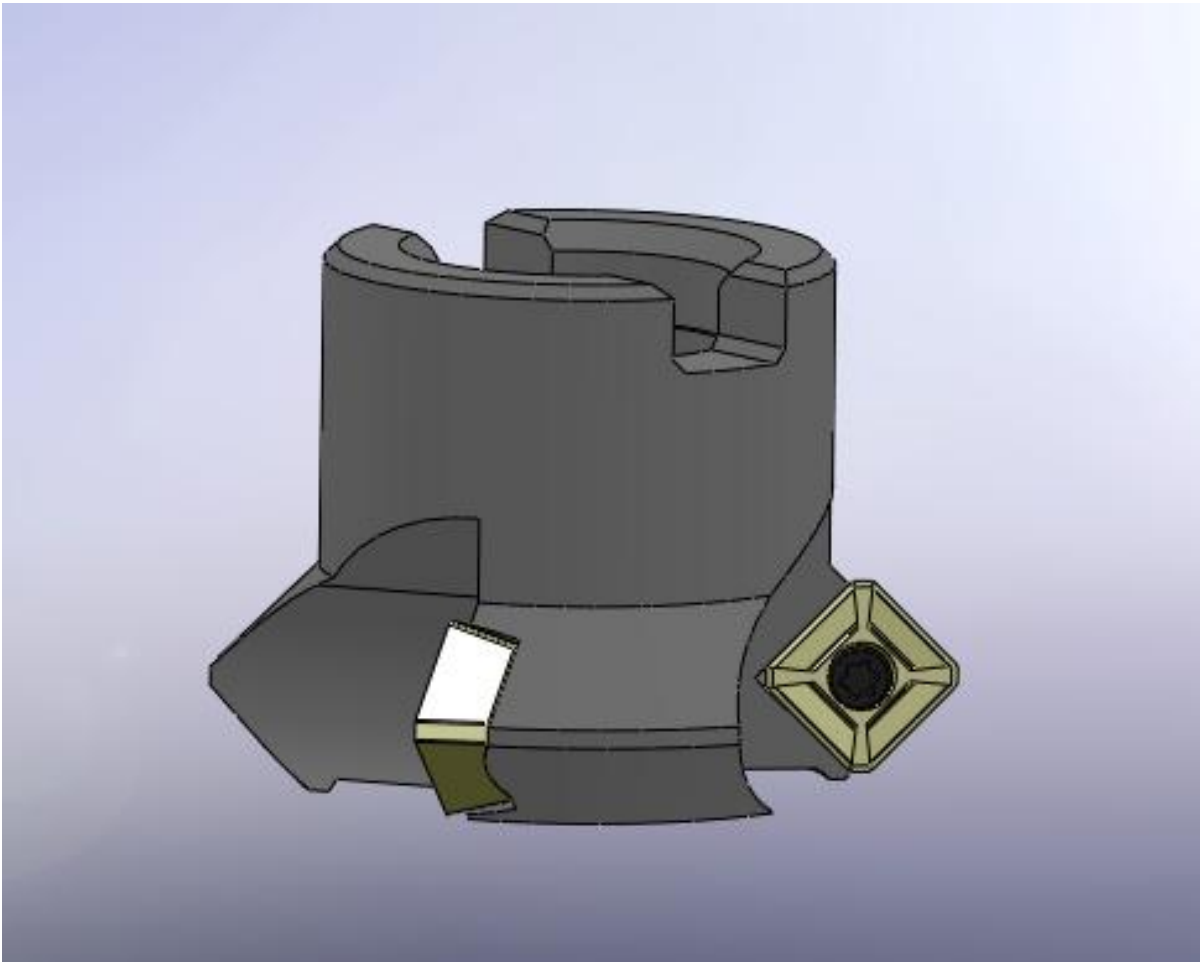


Рис.3.4. Загальний вид моделі нової запропонованої конструкції

Результатом аналізу стало визначення переміщення різальних кромek пластини фрези і визначення величин контактних напружень, що виникають на опорних поверхнях при операції фрезерування.

Моделі дослідження являють собою тривимірні конструкції інструмента, навантажені відповідно до даних умов роботи й відповідним чином зафіксовані, тобто корпус жорстко закріплений на оправці. Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4. Вихідні дані для моделювання збірних фасонних фрез

Глибина фрезерування $t, \text{ мм}$	Подача на зуб $Sz, \text{ мм}$	Складова сили різання		
		$P_z, \text{ Н}$	$P_y, \text{ Н}$	$P_x, \text{ Н}$
5	0,3	7000	2500	3600

3.4.2. Аналіз процесу результуючого переміщення різальних кромок і визначення величин контактних напружень на опорних поверхнях

Аналіз процесу результуючого переміщення передбачає дослідження впливу сил різання діючих у різних площях поверхні різальної пластини, на зміну відносного положення частин даних різальних інструмент. На рис. 3.5 представлена загальна картина переміщень для фрези базової конструкції при навантаженні всієї різальної кромки.

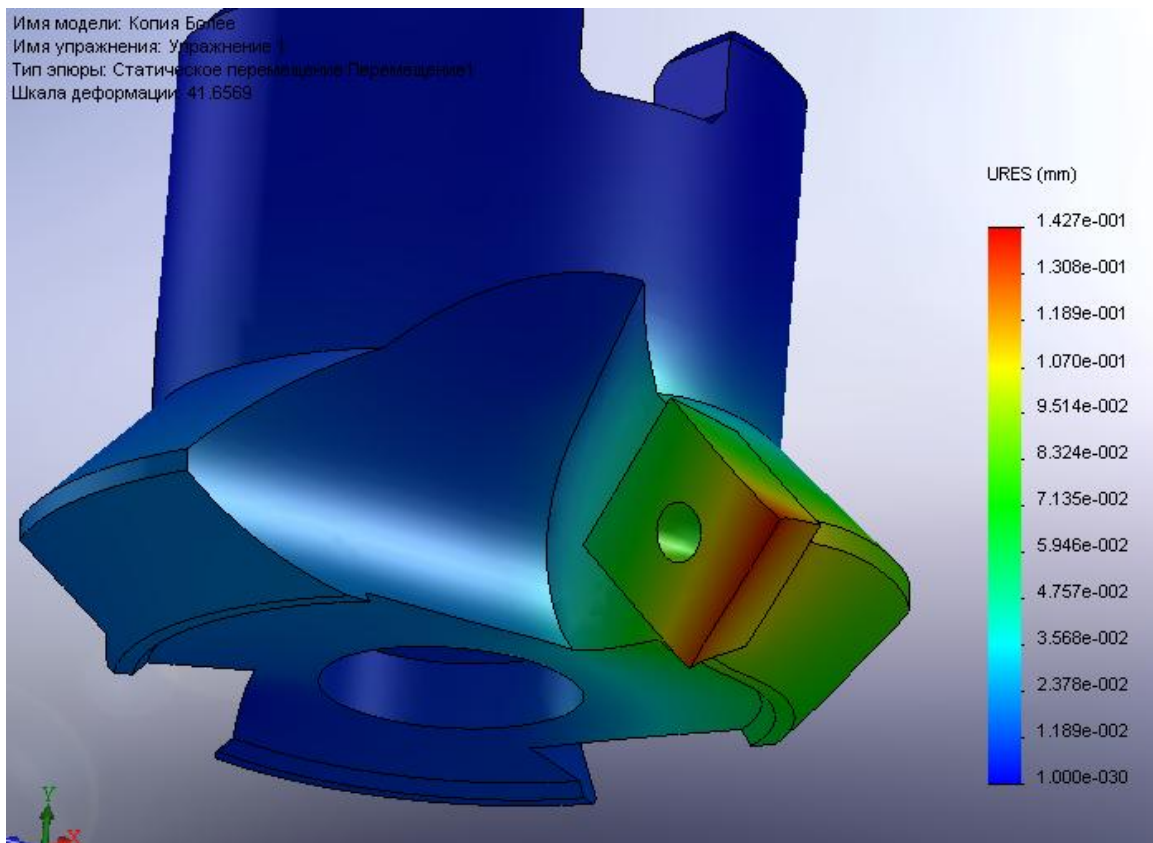


Рис. 3.5. Епюра результуючих переміщень для фрези базової конструкції

На рисунку 3.6 представлена загальна картина переміщень для фрези оригінальної конструкції при навантаженні всієї різальної кромки.

