

Лекція 9
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 7 ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ УТВОРЕННЯ РІЗЬБИ
Тема 8. Різьбонарізний інструмент

1 Різьбові різці

Найпростішим інструментом для нарізання різьби є різьбовий фасонний різець (рис. 1).

Різьбовий різець – різьбонарізний однолезвийний фасонний ріжучий інструмент, ріжуча кромка якого при обробці утворює профіль різьби усіма точками. Різці призначені для нарізування зовнішніх і внутрішніх різьб різного профілю з малим допустимим відхиленням від співвісності з іншими поверхнями і високою точністю кроку.

Основними перевагами різьбонарізувальних різців є:

- 1 Простота конструкції і технології виготовлення;
- 2 Універсальність (можливість одним і тим же різцем нарізати різьбу різного діаметру і кроку;
- 3 Висока точність розташування осі обробленої різьби щодо циліндричної і торцевої поверхонь заготовки;
- 4 Можливість обробки різьб зі змінним кроком і на конічних поверхнях.

Різці поділяють:

1 За конструкцією – *на стрижневі* (рис. 1, а), *призматичні* (рис. 1, б) і *круглі* (рис. 1, в). Вони характеризуються тим, що в момент остаточного оформлення різьби (при останньому проході) їх різальна кромка розташовується на гвинтовій поверхні різьби. Тому дані різці відрізняються один від одного тільки формою та розмірами задньої поверхні і способами закріплення на верстаті.

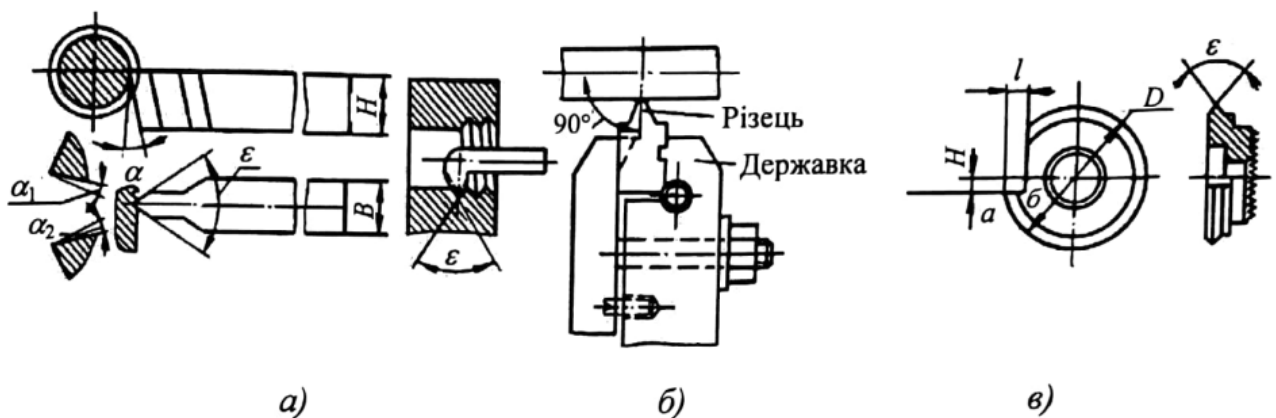


Рисунок 1 – Різьбонарізні різці
а) стрижневий різець; б) призматичний різець; в) круглий різець

Стрижневий різець є найбільш простим видом різьбонарізного інструменту. Він нагадує звичайний токарний різець і представляє собою стрижень прямокутного, квадратного або круглого перерізу, який має головку. Форма її відповідає формі профілю нарізуваної різьби. Ці різці допускають порівняно невелике число переточувань. Їх переточування та встановлення досить трудомісткі.

Стрижневий різець застосовується для нарізання внутрішньої (вигнутим різцем в отворах малого діаметра та прямим різцем, встановленим в оправку, в отворах великого діаметра) та зовнішньої різьб (прямим або відігнутих різцем)

При нарізанні різьби використовують два напрями врізання різця: перпендикулярний до осі деталі (радіальний) і вздовж однієї сторони профілю різі (бічне врізання).

При радіальному врізанні вершинна і дві бічні різальні кромки є головними і зрізають значні шари матеріалу заготовки.

При бічному врізанні тільки вершинна і одна бічна різальні кромки є головними. Друга бічна різальна кромка є допоміжною. Це покращує умови стружкоутворення і збільшує період стійкості різця. Для твердосплавного різця при швидкості різання 1,5-2,5 м/с період стійкості зростає в середньому в 1,45 рази.

Можна було б очікувати, що при бічному врізанні шорсткість поверхні різьби, обробленої допоміжною різальною кромкою, повинна бути вищою. Проте експерименти показують, що різні напрями врізання, з погляду шорсткості поверхні, не мають істотних переваг один перед одним.

З різальних кромок різця в найбільш важких умовах знаходиться вершинна, де товщина зрізу найбільша. Обмежена маса вершини різця утруднює відведення тепла. Внаслідок цього теплонапруженість вершинної різальної кромки значно вища, ніж бічних.

Для підвищення зносостійкості різця необхідно в максимально можливих межах збільшувати довжину вершинної кромки, враховуючи поле допуску на виготовлення різьби. Вершинна різальна кромка різця може заточуватися по дузі кола, що дещо підвищує його стійкість.

Для спрощення заточування та встановлення різця застосовують **призматичні фасонні різьбові різці**, що переточуються тільки по передній поверхні та встановлюються в спеціальних державках, частіше пружинних. Задній кут різця утворюється за рахунок його нахилу в державці. Передній кут приймають в залежності від оброблюваного матеріалу. Призматичні різці моВони допускають велике число переточувань. Призматичні різці служать тільки для виготовлення зовнішньої різьби.

Значно частіше застосовують **круглі різьбонарізні різці**. Вони прості у виготовленні та зручні в експлуатації. Простішими у виготовленні є круглі фасонні різьбонарізні різці, що встановлюються на спеціальній державці і

переточуються по передній поверхні. Для утворення задніх кутів різьби встановлюють в державці так, щоб його вісь була вища за вісь деталі. Круглі різьбонарізні різці можуть бути насадні (для зовнішньої різьби) та хвостові (для внутрішньої різьби). Хвостові різці мають менший діаметр робочої частини.

2 За формою ріжучої кромки – на однопрофільні і багатопрофільні.

3 За виконанням ріжучого елемента – цільні, складові і збірні.

4 За видом роботи – чорнові і чистові.

5 За типом різьби, яка нарізується – для метричної, для трапецеїдальної і спеціальної різьби.

Нарізання різцями різьби малого кроку здійснюється за один прохід.

При нарізанні різьби глибокого профілю (трапецеїдальної, прямокутної тощо) застосовують послідовне багатопрохідне точіння декількома різцями різного профілю, причому повний профіль має останній чистовий різець.

Найбільш поширене – багатопрохідне нарізання різцем, яке в порівнянні з іншими способами, має ряд переваг: високу точність та низьку шорсткість обробленої різьби; простоту та дешевизну конструкції інструменту; оснащеність інструменту пластинками твердого сплаву, високу гнучкість способу.

Ріжуча частина різьбових різців виготовляється із швидкорізальної сталі і твердих сплавів.

Нарізання різьби твердосплавним різцем на різетокарних напівавтоматах і універсальних токарних верстатах з різенарізним пристроєм за продуктивністю поступається тільки нарізанню гвинторізними самовідкривними головками і переверщує фрезерування гребінчастими фрезами та охоплює фрезерування різцевою головкою.

Геометрія різьбових різців

Бічна поверхня різьби є гвинтовою поверхнею, тому дійсні задні кути різця при нарізанні різьби будуть змінюватися в залежності від кута профілю різьби і кута її підйому.

При малому куті підйому різьби різець встановлюють таким чином, щоб вісь симетрії профілю різця була розташована перпендикулярно до осі заготовки (рис. 1, а). Задні кути на бічних ріжучих кромках виконують однаковими як для різців із швидкорізальної сталі, так і для різців з твердих сплавів в межах $4-6^\circ$ для попереднього і $8-10^\circ$ для остаточного нарізання. Задній кут на вершині приймають рівним $15-20^\circ$.

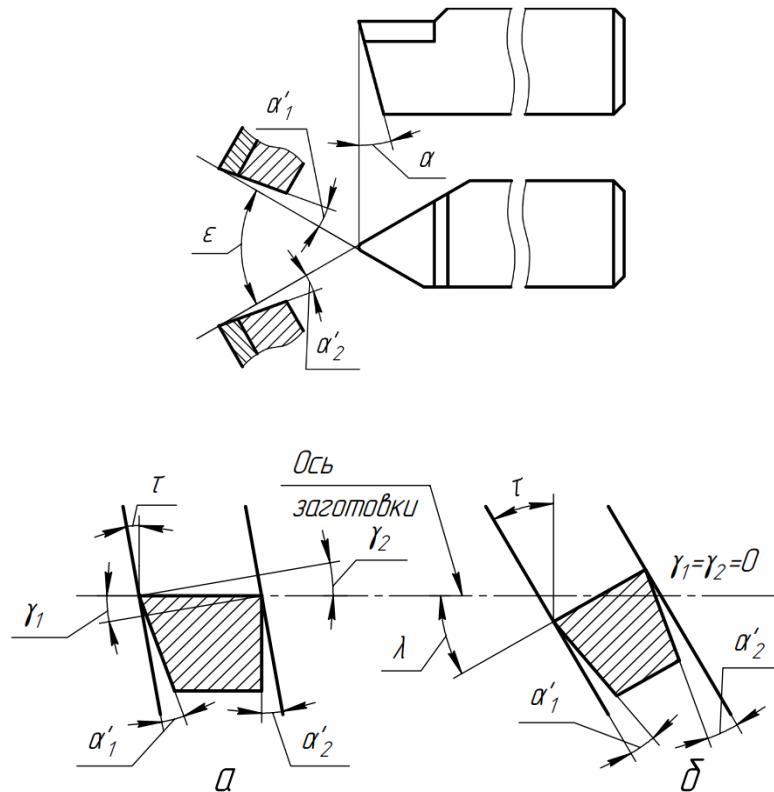


Рисунок 2 – Геометрія різьбового різця

Якщо кут підйому різьби, яка надрізається, більше $3-4^\circ$, то різець нахиляють до осі заготовки під кутом $\lambda = \tau$ (рис. 2, б) і передні кути на бічних різючих кромках приймають однаковими.

