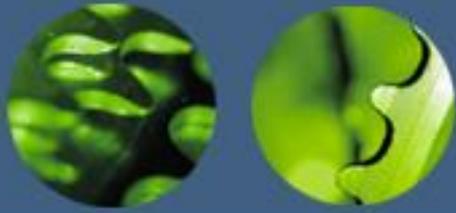




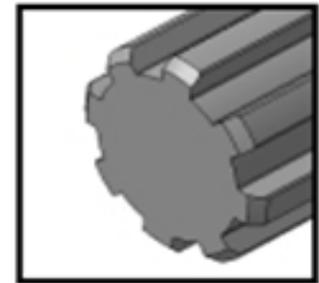
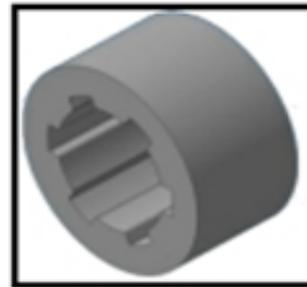
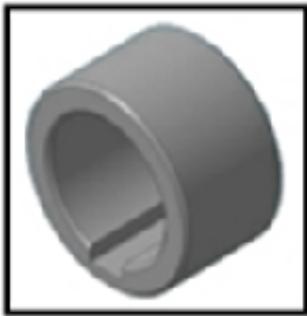
Технологічні особливості механічної обробки конструктивних елементів валів у машинобудуванні

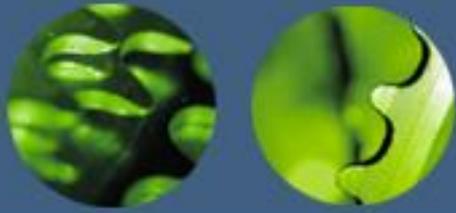
Навчальна дисципліна «Нормування в техніці»



Конструктивні елементи валів

- Крім циліндричних і конічних поверхонь обертання, вали мають також і інші конструктивні елементи, до яких відносяться шпонкові пази, шліцеві і різьбові поверхні, тощо.



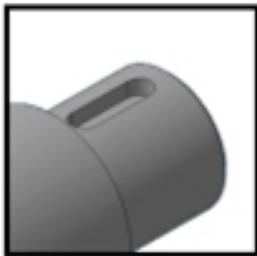


Шпонкові пази

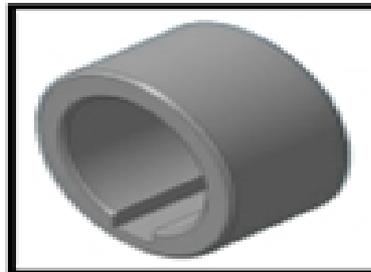
- Для передачі крутного моменту деталям, спряженим з валом, широко застосовують шпонкові і шліцеві з'єднання.
- Найбільше розповсюдження на валах в машинобудуванні отримали **призматичні і сегментні шпонки** та відповідні їм пази.
- **Шпонкові пази для призматичних шпонок можуть бути наскрізними, закритими з однієї сторони, закритими з двох сторін, глухими.** Закриті з двох сторін шпонкові пази є нетехнологічними.

ШПОНКОВІ ПАЗИ

- *Призматичні зовнішній та внутрішній*

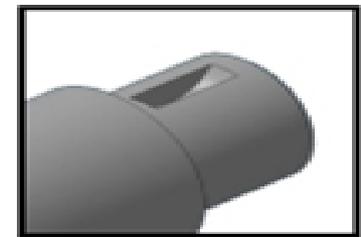


Шпоночный паз ГОСТ 29175-91 наружный

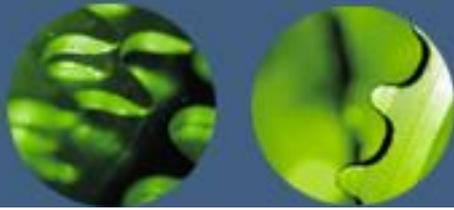


Шпоночный паз ГОСТ 24071-97 внутренний

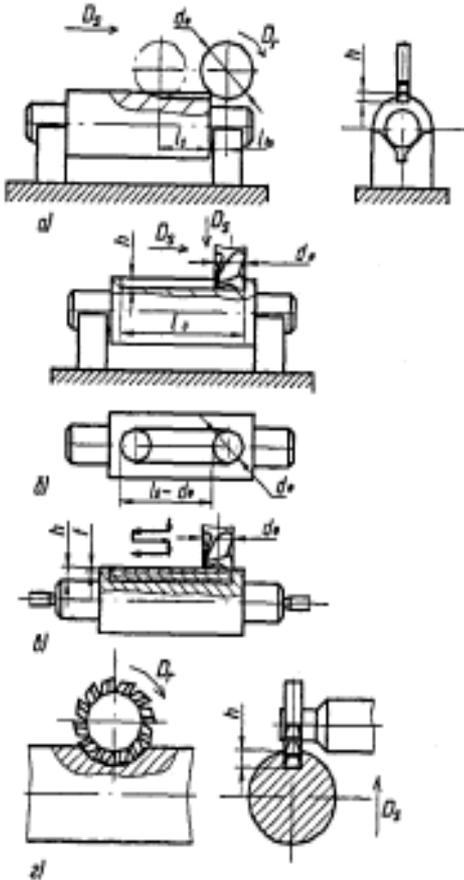
- *Сегментний*



Шпоночный паз ГОСТ 24071-97 наружный



Методи фрезерування шпонкових пазів



До технологічних задач, що стоять при обробці шпонкових пазів відносяться вимоги: точність ширини паза (IT9), глибина паза (з рядом відхилень: **+0,1; +0,2; +0,3 мм**), довжини паза (IT11...IT12). *Вимагається забезпечити і симетричність розміщення пазу відносно осі шийки вала, на якій він розташований.*

Установка валів при обробці пазів виконується на призмі або в центрах. При проектуванні технологічного процесу операція **«фрезерувати шпонковий паз»** виконується після обточування шийки, перед її шліфуванням.

Шпонкові пази обробляються на горизонтально-фрезерних, вертикально-фрезерних верстатах або спеціальних шпонково-фрезерних верстатах.

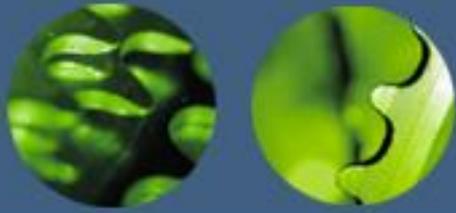
Наскрізні і закриті з одного боку шпонкові пази виготовляються **фрезерування дисковими фрезами** (див. рис. а). Фрезерування пазів виконується за один два робочих ходів.