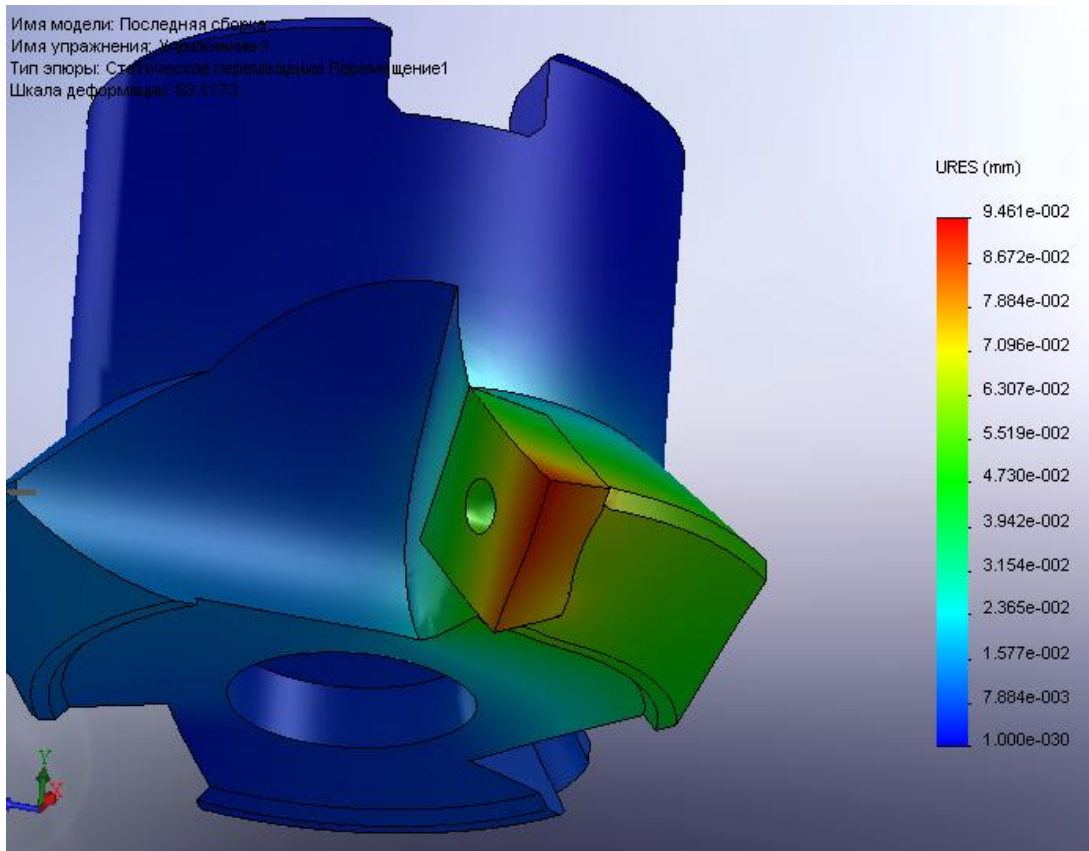
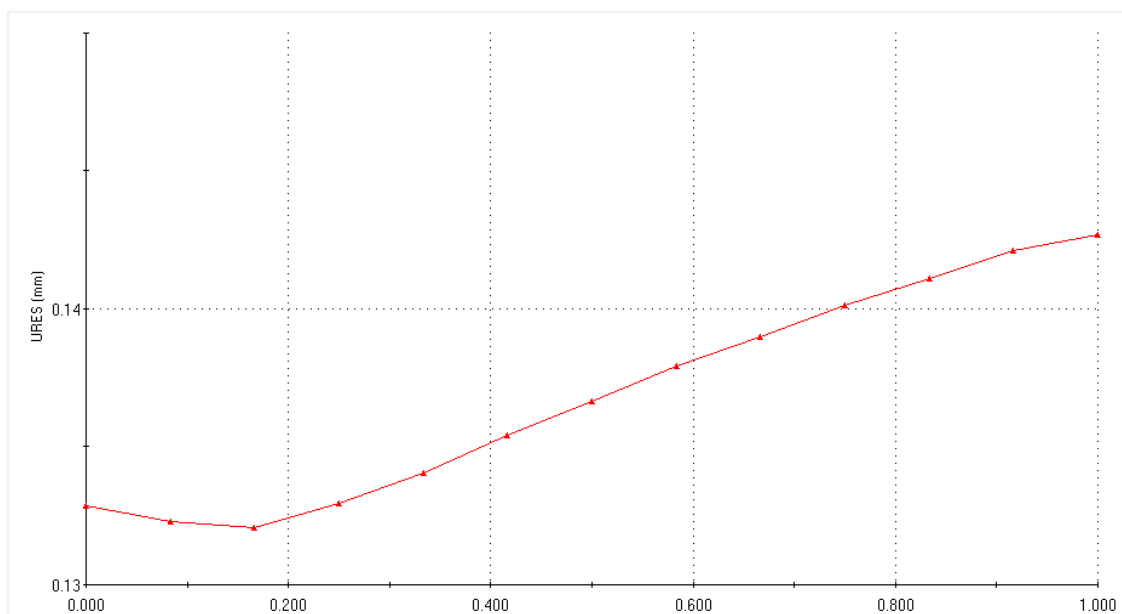


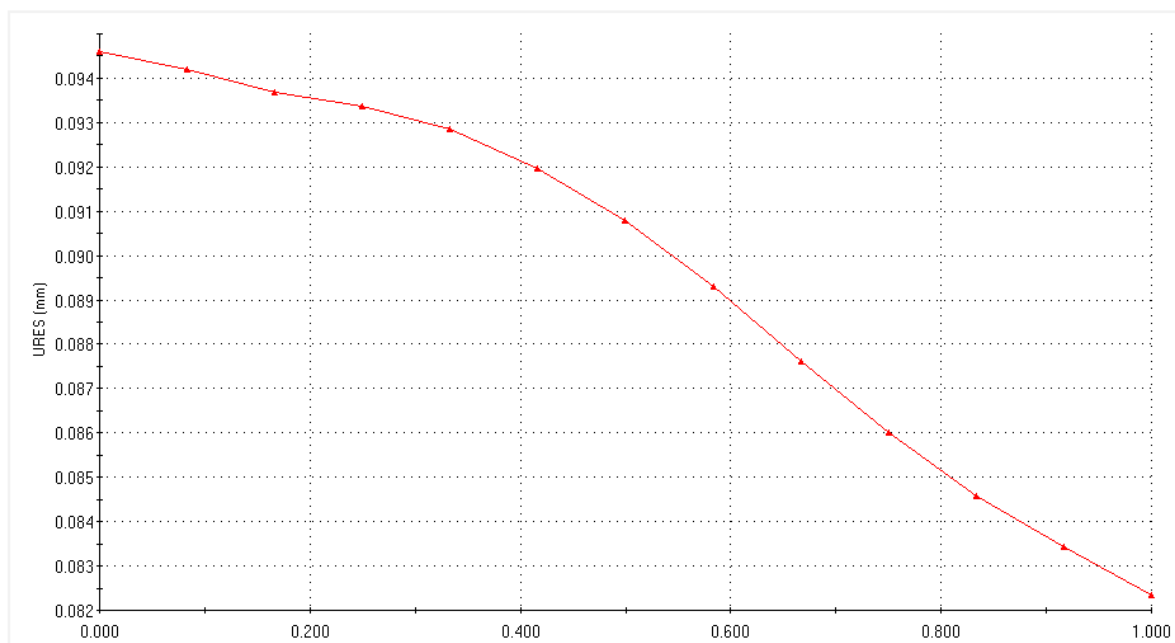
Рис. 3.6. Епюра результирующих перемещень для фрезы оригінальної конструкції

З аналізу картин епюр результирующих перемещень (рис. 3.5, 3.6) видно, що найбільш навантаженими елементами конструкції є передня й задня поверхні різальної пластини фрези. Для більш докладного аналізу результирующих перемещень, необхідно розглянути графіки розподілу даних перемещень по різальній кромці твердосплавної пластини (рис. 3.7) і графіки перемещень у пластині в нормальному перетині від упорної поверхні до різальної кромки (рис. 3.8).



Параметрична відстань

а)

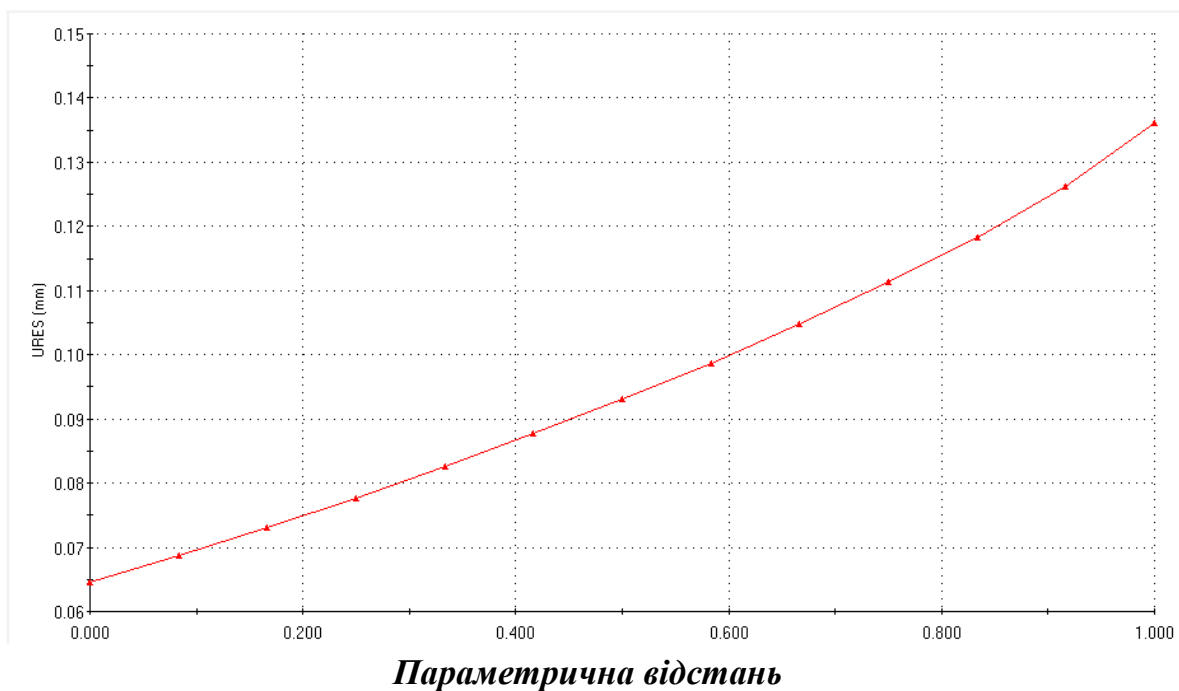


Параметрична відстань

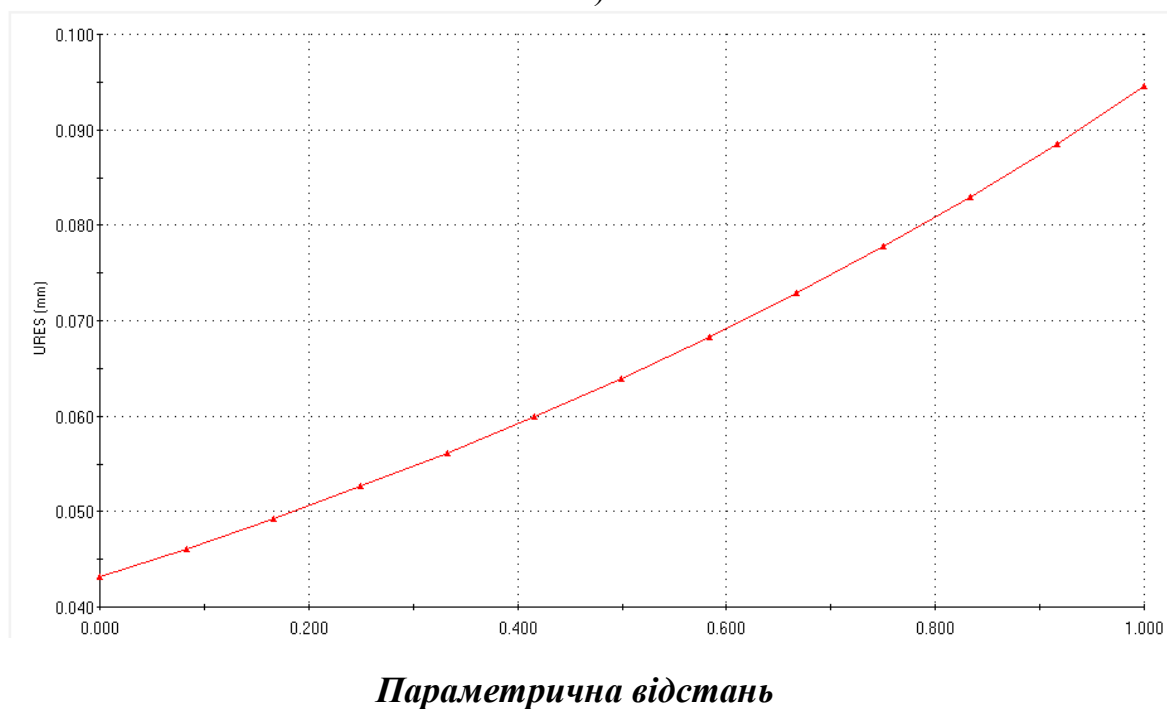
б)