При чорновій обробці передній кут у різьбових різцях $\gamma = 5 \dots 10^\circ$, а при чистовій обробці $\gamma = 0$. У твердосплавних різьбонарізних різцях кут при вершині є робиться на $30'-1^\circ$ меншим кута профілю різьби. Це пояснюється тим, що при швидкісному нарізанні різьби спостерігається деякий розвал її профілю. Задній кут на першині різьбонарізних різців $\alpha = 8 \dots 15^\circ$.

Широке застосування знаходять також різьбонарізні різці з механічним кріпленням непереточуваних тригранних пластинок з точно шліфованим профілем (рис. 3). Пластинки мають утворені при пресуванні додатні передні кути на бічних кромках, що призводить до зниження зусиль різання, підвищення точності різьби та збільшення стійкості інструменту.

Стрижневі різьбонарізні різці з припаяними пластинками твердого сплаву допускають відносно невелике число переточувань. Тому застосовують призматичні та круглі різьбонарізні різці, які є різновидом фасонних різців.

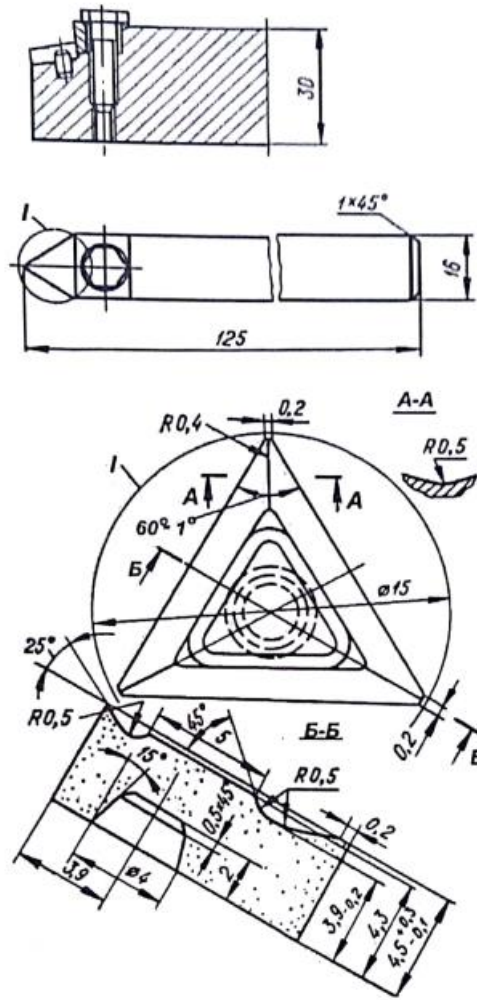


Рисунок 3 – Різьбонарізний різець з непереточуваною пластиною

Призматичні різці служать тільки для виготовлення зовнішньої різі, круглі - для зовнішньої та внутрішньої.

Значно частіше застосовують круглі нарізні різці. Вони прості у виготовленні та зручні в експлуатації.

Круглі різці для зовнішньої різі виконуються зазвичай насадними (рис. 9.12, а), а для внутрішньої різі - хвостовими (рис. 9.12, б).

Нарізання різби за допомогою різців здійснюють за декілька проходів.

Щоб зменшити число проходів і підвищити продуктивність праці при даній схемі обробки, застосовують нарізні гребінки.

Нарізання різби на токарному верстаті характеризується швидкістю різання V , повздовжньою подачею, численно рівною кроку різби P , поперечною подачею $S_{\text{поп}}$, схемою зрізання припуску (рис. 4).

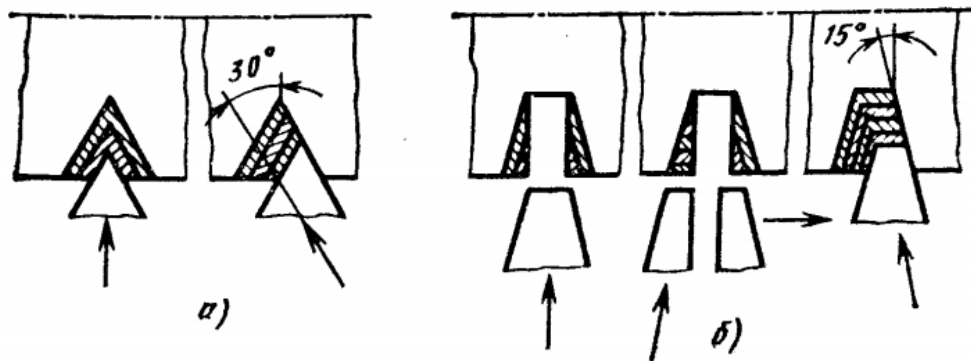


Рисунок 4 – Схема нарізання різьби
а – трикутної; б – трапецеїдальної

2 Різьбові гребінки

Для зменшення числа робочих ходів і підвищення продуктивності праці для виготовлення кріпильної та іншої різьби з дрібним кроком і в м'яких матеріалах застосовують різьбові гребінки. Гребінками можна нарізати різьбу за один або декілька проходів.

Різьбова гребінка представляє собою декілька об'єднаних в єдину конструкцію різьбових різців. Аналогічно різьбовим різцям, різьбові гребінки можуть бути стрижневі (рис. 4, а), призматичні (рис. 4, б) та круглі (рис. 4, в).

Призматичні різьбові гребінки (рис. 5) використовують для зовнішньої різьби, круглі (рис. 6) – як для зовнішньої, так і для внутрішньої різьби.

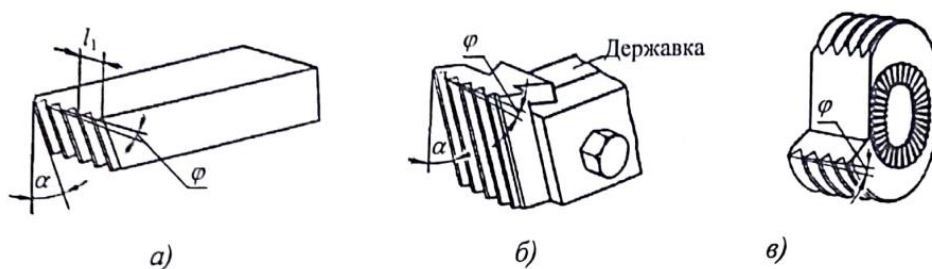


Рисунок 4 – Різьбові гребінки
а) стрижнева гребінка; б) призматична гребінка; в) кругла гребінка

Робоча частина гребінки має 6-8 кроків, з них $1,5 \div 2$ кроки розташовані на ріжучій частині і $4,5 \div 6$ кроків – на калібрувальній. При нарізанні різьби на прохід на ріжучій частині може бути $3 \div 4$ кроки. Вершини зубчиків різьби на ріжучій частини зрізані, утворюючи забірний конус з кутом ϕ рівним $15 \div 30^\circ$.

Щоб розподілити навантаження між декількома зубами, на гребінці створюють різальну частину з кутом $\phi = 25 \dots 30^\circ$. Завдяки цьому вершини

окремих зубів розташовуються на різних відстанях від осі заготовки і послідовно зрізають матеріал западини різьби. Для зачищення різьби гребінка має калібруючу частину, що складається з 4-6 однотипних зубів.

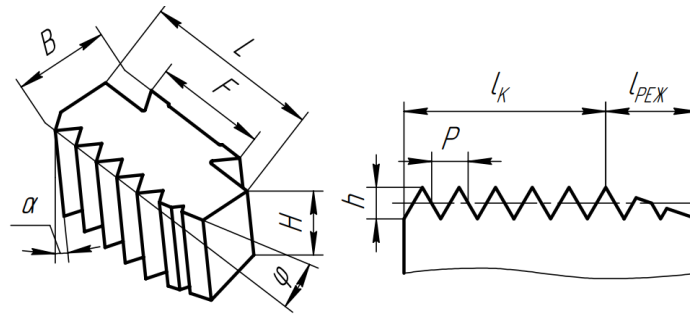


Рисунок 5 – Конструкція призматичної різьбової гребінки

Простіше і точніше у виготовленні є гвинтові гребінки. Вони забезпечують кращі умови різання. Їх профіль остаточно формується на різьбошліфувальних верстатах. Напрямок різьби гвинтової гребінки зворотній напрямку різьби деталі при нарізанні зовнішніх різьб і збігається при нарізанні внутрішніх різьб. Тобто, для деталей з правою зовнішньою різьбою застосовують гребінки з лівою різьбою, а для деталей з лівою зовнішньою різьбою – гребінки з правою різьбою. Завдяки цьому забезпечуються приблизно рівні величини задніх кутів на бічних кромках зубів.

На практиці більш широке застосування отримали круглі гребінки, як більш прості у виготовленні і допускають більшу кількість переточувань. Круглі гребінки зазвичай роблять насадними. Їх конструктивні розміри визначаються, так само як і у фасонних різців. Круглі гребінки зазвичай проектують з гвинтовою задньою поверхнею, з кутом підйому, рівним куту підйому різі деталі, і лише при невеликих кутах підйому оброблюваної різьби з кільцевими витками.

