

УДК 621.9

Ковернік В.О., Вовк В.В., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ НАРІЗАННЯ УПОРНОЇ РІЗЬБИ В ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛАХ

Упорну різьбу використовують в деталях та з'єднаннях, в яких є односторонні осьові навантаження. Профіль асиметричний - одна сторона має кут $3^\circ(7^\circ)$ і є робочою стороною, а інша – $30(45)^\circ$ і не використовується в якості робочої. Для зниження зносостійкості таких з'єднань та підвищення твердості матеріалу деталі загартовують. Нарізання такої різьби, як правило, виконують перед такою термообробкою і для досягнення високої точності та низької шорсткості шліфують після неї. Проте для уникнення трудомісткої операції шліфування такого типу різьби та уникнення викривлення профілю різьби внаслідок термообробки, нарізання проводять уже після загартування деталі. Крім того, часто продуктивність лезового оброблення вище, а собівартість нижче ніж абразивна обробка з забезпеченням необхідної точності та якості оброблених поверхонь [1].

До матеріалів групи різання ISO Н входять загартовані сталі твердістю 45-65 HRC та вибілений чавун твердістю 400-600 HB, які за рахунок високої твердості досить важко піддаються обробці, в процесі різання виділяється багато тепла і вони дуже абразивні по відношенню до різальної кромки [2]. Матеріал різального інструменту для оброблення таких матеріалів повинен мати високу стійкість до пластичної деформації, високу хімічну стійкість, механічну міцність і стійкість до абразивного зносу. При твердості загартованої сталі до 60 HRC можливе використання для оброблення твердого сплаву, який повинен бути дрібнозернистим з покриттям TiAlN, нанесеним по технології PVD. При точінні також використовується кераміка, коли до заготовки немає підвищених вимог щодо якості обробленої поверхні, а твердість матеріалу 50-60 HRC. При твердості вище 48 HRC для токарної обробки використовують також надтвердий матеріал - кубічний нітрид бора (КНБ) [2].

В процесі різання таких матеріалів досить часто спостерігається викривлення різальних кромки та їх сколювання. Основними причинами можуть бути низька міцність матеріалу пластини і не відповідність її групі різання Н, низька жорсткість інструменту і викликані цим вібрації в процесі різання, неправильно вибране покриття пластини. Найчастіше такого роду відмови в працездатності інструмента спостерігаються при обробленні внутрішніх різьб.

Для операцій нарізання різьби використовується збірний інструмент (рис.1), оснащений змінними багатогранними непереточуваними твердосплавними пластинами (БНТП) .

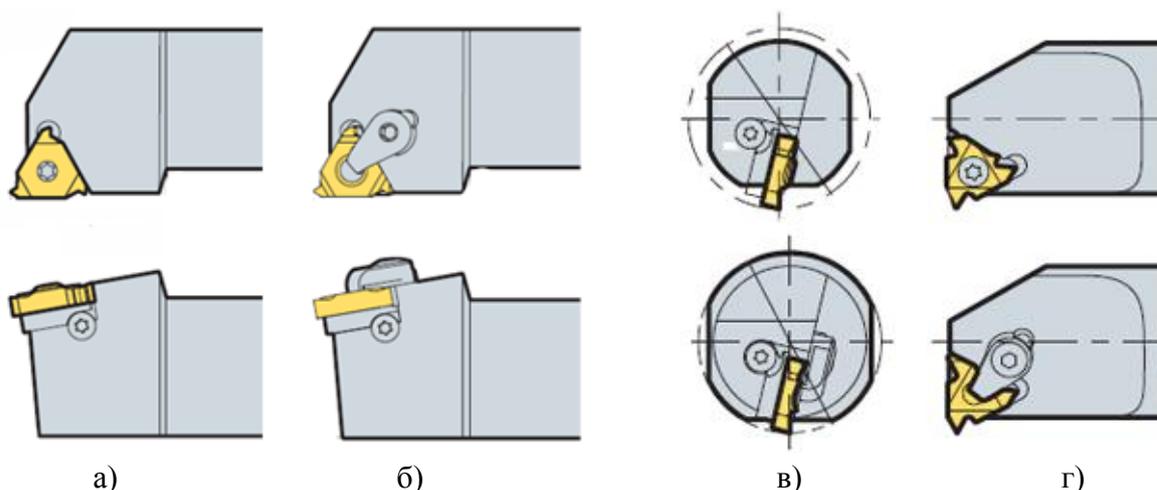


Рис. 1. Державки для зовнішньої (а, б) та внутрішньої (в,г) різьб [3]:
а, в – з кріпленням пластини гвинтом; б, г - з кріпленням пластини прихватом