Цей спосіб є найбільш продуктивний та забезпечує достатню точність ширини пазу.

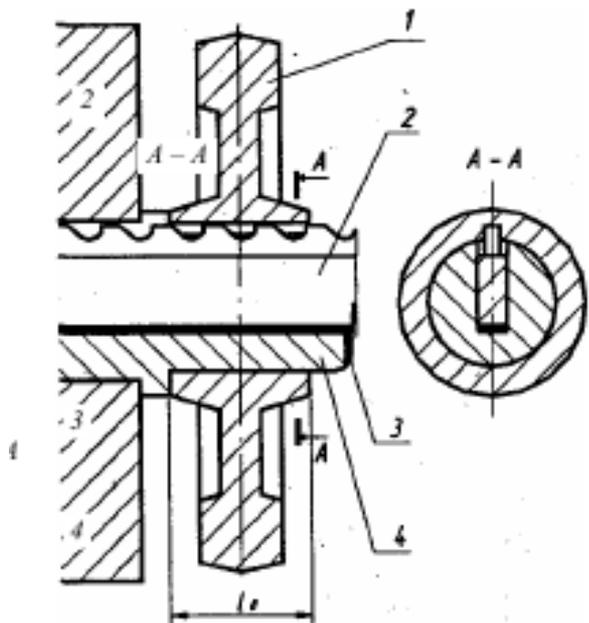
Наскрізні шпонкові пази валів можна обробляти на строгальних верстатах.

Пази на довгих валах, наприклад, на ходовому валі токарного верстата, стругають на повздожньо-стругальному верстаті. Пази на коротких валах стругають на поперечно-стругальному верстаті – переважно в одиночному малосерійному виробництвах.

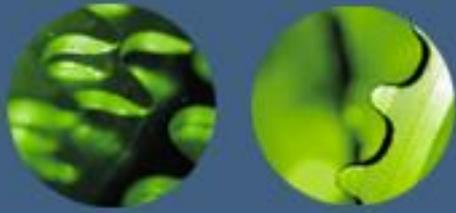
- а – дисковою фрезею з повздожньою подачею;
- б – кінцевою фрезею з повздожньою подачею;
- в – шпоночною фрезею з маятниковою подачею;
- г – дисковою фрезею з вертикальною подачею



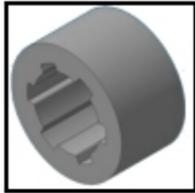
Шпонкові пази в отворах



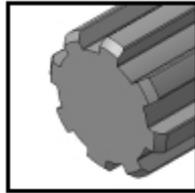
Шпоночні пази в отворах втулок зубчастих коліс, шківів і інших деталей, які одягаються на вал з шпонкою, **оброблюються в одиничному і малосерійному виробництвах на довбальних верстатах**, а в великосерійному і масовому – на протяжних верстатах. На рисунку показано протягування шпоночного пазу а заготовці зубчастого колеса на горизонтально-довбальному верстаті. Заготовка 1 насажується на направляючий палець 4, всередині якого знаходиться паз для направлення протяжки 2. Коли канавка протягується за 2-3 робочих ходів, то під протяжку кладуть спеціальну підкладку 3.



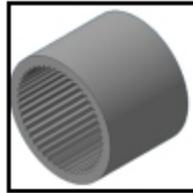
Шліцеві з'єднання



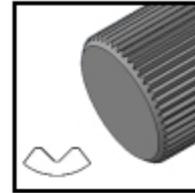
Шлицы прямобочные
ГОСТ 1139-80 внутренние



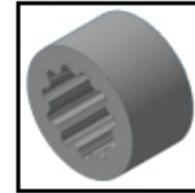
Шлицы прямобочные
ГОСТ 1139-80 наружные



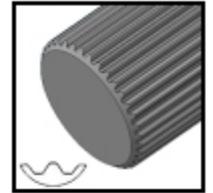
Шлицы треугольные
внутренние



Шлицы треугольные
наружные



Шлицы эвольвентные
ГОСТ 6033-80 внутренние



Шлицы эвольвентные
ГОСТ 6033-80 наружные

Шліцеві з'єднання широко використовуються в машинобудуванні (верстатобудуванні, тракторобудуванні і в інших галузях) для нерухомих і рухомих посадок. Розрізняють шліцеві з'єднання прямокутного, евольвентного і трикутного профілю.

В шліцевих з'єднаннях прямокутного профілю спряжені деталі центруються за трьома способами: - центруванням шліцевої втулки (або зубчатого колеса) по зовнішньому діаметру шліцевих виступів вала по (D); - центруванням втулки (або зубчастого колеса) по внутрішньому діаметру (d) (шліців вала по дну впадини); - центруванням втулки (або зубчастого колеса) по боковим сторонам (B) шліців.

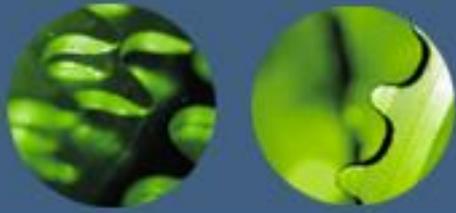


Види центрування шліцевих з'єднань

Центрування по D найбільш технологічно, але його використання обмежується в основному нерухомими шліцевими з'єднаннями.

Центрування по d приймається в тих випадках, коли елементи шліцевого з'єднання використовуються для рухомих спряжень, які закаляють.

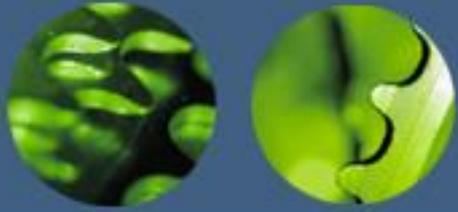
Центрування по b приймається у випадку прередачі великих крутних моментів з реверсивним обертанням.



Маршрути обробки шліців

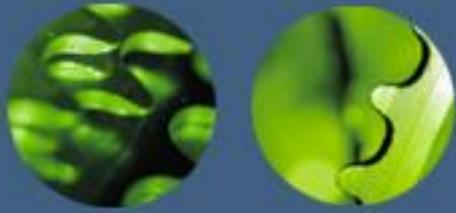
- Технологічний процес виготовлення шліців валів залежить прийнятого способу центрування валу і втулки та термооброблюються або ні поверхні шліців.