Рис. 3.7. Графік розподілу результуючих переміщень на різальній кромці:

а) – для базової конструкції, б) – для оригінальної конструкції



а)

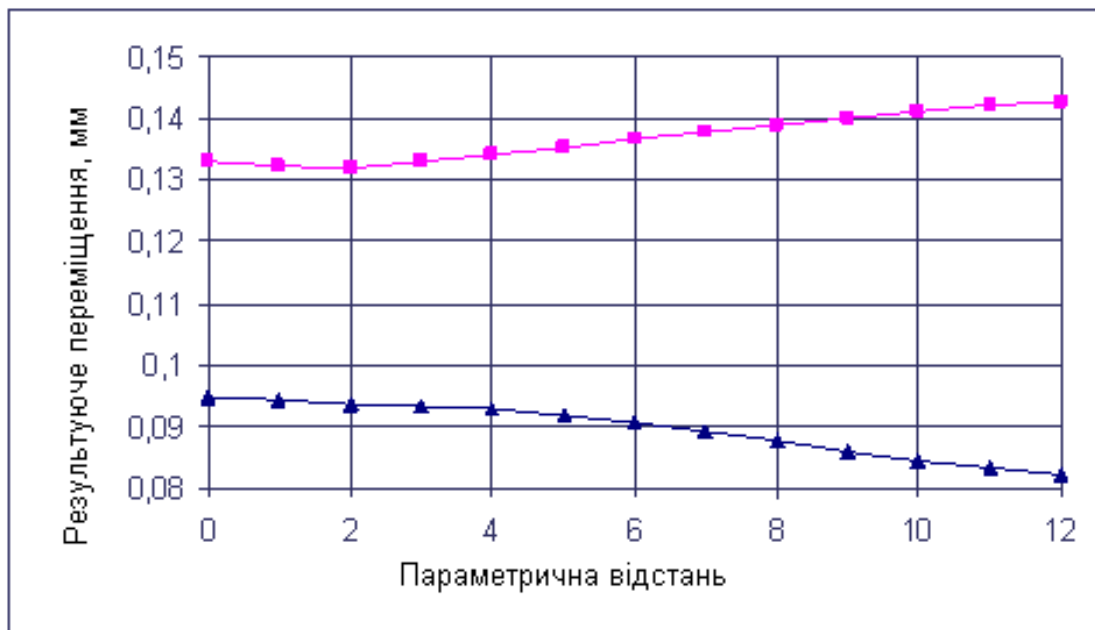


б)

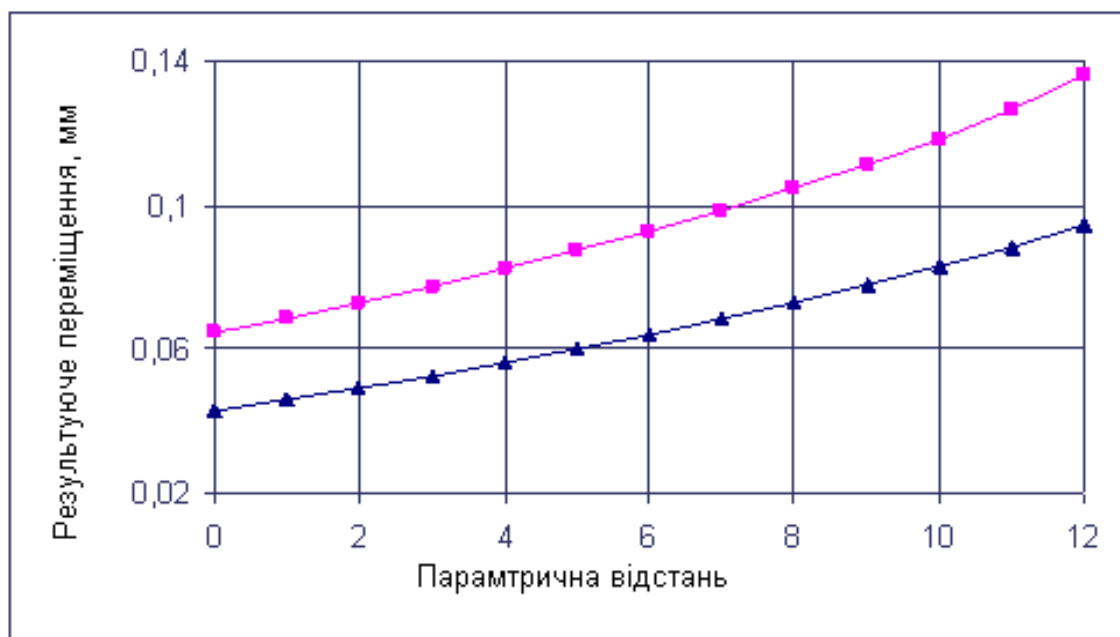
Рис. 3.8.Графік розподілу результуючих переміщень у різальній пластині в нормальному перетині: а) – для базової конструкції, б) – для оригінальної конструкції

Якщо сполучити всі отримані графіки можна сказати, що при рівномірному навантаженні переміщення в пластині збільшуються від упорної

поверхні й досягають свого максимуму в різальній кромці, але розроблена конструкція вузла кріплення суттєво знижує переміщення різальної кромки в порівнянні з базовим варіантом.



а)



б)

Рис. 3.9. Розподіл результуючих переміщень: а) – у різальній кромці, б) – у нормальному перетині по середині пластини:

□ – для базової конструкції; Δ – для оригінальної конструкції.

Розглянемо розподіл еквівалентних напруг σ_{Σ} , що виникають на опорних поверхнях для двох конструкцій.

