

## ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2 КОНСТРУКЦІЇ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

### ТЕМА. КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

**Понятійний апарат:** різальний інструмент, конструкція інструмента, робоча частина, різальна частина, приєднувальна частина, хвостовик, державка, корпус інструмента, зуб, різальна пластина, змінна багатогранна пластина, передня поверхня, задня поверхня, різальна кромка, вершина інструмента, стружкова канавка, стружколом, інструментотримач, оправка, конус хвостовика, модульний інструмент.

#### 1. ЗАГАЛЬНА БУДОВА РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА

Конструкція різального інструмента визначається його призначенням, видом обробки, матеріалом заготовки, верстатом, способом кріплення та режимами різання.

У загальному вигляді лезовий інструмент складається з таких частин:

- робочої частини;
- різальної частини;
- приєднувальної частини;
- хвостової частини або корпусу;
- елементів кріплення;
- елементів відведення стружки;
- елементів подавання охолоджувально-мастильної рідини.

| Частина                 | Призначення                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|
| Робоча частина          | Виконує різання матеріалу                             |
| Ріжуча кромка           | Відділяє матеріал, формує стружку                     |
| Передня поверхня        | Поверхня, по якій сходить стружка                     |
| Задня поверхня          | Забезпечує зазор між інструментом і деталлю           |
| Допоміжна ріжуча кромка | Формує поверхню деталі після проходу головної кромки  |
| Шийка                   | Перехідна частина між робочою частиною та хвостовиком |
| Хвостовик               | Служить для закріплення інструмента у патроні         |
| Тіло інструмента        | Забезпечує жорсткість і передачу зусиль               |

Робоча частина взаємодіє із заготовкою. Різальна частина безпосередньо зрізає матеріал, а приєднувальна частина забезпечує точне й жорстке встановлення інструмента у верстаті.

## 2. КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ТОКАРНОГО РІЗЦЯ

Токарний різець складається з державки та різальної головки.



Основні елементи токарного різця:

- державка;
- різальна пластина або напаяна пластина;
- головна різальна кромка;
- допоміжна різальна кромка;
- вершина;
- радіус заокруглення вершини;
- передня поверхня;
- головна задня поверхня;
- допоміжна задня поверхня;
- стружколом;
- елементи механічного кріплення пластини.

## 3. КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ СВЕРДЛА

Спиральне свердло має такі основні елементи:

- хвостовик;
- шийку;
- робочу частину;
- різальну частину;
- напрямну частину;
- головні різальні кромки;
- поперечну кромку;
- стружкові канавки;
- напрямні стрічки.

Спиральні канавки виконують дві функції:

- формують передні поверхні різальних кромок;
- відводять стружку із зони різання.



## 4. КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ФРЕЗ

Фреза — багатолезовий інструмент, зуби якого розміщуються на периферійній, торцевій або обох поверхнях.



Основні елементи фрези:

- корпус;
- зуби;
- різальні кромки;
- передні та задні поверхні зубів;
- стружкові канавки;
- отвір під оправку або хвостовик;
- змінні пластини;
- кріпильні гвинти, клини або прихвати.

Збірні торцеві фрези мають корпус із посадковими гніздами, в яких закріплюють змінні багатогранні пластини.

## 5. КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ

Інструменти для обробки отворів можуть бути:

- хвостовими;
- насадними;
- збірними;
- модульними;
- суцільними;
- зі змінними пластинами.

Для свердел, зенкерів, розгорток і мітчиків характерними є осьові робочі частини. Для розточувальних інструментів важливими є жорсткість державки, мінімальний виліт та точне положення різальної пластини.

## 6. ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТА

Конструкція інструмента повинна забезпечувати:

- міцність;
- жорсткість;
- точність положення різальної кромки;
- надійність кріплення;
- зручність заміни пластин;
- ефективне відведення стружки;
- можливість подавання охолоджувальної рідини;
- балансування для високошвидкісної обробки;
- відповідність шпиндельному інтерфейсу;
- безпечність експлуатації.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які основні частини має різальний інструмент?
2. Яке призначення має приєднувальна частина інструмента?
3. Які елементи входять до конструкції токарного різця?
4. Яке призначення мають стружкові канавки свердла?
5. Які вимоги висувають до конструкції сучасного різального інструмента?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яка частина інструмента забезпечує його встановлення у шпинделі або інструментотримачі?**

- А. Приєднувальна частина
- Б. Головна різальна кромка
- В. Стружка

### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Який елемент спірального свердла забезпечує відведення стружки?**

- А. Спіральна канавка
- Б. Хвостовик
- В. Шийка

### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які елементи належать до різальної частини токарного різця?**

- А. Передня поверхня
- Б. Головна різальна кромка
- В. Вершина різця

### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які вимоги висувають до конструкції різального інструмента?**

- А. Жорсткість
- Б. Надійність кріплення
- В. Ефективне відведення стружки

## ТЕМА. ГЕОМЕТРІЯ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ІНСТРУМЕНТУ

**Понятійний апарат:** геометрія інструмента, передня поверхня, задня поверхня, головна різальна кромка, допоміжна різальна кромка, вершина різця, передній кут, задній кут, кут загострення, головний кут у плані, допоміжний кут у плані, кут нахилу головної різальної кромки, радіус вершини, стружкоутворення, стружколом, сила різання, зносостійкість, стійкість інструмента.

### 1. ЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ

Геометрія різальної частини визначає взаємодію інструмента із заготовкою та стружкою. Від неї залежать:

- сила різання;
- температура в зоні різання;
- напрямок сходження стружки;
- міцність різальної кромки;
- стійкість інструмента;
- шорсткість поверхні;
- імовірність вібрацій;
- точність обробки.

Основні геометричні кути розглядають у головній січній площині та площині різання.