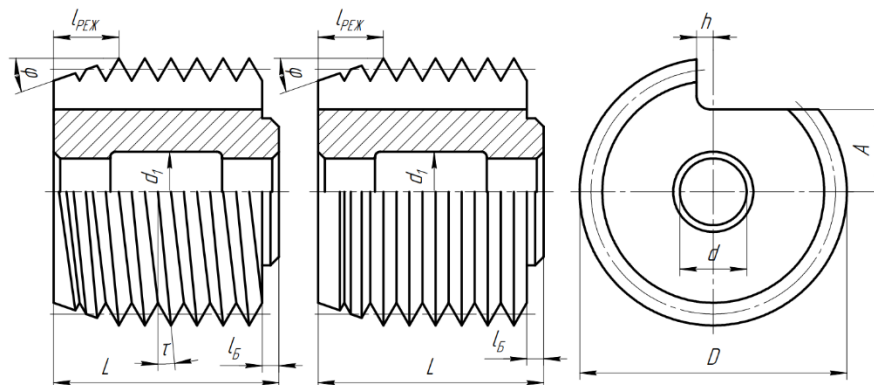


Рисунок 6 – Конструкція круглої різьбової гребінки

Якщо виникає необхідність збільшити діаметр гребінки, то з метою збереження кута підйому різьби гребінки виконують багатозахідними.

Круглі гребінки, призначені для обробки внутрішньої різьби, можуть мати діаметр, менший діаметра заздалегідь обробленого отвору. У них неможливо забезпечити рівність кутів підйому різьби гребінки і деталі. Тому ці гребінки працюють з різними задніми кутами на бічних кромках зубів.

При роботі гребінку можна встановлювати по-різному відносно заготовки: попереду або ззаду, вниз або вгору тощо. Отже, можна встановити на верстаті одночасно декілька гребінок і за рахунок цього збільшити сумарну довжину активних різальних кромки. Ряд гребінок можна з'єднати в єдину конструкцію.

Інструменти, в яких в єдиній конструкції об'єднано декілька різьбових гребінок, називають мітчиками і плашками.

Гребінками нарізають різьбу на повну висоту профілю за один робочий хід.

3 Нарізання різьби мітчиками

Мітчик являє собою гвинт, оснащений повздовжніми прямими або гвинтовими канавками, які утворюють різальні кромки (рис. 7). Він працює при двох одночасних рухах: обертальному (мітчика або заготовки) і поступальному (вдovж осі мітчика). Мітчик призначений для нарізання різьби в отворах.

За принципом роботи їх поділяють на мітчики, що утворюють профіль різьби шляхом зняття стружки, мітчики безстружкові, що утворюють профіль різьби без зняття стружки, і мітчики з ріжучими та вигладжуючими зубами, які утворюють різьбу комбінованим способом (рис. 8, 9).

У безстружкові мітчиків ріжучі пір'я утворюються короткими канавками, прорізними у переднього кінця мітчика.

Ці мітчики дають чисту різьбу, особливо при нарізанні м'яких матеріалів (сталі, кольорових і легких металів), і забезпечують хороше відведення стружки в наскрізному отворі.



Рисунок 7 – Мітчики

За конструкцією і застосуванням мітчики поділяють на такі типи (рис. 2, 3):

- 1 Ручні (роблять комплектами по 2-3-4 штуки).
- 2 Машинно-ручні (одинарні або комплект з двох штук).
- 3 Машинні для роботи на верстатах.
- 4 Ключі для нарізання різьби в гайках як на гайконарізних автоматах (із зігнутим хвостовиком), так і на універсальних верстатах (з прямим хвостовиком).
- 5 Конічні для нарізання конічних різьб.
- 6 Мітчики для круглої різьби.
- 7 Мітчики збірної конструкції нерегульовані і регульовані (різьбонарізні головки для внутрішньої різьби).
- 8 Плашкові для нарізання різьби в плашках.
- 9 Маточні для калібрування різьби в плашках після свердління стружкових отворів.
- 10 Спеціальні комбіновані (свердло-мітчик, ступінчасті тощо).

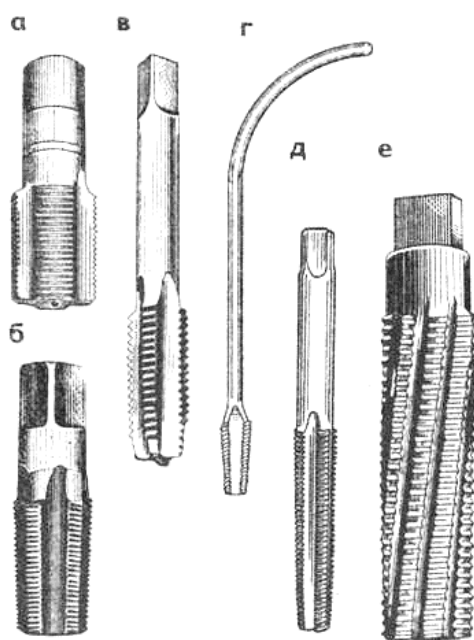


Рисунок 8

а – циліндричний, б – конічний,
в – гайковий, г – із зігнутим хвостовиком,
д – плашковий

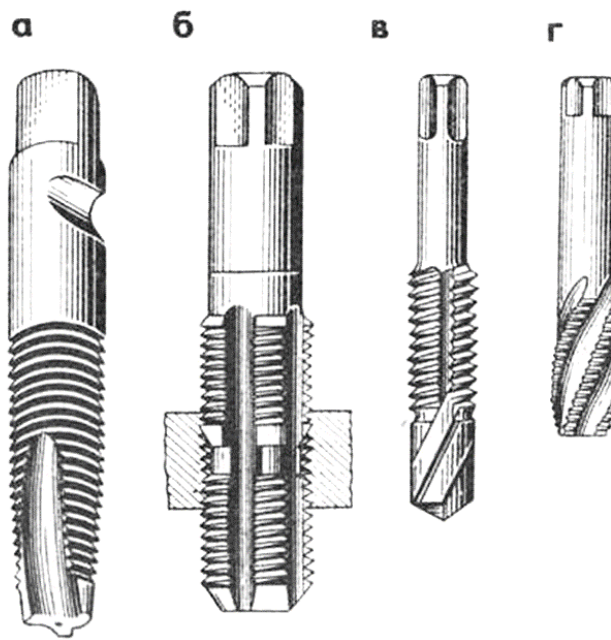


Рисунок 9

а – безканавковий, б – комбінований,
в – мітчик-свердло, г – з гвинтовими канавками

Для різьби з кроком до 3 мм включно мітчики виготовляють комплектом з 2 шт. Для різьби з кроком понад 3 мм-комплектом з 3 шт.

Машинно-ручні мітчики відрізняються від ручних формою хвостової частини, а також підвищеними вимогами щодо допусків на діаметр хвостовика, співвідношенні його з різьбовою частиною і стійкістю робочої частини хвостовика.

Машинно-ручні мітчики виготовляють як одинарними, так і комплектними (з 2 шт.). Мітчик має хвостовик з квадратом. На хвостовику, крім квадрата, є кільцева виточка, яка служить для запобігання мітчика від випадання з патрона.

Мітчики, призначені для нарізання різьби в декількох глухих отворах, мають коротку забірну частину (три кроки різьби). Мітчики, призначені для нарізання різьби в наскрізних отворах, роблять з більш довгою забірною частиною (до шести кроків різьби).

При нарізанні трапецеїдальної різьби доводиться знімати велику кількість матеріалу, тому необхідно для зменшення навантаження збільшувати число мітчиків в комплекті до 5 шт. и більше.

Калібрувальні мітчики знімають невеликий припуск, тому забірна частина мітчика робиться короткою (від одного до двох кроків різьби); форма канавок зазвичай симетрична, кутова або напівкругла; число канавок більше, ніж у звичайного мітчика. Довжина робочої частини мітчика становить близько 15 - 20 витків різьби.

Гайкові мітчики. Гайкові мітчики поділяють на гайкові прості з коротким і довгим і гайкові з зігнутим хвостовиком.

Хвостовик гайкових мітчиків бажано робити можливо довше, так як нарізані мітчиком гайки одна за одною нанизуються на хвостовик. Верстат зупиняють для зняття гайок тільки після заповнення ними всієї хвостової частини, чим довше хвостовик, тим рідше доведеться зупиняти верстат.

На спеціальних гайконарізних автоматах застосовують гайкові мітчики із зігнутим хвостовиком. Цей мітчик не вимагає періодичного зняття гайок з хвостовика мітчика, так як останні просуваються по хвостовику безперервно. Для передачі крутного моменту хвостовик зігнутий.

Мітчики для конічних різьб. При нарізанні конічних різьб мітчик завдяки конусу різьби, ввертається в гайку, ріже не тільки забірною, але і калібруючою частиною і завжди є небезпека защемлення мітчика, особливо в кінці нарізання. Цей недолік може бути повністю усунутий тільки при збірному мітчику, гребінки якого повинні переміщатися при нарізанні вздовж твірної конічної різьби. Однак неможливість виготовлення збірного мітчика для різьби діаметром менше 30 мм змушує використовувати цільні конічні мітчики. Вони застосовуються як при ручній роботі, так і на верстаті зі спеціальним патроном, який при збільшенні крутного моменту вище нормального автоматично вимикається.

Збірні мітчики робляться трьох типів: 1) збірні нерегульовані мітчики, в яких з метою економії зі швидкорізальної сталі виконуються тільки пір'я, що закріплюються в корпусі мітчика; 2) регульовані мітчики, в корпус яких вставлені пересувні плашки - пір'я, що встановлюються на заданий розмір різьби; необхідність вигвинчування мітчика з отвору при нарізанні різьби в глухих отворах - недолік збірного нерегульованого і регульованого мітчиків; цей

недолік усунуто у самовідкриваючихся мітчиків; 3) самовідкриваючися мітчик призначений для нарізування конічної різьби в муфтах діаметром від 1,5 до 4 ".