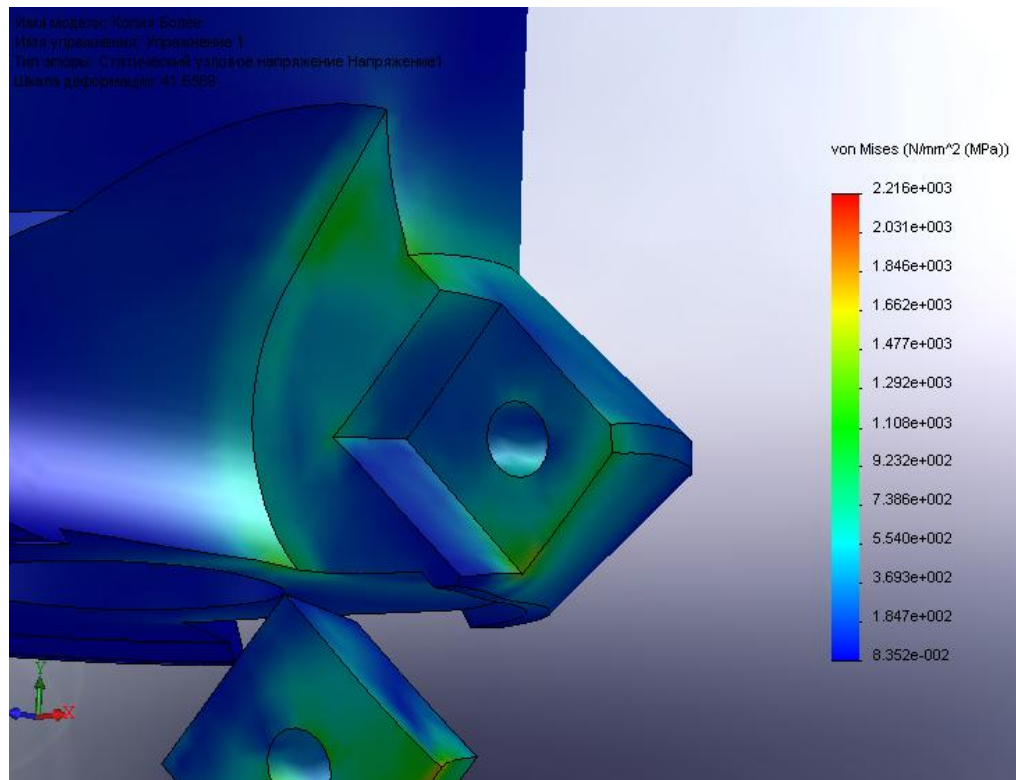


Рис. 3.10. Епюра еквівалентних напружень σ_{Σ} для фрези базової конструкції

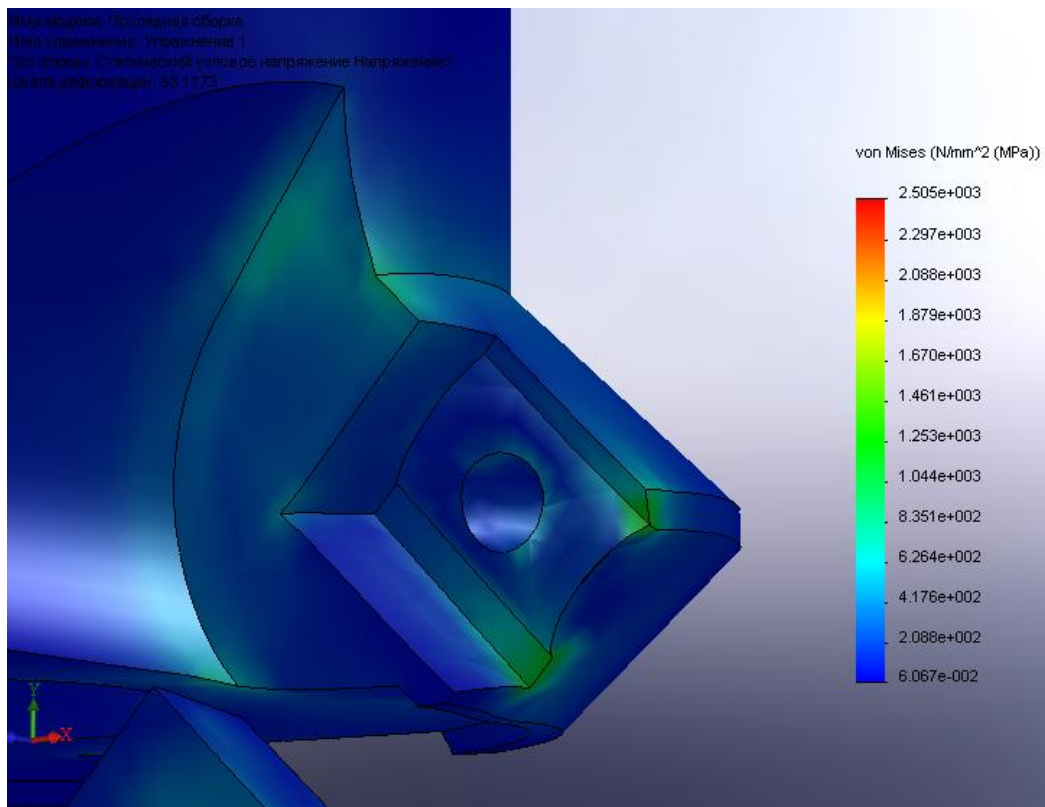
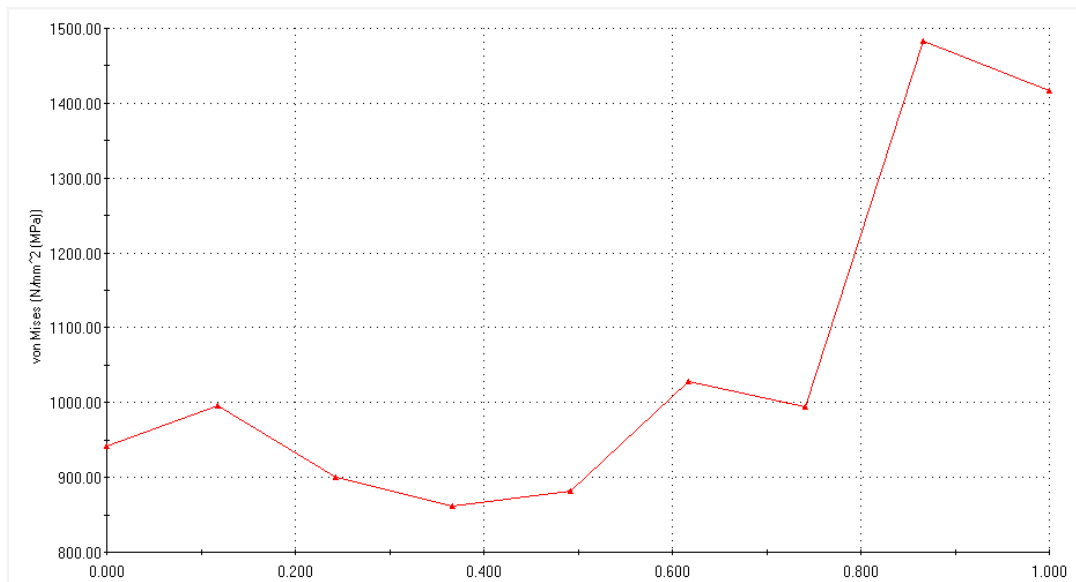
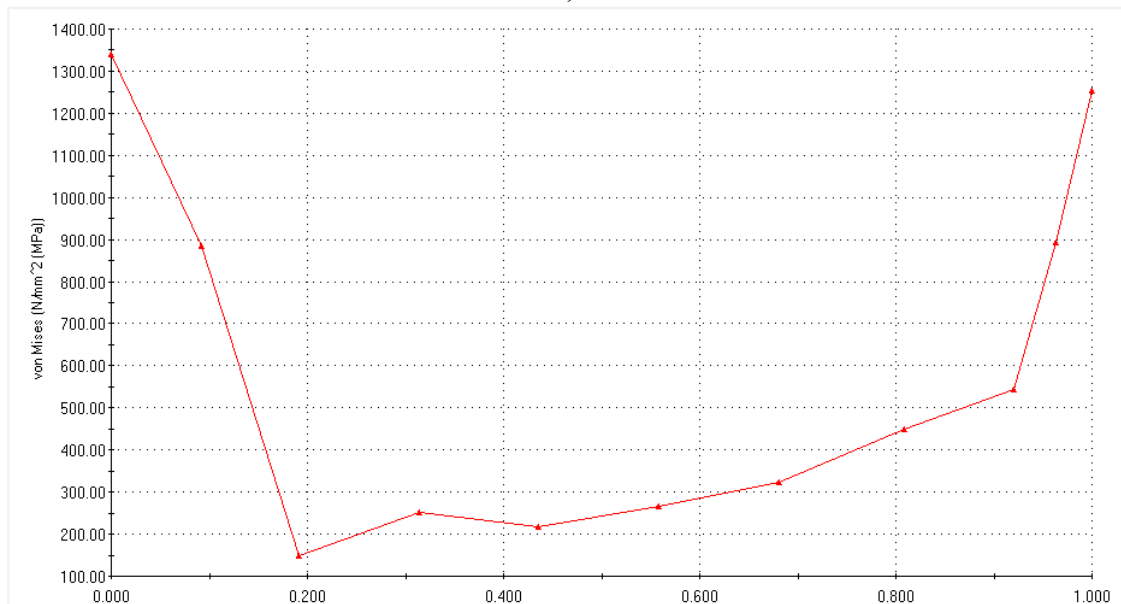


Рис. 3.11. Епюра еквівалентних напружень σ_{Σ} для фрези оригінальної конструкції



Параметрична відстань

а)



Параметрична відстань

б)

Рис. 3.12. Розподіл еквівалентних напруг σ_{Σ} на опорній поверхні в поперечному перерізі: а) – для базової конструкції, б) – для оригінальної конструкції

Якщо сполучити всі отримані графіки можна сказати, що виготовлення фасонної, U – подібної напрямної на опорній поверхні сприяє зниженню величини еквівалентних напруг і підвищенню міцності, за рахунок збільшення

товщини в середині поверхні, що приводить до зниження величини вигнутих деформацій, що виникають під дією силових факторів, і підвищенню твердості вузла кріплення різальної пластини.

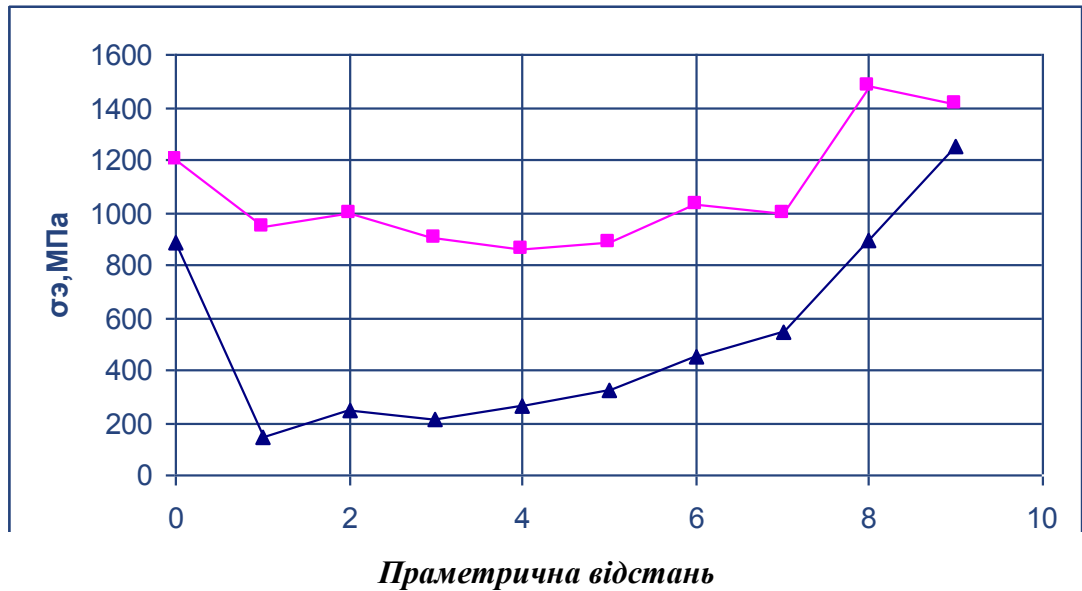


Рис. 3.13 – Розподіл еквівалентних напружень $\sigma_{\text{э}}$ на опорній поверхні в поперечному перерізі,
 □ – для базової конструкції; Δ – для оригінальної конструкції.