<u>Термооброблений вал</u>	<u>Сирий вал</u>
<ul style="list-style-type: none">• Чорнова токарна обробка,• Чистова токарна обробка• Шліфування циліндричних поверхонь під нарізання шліців• Нарізання шліців,• Зняття заусенців і промивка	<ul style="list-style-type: none">• Чорнова токарна обробка,• чистова токарна обробка,• Нарізання шліців з припуском під шліфування,• Фрезерування канавок для виходу круга при шліфуванні центруючої поверхні внутрішнього діаметра (Якщо на першій операції приймається фреза без вусиків),• Термічна обробка,• Шліфування поверхонь шліца,• Зняття заусенців,• Промивання



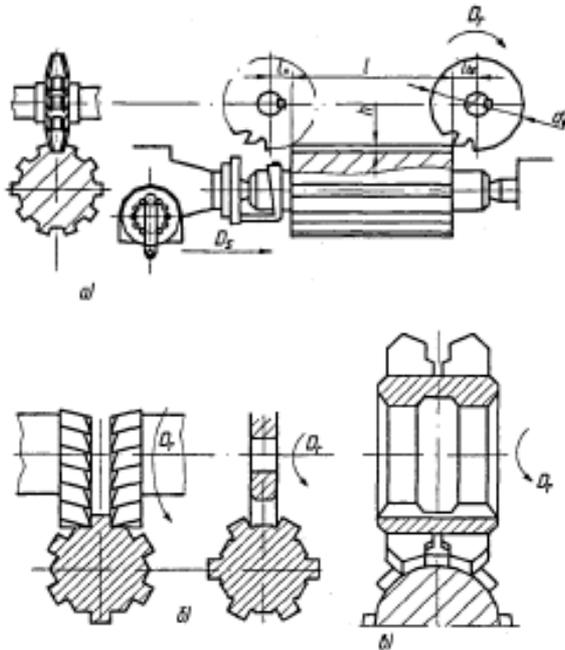
Способи виготовлення шліців

- Фрезерування (на шліцефрезерних верстатах),
- Стругання (шліцестругання),
- Протягування (шліцепротягування),
- Накатування (шліценакатування),
- Шліфування (на шліцешліфувальних верстатах).



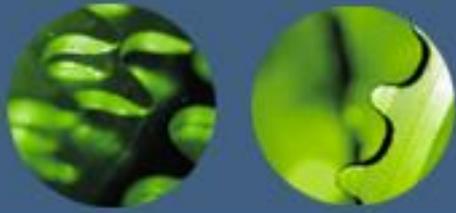
Фрезерування шліців

- Фрезерування шліців на валах невеликих діаметрів (до 100 мм) як правило виконують за один робочий хід, великих діаметрів – за два робочих ходи. Чорнове фрезерування шліців, особливо великих діаметрів, іноді виконується модульними фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах, що мають ділильні механізми (рисунки а, б, в).



Фрезерувати шліци можна способом, зображеними **на рисунку (в)**, що дозволяє застосовувати дешевші фрези, ніж фреза, що зображена на рисунку (а).

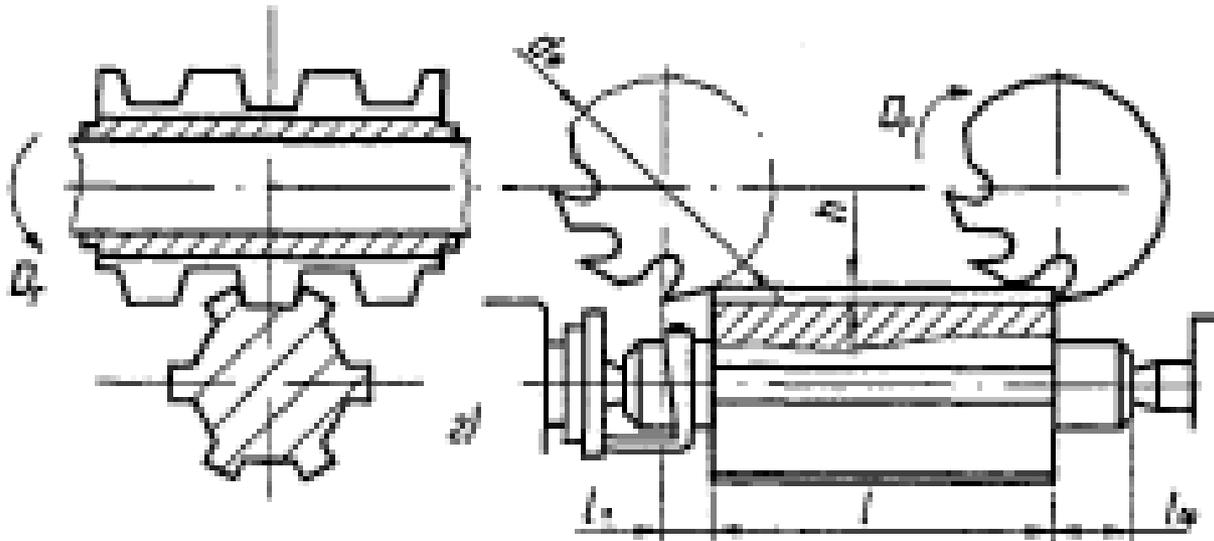
Продуктивним способом є одночасне фрезерування двох шліцьових канавок двома дисковими фрезами спеціального профілю **(рисунк (б))**.

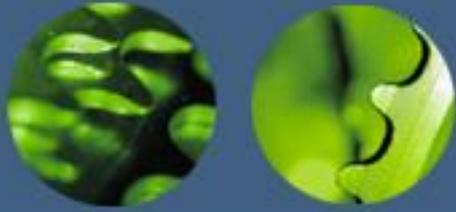


Метод обкатки черв'ячною фрезою

Точне фрезерування шліців виконується методом обкатки за допомогою шліцевої черв'ячної фрези (*г*) на *шліцефрезерному верстаті*. Фреза, крім обертального руху, має повздовжнє переміщення уздовж вісі валу що нарізається.

Цей спосіб є найбільш точним і найбільш продуктивним.





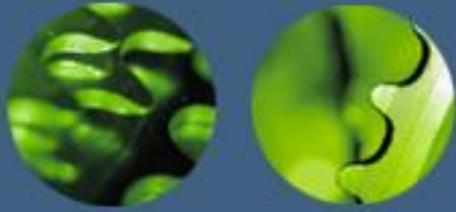
Шліцестругання

Шліцестругання реалізується, як правило, на спеціальних верстатах напівавтоматах, які можуть працювати як окремо, так і будучи вбудовані в автоматичну лінію.

Цим методом найчастіше обробляються наскрізні шліци або шліци, в яких передбачений вихід для різців.