Для великих муфт (починаючи з 4" і вище) застосовуються патрони, плашки яких виконані у вигляді круглих гребінок.

У збірних мітчиків заточка ріжучих плашок і гребінок проводиться в розібраному вигляді в спеціальних пристроях.

Мітчик складається з **робочої частини і хвостовика** (рис. 10). **Робоча частина** включає ряд зубів, які подібно до різьових гребінок, мають різальну та калібруючу частини.

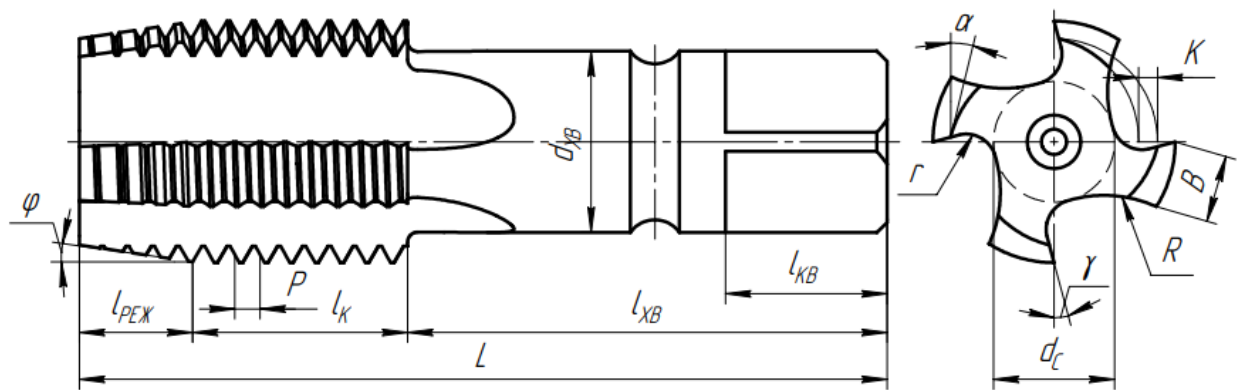


Рисунок 10 – Конструкція та геометрія мітчика

Різальна частина. Різальна (забірна) частина мітчика виконує основну роботу по створенню профілю різьби. Вона має кут в плані ϕ , завдяки чому забезпечується розподіл роботи різання на всю довжину різальної частини.

З метою скорочення номенклатури інструменту рекомендується застосовувати мітчики з уніфікованою довжиною забірної частини. Кут в плані, тобто кут забірного конуса (ϕ), залежить від властивостей оброблюваного матеріалу, виду мітчика і точності нарізати різьби: для гайкових мітчиків $\phi = 3 \div 4^\circ$; для машинних мітчиків $\phi = 10 \div 20^\circ$; для ручних мітчиків $\phi = 3 \div 7^\circ$.

Калібруюча частина. Служить для зачистки і калібрування різьби, а також для направлення мітчика в роботі. Для зниження сил тертя і зменшення величини розбивки отвору калібруюча частина має зворотню конусність 0,05 – 0,12 мм на 100 мм довжини.

Довжина калібруючої частини для машинних і гайкових мітчиків становить 8 кроків, а для ручних – від 6 до 8.

Хвостова частина. Вона являє собою стержень для закріплення мітчика в патроні або воротку. Діаметр хвостовика приймається менше внутрішнього діаметра різьби мітчика на 0,5 – 1,5 мм. Хвостовик виконується з квадратом на кінці для передачі крутного моменту. Для затиску машинних мітчиків в

технологічному обладнанні на хвостовику мітчика передбачена радіусна виточка.

Число ріжучих пір'їв залежить в основному від кроку різьби, товщини зрізаного шару і кута забірного конуса.

Товщина шару, що зрізається повинна бути така, щоб отримати необхідну шорсткість обробленої поверхні і потрібну якість поверхневого шару. Дослідження показують, що цим умовам задовольняє товщина 0,02 – 0,15 мкм.

Залежно від зовнішнього діаметра мітчика число ріжучих пір'я знаходиться в наступних межах: для $D = 2 \div 20$ мм $Z = 2 \div 3$; для $D = 21 \div 36$ мм $Z = 3 \div 4$; для $D = 37 \div 52$ мм $Z = 4 \div 6$.

Ширина ріжучих пір'їв повинна бути достатньою за умовами міцності і допускати кілька переточувань мітчика по передній поверхні. Разом з тим ширина пера не повинна бути занадто великою, так як це призводить до збільшення сил тертя.

Діаметр серцевини розраховується виходячи з умови міцності мітчика і в залежності від числа зубів.

Для збільшення обсягу стружкових канавок і створення умов для більш вільного розміщення стружки діаметр серцевини зменшують до початку ріжучої частини на $(0,1 - 0,2) \times d_c$.

Кути різання у мітчиків мають дуже важливе значення, так як вони працюють у важких умовах утворення внутрішньої різьби.

Передній кут (γ) приймають однаковим як для ріжучої, так і для калібруючої частин, він залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу: при обробці чавуну, твердої сталі, крихких латуні і бронзи $\gamma = 0 - 5^\circ$; для сталі середньої твердості і латуні $\gamma = 8 - 10^\circ$; для в'язкої сталі і міді $\gamma = 12 - 15^\circ$; для алюмінію та інших в'язких кольорових металів $\gamma = 16 - 25^\circ$

Задній кут на вершині різальних кромek (α) в основному залежить від виду мітчика і виду отвору (наскрізний або глухий): для ручних і машинно-ручних при обробці глухих отворів і мітчиків для верстатів з ЧПУ $\alpha = 4 - 6^\circ$; для гучних і машинно-ручних при обробці наскрізних отворів $\alpha = 8 - 120^\circ$.

Задній кут отримують затилуванням задньої поверхні за Архімедовою спіраллю.

У мітчиків, нешліфованих за профілем, задні кути не створюють на бічних ріжучих кромках, так як вони є допоміжними. Для створення більш точної і якісної різьби застосовують шліфовані мітчики.

Шліфовані мітчики на ріжучій частині замилюються по всьому профілю зубів, внаслідок чого підвищуються і ріжучі властивості інструменту.

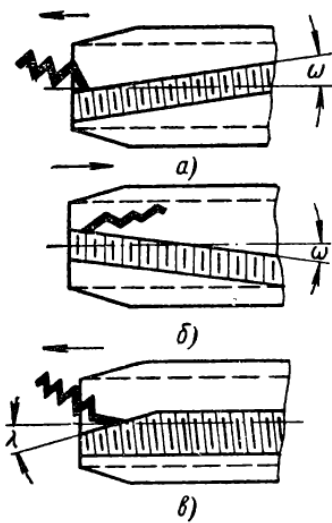
Шліфовані мітчики замилюються по всьому профілю і на калібруючій частині. Це необхідно для того, щоб виключити налипання металу на бічні поверхні різьби мітчика, особливо при обробці в'язких матеріалів. Величина

затилування приймається від 0,01 (для $D = 4$ мм) до 0,1 мм (для $D = 52$ мм), щоб уникнути защемлення стружки при зворотному обертанні.

Кут нахилу гвинтових канавок (ω). Якщо канавки прямі, паралельні осі, то $\omega = 0^\circ$.

Форма і напрямок канавок. Існуючі форми канавок можна поділити на два види: канавки, що мають радіусну передню поверхню, і канавки, що утворюють плоску передню поверхню.

Канавки можуть бути прямими, похилими і гвинтовими (так само як і у розгортках). Найчастіше мітчики виготовляють з прямими канавками. Напрямок гвинтових канавок можна регулювати напрямком сходження стружки. На рис. 5 показані мітчики з різним напрямком гвинтових канавок.



При напрямі канавок, як показано на рис. 11, а, стружка сходиться вперед, що доцільно при нарізанні різьби в наскрізних отворах. При зворотному напрямку (рис. 11, б) стружка сходиться назад, що доцільно при нарізанні глухих отворах. У мітчика з прямою канавкою можна заставити стружку також йти вперед (в отвір). Це досягається заточкою скосу під кутом λ (рис. 1, в).

При нарізанні різьби вручну вся робота розподіляється між двома або трьома мітчиками (застосовується комплект мітчиків). Повний профіль різьби має лише чистовий мітчик. Чорновий і середній мітчики мають менші зовнішні діаметри.

Різна і довжина забірної частини кожного мітчика. У чорнового мітчика вона найбільша ($4S$), у чистового – найменша ($1,5 - 2S$).

Найбільш розповсюдженим є таке розподілення роботи, при якому 50 – 60% відводиться чорновому мітчику, 28 – 30% на середній і 10 – 16% на чистовий.

Деякі різновиди мітчиків. Мітчики з укороченими канавками (для підвищення міцності мітчиків малого діаметра).

Мітчики з шаховою різьбою (для обробки в'язких матеріалів, що сприяє збільшенню простору для розміщення стружки).

Твердосплавні мітчики.

Мітчики збірної конструкції (як нерегульовані, так регульовані – різьбові головки, які можуть включатися і вимикатися автоматично).

Безстружкові мітчики (трикутні, квадратні і шестигранні).

Матеріалом для виготовлення мітчиків служить швидкорізальна інструментальна вуглецева сталь У10А.

Схема нарізання різьби мітчиком показана на рис. 12. Товщина зрізу a_z приходить на кожен зуб-різець і визначається із глибини t профілю різьби і із числа K зубців-різців на забірній частині мітчика. Перехресним штрихуванням

показана частина западини різби, яка оброблюється за один (перший) оберт мітчика. Ширина зрізу b для гострокутної та трапецеїдальної різби – величина змінна.