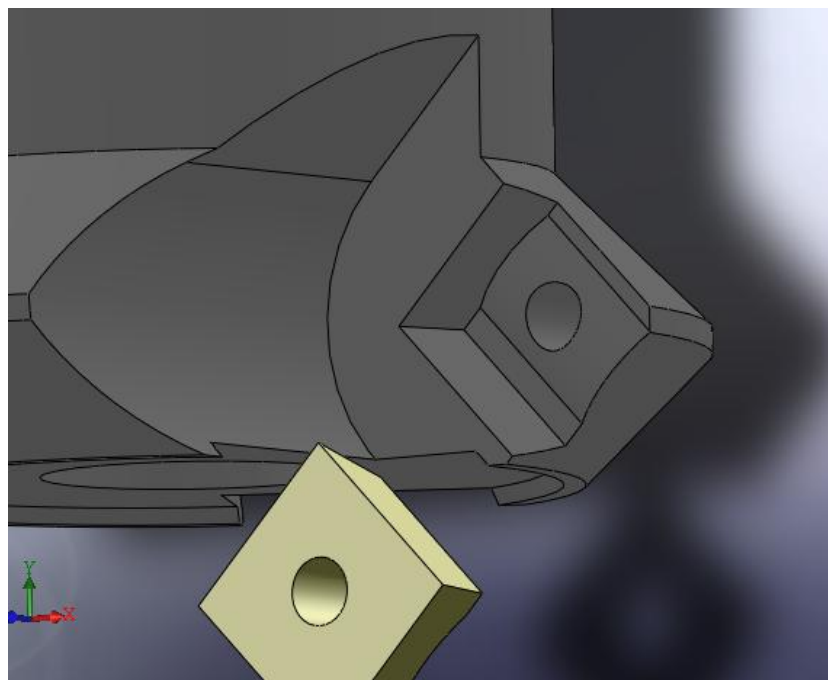


Рис. 3.14. Рекомендована конструкція опорної поверхні.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Розрахунок захисного заземлюючого пристрою

Мета розрахунку – визначення кількості і розмірів заземлювачів і складання плану розташування заземлювачів і заземлюючих провідників. Вихідними даними для розрахунку заземлюючого пристрою є: величина опору заземлюючого пристрою, що нормується правилами, питомий опір ґрунту, що визначається вимірюванням або із таблиць нормативів, тип, розміри і умови розташування в ґрунті одиничних заземлювачів.

Визначимо нормативне значення опору заземлювача R_H .

Нормативне значення опору заземлюючого пристрою R_H до якого приєднані нейтралі металевих частин електрообладнання у будь-яку пору року має бути не більше 2, 4 і 8 Ом, відповідно при лінійній напрузі 680, 380 і 220 В в джерелах однофазного струму.

Отже, згідно поставлених умов приймаємо $R_H = 4$ Ом для установок напругою до 1000 В.

Визначимо розрахунковий питомий опір ґрунту ρ в якому будемо розміщувати електроди заземлювача:

$$\rho = \rho_{tabl} \cdot \psi \text{ Ом м} \quad (4.1)$$

де ρ_{tabl} – табличне значення питомого опору ґрунту, Ом м.

Приймаємо $\rho_{tabl} = 40$ Ом м – для глинистих ґрунтів при вологості 10..20 % до маси ґрунту.

ψ - кліматичний коефіцієнт, питомого опору ґрунту. Приймаємо $\psi = 1.3$ – при середній вологості ґрунту.

$$\rho = 40 \cdot 1.3 = 52 \text{ Ом.}$$

Визначимо тип заземлюючого пристрою.

Приймаємо вертикальний стержневий заземлювач, круглого перерізу, розташований біля поверхні ґрунту. Схематично вертикальний заземлювач показано на рисунку 4.1.

Розрахунковий опір розтікання струму з одного вертикального стержневого заземлювача:

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d} \quad (4.2)$$

де l – довжина заземлювача, м; приймаємо $l = 1.5$ м;

d – діаметр заземлювача, м; приймаємо $d = 0.03$ м.

$$R_1 = \frac{52}{2 \cdot 3.14 \cdot 1.5} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1.5}{0.03} = 29.15 \text{ Ом.}$$

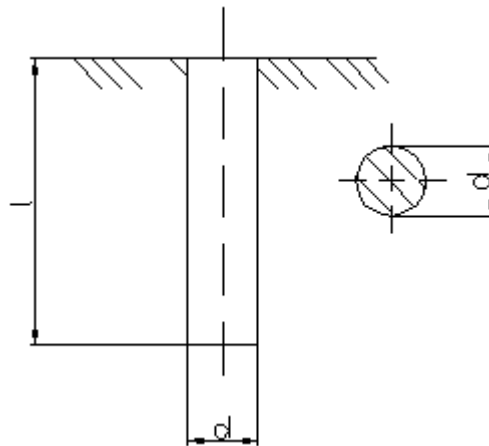


Рис. 4.1. Схема вертикального заземлювача

Визначимо необхідну кількість одиничних заземлювачів, однакових по розмірах і симетрично розміщених в однорідному ґрунті:

$$n' = \frac{R_1}{R_H \cdot \eta'_b} \quad (4.3)$$

де η'_b – коефіцієнт використання вертикальних стержнів.

Цей коефіцієнт залежить від типу заземлювачів, орієнтації і їхньої кількості, відношення відстані між заземлювачами a до їхньої довжини l .

Попередньо приймаємо виносне захисне заземлення відносно заземлюючого обладнання, так як воно дає можливість вибору розташування електродів із найменшим опором ґрунту. Відповідно і заземлювачі приймаємо виносні, із розташуванням по контуру, з відстанню між електродами $a = 3$ м,

відношення $\frac{a}{l} = \frac{3}{1.5} = 2$, і при попередній кількості заземлювачів до 20 шт.

приймаємо $\eta'_b = 0.73$.

$$n' = \frac{29.15}{4 \cdot 0.73} = 9.98$$

Приймаємо кількість електродів, рівною $n' = 10$. Уточнимо коефіцієнт використання стержневих електродів.

$$\eta'_b = \frac{R_1}{R_H \cdot n'_b} = \frac{29.15}{4 \cdot 10} = 0.73$$

Визначимо опір з'єднувальних горизонтальних електродів.

Для з'єднання вертикальних електродів приймаємо круглий провідник з діаметром $d = 0.02$ м, розміщений на поверхні ґрунту. Схематично горизонтальний електрод представлено на рисунку 4.2.

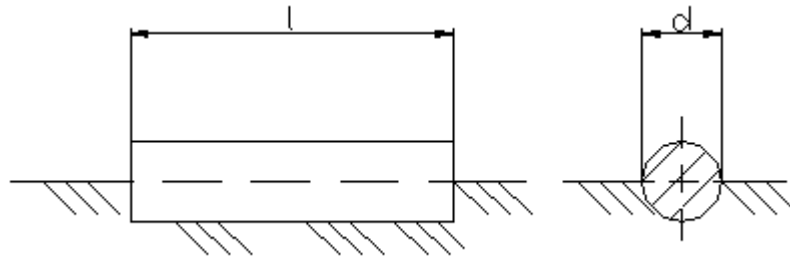


Рис. 4.2. Схема горизонтального заземлювача

Довжина горизонтального провідника, при розміщенні заземлювачів по контуру визначимо по формулі:

$$l = a \cdot n = 3 \cdot 10 = 30 \text{ м.}$$

В ґрунті опір розтікання струму горизонтального електрода (стрічки) без врахування ефекту екранування:

$$R_2 = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d} \quad (4.4)$$

$$R_2 = \frac{52}{3.14 \cdot 30} \cdot \ln \frac{2 \cdot 30}{0.02} = 2.9 \text{ Ом}$$

Загальний опір заземлюючого пристрою R_{GR} , складається з опору n вертикальних стержнів-електродів та опору горизонтального електрода.

$$R_{GR} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \cdot \eta_G + R_2 \cdot \eta'_b} \quad (4.5)$$

де η_G – коефіцієнт використання горизонтального електрода.

При кількості вертикальних електродів $n = 10$ та відношенні $\frac{a}{l} = \frac{3}{1.5} = 2$

$\eta_G = 0.8$.

$$R_{GR} = \frac{29.15 \cdot 2.9}{29.15 \cdot 0.8 + 2.9 \cdot 0.73} = 3.3 \text{ Ом}$$

Природні заземлювачі не використовуємо, тому розрахункове значення опору ґрунтового заземлювача не повинна перевищувати допустимого опору для електроустановок напругою до 1000 В ($R_H = 4 \text{ Ом}$), тому умова $R_{GR} < R_H$, тобто $3.3 < 4$ виконується.

На основі розрахунків приведемо схему виносного заземлюючого пристрою для даної ділянки, яка представлена на рисунку 4.3.

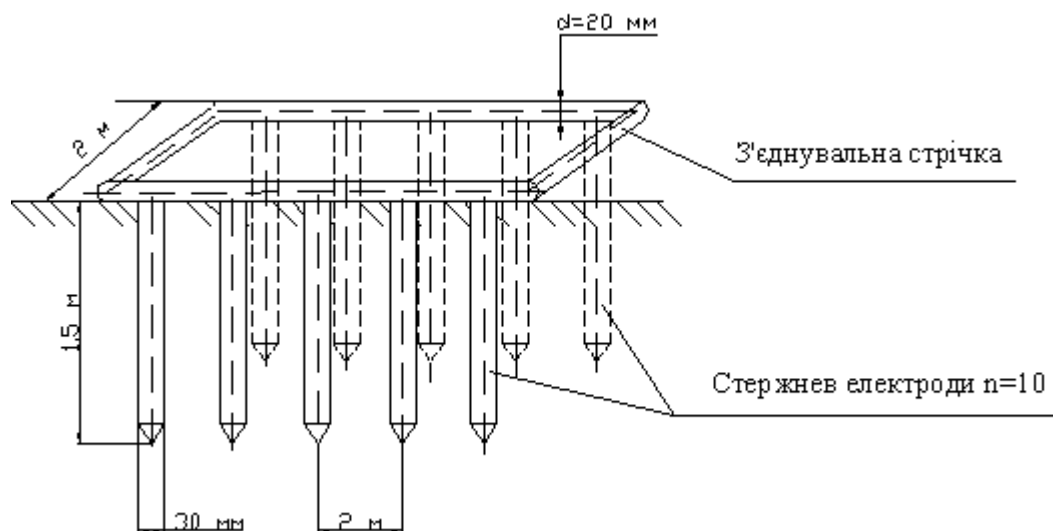


Рис. 4.3. Схема виносного заземлюючого пристрою.

4.2. Застосування основних способів ведення рятувальних робіт на промислових підприємствах

Проблема запобігання виникнення надзвичайних ситуацій техногенного походження та ліквідація їх наслідків для України є однією з найактуальніших.

Не випадково у статті 8 Закону України “Про Цивільну оборону України” наголошено, що “Керівництво підприємства, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами

індивідуального і колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з ЦО і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством". (Частина перша статті 8 в редакції Закону № 555-14 від 24.03.99).

Радіаційні, хімічні і вибухонебезпечні підприємства додатково створюють локальні системи виявлення загрози виникнення надзвичайної ситуації та оповіщення персоналу і населення, що проживає в зонах можливого ураження.