Всі шліци нарізаються одночасно. При цьому обробка ведеться набором фасонних різців, встановлених з можливістю переміщатися в радіальному напрямі. **Число різців дорівнює числу пазів валу, що нарізається.** Оброблювана заготовка розташована вертикально і їй надається зворотньо-поступальне переміщення уздовж осі. **Перед кожним переміщенням заготовки вгору різці переміщуються у напрямку до осі заготовки на величину поперечної подачі.** Робочим рухом є переміщення заготовки вгору. При її переміщенні вниз різці відводяться від поверхні, що обробляється, щоб уникнути тертя об заготовку. **Цей процес продуктивний і використовується у великосерійному і масовому виробництві.**

Шліцестругання забезпечує шорсткість поверхні $Ra = 3,2...0,8$ мкм.



Шліцепротягування

Шліцепротягування наскрізних шліців виконується ланцюговими протяжками, профіль яких відповідає профілю шліцевого паза. Кожен паз протягується окремо, а для обробки всіх пазів використовується дільний пристрій.

Для обробки не наскрізних шліців використовуються блокові протяжки з незалежним встановленням і переміщенням різців в радіальному напрямі (рис. 1.31).

Можлива також обробка шліців з використанням так званих охоплюючих протяжок. Проте із-за складності інструменту цей процес застосовується порівняно рідко.

Шліцепротягування забезпечує шорсткість поверхні $Ra = 1,6...0,8$ мкм.

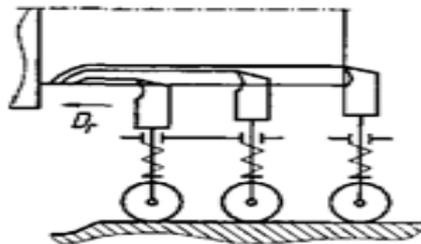
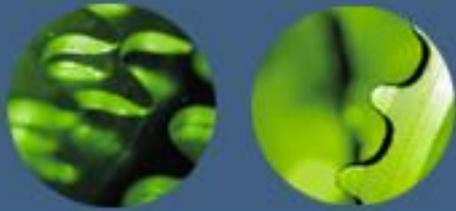


Схема шліцепротягування



Шліценакатування

- Шліценакатування без нагріву деталі здійснюється роликами, що мають профіль, що відповідає формі поперечного перетину шліців. Ролики (діаметром 100 мм), що обертаються на осях, поодиноці на кожен шліц розташовані радіально в сегментах масивного корпусу накатної головки.

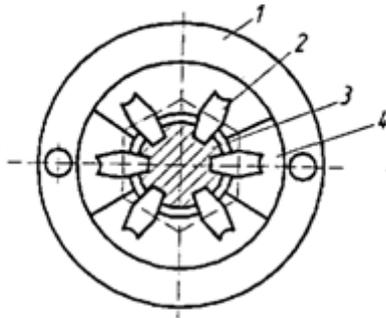
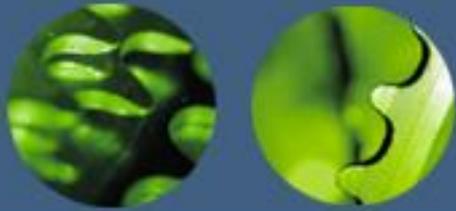


Схема накатної головки
для шлицепрокатного станка

1 — корпус; 2 — накатний ролик; 3 — обра-
тлювана деталь; 4 — сегмент

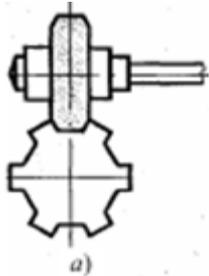
При пересуванні головки по деталі, ролики вільно обертаються, вдавлюючись в поверхню валу, утворюють на ній шліци відповідною профілю ролика форми. Всі шліци накочуються одночасно, без обертання деталі.

Процес накочення дуже продуктивний, оскільки всі шліци накочуються одночасно, при малій витраті часу, з досить високою точністю.

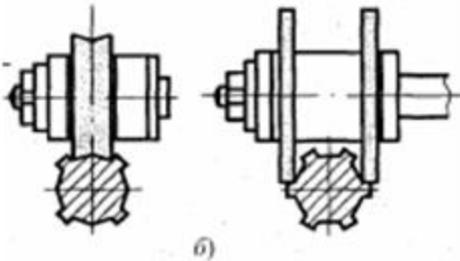


Шліфування шліців

Найбільш продуктивний спосіб шліфування фасонним кругом, **(а)**, але при такому способі шліфувальний круг зношується нерівномірно зважаючи на неоднакову товщину шару, що знімається на бічних сторонах і западинах валу, тому потрібна часта правка круга. Даний спосіб широко поширений в машинобудуванні.

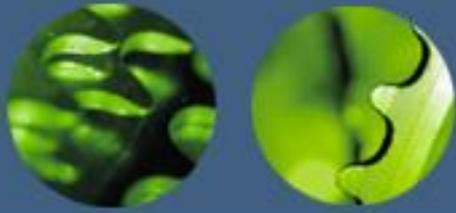


Шліфувати шліці можна в дві окремі операції **(б)**; у першій шліфують лише западини (по внутрішньому діаметру), а в другій – бічні сторони шліців. Для зменшення зношування шліфувального круга після кожного ходу столу вал повертається, і, таким чином, шліфувальний круг обробляє впадини поступово, одну за іншою.



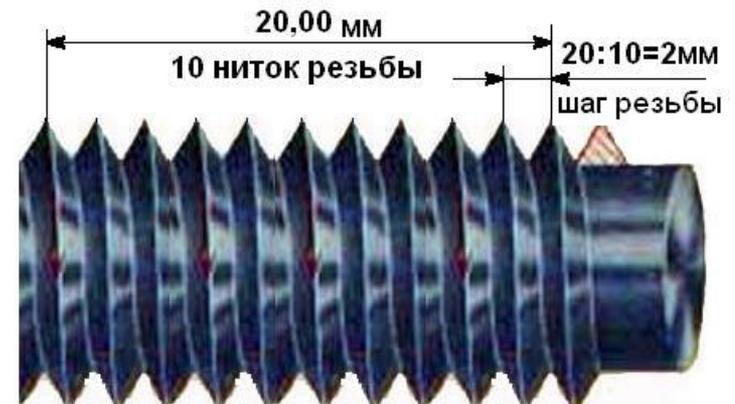
Для об'єднання двох операцій шліфування в одну застосовуються верстати, на яких шліці шліфуються одночасно трьома кругами: один шліфує впадину, а два інших – бічні поверхні шліців **(в)**.