### 2. ОСНОВНІ КУТИ ТОКАРНОГО РІЗЦЯ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Головний передній кут (<math>\gamma</math>)</b><br><p>Головний передній кут (<math>\gamma</math>) — кут між передньою поверхню різця і площиною, перпендикулярною до основної площини.</p> <p>Призначення:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• забезпечує належне стружкоутворення;</li><li>• зменшує сили різання та нагрівання.</li></ul> <p>Вплив:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• збільшення <math>\gamma</math> — легше різання, менше сили, але менша міцність різальної кромки;</li><li>• зменшення <math>\gamma</math> — міцніша кромка, але більші сили різання.</li></ul> <p>Типові значення: <math>6^\circ \dots 20^\circ</math> (залежить від матеріалу та виду обробки).</p> | <b>2. Допоміжний передній кут (<math>\gamma_1</math>)</b><br><p>Допоміжний передній кут (<math>\gamma_1</math>) — кут між допоміжною різальною кромкою і площиною, перпендикулярною до основної площини.</p> <p>Призначення:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• зменшує тертя на допоміжній поверхні;</li><li>• покращує якість обробленої поверхні.</li></ul> <p>Вплив:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• збільшення <math>\gamma_1</math> — зменшує тертя, покращує якість поверхні;</li><li>• зменшення <math>\gamma_1</math> — підвищує міцність кромки.</li></ul> <p>Типові значення: <math>5^\circ \dots 15^\circ</math>.</p>                                  | <b>3. Головний задній кут (<math>\alpha</math>)</b><br><p>Головний задній кут (<math>\alpha</math>) — кут між задньою поверхню різця і площиною, перпендикулярною до основної площини.</p> <p>Призначення:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• зменшує тертя задньої поверхні об оброблену поверхню;</li><li>• запобігає тертю і нагріванню.</li></ul> <p>Вплив:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• збільшення <math>\alpha</math> — менше тертя, краща якість поверхні;</li><li>• зменшення <math>\alpha</math> — міцніша кромка, але більше тертя.</li></ul> <p>Типові значення: <math>6^\circ \dots 12^\circ</math>.</p>                                               |
| <b>4. Допоміжний задній кут (<math>\alpha_1</math>)</b><br><p>Допоміжний задній кут (<math>\alpha_1</math>) — кут між допоміжною задньою поверхню і площиною, перпендикулярною до основної площини.</p> <p>Призначення:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• зменшує тертя допоміжної поверхні;</li><li>• покращує якість обробленої поверхні.</li></ul> <p>Вплив:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• збільшення <math>\alpha_1</math> — менше тертя, краща якість поверхні;</li><li>• зменшення <math>\alpha_1</math> — міцніша кромка.</li></ul> <p>Типові значення: <math>5^\circ \dots 10^\circ</math>.</p>                                                                                     | <b>5. Кут нахилу різальної кромки (<math>\lambda</math>)</b><br><p>Кут нахилу різальної кромки (<math>\lambda</math>) — кут між головною різальною кромкою і площиною, перпендикулярною до основної площини, у вертикальній площині.</p> <p>Призначення:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• впливає на напрямок сходження стружки;</li><li>• сприяє стабільності різання.</li></ul> <p>Вплив:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• позитивний <math>\lambda</math> — кращий відвід стружки, менші сили;</li><li>• негативний <math>\lambda</math> — міцніша кромка, зручний для важкого унєсу.</li></ul> <p>Типові значення: <math>-5^\circ \dots +15^\circ</math>.</p> | <b>6. Кут нахилу головної ріжучої кромки (<math>\phi</math>)</b><br><p>Кут нахилу головної ріжучої кромки (<math>\phi</math>) — кут між головною різальною кромкою і площиною, перпендикулярною до основної площини, у горизонтальній площині.</p> <p>Призначення:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• впливає на напрямок поділу стружки в сторони;</li><li>• впливає на стійкість різця.</li></ul> <p>Вплив:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• збільшення <math>\phi</math> — краще відведення стружки, менші сили;</li><li>• зменшення <math>\phi</math> — міцніша кромка, жорсткіше різання.</li></ul> <p>Типові значення: <math>45^\circ \dots 75^\circ</math>.</p> |
| <b>7. Кут правильного різання (<math>\delta</math>)</b><br><p>Кут правильного різання (<math>\delta</math>) — кут між напрямком головної різальної кромки і напрямком швидкості різання.</p> <p>Призначення:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• визначає напрямок сходження стружки;</li><li>• впливає на зусилля різання.</li></ul> <p>Вплив:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• збільшення <math>\delta</math> — краще відведення стружки;</li><li>• зменшення <math>\delta</math> — менші сили різання, стабільність.</li></ul> <p>Типові значення: <math>60^\circ \dots 90^\circ</math> (залежить від виду обробки).</p>                                                                      | <b>8. Радіус при вершині (<math>r_n</math>)</b><br><p>Радіус при вершині (<math>r_n</math>) — радіус заокруглення різальної кромки в зоні вершини різця.</p> <p>Призначення:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• зменшує концентрацію напружень у вершині;</li><li>• покращує якість обробленої поверхні.</li></ul> <p>Вплив:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• збільшення <math>r_n</math> — краща якість поверхні, менші сили;</li><li>• зменшення <math>r_n</math> — гостріша кромка, вищі сили різання.</li></ul> <p>Типові значення: <math>0,4 \dots 2,0</math> мм (залежить від матеріалу та операції).</p>                                                     | <b>УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ</b><br>$\gamma$ — головний передній кут<br>$\gamma_1$ — допоміжний передній кут<br>$\alpha$ — головний задній кут<br>$\alpha_1$ — допоміжний задній кут<br>$\lambda$ — кут нахилу різальної кромки<br>$\phi$ — кут нахилу головної різальної кромки<br>$\delta$ — кут правильного різання<br>$r_n$ — радіус при вершині                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

У головній січній площині:

- $\gamma$  — передній кут;
- $\alpha$  — задній кут;
- $\beta$  — кут загострення.

Між ними існує залежність:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ.$$

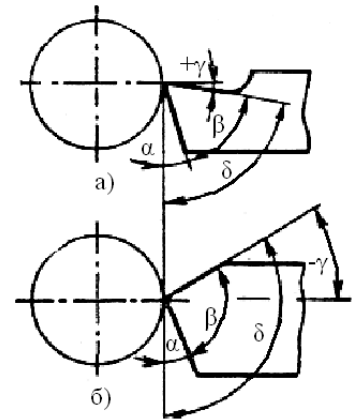
### 3. ПЕРЕДНІЙ КУТ

Передній кут  $\gamma$  — це кут між передньою поверхнею інструмента та площиною, перпендикулярною до поверхні різання.