Суть рятувальних та інших невідкладних робіт – це усунення безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення, запобігання або значне зменшення матеріальних збитків. Рятувальні та інші невідкладні роботи включають також усунення пошкоджень, які заважають проведенню рятувальних робіт, створення умов для наступного проведення відновлювальних робіт. РІНР поділяють на рятувальні роботи і невідкладні роботи.

До рятувальних робіт відносяться:

- розвідка маршруту руху сил, визначення обсягу та ступеня руйнувань, розмірів зон зараження, швидкості і напрямку розповсюдження зараженої хмари чи пожежі;
- локалізація та гасіння пожеж на маршруті руху сил та ділянках робіт;
- визначення об'єктів і населених пунктів, яким безпосередньо загрожує небезпека;
- визначення потрібного угруповання сил і засобів запобігання і локалізації небезпеки;
- пошук уражених та звільнених їх з-під завалів, пошкоджених та палаючих будинків, із загазованих та задимлених приміщень;
- розкриття завалених захисних споруд та рятування з них людей;
- надання потерпілим першої допомоги та евакуації їх (при необхідності) у

лікувальні заклади;

- вивіз або вивід населення із небезпечних місць у безпечні райони;
- організація комендантської служби, охорона матеріальних цінностей і громадського порядку;
- відновлення життєздатності населених пунктів і об'єктів;
- пошук, розпізнання і поховання загиблих;
- санітарна обробка уражених;
- знезараження одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, територій, споруд, а також техніки;
- соціально-психологічна реабілітація населення.

До невідкладних робіт відноситься:

- прокладання колонних шляхів та улаштування проїздів (проходів) у завалах та зараженій території;
- локалізація аварій на водопровідних, енергетичних, газових і технологічних мережах;
- ремонт та тимчасове відновлення роботи комунально-енергетичних систем і мереж зв'язку для забезпечення рятувальних робіт;
- зміцнення або руйнування конструкцій, які загрожують обвалам і безпечному веденню робіт.

Рятувальні та інші невідкладні роботи здійснюються в три етапи.

На першому етапі вирішується завдання:

- щодо екстреного захисту населення;
- запобігання розвитку чи зменшення впливу наслідків;
- з підготовки до виконання РІНР.

Основними заходами щодо екстреного захисту населення є:

- оповіщення про небезпеку;
- використання засобів захисту;
- додержання режимів поведінки;
- евакуація з небезпечних у безпечні райони;
- здійснення санітарної, гігієнічної, протиепідемічної профілактики і надання

медичної допомоги;

- локалізація аварій;
- зупинка чи зміна технологічного процесу виробництва;
- попередження (запобігання) і гасіння пожежі.

На другому етапі проводяться:

- пошук потерпілих;
- витягання потерпілих з-під завалів, з палаючих будинків, пошкоджених транспортних засобів;
- евакуація людей із зони лиха, аварій, осередку ураження;
- надання медичної допомоги;
- санітарна обробка людей;
- знезараження одягу, майна, техніки, території;
- проведення інших невідкладних робіт, що сприяють і забезпечують здійснення рятувальних робіт.

На третьому етапі вирішуються завдання щодо забезпечення життєдіяльності населення у районах, які потерпіли від наслідків НС:

- відновлення чи будівництво житла;
- відновлення енерго-, тепло-, водо-, газопостачання, ліній зв'язку;
- організація медичного обслуговування;
- забезпечення продовольством і предметами першої необхідності;
- знезараження харчів, води, фуражу, техніки, майна, території;
- відшкодування збитків;
- знезараження майна, території, техніки.

Відновлювальні роботи ЦО не виконує, їх здійснюють спеціально створені підрозділи (бригади). Залежно від рівня надзвичайної ситуації (загальнодержавного, регіонального, місцевого чи об'єктового) для проведення РІНР залучаються сили і засоби ЦО центрального, регіонального або об'єктового підпорядкування.

"Стаття 12. Для забезпечення заходів з цивільної оборони, захисту населення і місцевостей від наслідків надзвичайних ситуацій та проведення

спеціальних робіт у міністерствах, інших центральних органах виконавчої влади, місцевих державних адміністраціях, на підприємствах, в установах і організаціях незалежно від форм власності і підпорядкування створюються спеціалізовані служби цивільної оборони: енергетики, захисту сільськогосподарських тварин і рослин, інженерні, комунально-технічні, матеріального забезпечення, медичні, оповіщення і зв'язку, протипожежні, торгівлі і харчування, технічні, транспортного забезпечення та інші. Для проведення евакуаційних заходів в умовах надзвичайних ситуацій на базі місцевих державних адміністрацій створюються евакуаційні комісії.

У разі коли підприємством, установою, організацією не здійснюються ці заходи або допускаються порушення в технологічному процесі, не дотримуються правила зберігання, транспортування, використання, знешкодження та захоронення сильнодіючих отруйних, радіоактивних і вибухових речовин, що може призвести до надзвичайної ситуації, штаби цивільної оборони вносять відповідним органам пропозиції щодо застосування до цього підприємства (установи, організації) відповідних санкцій, а також притягнення посадових осіб, винних у порушеннях, до відповідальності згідно з чинним законодавством.

Для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у разі надзвичайних ситуацій застосовуються сили цивільної оборони: війська, спеціалізовані і невоєнізовані формування. Порядок повсякденного функціонування військ цивільної оборони та дії їх у надзвичайних ситуаціях визначаються Статутом військ Цивільної оборони України.

Локалізація і гасіння пожеж. Щоб проводити рятувальні роботи в будинках, необхідно в першу чергу забезпечити доступ формувань у вогнище поразки, локалізувати, а потім і згасити пожежі. Тому рятувальні роботи включають також активні дії по боротьбі з пожежами.

Роботи з локалізації і ліквідації вогнищ пожеж організуються протипожежною службою і проводяться протипожежними формуваннями (командами пожежегасіння і добровільних пожежних дружин) одночасно з

іншими видами рятувальних робіт.

Надання першої медичної і першої лікарської допомоги ураженим. Надання медичної допомоги ураженим є одним з головних видів рятувальних робіт. Від своєчасного проведення цих робіт залежить життя багатьох людей.

Надання першої медичної і першої лікарської допомоги ураженим організується медичною службою і проводиться силами медичних формувань, що діють у тісній взаємодії з рятувальними й другими формуваннями ЦО.

Перша медична допомога у вогнищі ядерної поразки виявляється ураженим безпосередньо на місці їхнього виявлення. Порядок і способи надання медичної допомоги визначаються в залежності від їхнього стану. В міру надання першої медичної допомоги уражені евакуюються на медичний пункт.

Евакуація уражених на медичні пункти організується командиром формування і здійснюється вантажним і санітарним автотранспортом, що мається у формуванні, і транспортом, виділеним старшим начальником для цих цілей.

Локалізація аварій на електромережах. Руїнування електромереж може привести до короткого замикання, виникненню пожеж і поразці людей електричним струмом.

Локалізація аварій на електромережах високої напруги являє собою роботи, виконання яких може бути доручено головним чином фахівцям-електрикам. Ця робота складається: у знеструмленні мереж і пристроїв найпростіших заземлень при дерев'яних опорах і при металевих опорах у районі ведення рятувальних робіт, у розбиранні металевих і дерев'яних опор (щогл) для найшвидшого відновлення тимчасових ліній електропередач до найбільш відповідальних об'єктів (якщо збереглися електростанції). На мережах низької напруги ця робота складається: у відключенні від мережі ушкодженої ділянки рубильником, роз'єднанні чи запобіжників у відрізку проводів від мережі, у збиранні проводів із землі і підвіску їхній до тимчасових опор.

Для усунення аварій електроосвітлювальних мереж залучаються фахівці-електрики, що повинні бути забезпечені гумовими рукавичками, взуттям і

іншими спеціальними засобами, а також спеціальним інструментом. Крім того, електрики повинні вміти робити допомога потерпілим від електричного струму.

Укріплення або обвалення конструкцій, які загрожують обвалом і безпеці руху, веденню рятувальних робіт. У процесі робіт необхідно попередити можливу небезпеку обвалення ушкоджених будинків на проїзну частину вулиць, або на укриття, що розкриваються. Для цього тимчасово чи зміцнюють обрушають конструкції будинків, що грозять обвалом.

Після огляду аварійного будинку й окремих конструкцій кріплення їх у залежності від висоти виробляється в такий спосіб: стіни висотою до 6 м зміцнюють установкою простих дерев'яних чи металевих підкосів під кутом 45—60° до обрію.

Стіни будинку висотою 12 м і більш зміцнюються подвійними підкосами. В обох випадках кількість підкосів визначається стійкістю будинку, що закріплюється. Звичайно підкоси встановлюються в кожному простінку будинку.

Для кріплення можуть використовуватися елементи зруйнованих будинків і конструкції (металеві і дерев'яні балки, бруси, диски п колоди). Стіни будинку й окремих конструкцій можуть зміцнюватися за допомогою розпірок на тросах. У випадках, коли можливе обвалення хитких частин будинку, їх обрушають за допомогою лебідки чи троса трактором. Для цього обстежують конструкцію, що грозить обвалом, і вибирають спосіб робіт. У район робіт сторонні не допускаються. Лебідку встановлюють на відстані не менш двох висот конструкції, що обрушується, і закріплюють трос на конструкції. Тимчасове відновлення і ремонт ушкоджених ліній зв'язку. Зв'язок має важливе значення для керування силами ЦО в ході проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт. Тому поряд із проведенням рятувальних і невідкладних аварійно – відновлювальних робіт здійснюється відновлення ушкоджених ядерним вибухом ліній зв'язку. Відбудовні роботи організуються начальником служби зв'язку, що використовує для цієї мети наявні формування зв'язку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу конструкцій збірних фасонних фрез для обробки фасонних поверхонь, фасок і прямокутних пазів були визначені недоліки й переваги існуючих типів кріплення різальних пластин. Типовим методом закріплення пластини є її фіксація по трьох опорних точках гнізда державки. Такий спосіб виправдує себе в більшості випадків і забезпечує достатній опір зусиллям різання. Однак зі збільшенням режимів обробки, на певних типах операцій, таких як профільна обробка, високошвидкісне й чистове фрезерування, зазначений спосіб є недостатньо ефективним. Інструмент для цих операцій характеризується високою сприйнятливістю різальних пластин до коливань сил різання, вимагає підвищеної жорсткості й надійності кріплення різальних пластин.