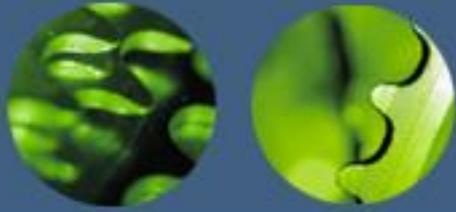


ОБРОБКА НА ВАЛАХ РІЗЬБОВИХ ПОВЕРХОНЬ

- У машинобудівному виробництві застосовують **циліндричні різьби** — **кріпильні і ходові, а також конічні різьби**.
- Основною кріпильною різьбою є метрична різьба трикутного профілю з кутом профілю 60° .
- Застосовуються **ходові різьби з прямокутним і трапецеїдальним профілем**; останні бувають однозахідні і багатозахідні.
- Різьба може бути зовнішньою (на зовнішній поверхні деталі) і внутрішньою (на внутрішній поверхні деталі).

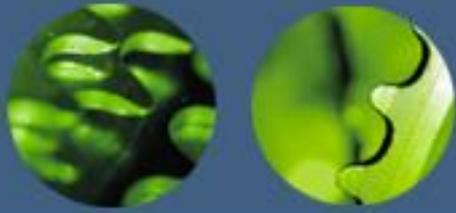


Измерение и вычисление шага резьбы



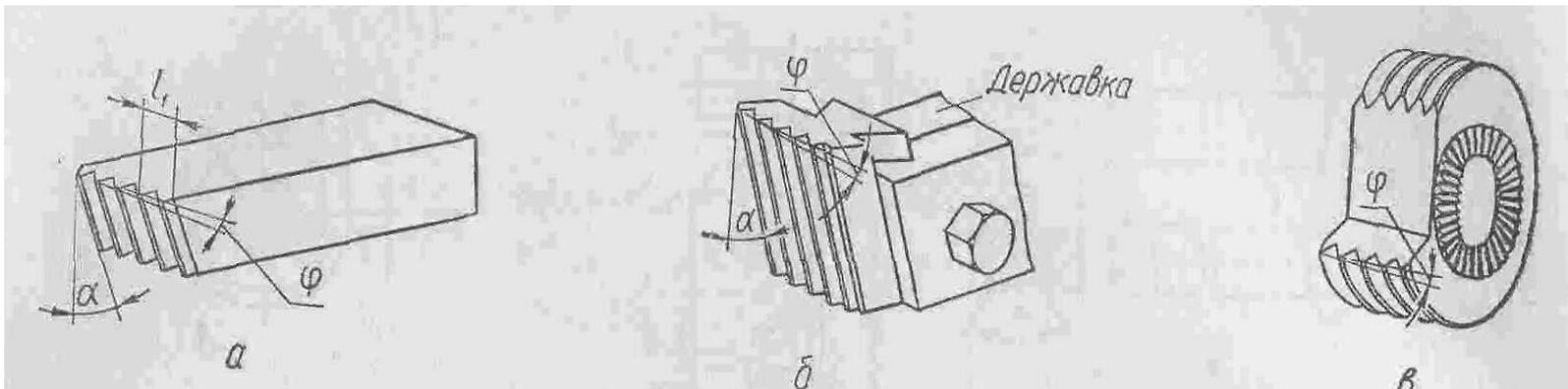
Інструмент для нарізання різьби

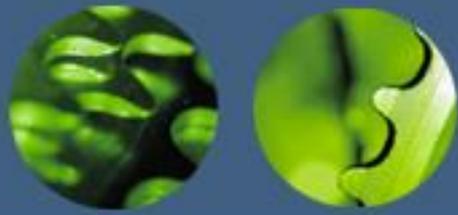
- Зовнішню різьбу можна нарізати різними інструментами: *різцями, гребінками, плашками, різенарізними голівками, що саморозкриваються, дисковими і груповими фрезами, шліфувальними кругами, накатним інструментом.*
-
- Для нарізання внутрішньої різьби застосовують : *різці, мітчики, розсувні мітчики, групові фрези, накатні ролики.*
- Той або інший метод нарізання різьби застосовується залежно від профілю різьби, характеру і типу матеріалу деталі, об'єму виробничої програми і необхідної точності.
- Нарізання різьб здійснюється на різенарізних і різефрезерних верстатах і напівавтоматах, гайконарізних автоматах, різенакатних, різешліфувальних, токарних і інших верстатах.



Нарізання різьби різцями і різьбовими гребінками

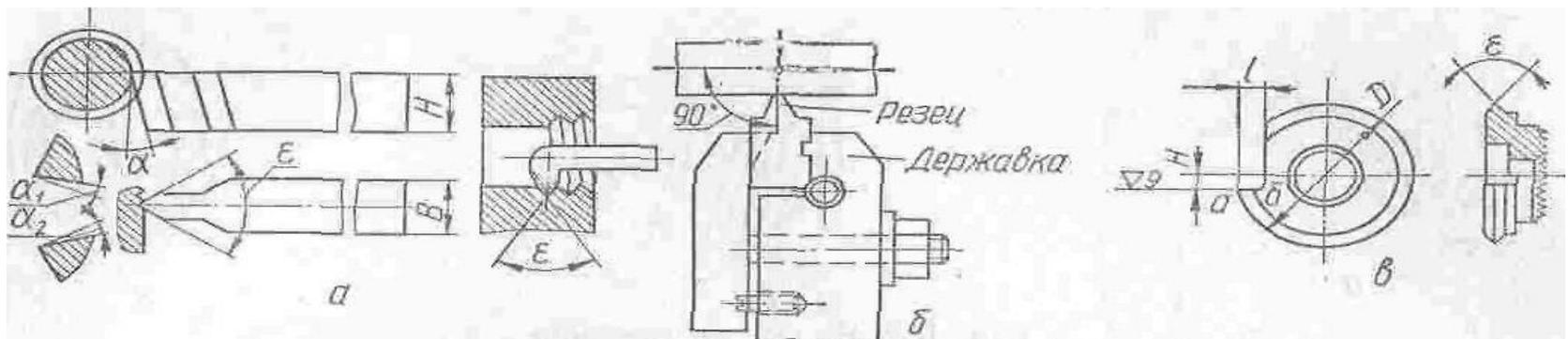
- Зовнішню і внутрішню різьбу можна обробити на токарних верстатах. Це малопродуктивний процес, оскільки обробка здійснюється за декілька робочих ходів і вимагає високої кваліфікації робітника.
- На токарних верстатах нарізують точні різьби на відповідальних деталях, а також нестандартні різьби і різьби великого діаметру.
- Для підвищення продуктивності обробки різьби застосовують :**різьбові гребінки** — **круглі і призматичні**. Як правило ширину гребінки приймають **рівною не менше шести кроків різьби** . При використанні гребінок зняття стружки виконують декілька зубів і число робочих ходів може бути зменшено до одного.