При великій кількості канавок мітчик знімає тонкі стружки; при цьому зростають питоме зусилля різання і крутний момент. Разом з тим при збільшенні кількості канавок виходить чистіша різба.

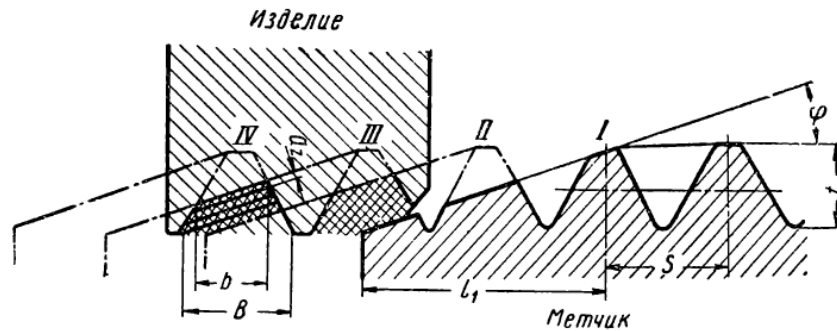


Рисунок 12 – Схема нарізання різби мітчиком

Якщо мітчиком нарізають різьбу в отворі, в якому є виїмки або пази (прикладом може служити нарізання різби плашки плашковим мітчиком), то число канавок треба брати не кратними числа цих пазів, так як в противному випадку пір'я мітчика можуть заскакувати в пази.

Для продуктивної роботи мітчика необхідно, щоб профіль канавок забезпечував достатній простір для приміщення стружки (не ослаблюючи міцності мітчика) і щоб при вивертанні мітчика задня поверхня зуба не псувала різби.

На рис. 13 показано кілька найбільш поширених профілів. Тип а (рис. 13, а) – канавка оброблена напівкруглою фрезою (профіль однорадіусний). При вивертанні мітчика задня сторона пера може зрізати стружку і зіпсувати різьбу. Застосовується у виняткових випадках – для ручних калібрувальних мітчиків. При цьому зовнішній кут η задньої кромки повинен бути близький до 90° .

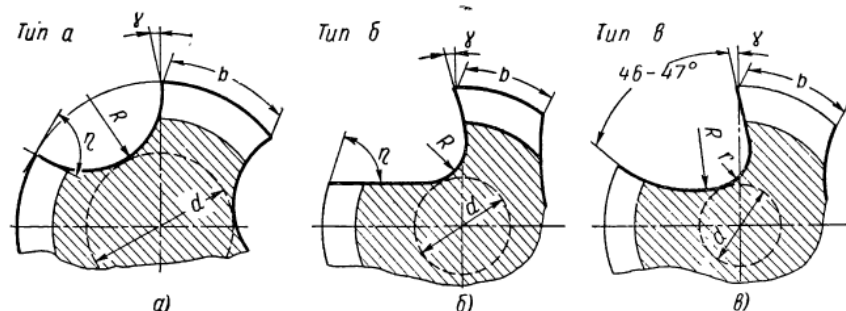


Рисунок 13 – Типи профілів стружкових канавок мітчиків:

а – однорадіусний; б – з прямолинійною передньою поверхнею і спинкою; в – з прямолинійною передньою поверхнею і радіусною спинкою

Тип б – профіль, канавки (рис. 13, б), в якому усунуті недоліки типу а, можна рекомендувати для гайкових мітчиків, які не потрібно вигвинчувати назад з нарізаного отвору. Кращим слід вважати профіль типу в (рис. 13, в), який застосовується інструментальними заводами. Передня поверхня прямолінійна; забезпечується в достатній мірі сталість переднього кута на калібруючій і на забірній частинах. Загальний кут профілю канавки приймається $46 - 47^\circ$.

Заточування мітчиків. Для заточування по передній поверхні мітчик закріплюється в центрах (рис. 14, а) і підводиться до тарілчастого або дискового кола. Для забезпечення переднього кута γ необхідно розташувати торцеву площину кола по відношенню до центрів зі зміщенням.

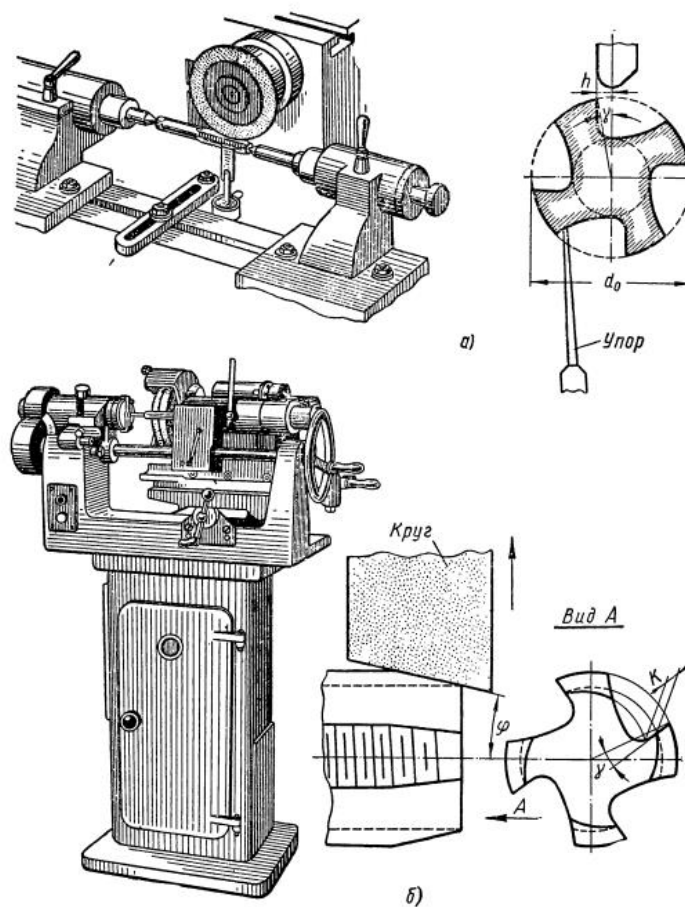


Рисунок 14 – Способи заточування мітчиків
а – по передній поверхні; б – по задній поверхні

Заточку по забірній частині виконують на спеціальних верстатах або пристроях.

Мітчик встановлюється в центрах верстата (рис. 14, б); квадрат мітчика закріплюється в спеціальному диску приводу. Наявний на верстаті маховичок повертається від руки і приводить в обертання шпиндель із закріпленим в центрах мітчиком. При обертанні шпинделя обертається кулачок, який наближає шпиндель разом з задньою бабкою до широкого шліфувального круга. Ширина

кола більше довжини забірної частини мітчика. Кожне перо мітчика шліфується по Архімедовій спіралі. Величина затилування K встановлюється шляхом зміни величини гойдання шпинделя мітчика. Існують пристосування для універсально-заточного або круглошліфувальних верстатів, на яких можна заточувати мітчики по забірній частині.

4 Плашки

Плашки служать для нарізання зовнішньої різьби на болтах, гвинтах, шпильках та інших деталях.

Плашки бувають круглі, квадратні, шестигранні, трубчасті, плоскі і призматичні роз'ємні до слюсарного воротка, цільні і розрізні (рис. 15).

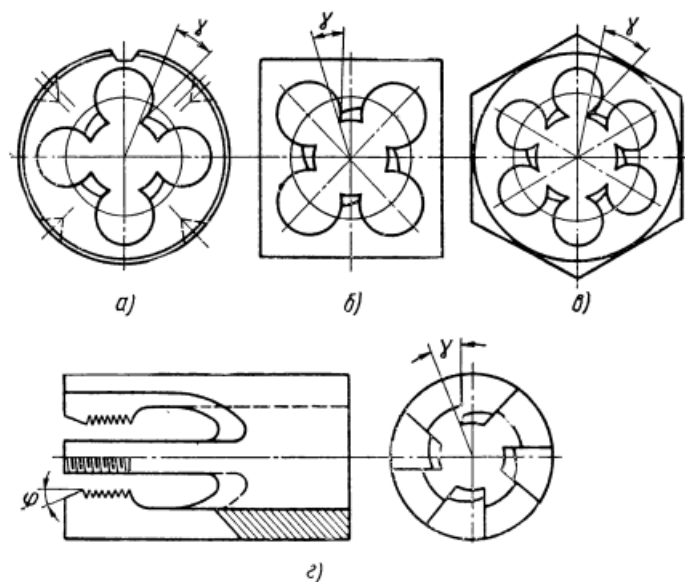


Рисунок 15 – Типи різьбонарізних плашок

а – кругла; б – квадратна; в – шестигранна; г - трубчаста

Робота плашки аналогічна роботі мітчика.

Найбільшого поширення набули круглі плашки. Круглі плашки представляють гайку, перетворену в інструмент шляхом свердління стружкових отворів і утворення ріжучої частини з затилованими зубами.

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

Частини та конструктивні елементи круглої плашки (рис. 16). Елементи, що забезпечують процес різання плашкою: передній кут γ , γ_N і кут λ ; ріжучі пір'я плашки (ширина пера B , ширина просвіту H_1); стружкові отвори; довжина

забірної частини l_1 і кут забірного конуса φ ; ширина плашки H ; число пір'їв z ; величина затилування K і задній кут α .

Елементи, пов'язані з розмірами одержуваної різьби: діаметри різьби зовнішній, внутрішній і середній, кут профілю і крок різьби.

Елементи, що забезпечують закріплення плашки на верстаті або у воротку: зовнішній діаметр плашки D ; перемички e і e_1 ; паз для розстискного гвинта; гнізда для кріпильних гвинтів; гнізда для регулювальних гвинтів.