2. Методика теоретичних досліджень рівня якості процесу експлуатації різального інструмента побудована на кваліметричному підході й припускає розробку ієрархічної системи властивостей, що становлять якість процесу експлуатації. Створення ієрархічної системи дає можливість визначення комплексної оцінки якості експлуатації різального інструменту.

3. Експертним методом були виділені найбільш значимі властивості, що складають якість процесу експлуатації й визначені їхні вагові коефіцієнти. Розраховано одиничні показники якості заготовок і дотримання режимів різання. Визначено комплексну оцінку якості експлуатації різального інструменту в умовах виробництва.

4. Запропоновано нову конструкцію вузла кріплення різальної пластини збірних фрез, що складається в заміні плоскої форми контактних опорних поверхонь пластини й корпуса на створення фасонної напрямної, що має V - подібну форму. За результатами комп'ютерного моделювання і розрахунку встановлене місце розташування контактних напружень на опорних поверхнях корпуса й проведений аналіз результуючих переміщень у різальних кромках і у нормальному перерізі пластини для двох варіантів вузлів кріплення. Результат

показав, що розроблена конструкція вузла кріплення істотно знижує переміщення різальної кромки в порівнянні з базовим варіантом, V - подібна напрямна на опорній поверхні сприяє зниженню величини еквівалентних напружень і підвищенню міцності, за рахунок збільшення товщини в середині поверхні, що приводить до зниження величини згинних деформацій, що виникають під дією силових факторів, і підвищенню жорсткості вузла кріплення різальної пластини.

5. Розроблено прогресивний технологічний процес виготовлення корпусу фрези, який відрізняється від базового застосуванням верстатів зі ЧПК та оброблюючих центрів, що дозволяє скоротити допоміжний, збільшити основний час та продуктивність. Розроблено заходи щодо раціональної експлуатації збірної різального інструменту й заходи щодо раціональної експлуатації збірних фрез.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия: прошлое, настоящее, будущее // Стандарты и качество. - 1994. - №2. - 45-49 с.
2. Зенкін М. Рівень якості продукції та методи його визначення/ М. Зенкін, К. Бичкова, Н. Шипукова // Стандартизація, сертифікація, якість. - 1999.-№3.-.56-58 с.
3. Темчин Г.И. Теория и расчет многоинструментальных наладок. - М.: Машгиз, 1963. - 544 с.
4. Хае́т Г.Л. Статистический анализ использования универсальных тяжелых токарных станков / Г.Л. Хае́т, Л.Н. Соловьев // Техничко-економическое обоснование выбора технологических процессов и оборудования. - М., 1963. - 10-32 с.
5. Азгальдов Г.Г. Общие сведения о методологии квалиметрии // Стандарты и качество. - 1994. -№11.- .24-29 с.
6. Васильев СВ. Общие тенденции развития станкостроения // Вестник машиностроения. - 1999. -№1. - 43-45 с.
7. Великанов П.М. Расчеты экономической эффективности новой техники, - Л: Машиностроение, 1989. - 340 с.
8. Верещака А.С., Табаков В.П., Вахминцев Г.С. Твердосплавные инструменты с нитридотитановыми покрытиями // Станки и инструмент. - 1976. - № 6. - с.12-14.
9. Аверьянов О.И. Система обеспечения качества продукции машиностроения / О.И. Аверьянов, О.В. Таратынов, В.В. Груздов //СТИН.-1997.-№8.-3-5 с.
10. Адам Я.И. Расчет подач с учетом прочности режущего инструмента// Надежность режущего инструмента.-К., 1972.-135-141 с.
11. Локтев А.Д. Рациональные режимы резания при черновом точении твердосплавным инструментом / А.Д. Локтев, Г.П. Клименко // Повышение стойкости режущего инструмента . - Саратов: Сарат. ун-т., 1983. -32-35 с.
12. Хае́т Г.Л. Повышение качества инструмента и эффективности обработки деталей на тяжелых станках / Г.Л. Хае́т, В.Н. Левин: Обзор. - М.: НИИмаш,1982.-48с.

13. Резцы для механической обработки в тяжелых условиях с кассетами T-MAX: Каталог Sandvic Coromant . - 1995. -96 с.
14. Залого В.А. К вопросу о перспективах совершенствования механической обработки материалов резанием на современном этапе развития машиностроения // Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудуваиня зварювального виробництва: 36. праця: 3 4 т.- Т.1.-К.:НТУУ 'КПГ'. - 1998. - 304-308 с.
15. Равская Н.С. Разработка прогрессивных режущих инструментов на основе моделирования их работы методом самоорганизации: Дис. докт. техн. наук: 05.03.01.-К., 1991.-370 с.
16. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. - М.: Машиностроение, 1989. -296 с.
17. Зорев Ш.Н. Исследование процесса резания металлов в США// Механика процесса резания. -Вып.І. — М.: НИИмаш, 1965. - 100-125 с.
18. Залого В.А. Разработка научных основ и принципов практического применения нестационарных видов обработки резанием на базе попутного тангенциального течения: Дис. докт. техн. наук: 05.03.01. - Сумы, 2000.- 320 с.
19. Высоковский Е.С. Надежность инструмента на токарных полуавтоматах// Вестник машиностроения. - 1966. - №6. -46-50 с.
20. Гильман А.М. Методика расчета оптимальных режимов резания металлорежущих станков / А.М. Гильман, А.К. Матяева, Л.А. Брахман //Вестник машиностроения. - 1968. - №9. - 18-25 с.
21. Ивченко Т.Г. Определение оптимального уровня показателей качества режущего инструмента // Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем.-Краматорск:ДГМА, 1997 - 57-64 с.
22. Кацев П.Г. Статистические методы исследования режущего инструмента. М.; Машиностроение, 1974. -235 с.
23. Родин П.Р. Монолитные твердосплавные концевые фрезы/ П.Р. Родин, Н.С. Равская, А.И. Касьянов. - К.: Вища школа, 1985. - 64 с.
24. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими

покрытиями. - М.: Машиностроение, 1986. - 192 с.

25. Абдулов В.Н. Управление качественными показателями процесса механической обработки// Вестник машиностроения. - 1986. - №12. - 39-42с.

26. Адам Я.И. Расчет подач с учетом прочности режущего инструмента// Надежность режущего инструмента.-К., 1972.-135-141 с.

27. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия: прошлое, настоящее, будущее // Стандарты и качество. - 1994. - №2. - 45-49 с.

28. Грабченко А.И. Современные тенденции развития машиностроительного производства и подготовка специалистов // Резание и инструмент в технологических системах. - Харьков:ХГПУ, 1995-1996. - 236-244 с.

29. Гречишников В.А. Режущий инструмент: Учеб. пособие.- М.: МГТУ«СТАНКИН», 1997.- 130 с.

30. Зиновьев Н.И. Интегрированная технология упрочнения режущего инструмента и прогнозирование его эксплуатационных свойств / Н.И.Зиновьев, Г.П. Клименко, Т.Г. Ивченко // Высокие технологии в машиностроении: Диагностика процессов и обеспечение качества: Материалы междунар. науч.-техн. семинара "Интерпартнер-96". - Харьков-Алушта. - 55-57 с.

31. Зиновьев Н.И. Обработка импульсным магнитным полем / Н.И. Зиновьев, Г.П. Клименко, Н.И. Кинденко //Материалы науч.-техн. конф. "Технология ремонта машин и механизмов". - К., 1994. -67 с.

32. Зиновьев Н.И. Система автоматизированного информационного обеспечения технологии упрочнения и восстановления деталей металлорежущих станков инструментов / Н.И. Зиновьев, Г.П. Клименко, Н.И. Кинденко // Автоматизация конструирования изделий и проектирования ТП в машиностроении.- Сумы, Т994.16-17 с.

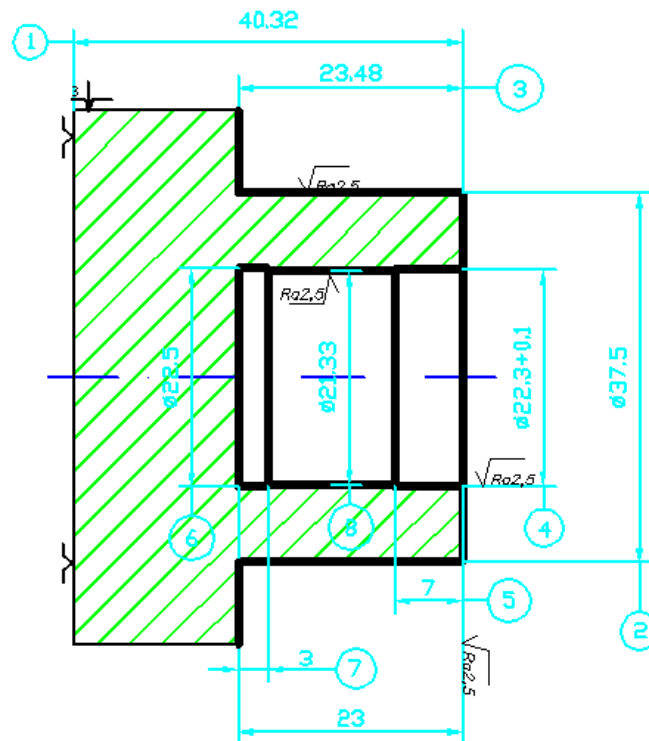
33. Якубовский В. Международные стандарты ISO 9000 версии 2000 года: основы, структура и практика применения (Ч.1. Принципы построения)// стандартизація, сертифікація, якість. – 2000. – N2. – С.53-57.

34. Справочник технолога-машиностроителя в 2 томах, т.2 под ред. А.Г.Косиловой – М.: Машиностроение 1985. – 496 с.

35. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник. – Т1. Токарные и карусельные работы. Фрезерные работы/ А.Д. Локтев, Г.П. Клименко, И.Ф. Гушин и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 634 с.
36. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. - М.: Высшая школа, 1986.-534 с.
37. Ю. Паливода. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.
38. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник/За ред. В.Ц.Жидецького.-Львів, Афіша, 2000.-352 с.