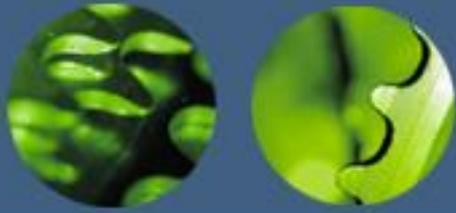




Різьці для нарізання різьби

- **Різьбові різці служать для нарізування зовнішньої і внутрішньої різьби *гострокутного, трапецийдального, прямокутного профілів*. По конструкції вони розділяються на *стрижньові (а), призматичні (б) і круглі (в)*. Всі вони характеризуються тим, що у момент остаточного нарізання різьби (на останньому проході) їх різальна кромка розташовується на гвинтовій поверхні різьби. Вони відрізняються один від одного лише формою і розмірами задньої поверхні, і способами закріплення на верстаті. Стрижньові різьбові різці мають різальну кромку, відповідну формі профілю нарізуваної різьби. Вони допускають порівняно невелике число переточувань. Їх переточування і установка досить трудомісткі.**
- **Для спрощення заточування і встановлення різця застосовують: *призматичні, фасонні, різьбові різці*, що переточуються лише по передній поверхні і встановлюються в спеціальних державках.**
- **Простішими у виготовленні є *круглі фасонні різьбові різці*, що встановлюються на спеціальній державці і переточуються по передній поверхні.**





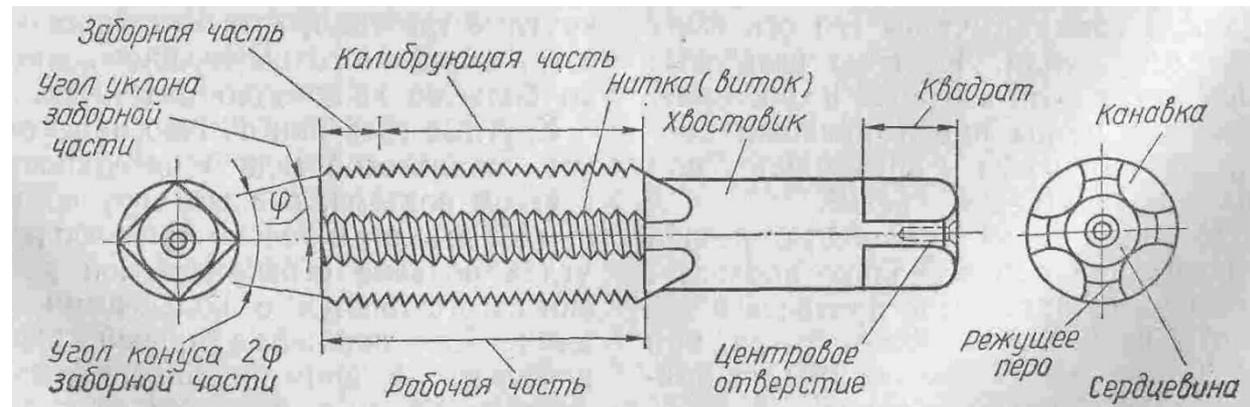
Мітчики

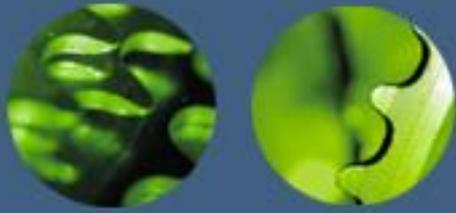


Мітчики використовуються для виготовлення внутрішніх, а плашки — зовнішніх різьб.

Мітчик складається з робочої частини і хвостовика. Робоча частина включає ряд зубців, що подібно до зубців різьбових гребінок, мають різальну і калібрувальну частини.

Різальна частина мітчика виконує основну роботу утворенню профіля різьби. Вона має кут в плані φ , завдяки чому забезпечується розподіл роботи різання на всю довжину ріжучої частини. **Калібрувальна частина служить для зачищення і остаточного калібрування різьби,** що нарізається, а також для направлення мітчика в отворі.

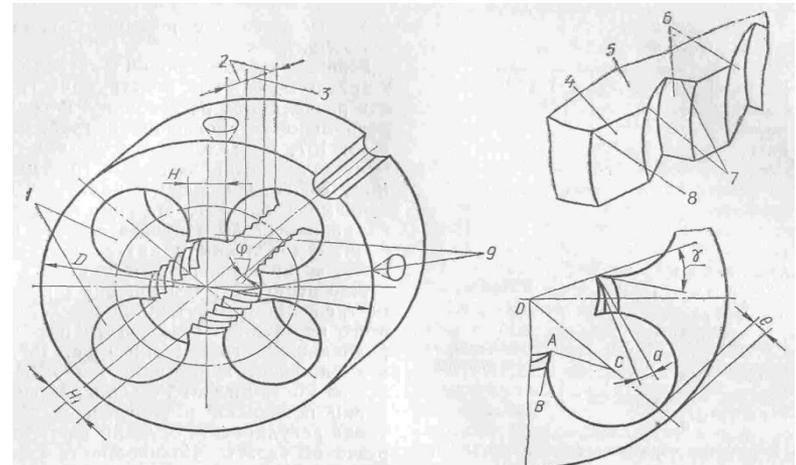


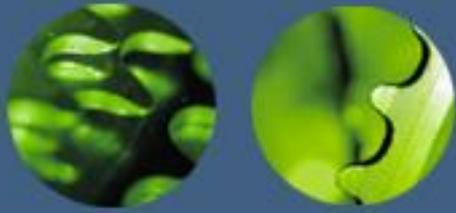


Плашки

Кругла плашка призначена для нарізання зовнішніх різьб невисокої точності за один прохід. Робоча частина круглої плашки має з обох торців ріжучу або забірну частини, що дає можливість нарізувати різьби як однією, так і іншою стороною.

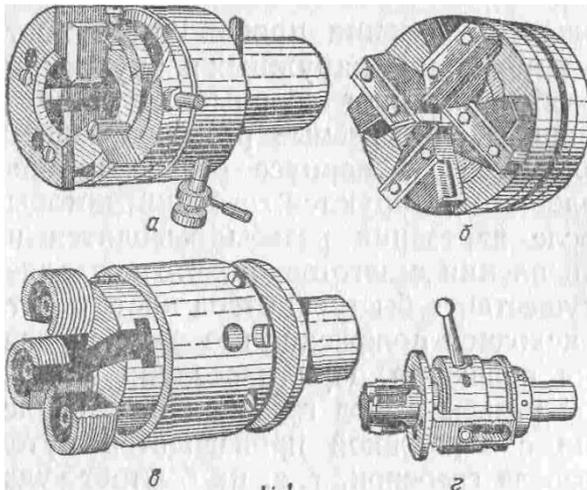
Для розподілу роботи різання між окремими різальними елементами, **плашки подібно до мітчиків, мають кут в плані ϕ на ріжучій частині**. Калібрування різьби і забезпечення правильного напрямку в роботі **плашка забезпечується калібруючою частиною**. На відміну від мітчиків, плашка не має хвостовика. Для встановлення і закріплення плашки передбачені на зовнішній поверхні конічні гнізда, в які входять кріпильні гвинти і притискають плашку неробочим торцем до торця плашкотримача.