Вплив переднього кута:

- збільшення  $\gamma$  полегшує сходження стружки;
- зменшуються сили різання;
- зменшується температура;
- зменшується міцність різальної кромки;
- підвищується небезпека викришування кромки.

Для м'яких і в'язких матеріалів застосовують більші додатні передні кути. Для твердих матеріалів, чорнової обробки та переривчастого різання застосовують малі або від'ємні передні кути.



### 4. ЗАДНІЙ КУТ

Задній кут  $\alpha$  — це кут між задньою поверхнею інструмента та обробленою поверхнею.

Його призначення — зменшити тертя між інструментом і обробленою поверхнею.

Надто малий задній кут спричиняє:

- інтенсивне тертя;
- нагрівання;
- зношування задньої поверхні;
- погіршення шорсткості.

Надто великий задній кут послаблює різальну кромку.

### 5. КУТ ЗАГОСТРЕННЯ

Кут загострення  $\beta$  характеризує міцність різальної частини.

- великий кут  $\beta$  — міцніша, але менш гостра кромка;
- малий кут  $\beta$  — гостріша, але менш міцна кромка.

Для твердих і міцних матеріалів вибирають більший кут загострення. Для м'яких матеріалів допускається менший кут.

### 6. КУТИ У ПЛАНІ

Основні кути у плані:

- $\phi$  — головний кут у плані;
- $\phi_1$  — допоміжний кут у плані.

Головний кут у плані впливає на розподіл сил різання між осьовою, радіальною та тангенціальною складовими.

Зі зменшенням головного кута у плані збільшується довжина контакту різальної кромки із заготовкою. Це може підвищувати стійкість, але також збільшує радіальну силу й ризик вібрацій.

## 7. РАДІУС ВЕРШИНИ

Радіус вершини  $r_{\epsilon}$  — радіус заокруглення у місці з'єднання головної та допоміжної різальних кромок.

Він впливає на:

- міцність вершини;
- шорсткість обробленої поверхні;
- радіальну силу різання;
- вібрації;
- точність профілю.

Зі збільшенням радіуса вершини за однакової подачі шорсткість зазвичай зменшується. Водночас надмірно великий радіус може підвищити сили різання та спричинити вібрації у недостатньо жорсткій системі.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які кути визначають геометрію різальної частини?
2. Як передній кут впливає на сили різання та міцність різальної кромки?
3. Для чого потрібен задній кут?
4. Як кут загострення впливає на міцність інструмента?
5. Який вплив має радіус вершини на шорсткість поверхні?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Який кут зменшує тертя задньої поверхні інструмента об оброблену поверхню?**

- А. Задній кут  $\alpha$
- Б. Передній кут  $\gamma$
- В. Головний кут у плані  $\phi$

### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яке рівняння є правильним для головної січної площини?**

- А.  $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$
- Б.  $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$
- В.  $\alpha - \beta + \gamma = 0^\circ$

### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Що може зменшуватися зі збільшенням додатного переднього кута?**

- А. Сила різання
- Б. Температура різання
- В. Міцність різальної кромки

### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**На що впливає радіус вершини різця?**

- А. На шорсткість обробленої поверхні
- Б. На міцність вершини
- В. На ймовірність виникнення вібрацій

## ТЕМА. ПОКРИТТЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

**Понятійний апарат:** покриття інструмента, зносостійке покриття, PVD, CVD, нітрид титану, TiN, карбонітрид титану, TiCN, нітрид титану-алюмінію, TiAlN, оксид алюмінію, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, багатошарове покриття, адгезія, твердість, теплостійкість, коефіцієнт тертя, дифузійне зношування, кратерне зношування, зношування по задній поверхні.

### 1. ПРИЗНАЧЕННЯ ПОКРИТТІВ

Покриття наносять на робочу частину різального інструмента або змінну багатогранну пластину для поліпшення її експлуатаційних властивостей.

Основне призначення покриття:

- підвищення поверхневої твердості;
- підвищення зносостійкості;
- зменшення тертя;
- зменшення налипання матеріалу заготовки;
- підвищення теплостійкості;
- зниження дифузійного зношування;
- збільшення стійкості інструмента;
- підвищення допустимої швидкості різання.

Покриття не замінює основний інструментальний матеріал, а доповнює його властивості.

### 2. ВИДИ ПОКРИТТІВ

До поширених покриттів належать:

- TiN — нітрид титану;
- TiCN — карбонітрид титану;
- TiAlN або AlTiN — нітрид титану-алюмінію;
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — оксид алюмінію;
- CrN — нітрид хрому;
- DLC — алмазоподібне вуглецеве покриття;
- багатошарові покриття.

### 3. PVD-ПОКРИТТЯ

PVD означає фізичне осадження покриття з парової фази.

Особливості PVD-покриття:

- відносно мала товщина;
- добра адгезія;
- можливість нанесення на гострі різальні кромки;
- придатність для швидкорізальних сталей;
- придатність для твердосплавних інструментів;
- застосування для свердел, мітчиків, кінцевих фрез і пластин.

PVD-покриття доцільні для інструментів, які мають складний профіль або гостру різальну кромку.

#### 4. CVD-ПОКРИТТЯ

CVD означає хімічне осадження покриття з парової фази.

Особливості CVD-покриття:

- більша товщина порівняно з PVD;
- висока зносостійкість;
- висока теплостійкість;
- поширене застосування на твердосплавних пластинах;
- доцільність для точіння та фрезерування за значних режимів різання.

CVD-покриття часто використовують для чорнового та напівчистового точіння сталей і чавунів.

#### 5. ВПЛИВ ПОКРИТТЯ НА ЗНОШУВАННЯ

Покриття може зменшити:

- зношування по задній поверхні;
- кратерне зношування;
- налипання матеріалу;
- адгезійне зношування;
- дифузійне зношування;
- утворення наросту на різальній кромці.

Під час вибору покриття враховують матеріал заготовки, температуру різання, вид операції, наявність охолодження, тип обробки та характер різання.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Для чого наносять покриття на різальний інструмент?
2. Чим PVD-покриття відрізняються від CVD-покриттів?
3. Які покриття належать до найпоширеніших?
4. Які види зношування може зменшувати покриття?
5. Які чинники враховують під час вибору покриття?

#### ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

##### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яке покриття має позначення TiN?**

- А. Нітрид титану
- Б. Оксид алюмінію
- В. Кубічний нітрид бору

##### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які функції виконує покриття різального інструмента?**

- А. Зменшує тертя
- Б. Підвищує зносостійкість
- В. Підвищує теплостійкість

##### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яке покриття частіше застосовують для гострих різальних кромek свердел і кінцевих фрез?**

- А. PVD
- Б. CVD
- В. Литтєве покриття

##### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які матеріали можуть застосовуватися як покриття інструмента?**

- А. TiN
- Б. TiAlN
- В. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

## ТЕМА. СУЦІЛЬНІ, СКЛАДЕНІ ТА ЗБІРНІ ІНСТРУМЕНТИ

**Понятійний апарат:** суцільний інструмент, складений інструмент, збірний інструмент, напаяна пластина, змінна багатогранна пластина, корпус інструмента, державка, інструментальна головка, модульний інструмент, механічне кріплення, переточування, індексування пластини, різальна кромка, базування пластини, точність встановлення, інструментальний вузол.

### 1. СУЦІЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ

Суцільний інструмент виготовляється з одного інструментального матеріалу або має одну цілісну робочу частину.

Приклади:

- свердла зі швидкорізальної сталі;
- монолітні твердосплавні свердла;
- кінцеві фрези;
- мітчики;
- розгортки;
- протяжки;
- суцільні токарні різці.

**Переваги:**

- висока жорсткість;
- точність геометрії;
- відсутність зазорів у місцях кріплення;
- придатність для малих діаметрів;
- можливість переточування.

**Недоліки:**

- складність відновлення після значного зношування;
- більша витрата дорогого матеріалу;
- потреба у переточуванні;
- обмежена швидкість заміни.

### 2. СКЛАДЕНІ ІНСТРУМЕНТИ

Складений інструмент складається з державки або корпусу та різальної частини, яка з'єднана нероз'ємно або умовно нероз'ємно.

Прикладом є різець із напаяною твердосплавною пластиною.

**Переваги:**

- менша витрата твердого сплаву;
- відносно невисока вартість;
- можливість переточування;
- достатня жорсткість.

**Недоліки:**

- трудомісткість переточування;
- можливість руйнування паяного з'єднання;
- зміна геометрії після багаторазового заточування;
- обмежені можливості автоматизації заміни.

### 3. ЗБІРНІ ІНСТРУМЕНТИ

Збірний інструмент складається з корпусу та змінних різальних елементів, які кріпляться механічно.

Приклади:

- токарні різці зі змінними пластинами;
- торцеві фрези зі змінними пластинами;
- свердла зі змінними пластинами;
- розточувальні головки;
- модульні інструментальні системи.

•  
**Переваги:**

- швидка заміна зношеної пластини;
- наявність кількох різальних кромок;
- відсутність переточування корпусу;
- стабільність геометрії;
- висока продуктивність;
- придатність для верстатів із ЧПК;
- зменшення часу переналагодження.

**Недоліки:**

- висока вартість корпусу;
- вимоги до чистоти гнізда;
- можливість зміщення пластини за неправильного встановлення;
- обмеження для дуже малих інструментів.

#### 4. ПОРІВНЯННЯ КОНСТРУКЦІЙ

| Ознака                 | Суцільний інструмент                     | Складений інструмент        | Збірний інструмент                     |
|------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| Конструкція            | Один матеріал або цілісна робоча частина | Державка і напаяна пластина | Корпус і механічно закріплена пластина |
| Відновлення            | Переточування                            | Переточування               | Поворот або заміна пластини            |
| Швидкість заміни       | Низька                                   | Середня                     | Висока                                 |
| Стабільність геометрії | Висока після заточування                 | Залежить від переточування  | Висока за правильного кріплення        |
| Застосування           | Свердла, мітчики, кінцеві фрези          | Традиційні різці            | Верстати з ЧПК, серійне виробництво    |

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що називають суцільним різальним інструментом?
2. Чим складений інструмент відрізняється від збірного?
3. Які переваги мають збірні інструменти зі змінними пластинами?
4. Які інструменти належать до суцільних?
5. У яких умовах доцільно застосовувати збірний інструмент?

#### ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

##### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яка конструкція інструмента має механічно закріплену змінну багатогранну пластину?**

- А. Збірна
- Б. Суцільна
- В. Лита

##### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Який спосіб відновлення застосовують для інструмента зі змінними пластинами?**

- А. Поворот або заміна пластини
- Б. Наплавлення корпусу
- В. Виготовлення нового верстата

##### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які переваги має збірний інструмент?**

- А. Швидка заміна різальної кромки
- Б. Відсутність потреби в переточуванні корпусу
- В. Скорочення часу переналагодження

##### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які інструменти можуть бути суцільними?**

- А. Спіральне свердло
- Б. Кінцева фреза
- В. Мітчик

## ТЕМА. СИСТЕМИ КРІПЛЕННЯ РІЗАЛЬНИХ ПЛАСТИН

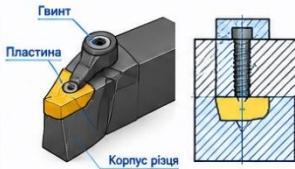
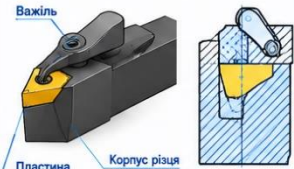
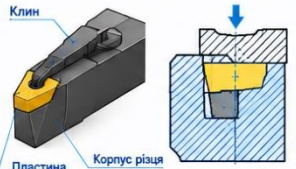
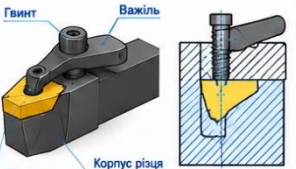
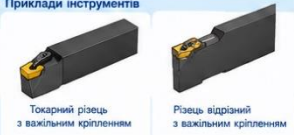
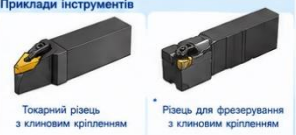
**Понятійний апарат:** змінна багатогранна пластина, ЗБП, система кріплення, гвинтове кріплення, важільне кріплення, клинове кріплення, прихват, комбіноване кріплення, гніздо пластини, базова поверхня, опорна поверхня, повторюваність встановлення, індексування, стружколом, державка, корпус фрези, затискне зусилля, жорсткість, точність позиціонування.