Дубл.											
Взам.											
Подл.											
							Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
Розробив	Романів		ТНТУ		000.001						
Перевірив	Лещук										
							Корпус фрези			005	
Н.контр.	Ярема										

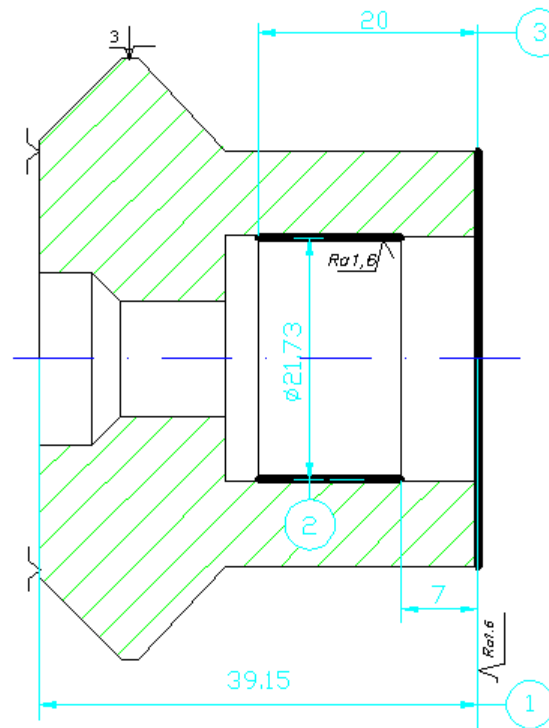
005Токарна ЧПК, токарний мод.16К20Ф3

 $\sqrt{Rz20}(\checkmark)$ 

Дубл.										
Взам.										
Подл.										
						Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
Розробив	Романів									
Перевірив	Лещук									
Н.контр.	Ярема									020

020 Внутрішліфувальна. Внутрішліфувальний мод.3М227БФ2

$\sqrt{Ra2,5}(\sqrt{V})$



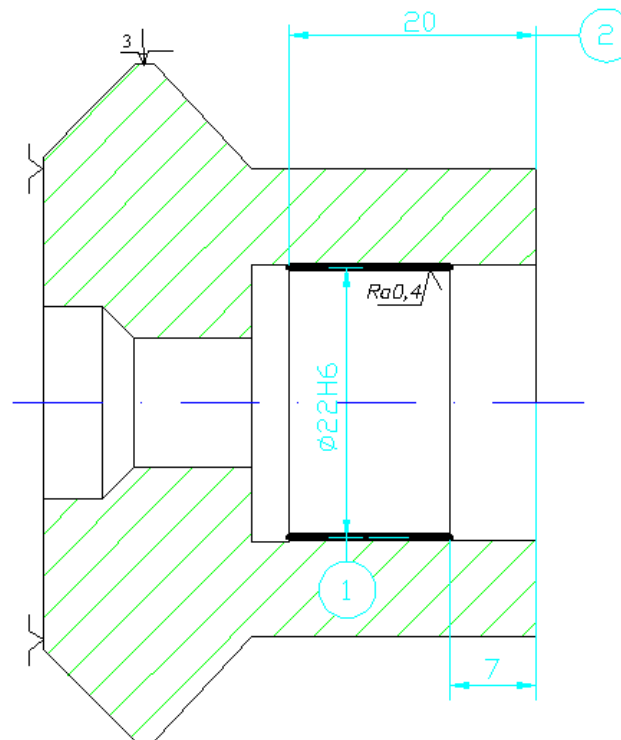
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

						Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Розробив	Романів		ТНТУ	000.004						
Перевірив	Лещук									
Н.контр.	Ярема		Корпус фрези							025

025 Внутрішліфувальна. Внутрішліфувальний мод.3М227БФ2

$\sqrt{Ra1,6}(\checkmark)$



КЭ

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

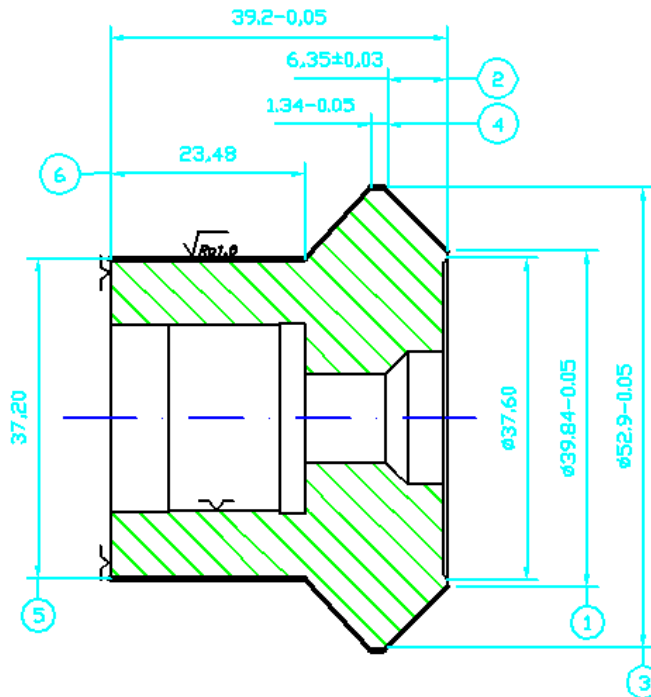
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата					

Розробив	Романів	
Перевірив	Лещук	
Н.контр.	Ярема	

ТНТУ		000.005					
Корпус фрези							030

030 Токарна з ЧПК. Токарний з ЧПК мод.16K20Ф3

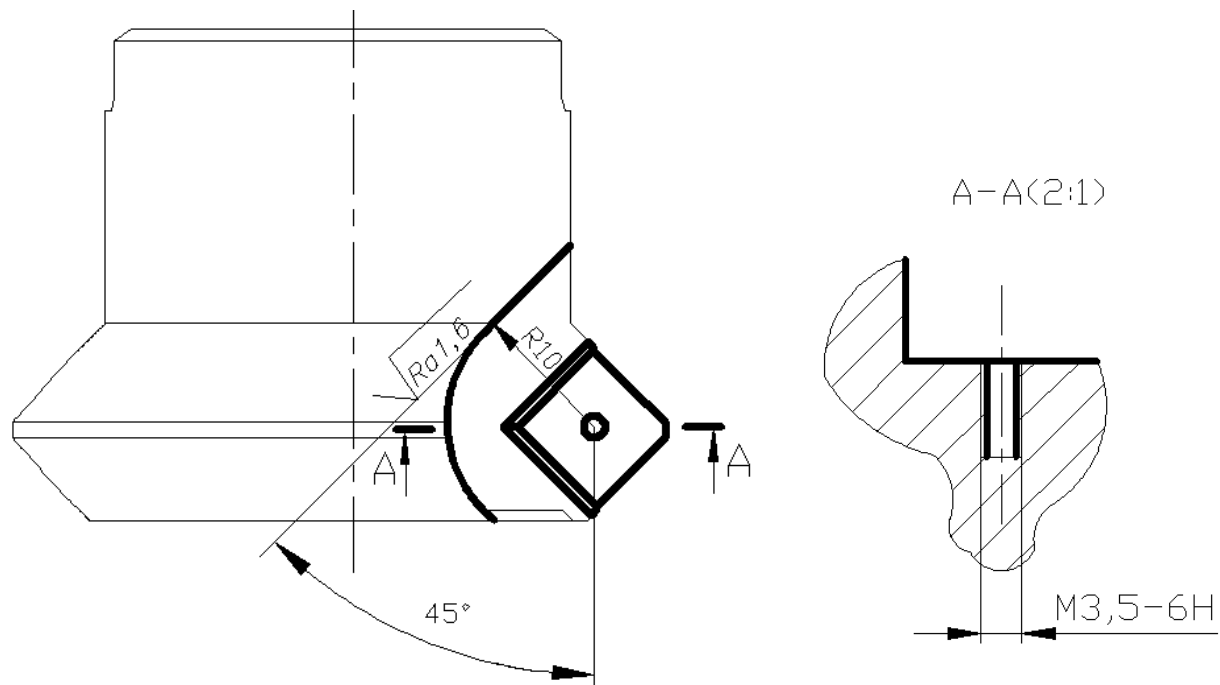
$\sqrt{Ra2,5(\sqrt)}$



КЭ

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
Розробив	Романів													
Перевірив	Лещук													
Н.контр.	Ярема													040

040Фрезерна. Вертикально-фрезерний мод. 6P13

 $\sqrt{Ra2,5}(\sqrt{V})$ 

КЭ

Розрахунок припусків і граничних розмірів на обробку поверхні Ø22H6 мм

Технологічні переходи	Елементи припуску				Мінімальний припуск $2Z_{\min}$, МКМ	d_p , ММ	δ , МКМ	Граничний розмір		Граничний допуск	
	R_z	T	ρ	ϵ				d_{\min} , ММ	d_{\max} , ММ	$2Z_{\max}^{pp}$, МКМ	$2Z_{\min}^{pp}$, МКМ
Заготовка	160	200	251.5	-	—	19,49	1300	19,5	20,02	—	—
Розточування попереднє	100	100	15,09	180	1081	20,57	520	20,6	20,78	760	1070
Розточування чистове	50	50	10,06	180	760	21,33	210	21,3	21,36	577	760
Шліфування чорнове	10	25	-	100	400	21,73	27	21,7	21,74	386	400
Шліфування чистове	5	15	-	100	270	22,00	13	22,00	22,013	270	270

Розрахунок припусків і граничних розмірів на розмір $L = 39,2_{-0,05}$ мм

Технологічні переходи	Елементи припуску				Мінімальний припуск $2Z_{\min}$, МКМ	L_p , ММ	δ , МКМ	Граничний розмір		Граничний допуск	
	R_z	T	ρ	ϵ				L_{\min} , ММ	L_{\max} , ММ	$2Z_{\max}^{pp}$, МКМ	$2Z_{\min}^{pp}$, МКМ
Заготовка	160	200	61	-	—	41,48	1300	41,5	42,12	—	—
Точіння	100	100	3,66	370	1160	40,32	620	40,3	40,57	1550	1185
Точіння	50	50	2,44	370	765	39,55	250	39,5	39,59	980	765
Шліфування	10	25	1,22	0	400	39,15	39	39,15	39,20	390	400