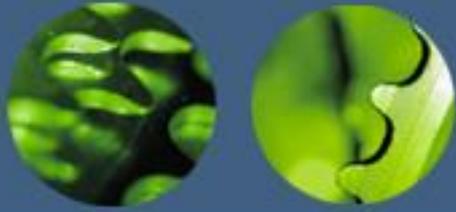


Різьбонарізні ГОЛОВКИ

З метою підвищення продуктивності для нарізання зовнішніх і внутрішніх різьб застосовують збірні «мітчики і плашки», що називаються різьонарізними головками. У корпусі різьонарізної головки вмонтовуються гребінки, які після нарізання різьби виводяться із зачеплення із заготовкою, що дозволяє здійснити швидко відведення інструменту у вихідне положення без реверсування обертання.



При нарізанні зовнішньої різьби виведення гребінки із зачеплення з заготовкою виконується шляхом рокриття гребінок, тобто їх швидкого віддалення від осі головки. При обробці внутрішньої різьби гребінки в кінці обробки швидко сходяться до осі інструменту. **Головки що обертаються,** використовуються на токарних автоматах і напівавтоматах, а також на свердлильних верстатах, у цих головок відведення гребінок від заготовки і повернення їх у вихідне положення здійснюються за допомогою упорів, з якими входить в зачеплення вилка, вільно розташована в кільцевій виточці голівки.



Фрезерування різьби

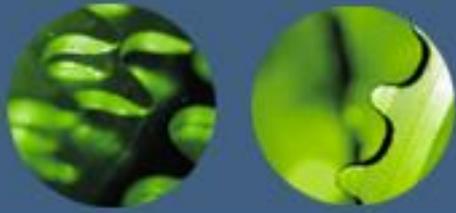
Фрезерування дисковою фрезою часто застосовують як чорнову обробку перед нарізанням різьби різцем.

Фрезерування гребінчастою фрезою — застосовується для виготовлення коротких різьб з малим кроком. *Довжина фрези приймається на 2...5 мм більше довжини деталі, що фрезерується.*

Групова фреза встановлюється паралельно осі деталі, а не під кутом, як дискова фреза.

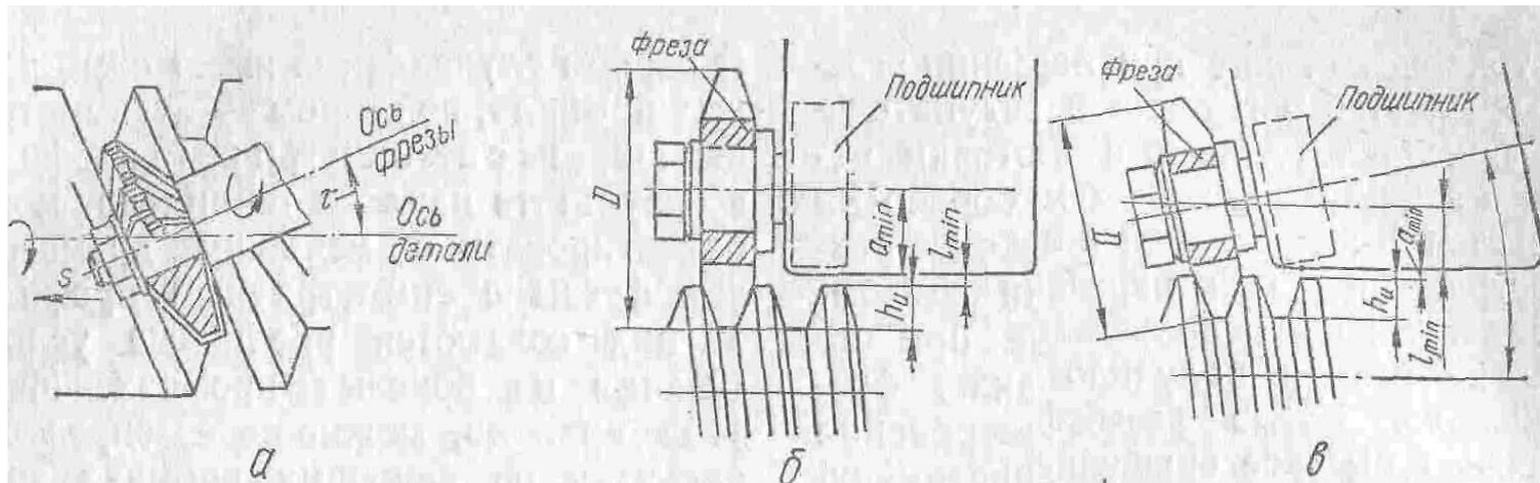
Нарізати різьби з великим кутом підйому гребінчастою фрезою важко.

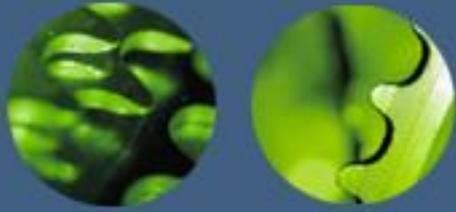
Фрезерування різьби є одним з найбільш продуктивних методів обробки різьби.