### 1. ПРИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ КРІПЛЕННЯ

Система кріплення забезпечує точне положення різальної пластини та надійне утримання її під дією сил різання.

Вона повинна забезпечити:

- правильне базування пластини;
- точне положення різальної кромки;
- достатнє затискне зусилля;
- стійкість до вібрацій;
- швидку заміну;
- зручність очищення;
- безпечність роботи;
- повторюваність установлення.

| 1 ГВИНТОВЕ КРІПЛЕННЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 ВАЖІЛЬНЕ КРІПЛЕННЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3 КЛИНОВЕ КРІПЛЕННЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4 КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Різальна пластина притискається до опорної поверхні корпусу гвинтом через отвір у пластині або безпосередньо в гніздо.</p>                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Пластина притискається важелем (клином), який фіксує її в гнізді корпусу.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Пластина затискається клином, який переміщується в пазу корпусу, створюючи притискне зусилля.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Поєднують два або більше способів кріплення (гвинт + важіль, гвинт + клин тощо), що забезпечує максимальну надійність і універсальність.</p>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><b>Переваги:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Простота конструкції</li><li>✓ Надійне кріплення</li><li>✓ Широке застосування</li></ul> <p><b>Недоліки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>❗ Обмежений доступ до гвинта</li><li>❗ Можливе накопичення стружки</li><li>❗ Потребує спеціальних ключів</li></ul> <p><b>Приклади інструментів</b></p>  | <p><b>Переваги:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Швидка заміна пластини</li><li>✓ Надійна фіксація</li><li>✓ Добрий доступ для обслуговування</li></ul> <p><b>Недоліки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>❗ Більша висота інструмента</li><li>❗ Складніша конструкція</li><li>❗ Вища вартість</li></ul> <p><b>Приклади інструментів</b></p>  | <p><b>Переваги:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Висока жорсткість кріплення</li><li>✓ Стійкість до ударних навантажень</li><li>✓ Добра точність позиціонування</li></ul> <p><b>Недоліки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>❗ Складніший механізм</li><li>❗ Потребує спеціального інструмента</li><li>❗ Вища вартість</li></ul> <p><b>Приклади інструментів</b></p>  | <p><b>Переваги:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Надійне та жорстке кріплення</li><li>✓ Підходить для різних типів пластин</li><li>✓ Стійкість до високих навантажень</li></ul> <p><b>Недоліки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>❗ Більш складна конструкція</li><li>❗ Вища вартість</li><li>❗ Потребує спеціального інструмента</li></ul> <p><b>Приклади інструментів</b></p>  |
| <p><b>i</b> Правильний вибір системи кріплення різальної пластини забезпечує надійність роботи інструмента, високу продуктивність та економічну ефективність обробки.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 2. ГВИНТОВЕ КРІПЛЕННЯ

Гвинтове кріплення передбачає притиснення пластини до гнізда гвинтом.



### Переваги:

- простота;
- мала кількість деталей;
- зручність заміни;
- поширеність у малих токарних різцях і фрезах.

### Недоліки:

- обмежена сила затиску;
- можливість пошкодження гвинта;
- вимоги до чистоти отвору пластини.

## 3. ВАЖІЛЬНЕ КРІПЛЕННЯ

Важільний механізм притискає пластину до опорних поверхонь гнізда.

### Переваги:

- висока сила затиску;
- надійність за чорнової обробки;
- можливість роботи за значних навантажень;
- добра стійкість до вібрацій.

### Недоліки:

- складніша конструкція;
- більша кількість деталей;
- необхідність контролю зношування важеля.

## 4. КЛИНОВЕ КРІПЛЕННЯ

Клинове кріплення здійснюється за допомогою клина або прихвату.

### Переваги:

- значна сила притиснення;
- придатність для пластин без центрального отвору;
- застосування у важких умовах обробки.

### Недоліки:

- складніша заміна пластини;
- потреба у правильному регулюванні;
- можливість накопичення стружки у зоні клина.

## 5. КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ

Комбіновані системи поєднують гвинтове, важільне або клинове кріплення.

Вони застосовуються для:

- чорнового точіння;
- переривчастого різання;
- важкого фрезерування;
- роботи з великими подачами;
- обробки заготовок із нерівною поверхнею.

## 6. ПРАВИЛА ВСТАНОВЛЕННЯ ПЛАСТИНИ

Перед встановленням пластини необхідно:

1. зупинити верстат;
2. очистити гніздо від стружки;
3. перевірити стан опорних поверхонь;
4. перевірити стан гвинта, важеля або прихвата;
5. установити пластину в правильному положенні;
6. забезпечити її повне прилягання до базових поверхонь;
7. затягнути кріплення рекомендованим моментом;
8. перевірити положення різальної кромки;
9. переконатися у відсутності тріщин і сколів.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Яке призначення має система кріплення змінної пластини?
2. Які способи кріплення пластин застосовують?
3. Які переваги має гвинтове кріплення?
4. У яких умовах доцільно застосовувати важільне або клинове кріплення?
5. Які правила необхідно виконувати перед встановленням пластини?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яка система кріплення використовує гвинт, що проходить через отвір пластини?**

- А. Гвинтова
- Б. Важільна
- В. Магнітна

### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яка вимога є обов'язковою перед установленням змінної пластини?**

- А. Очищення гнізда від стружки
- Б. Збільшення подачі до максимуму
- В. Увімкнення шпинделя

### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Що повинна забезпечувати система кріплення пластини?**

- А. Точне базування
- Б. Надійне затискання
- В. Повторюваність встановлення

### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які системи кріплення можуть використовуватися для змінних пластин?**

- А. Гвинтова
- Б. Важільна
- В. Клинова

## ТЕМА. ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ ІЗ ЧПК

**Понятійний апарат:** інструментальна система, інструментальний вузол, шпиндельний інтерфейс, оправка, патрон, цанговий патрон, термпатрон, гідропатрон, силовий патрон, інструментальний конус, конус Морзе, конус 7:24, HSK, Capto, модульний інструмент, адаптер, подовжувач, балансування, биття, виліт інструмента, інструментальна наладка, інструментальний магазин, автоматична зміна інструмента.