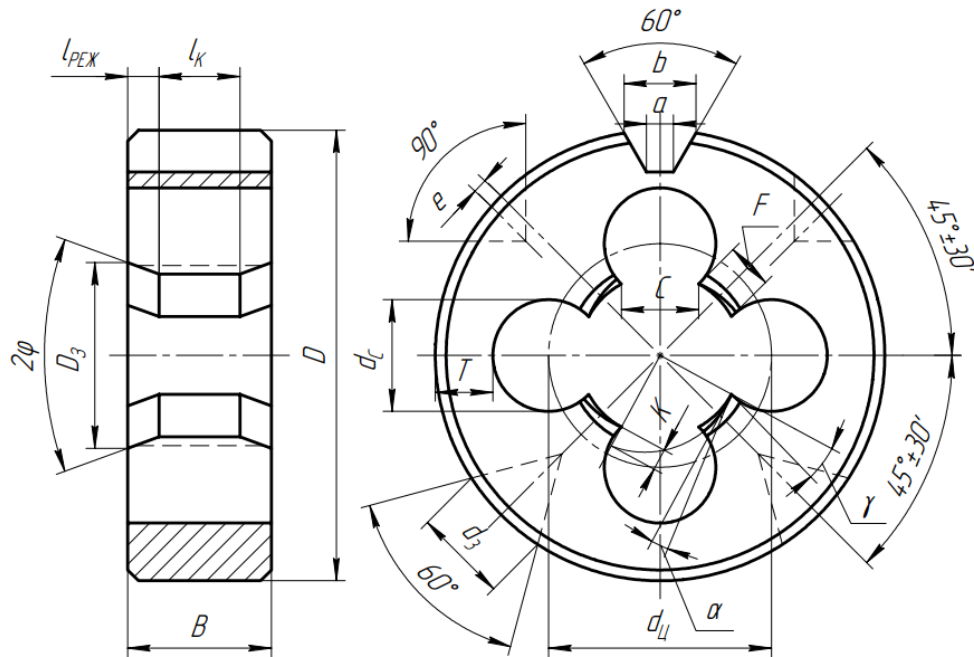


Рисунок 16 – Конструкція та геометрія круглої плашки

Круглі плашки застосовуються для нарізання різьби і для калібрування (зачистки) попередньо обробленої різьби.

Нарізання різьби супроводжується відділенням значної кількості стружки, і стружкові отвори повинні бути великими щоб стружка не забивалася в них.

При калібруванні різьби на частку круглої плашки доводиться зняття невеликого шару металу, і тому немає ніяких підстав робити діаметр стружкових отворів великим. Зусилля при калібруванні різьби невеликі, і така плашка може бути менш міцною.

На забірній частині плашки обов'язково повинен бути передбачений задній кут. Для цієї мети забірна частина плашки затилується на спеціальних верстатах. Задній кут α плашки вимірюється в площині, перпендикулярній до осі плашки.

На витрату стружки впливає кут λ нахилу ріжучої кромки по відношенню до осі. На рис. 11 показано перо плашки з кутом λ , рівним нулю, і з кутом більше нуля. Якщо в першому випадку стружка залишається в отворі, то в другому випадку плашка направляє стружку вперед.

Кругла плашка вставляється в гніздо плашкотримача або воротка. Гнізда з кутом 60° (рис. 16) служать для закріплення плашки у воротки. Два інших гнізда з кутом 90° , в які впираються регулювальні гвинти, зміщуються з осі на величину s , для того щоб гвинти могли стиснути плашку. Між останніми гніздами профрезерований паз шириною b . Можна вузьким шліфувальним кругом розрізати тонку перемичку e_1 . Розрізана плашка допускає в невеликих межах регулювання діаметра нарізати різьби. Закріплення плашки на верстаті повинно бути нежорстким.

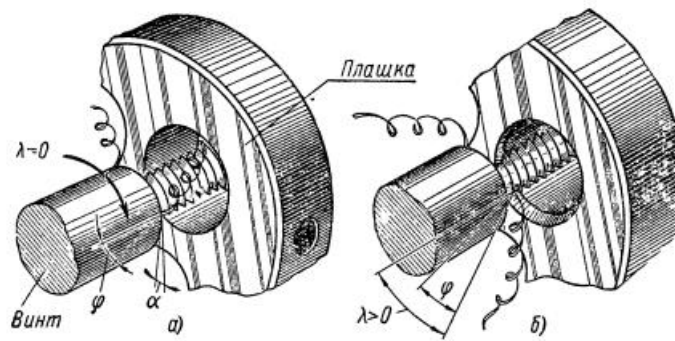


Рисунок 17 – Вплив кута λ на напрямок сходу стржки

а – кут $\lambda = 0^\circ$; б – кут $\lambda > 0^\circ$

При установці плашки в хитному плашкотримачі неточності установки і розбіжність осей плашки і деталі не впливають на точність різьби, так як за рахунок пружин плашка може встановитися під час нарізання точно по осі болта, який нарізується.

Зазвичай в кресленні плашки немає допусків на різьбу, але проставлені розміри різьби мітчиків.

Круглі плашки описаної конструкції мають багато недоліків, тому намагаються поліпшити їх конструкцію. Плашки з косопросвердленими отворами направляють стружку вперед, полегшуючи її відведення і тим самим покращуючи умови різання. Шестигранні або квадратні плашки зручні при монтажних роботах, так як дозволяють нарізати різьбу із застосуванням гайкового ключа. На автоматах знаходять застосування також трубчасті плашки, які в порівнянні із звичайними плашками менше засмічуються стружкою.

Трубчасті плашки, так само як і звичайні круглі, внаслідок деформації різьби при термічній обробці не можуть давати особливо точну різьбу.

Для нарізування великих різьб вручну в кілька проходів потрібні спеціальні розсувні плашки. Такі плашки дозволяють в процесі нарізування різьби шляхом їх регулювання змінювати діаметр різьби, таким чином, дають можливість виконувати нарізування в кілька проходів.

Заточка круглих плашок проводиться по передній поверхні пір'я і по потиличній поверхні забірної частини плашки.

Для заточки плашок по передній поверхні (рис. 18, а) випускаються спеціальні верстати.

Вертикальний шпиндель із закріпленим в ньому маленьким шліфувальним кругом обертається в кулькових підшипниках і робить 15 000 об/хв. Плашка встановлюється на столику і вручну притискається до нього. Шліфувальний круг вводиться в отвір плашки і отримує від ручного важеля прямолінійний зворотно-поступальний рух вгору і вниз уздовж осі шпинделя кола.

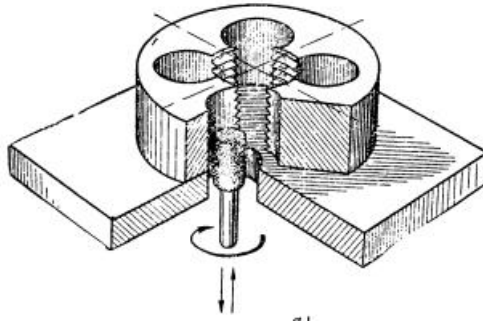


Рисунок 18 – Заточування круглих плашок

Заточування плашки по задній поверхні на спеціальному верстаті. Плашка затискається в цанговий патрон і при обертанні шпинделя верстата здійснює разом з ним затилувальні рухи завдяки змінному кулачку, число виступів якого відповідає числу пір'я плашки, яка затилюється.

Для розподілу роботи різання між окремими різальними елементами плашки, подібно до мітчиків, мають кут в плані ϕ на різальній частині.

Для калібрування різьби та забезпечення правильного напрямлення в роботі плашка забезпечується калібруючою частиною.

На відміну від мітчиків, плашка не має хвостовика. Для встановлення та закріплення передбачені на зовнішній поверхні конічні гнізда, в які входять кріпильні гвинти і притискають плашку неробочим торцем до торця плашкотримача.

Після нарізання різьби мітчиками або плашками доводиться згвинчувати інструмент з деталі.

З метою підвищення продуктивності для нарізання зовнішніх і внутрішніх різьб застосовують збірні «мітчики і плашки», які називаються **різьбонарізними головками**.

Їх застосовують для нарізання зовнішніх і внутрішніх різьб на токарних, свердлильних, агрегатних, револьверних верстатах і автоматах.

У корпусі різьбонарізної головки монтуються гребінки, які після нарізання різьби виводяться із зачеплення із заготовкою, що дозволяє здійснити швидко відведення інструменту в початкове положення без реверсування обертання.

При нарізанні зовнішньої різьби виведення гребінок із зачеплення із заготовкою проводиться шляхом розведення гребінок, тобто їх швидкого віддалення від осі головки. При обробці ж внутрішньої різьби гребінки в кінці обробки швидко зводяться до осі інструменту.

Різьбонарізні головки можна розділити на дві основні групи: самовідкриваючі і регульовані. Особливістю самовідкриваючихся головок є розведення плашок після нарізування різьби, що виключає необхідність зворотного згвинчування головки з нарізаної деталі і підвищує продуктивність верстата при нарізуванні різьби.

Різьбонарізні регульовані головки забезпечують тільки установку і закріплення плашок, а також регулювання їх. Відкривання головки і відведення плашок після закінчення нарізування вони не забезпечують. Поширення отримали головки першої групи (самовідкриваючі).

Залежно від розташування і конструкції плашок існує три типи самовідкриваючі головки.

Головки з плоскими радіальними плашками (рис. 19, 20, а) дещо простіше у виготовленні, але плашки до таких головок допускають невелику кількість переточуваль. Ці головки в даний час витісняються іншими типами.