Фрезерування різі дисковою фрезою

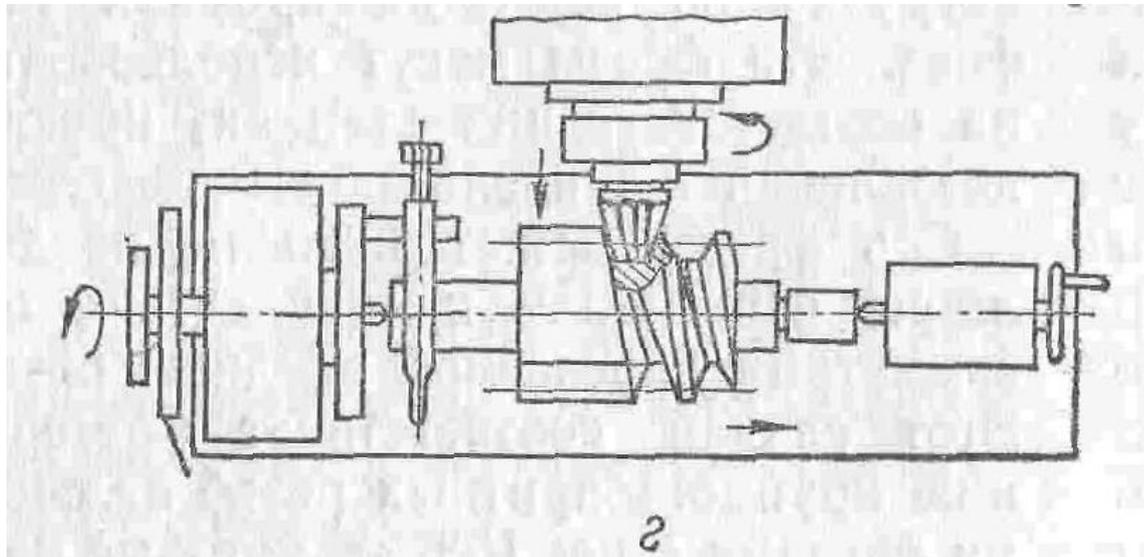
- Для нарізування **трапецеїдальних різьб з великим кроком та великого діаметру, різьб що пересічені шпонковими пазами або лисками і різьб на тонкостінних деталях застосовуються дискові різьбові фрези.**
- Установка і схема роботи дискової різьбової фрези показана на рисунку (а).
- Вісь дискової фрези розташовується в площині 5, перпендикулярній середній лінії западини різьби. У проекції на площину 5 вісь деталі може займати положення, що паралельне осі фрези (б), або похиле положення (в).

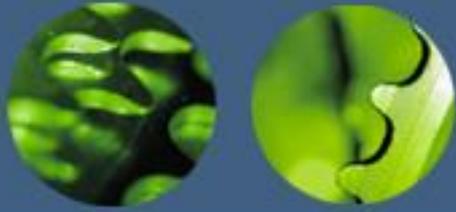




Фрезерування різі пальцевими фрезами

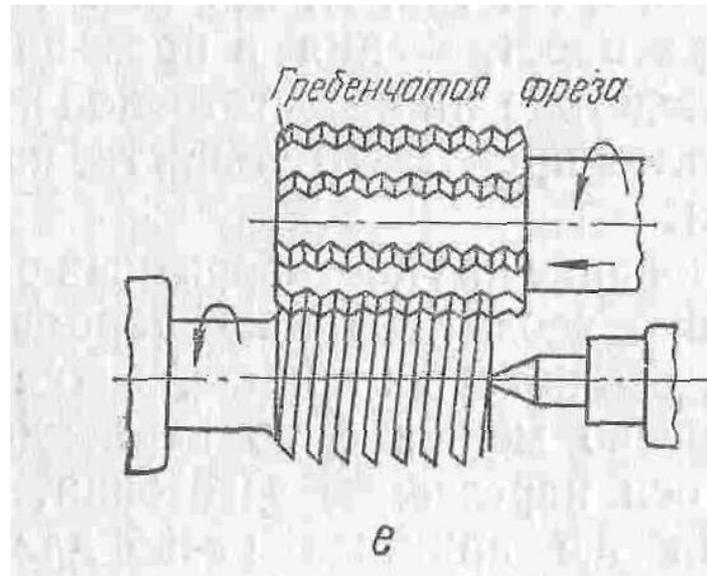
- Вісь фрези рухається перпендикулярно вісі деталі і збігається з віссю симетрії нарізуваної впадини різьби.
- Даний метод обробки призначений для фрезеруванню великогабаритних різьб пальцевими фрезами (г), але не набув широкого поширення в промисловості внаслідок недостатньої жорсткості, малої продуктивності та стійкості пальцевої фрези..

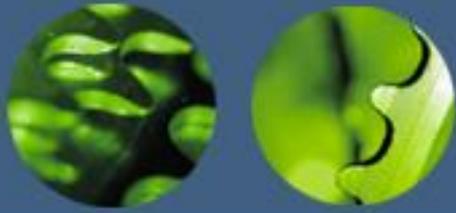




Фрезерування гребінчатими фрезами

- В процесі обробки фреза і деталь обертаються довкола своїх осей. Крім того фреза за один оберт деталі переміщується поступально уздовж її осі на крок різьби. Довжина фрези виконується дещо більше довжини оброблюваного різьблення, що дозволяє вести фрезерування одночасно по всій довжині деталі і закінчити його за 1,26 оберту заготовки.

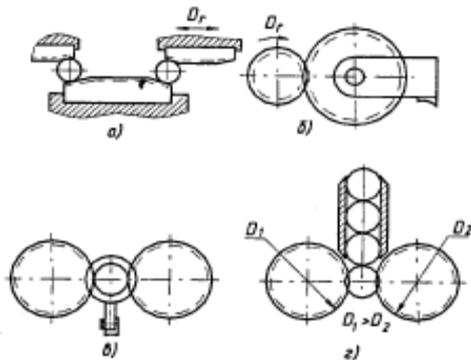




Накатування різьби

ПЕРЕВАГИ РІЗЕНАКАТУВАННЯ

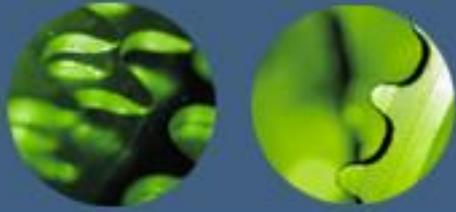
- Поверхня різьби має вищу контактну міцність і зносостійкість завдяки пластичній деформації матеріалу при накатуванні.
- Покращується якість поверхні різьби, що приводить до підвищення зносостійкості.
- Швидкість різання збільшується для забезпечення пластичної деформації матеріалу, що призводить до значного зниження основного часу.
- Оскільки при цьому не утворюється стружка то довжина різьби не обмежена. Не потрібна необхідність в переробці стружки.
- Розкатники підходять як для наскрізних, так і для глухих отворів.
- Підвищується якість різьб.



Р и с. 1.40. Схема накатывания резьбы:

а — плоскими плашками; б — одним роликом; в — двумя роликами; г — накатывание с тангенциальной подчечей





Шліфування різьби

Виконують як правило після термічної обробки заготовок.

Різешліфування може бути зовнішнім і внутрішнім, здійснюється на різних різьбошліфовальних верстатах.

Існують наступні способи шліфування різьби: однопрофільним кругом; багатпрофільним кругом з подовжнім рухом подачі; врізне; широким багатпрофільним кругом.

Шліфування однопрофільним кругом є універсальним і точним методом. Його застосовують для виготовлення мітчиків, різьбових пробок, різьбових кілець, тощо.

Багатпрофільні круги, що шліфують різьби з подовжнім рухом подачі, мають вхідну конусну частину.

У обробці беруть участь всі нитки шліфувального круга, що є перевагою перед врізним шліфуванням, оскільки збільшує продуктивність.