### 1. ПОНЯТТЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Інструментальна система — це сукупність інструмента, оправки, патрона, адаптера, інструментотримача та елементів кріплення, які забезпечують установлення інструмента на верстаті.



Інструментальна система повинна передавати:

- крутний момент;
- осьові сили;
- радіальні сили;
- керуючі переміщення;
- охолоджувальну рідину, якщо це передбачено;
- дані про інструмент у цифрових системах.

### 2. ОСНОВНІ ТИПИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ОПРАВОК

Для верстатів із ЧПК застосовують:

- цангові патрони;
- силові фрезерні патрони;
- термпатрони;
- гідропатрони;
- оправки з боковим гвинтом;
- модульні оправки;
- оправки для торцевих фрез;
- оправки для свердел;
- розточувальні системи.

### 3. ЦАНГОВІ ПАТРОНИ

Цанговий патрон забезпечує затискання хвостовика інструмента за допомогою пружної цанги.

#### Переваги:

- універсальність;
- доступна вартість;
- можливість затискання інструментів різного діаметра;
- зручність використання.

#### Недоліки:

- обмежена жорсткість порівняно з термпатронами;
- залежність точності від стану цанги;
- потреба у ретельному очищенні.



### 4. ТЕРМПАТРОНИ ТА ГІДРОПАТРОНИ

Термпатрон затискає інструмент за рахунок теплового розширення посадкового отвору. Після охолодження інструмент затискається з високою силою.

Гідропатрон використовує тиск рідини для рівномірного затискання інструмента.

Переваги таких систем:

- добра жорсткість;
- придатність для чистової та високошвидкісної обробки.
- мале биття;
- висока повторюваність;

## 5. ІНТЕРФЕЙСИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СИСТЕМ

До поширених інтерфейсів належать:

- конус Морзе;
- конус 7:24;
- HSK;
- Capto;
- модульні системи.

Конус 7:24 традиційно використовується у фрезерних верстатах та обробних центрах.

HSK — порожнистий короткий конус, який забезпечує високі точність, жорсткість і повторюваність, особливо для високошвидкісної обробки.

Capto — модульна система з полігональним з'єднанням, що може використовуватися для токарної, фрезерної та багатофункціональної обробки.

## 6. ВИМОГИ ДО ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СИСТЕМ

Основні вимоги:

1. висока жорсткість;
2. мінімальне радіальне биття;
3. точність базування;
4. повторюваність встановлення;
5. надійність кріплення;
6. балансування;
7. мінімальний виліт інструмента;
8. сумісність із верстатом;
9. можливість автоматичної зміни;
10. можливість подавання охолодження.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що входить до складу інструментальної системи верстата з ЧПК?
2. Які типи патронів застосовують для кріплення інструмента?
3. Які переваги мають термopatрони та гідропатрони?
4. Що таке радіальне биття інструмента?
5. Чому важливо зменшувати виліт інструмента?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Який елемент інструментальної системи безпосередньо забезпечує затискання хвостовика фрези?**

- А. Патрон
- Б. Шпиндельний двигун
- В. Система охолодження

### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яка система затискає інструмент за рахунок теплового розширення посадкового отвору?**

- А. Термopatрон
- Б. Цанговий патрон
- В. Різцетримач

### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які вимоги висувають до інструментальних систем ЧПК?**

- А. Жорсткість
- Б. Мале радіальне биття
- В. Повторюваність устанoвлення

### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які системи можуть застосовуватися для кріплення хвостового інструмента?**

- А. Цанговий патрон
- Б. Термopatрон
- В. Гідропатрон

## ТЕМА. АВТОМАТИЗОВАНА ЗМІНА ТА ЦИФРОВА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ІНСТРУМЕНТУ

**Понятійний апарат:** автоматична зміна інструмента, АТС, інструментальний магазин, ланцюговий магазин, дисковий магазин, барабанний магазин, револьверна головка, маніпулятор зміни інструмента, інструментальна позиція, інструментальний номер, інструментальна наладка, цифрова ідентифікація, RFID-мітка, штрихкод, QR-код, інструментальна база даних, ресурс інструмента, лічильник часу різання, коректор інструмента.

### 1. ПРИЗНАЧЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ ЗМІНИ ІНСТРУМЕНТА

Автоматична зміна інструмента забезпечує послідовне використання кількох інструментів без ручного втручання оператора.

Вона дає змогу:

- скоротити допоміжний час;
- автоматизувати багатопереходну обробку;
- зменшити ймовірність помилки оператора;
- забезпечити точне позиціонування інструмента;
- підвищити продуктивність;
- використовувати інструментальні магазини великої місткості.

### 2. ОСНОВНІ ТИПИ МАГАЗИНІВ

| Тип магазину        | Особливість                                | Застосування                                |
|---------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Дисковий            | Гнізда розташовані по колу                 | Верстати з невеликою кількістю інструментів |
| Барабанний          | Компактне кругове розміщення               | Верстати середньої продуктивності           |
| Ланцюговий          | Велика кількість гнізд на ланцюгу          | Обробні центри                              |
| Стелажний           | Велика місткість і складніша логістика     | Автоматизовані виробничі системи            |
| Револьверна головка | Інструменти встановлені в позиціях головки | Токарні верстати з ЧПК                      |

### 3. АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧНОЇ ЗМІНИ



### 4. ЦИФРОВА ІДЕНТИФІКАЦІЯ

Цифрова ідентифікація інструмента забезпечує автоматичне розпізнавання інструментального вузла та його параметрів.

Для цього застосовують:

- RFID-мітки;
- штрихкоди;
- QR-коди;
- цифрові носії даних;
- інструментальні бази даних;
- системи керування ресурсом.

Цифрові дані можуть містити:

- номер інструмента;
- тип;
- діаметр;
- довжину;
- номер коректора;
- матеріал пластини;
- допустимі режими різання;
- фактичний ресурс;
- кількість використаних кромок;
- історію роботи.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Яке призначення має система автоматичної зміни інструмента?
2. Які типи інструментальних магазинів застосовують?
3. Які етапи містить алгоритм автоматичної зміни?
4. Для чого потрібна цифрова ідентифікація інструмента?
5. Які дані можуть зберігатися в інструментальній базі?

#### ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

##### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Який пристрій призначений для зберігання та подавання інструментів до шпинделя?**

- А. Інструментальний магазин
- Б. Система змащування
- В. Шліфувальний круг

##### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яку технологію можуть застосовувати для автоматичного розпізнавання інструмента?**

- А. RFID
- Б. Пневматичне затискання
- В. Гідравлічне охолодження

##### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які дані можуть міститися в цифровому паспорті інструмента?**

- А. Діаметр і довжина
- Б. Номер коректора
- В. Ресурс інструмента

##### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які типи магазинів застосовують у верстатах із ЧПК?**

- А. Дискові
- Б. Ланцюгові
- В. Барабанні

## ТЕМА. АВТОМАТИЗОВАНА ПІДГОТОВКА ІНСТРУМЕНТУ ДО РОБОТИ

**Понятійний апарат:** передналагодження, інструментальна наладка, інструментальний пресетер, довжина інструмента, діаметр інструмента, радіус інструмента, коректор довжини, коректор радіуса, корекція зносу, балансування, радіальне биття, інструментальна збірка, інструментальний комплект, цифровий паспорт, нульова точка інструмента, контрольна оправка, калібрування.

### 1. МЕТА ПІДГОТОВКИ ІНСТРУМЕНТА

Підготовка інструмента до роботи забезпечує правильне встановлення, точне вимірювання та введення параметрів у систему ЧПК.

Вона охоплює:

- вибір інструмента;
- складання інструментального вузла;
- установлення пластини;
- вимірювання довжини;
- вимірювання діаметра;
- перевірку радіального биття;
- балансування;
- введення коректорів;
- контроль зносу;
- передавання даних до верстата.

### 2. ПЕРЕДНАЛАГОДЖЕННЯ

Передналагодження — це підготовка інструмента поза верстатом, за допомогою спеціального приладу — інструментального пресетера.

Переваги:

- скорочення простою верстата;
- підвищення точності;
- зменшення помилок під час уведення даних;
- можливість перевірки інструмента до встановлення;
- формування готових інструментальних комплектів.

### 3. ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ

Для фрезерного інструмента вимірюють:

- довжину від базової поверхні оправки до вершини;
- діаметр;
- радіус;
- радіальне биття;
- кутові параметри, якщо потрібно.

Для токарного інструмента визначають:

- положення вершини різця;
- радіус вершини;
- орієнтацію пластини;
- коректори по осях XXX і ZZZ.

### 4. УВЕДЕННЯ КОРЕКТОРІВ

Коректор довжини враховує різницю у довжині інструментів.

Коректор радіуса або діаметра враховує геометричні параметри інструмента під час контурної обробки.

Корекція зносу компенсує поступову зміну розмірів інструмента в процесі роботи.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- Що таке передналагодження інструмента?
- Які параметри вимірюють для фрезерного інструмента?
- Для чого вводять коректор довжини?
- Що таке корекція зносу?
- Які переваги має вимірювання інструмента поза верстатом?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Який пристрій застосовують для передналагодження інструмента поза верстатом?**

- А. Інструментальний пресетер
- Б. Інструментальний магазин
- В. Пневматичний циліндр

### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Для чого використовують коректор довжини?**

- А. Для врахування фактичної довжини інструмента
- Б. Для визначення маси інструмента
- В. Для зміни типу різальної пластини

### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які параметри можуть вимірюватися під час передналагодження фрези?**

- А. Довжина
- Б. Діаметр
- В. Радіальне биття

### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які результати забезпечує передналагодження?**

- А. Скорочення простою верстата
- Б. Підвищення точності введення коректорів
- В. Зменшення імовірності помилок оператора

## ТЕМА. ЕКСПЛУАТАЦІЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

**Понятійний апарат:** експлуатація інструмента, стійкість, зношування, різальна кромка, затуплення, викришування, поломка, режим різання, швидкість різання, подача, глибина різання, охолоджувально-мастильна рідина, стружка, вібрації, жорсткість, радіальне биття, переточування, заміна пластини, технічне обслуговування, ресурс інструмента.

### 1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Рациональна експлуатація різального інструмента передбачає:

- правильний вибір інструмента;
- правильне встановлення;
- використання рекомендованих режимів;
- контроль зношування;
- своєчасну заміну або переточування;
- застосування охолодження;
- очищення посадкових поверхонь;
- правильне зберігання;
- облік ресурсу.

### 2. ПРИЧИНИ ПЕРЕДЧАСНОГО ВИХОДУ З ЛАДУ

Передчасне зношування або поломка можуть бути спричинені:

- надмірною швидкістю різання;
- надмірною подачею;
- великою глибиною різання;
- неправильною геометрією;
- недостатньою жорсткістю;

- великим вильотом інструмента;
- поганим кріпленням пластини;
- відсутністю або неправильним подаванням охолодження;
- засолюванням стружки;
- радіальним биттям;
- помилкою оператора.

### 3. ОГЛЯД ІНСТРУМЕНТА

Перед установленням необхідно перевірити:

- наявність сколів;
- стан різальної кромки;
- стан покриття;
- тріщини;
- деформації;
- чистоту посадкових поверхонь;
- стан гвинтів і затискачів;
- правильність положення пластини;
- маркування та відповідність завданню.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які дії охоплює раціональна експлуатація інструмента?
2. Які причини викликають передчасне зношування?
3. Що необхідно перевірити перед встановленням інструмента?
4. Як впливає радіальне биття на роботу фрези?
5. Для чого контролюють ресурс інструмента?

### ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

#### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Яка причина може спричинити передчасне зношування інструмента?**

- А. Надмірна швидкість різання
- Б. Правильно вибрана подача
- В. Чисте гніздо пластини

#### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Що потрібно перевірити перед встановленням змінної пластини?**

- А. Чистоту посадкового гнізда
- Б. Колір корпусу фрези
- В. Температуру освітлення в майстерні

#### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Що може бути причиною поломки інструмента?**

- А. Великий виліт
- Б. Вібрації
- В. Неправильне кріплення

#### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які дії належать до раціональної експлуатації?**

- А. Контроль стану різальної кромки
- Б. Своєчасна заміна пластини
- В. Використання рекомендованих режимів

## ТЕМА. СТІЙКІСТЬ І ЗНОШУВАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

**Понятійний апарат:** стійкість інструмента, період стійкості, зношування, затуплення, допустиме зношування, зношування по задній поверхні, кратерне зношування, лунка зношування, викришування, пластична деформація, тріщина, термічне зношування, абразивне зношування, адгезійне зношування, дифузійне зношування, рівняння Тейлора, швидкість різання, ресурс інструмента.