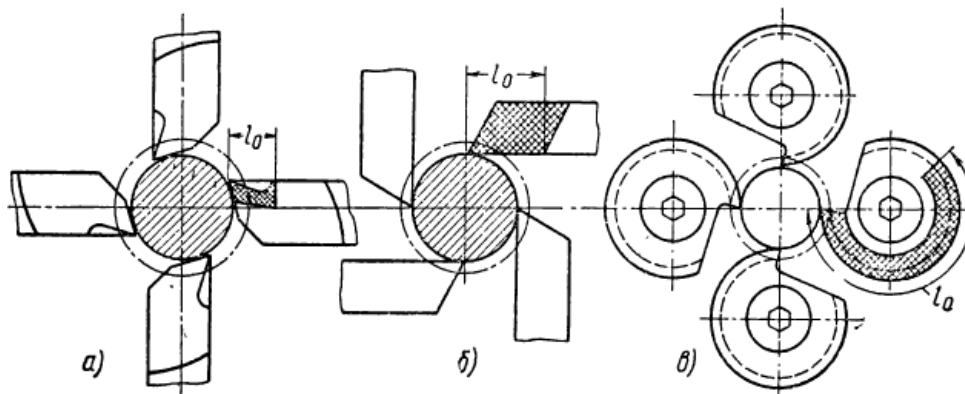


Рисунок 19 – Типи гвинторізних головок:

а – з плоскими радіальними плашками; б – з плоскими тангенціальними плашками; в – з круглими гребінками (максимальний шар для переточки l_0 відзначений перехресним штрихуванням)

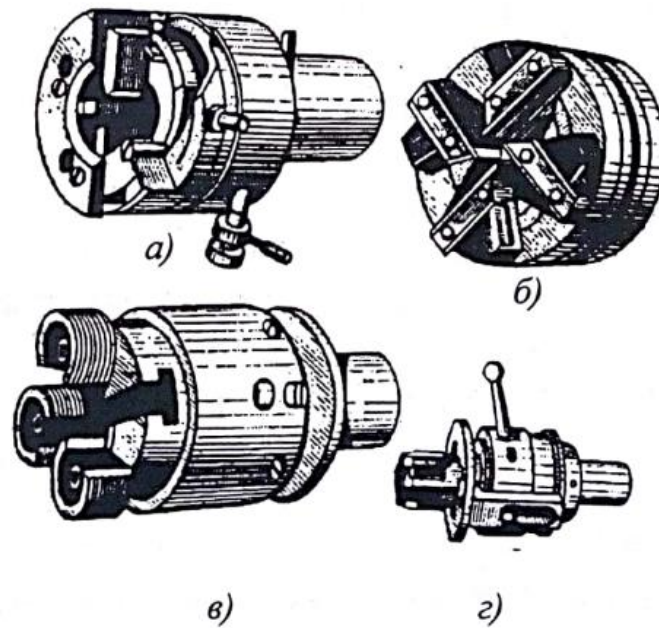


Рисунок 20 – Схема обробки різьби головками

Головки з тангенційними плашками (рис. 19, 20, б) завдяки більшій довжині плашок допускають велику кількість переточувань (заштрихована частина плашки - шар, призначений для переточки), але все більше і більше витісняються головками з круглими гребінками (рис. 19, 20, в), які допускають значно більшу кількість можливих переточувань.

При нарізанні зовнішніх різьб найчастіше застосовуються головки з круглими гребінками, які допускають більшу кількість переточувань, ніж головки з плоскими гребінками. Внутрішні різьби найчастіше нарізають головками з плоскими радіальними гребінками (рис. 20, г), що спрощує конструкцію та експлуатацію інструменту. Різьбонарізні головки дозволяють в певних межах регулювати середній діаметр нарізуваної різьби, встановлювати в одному корпусі різні гребінки і, як правило, нарізати різьбу па рівні 2-го класу точності за один прохід.

Головки бувають обертовими (рис. 21, а), які застосовуються на токарних автоматах і напіваавтоматах, а також на свердлильних верстатах. У цих головок відведення гребінок від заготовки і повернення їх в початкове положення здійснюються упорами, з якими входить в зачеплення вилка, вільно розташована в кільцевій виточці головки.

На револьверних верстатах використовуються необертові головки (рис. 21, б). Розкриваються головки автоматично, а закриваються вручну.

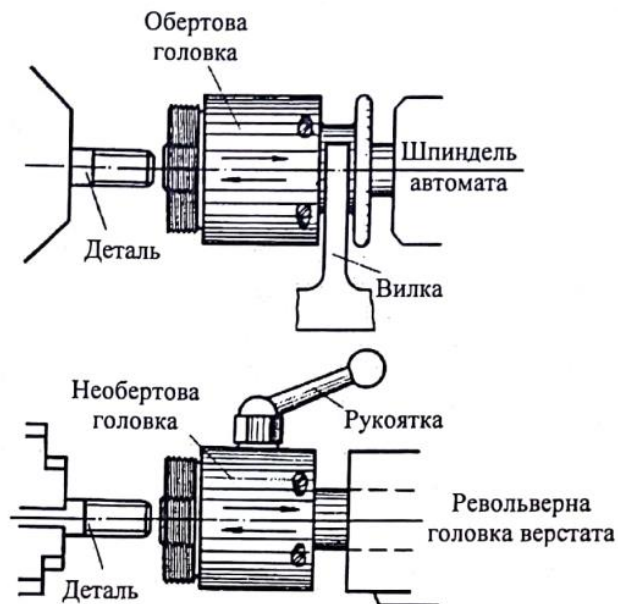


Рисунок 21 – Схема обробки різьби головками

Розглянуті інструменти (різці, гребінки, мітчики, плашки і головки) обробляють різьбу за однією і тією ж схемою формоутворення, коли рух інструменту відносно заготовки зводиться до гвинтового руху і початкова інструментальна поверхня співпадає з поверхнею нарізуваної різьби. Тому профільюючі ділянки різальних кромek цих інструментів розташовуються на одній і тій же початковій поверхні різьби деталі.

В процесі обробки відносний гвинтовий рух може бути наданий безпосередньо інструменту, що має місце при нарізанні різьби на свердлильних верстатах мітчиками, плашками або головками.

Необхідний відносний гвинтовий рух може бути отриманий також в результаті різних поєднань рухів інструменту і деталі. Наприклад, на токарному верстаті при нарізанні різьби обертається заготовка і поступально рухається вздовж осі заготовки різець. Дана схема обробки є універсальною і найбільш поширеною при нарізанні різьби.

Гребінки можна регулювати по середньому діаметру різьби, їх легко замінити, що робить різьбонарізні головки універсальними інструментами. Гребінки різьбонарізних головок мають забірний конус під кутом ϕ , що дорівнює 15, 20, 30 або 45°.

Заточка гребінок може проводитися тільки в зібраному вигляді. Для установки кулачків разом з гребінками на заточний верстат передбачено спеціальне пристосування.

Необхідно, щоб кути γ і λ_1 , і зношення a були однакові у всіх гребінок. Для перевірки правильності заточування гребінок застосовується пристосування (рис. 22), яке має два мікрометри: мікрометр А впирається в зовнішній діаметр

гребінки, а мікрометр Б - в передню поверхню. Промір повинен проводитися на рівні першого витка калібруючої частини.

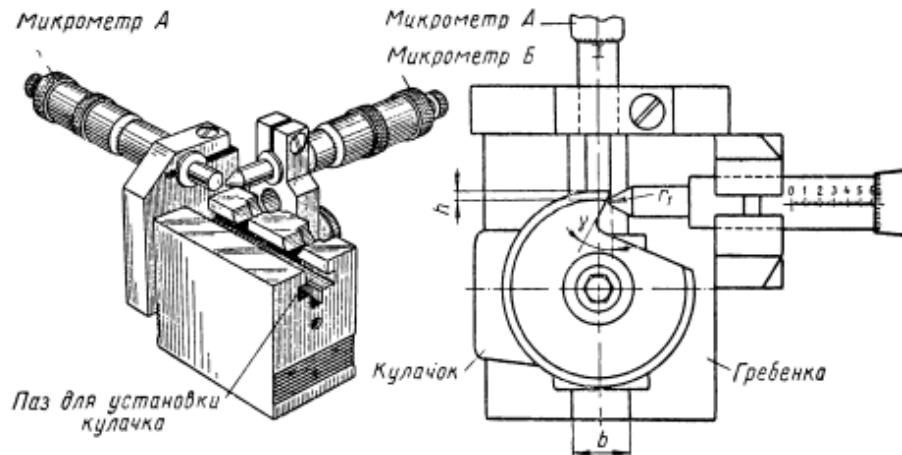


Рисунок 22 – Пристосування для контролю заточування круглих гребінок, зібраних з кулачків

Крім описаних, набули поширення головки (які називають патронами) з круглими гребінками для нарізування зовнішніх конічних різьб на трубах великого діаметру.

Нарізання різьби гребінчастими і дисковими фрезами

Фрезерування різьби здійснюється на спеціальних різьбофрезерних верстатах. Рух різання D_r здійснює фреза, ріжучі зуби якої в нормальному перетині, мають профіль перетину канавки різьби. Заготовка або фреза здійснюють рух кругової подачі $D_{s_{кр}}$ і поступальної подачі $D_{s_{пр}}$ (на один крок за один оберт заготовки). Фрезерування різьби зазвичай застосовують як попередній метод обробки (чорновий); кінцева обробка здійснюється різцями або шліфувальним кругом. Різьбофрезеруванням нарізають зовнішні і внутрішні різьби.

Фрези для нарізання різьби поділяються на два основних типи: дискові або односторонні і циліндричні гребінчасті (багатосторонні). Дискові різьбові фрези застосовують при нарізанні довгих різьб (в основному трапецеїдального профілю) на різних ходових гвинтах і черв'яках. Фрезерування застосовується тільки як попередній метод обробки різьби ходових гвинтів.

Застосування фрез з симетричним (рис. 23, а) і з несиметричним (рис. 23, б) профілем залежить від конструкції різьбофрезерного верстата.