### 1. ПОНЯТТЯ СТІЙКОСТІ

Стійкість різального інструмента — це тривалість його роботи від початку різання до досягнення встановленого критерію затуплення.

Період стійкості позначають:  $T$ ,

де  $T$  — час різання до досягнення допустимого зношування, хв.

Критерієм затуплення може бути:

- ширина площадки зношування на задній поверхні;
- глибина кратера на передній поверхні;
- погіршення шорсткості;
- збільшення сил різання;
- поява вібрацій;
- вихід розміру за допустимі межі;
- сколювання або руйнування пластини.

### 2. ВИДИ ЗНОШУВАННЯ

Основні види:

- зношування по задній поверхні;
- кратерне зношування;
- зношування у зоні вершини;
- лункове зношування;
- викришування;
- пластична деформація;
- термічні тріщини;
- катастрофічне руйнування.

### 3. ПРИЧИНИ ЗНОШУВАННЯ

Причинами є:

- абразивна дія твердих частинок;
- адгезія та налипання;
- дифузійні процеси;
- високі температури;
- хімічна взаємодія;
- термічна втома;
- ударні навантаження;
- вібрації.

### 4. РІВНЯННЯ СТІЙКОСТІ ТЕЙЛОРА

Залежність стійкості від швидкості різання часто описується рівнянням Тейлора:

$$v_c T^m = C, \text{де:}$$

- $V_c$  — швидкість різання;
- $T$  — період стійкості;
- $m$  — показник, що залежить від матеріалу інструмента та умов обробки;
- $C$  — стала, що визначається експериментально.

Зі збільшенням швидкості різання стійкість інструмента зменшується.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що називають стійкістю інструмента?
2. Які види зношування різальної частини ви знаєте?
3. Що таке кратерне зношування?
4. Які чинники впливають на стійкість інструмента?
5. Що описує рівняння Тейлора?

### ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

#### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Що характеризує період стійкості інструмента ТТТ?**

- А. Час роботи до допустимого затуплення
- Б. Час зміни інструмента в магазині
- В. Час простою верстата

#### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які види зношування можуть виникати у різального інструмента?**

- А. Зношування по задній поверхні
- Б. Кратерне зношування
- В. Викришування

#### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Де виникає кратерне зношування?**

- А. На передній поверхні
- Б. На державці
- В. На хвостовику

#### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які чинники впливають на стійкість інструмента?**

- А. Швидкість різання
- Б. Матеріал інструмента
- В. Умови охолодження

### ТЕМА. ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТУ

**Понятійний апарат:** інструментальне господарство, інструментальний склад, інструментальна комора, облік інструмента, інструментальна база даних, ресурс інструмента, норма витрат інструмента, інструментальна наладка, переточування, відновлення, ремонт інструмента, заточування, інструментальний комплект, інструментальний паспорт, цифрова ідентифікація, RFID, складський запас, логістика інструмента, інструментальний менеджмент.

#### 1. ПРИЗНАЧЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

Інструментальне господарство — це сукупність підрозділів, засобів і процесів, які забезпечують підприємство різальним, вимірювальним, допоміжним і спеціальним інструментом.

Його основні завдання:

- планування потреби в інструменті;
- закупівля та приймання;
- зберігання;
- облік;
- комплектування робочих місць;
- передналагодження;
- заточування та переточування;
- ремонт і відновлення;
- контроль технічного стану;
- списання зношеного інструмента;
- аналіз витрат;
- цифровий облік ресурсу.
-

## 2. СТРУКТУРА ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

**СКЛАД → КОМОРА → ЗАТОЧУВАННЯ → ПЕРЕДНАЛАГОДЖЕННЯ → ВЕРСТАТ З ЧПК → ПОВЕРНЕННЯ І ОБЛІК → КОМОРА**

Тобто останній етап варто замкнути стрілкою назад до інструментальної комори. Це підкреслює, що інструмент проходить **замкнений життєвий цикл**: від зберігання → підготовки → роботи → контролю ресурсу → повторного використання або відновлення.

**Мета системи** — забезпечити своєчасну підготовку, використання, відновлення та контроль ресурсу різального інструменту на верстатах з ЧПК.

## 3. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

Ефективність використання інструмента підвищують завдяки:

- стандартизації інструментальних систем;
- використанню змінних пластин;
- застосуванню сучасних покриттів;
- передналагодженню;
- цифровому обліку ресурсу;
- оптимізації режимів різання;
- своєчасній заміні зношених кромки;
- правильному зберіганню;
- використанню каталогів і баз даних;
- уніфікації інструментальних комплектів;
- контролю витрат;
- аналізу причин поломок.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що таке інструментальне господарство?
2. Які завдання воно виконує?
3. Яке призначення має інструментальна комора?
4. Для чого ведуть облік ресурсу інструмента?
5. Які заходи підвищують ефективність використання інструмента?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### 1. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Який підрозділ забезпечує зберігання та видачу інструмента до робочих місць?**

- А. Інструментальна комора
- Б. Відділ охорони праці
- В. Транспортна дільниця

### 2. ОДНЕ ПРАВИЛЬНЕ ПИТАННЯ

**Для чого ведуть облік ресурсу інструмента?**

- А. Для своєчасної заміни та прогнозування витрат
- Б. Для зміни кольору корпусу
- В. Для зменшення кількості креслень

### 3. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які функції виконує інструментальне господарство?**

- А. Зберігання інструмента
- Б. Передналагодження
- В. Контроль і облік ресурсу

### 4. ДЕКІЛЬКА ПРАВИЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ

**Які заходи підвищують ефективність використання інструмента?**

- А. Стандартизація інструментальних систем
- Б. Контроль зношування
- В. Оптимізація режимів різання