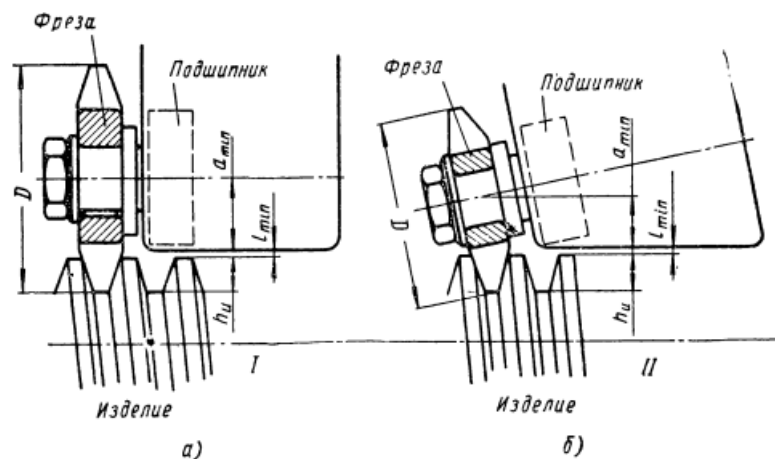


Рисунок 23 – Схема установки фрез:

а – вісь шпинделя верстата паралельна осі деталі; б – вісь шпинделя верстата нахилена до осі деталі

Як видно з рис. 23, а, у фрези з симетричним профілем розмір a_{min} викликаний необхідністю розміщення в шпиндельній головці підшипників шпинделя і передавального механізму. В конструкції верстата для фрез з несиметричним профілем (рис. 23, б) завдяки нахилу шпинделя з'являється можливість при тих же габаритах підшипників зменшити a_{min} , а отже, і діаметр фрез.

Профіль фрези повинен бути вигнутий. При невеликих кутах підйому різьби (менше 10°) зазвичай роблять фрези з прямолінійним профілем, але з корегованим кутом ε_1 профілю.

Дискові різьбові фрези для трапецеїдальних різьб робляться з гостроконечними зубами.

При фрезеруванні різьби невеликої довжини з невеликим кроком і невеликим кутом підйому різьби застосовуються гребінчасті (багатониткові) різьбові фрези. Процес фрезерування різьби відбувається за один оберт заготовки, причому для утворення гвинтової лінії різьби фреза переміщається за цей час вздовж осі на один крок. Різьбові гребінчасті фрези виготовляються насадними і кінцевими. На рис. 24, а показана насадна гребінчаста фреза з затіланими зубами і кільцевою різьбою. Канавки фрез робляться прямими і гвинтовими з невеликим кутом нахилу. Фрези з гвинтовими канавками працюють більш плавно, але виготовлення їх складніше.

Конструктивні елементи зубів фрез для нарізання різьби вибирають, виходячи з тих же міркувань, що і при виборі конструктивних елементів звичайних дискових і черв'ячних фрез.

Діаметр фрези вибирається за ГОСТ. Довжина фрези (в стандарті не ставить) залежить від довжини різьби деталі.

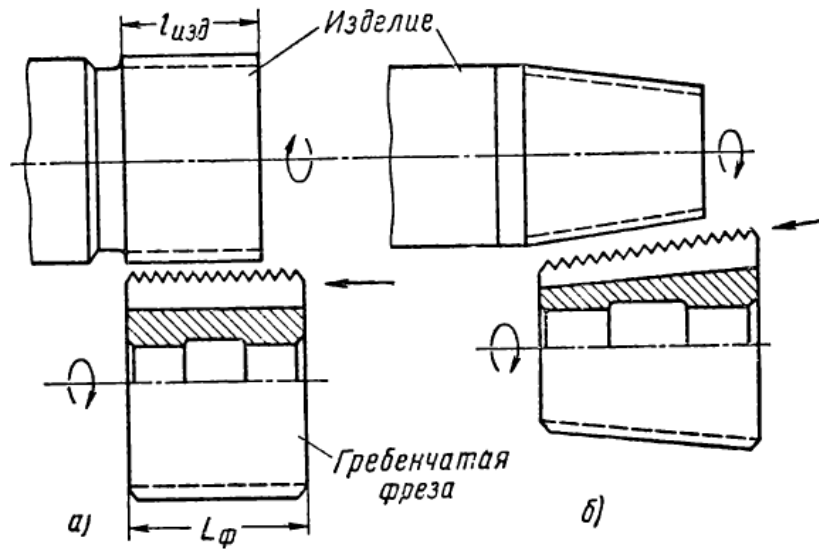


Рисунок 24 – Схема фрезерування різьби багатонитковими (гребінчастими) різьбовими фрезами

а – фрезерування циліндричної різьби; б – фрезерування конічної різьби

Елементи затілюваного зуба і канавки вибирають виходячи з тих же міркувань, що і для звичайних затілюваних фрез.

Так як висота профілю метричної і дюймової різьби незначна, то можна брати канавку ширшу, ніж зазвичай. Кут γ робиться в межах $30 - 45^\circ$, радіус заокруглення $r = 4,5$ мм. Величина затілювання K вибирається з розрахунку отримання заднього кута в межах $8-12^\circ$. Розміри профілю фрези визначаються за заданим профілем різьби.

Вершина різьби на фрезі зношується швидше бічних сторін профілю, тому по вершинах дається запас на знос. Але зі збільшенням цього запасу зменшується ділянка різьби, затрудняється виготовлення фрези і знижується її стійкість. Мінімальну ділянку приймають рівною $3/4$ ділянки теоретичного профілю різьби.

Для більшої зручності контролю розміри профілю різьби задаються від лінії середнього діаметра.

Різьбові гребінчасті фрези застосовуються також і для фрезерування конічних різьб (рис. 24, б). Відмінними рисами конструкції таких фрез є гвинтові канавки постійного кроку, виконані на конічній поверхні фрези. Канавки доводиться робити такими, що розширюються у напрямку до більшого діаметру фрези.

При нарізуванні різьби фреза обертається, і за кожен оберт деталі вона переміщається на один крок у напрямку твірної конуса, як показано стрілкою на рис. 2, б. Конічна різьба на деталі буде мати змінний кут підйому.

При фрезеруванні багатозахідних різьб фреза (так як і різець) повинна переміститися в напрямку твірної на відстань kP .

Багато спільного з різьбофрезеруванням має **вихрове нарізування різьби** (рис. 25). Суть методу полягає в тому, що заготовка обертається з невеликою

частотою обертання (3-40 об/хв). Різбовий різець або різці (від одного до чотирьох), встановлений в різбовій головці, обертається з частотою обертання 1000-3000 об/хв. Різбова головка отримує також рух подачі і за один оберт заготовки переміщається на відстань, що дорівнює кроку різби P .

Конструктивно різбові головки можуть бути з внутрішнім і зовнішнім розташуванням різців. Схема нарізування різби вихровим методом показана на рис. 3. Цей метод забезпечує малу шорсткість.

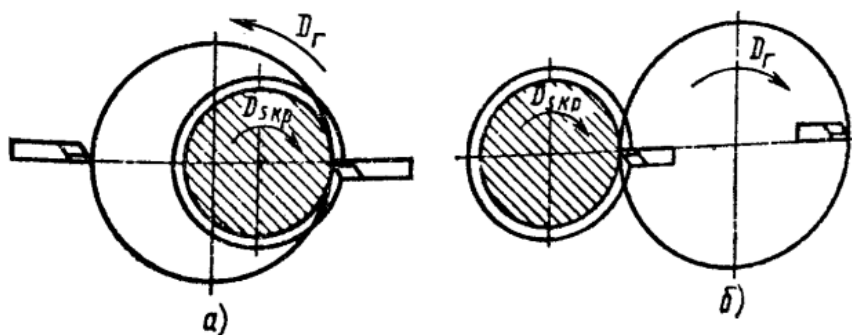


Рисунок 25 – Схеми нарізування різби вихровим методом

а – різцевою головкою з внутрішніми різцями; б – різцевою головкою із зовнішніми різцями

Нарізування особливо точних різьб малого кроку або обробка раніше нарізаних різьб здійснюється на різбошліфувальних верстатах. Обробка різби на цих верстатах проводиться *однонитковими або багатонитковими шліфувальними кругами* (рис. 26). Різбошліфуванням обробляють як внутрішні, так і зовнішні однозахідні та багатозахідні різьби. Шліфування довгих і багатозахідних різьб багатонитковим кругом характеризується великою продуктивністю, так як різьба обробляється не одним, а кількома виступами круга. Профіль різби на багатонитковому кругу заправляється на конус і тому відбувається різання чорнове, напівчистове і остаточне останніми витками кола. У масовому виробництві застосовують безцентрове шліфування різби. Схема різання та ж, що і для безцентрального круглого шліфування, шліфувальний круг - багатонитковий.

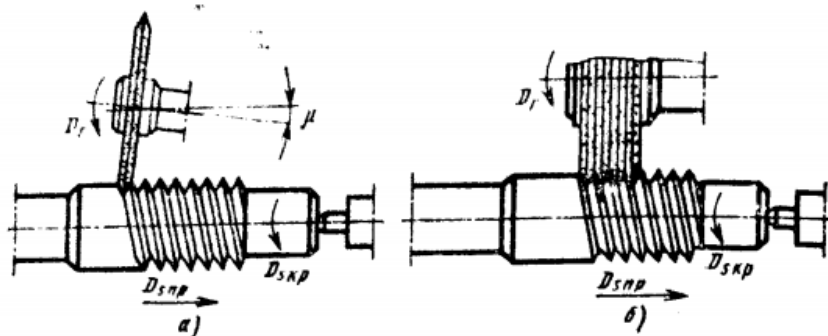


Рисунок 26 – Схеми нарізування різби на різбошліфувальному верстаті кругом

а – однонитковим; б – багатонитковим