Нарізання різьби можливе неповним профілем пластини, при цьому необхідне попереднє обточування в розмір по зовнішньому діаметру (рис. 2а). При такій формі пластини вона може використовуватись для великого діапазону кроків різьби. При нарізанні різьби повним профілем одночасно відбувається оброблення зовнішнього діаметра різьби, проте для кожного кроку різьби потрібна пластина відповідної форми (рис 2б,в,г). Відмінність цих трьох пластин полягає в тому, що формування зовнішнього діаметру (внутрішнього для внутрішньої різьби) здійснюється тим же зубом, з додатковими кромками, паралельними осі фрези (рис. 2б), кромкою допоміжного зуба на пластині (рис. 2в) чи кромками, розташованими під кутом до осі різьби, та заокругленнями в місці їх переходу в бічні різальні кромки (рис. 2г) для формування радіусу на вершинах різьби. Остання форма в основному застосовується для трапецеїдальних профілів різьби.

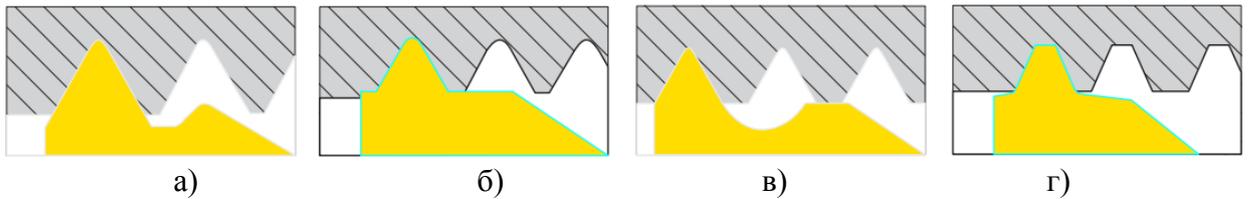


Рис. 2. Форми різальної частини пластин для нарізання різьб

На виробництві, в випадку необхідності нарізання досить широкого діапазону діаметрів та кроків різьб застосовують оброблення пластинками з неповним профілем для зменшення номенклатури необхідних пластин. Крім того, враховуючи те, що обробляються важкооброблювані матеріали і є ризики поломки та викришування пластин, з метою зниження зусиль на пластинку зовнішній діаметр різьби формують попереднім проточуванням або шліфуванням.

Нарізання профілю різьби в загартованих сталях виконують за декілька проходів, і рекомендована кількість проходів залежить від кроку різьби [3]: для різьби з кроком $p=1\text{мм}$ кількість проходів становить 4-8, для $p=2\text{мм}$ вже 7-12, а для $p=5\text{мм}$ – 12-20 проходів.

Оскільки нарізання профілю різьби виконують за декілька проходів, то використовують різні способи зняття припуску (рис. 3.). При радіальному способі припуск зрізується одночасно двома різальними кромками і використовується при нарізанні різьби дрібного кроку. При великому кроці різьби застосовують модифіковане та двостороннє бокове врізання. При модифікованому врізанні подача направлена під досить малим кутом до однієї з бічних сторін різьби, зрізання припуску здійснюється однією бічною кромкою, і лише на останньому проході відбувається формування профілю різьби двома бічними кромками. Часто використовується цей спосіб для нарізання трапецеїдальних різьб, проте зношування кромки буде неоднаковим. Для забезпечення рівномірного зношування двох кромки застосовують бічне двостороннє врізання, при якому подачу на прохід здійснюють по чергово вздовж обох бічних поверхонь різьби.

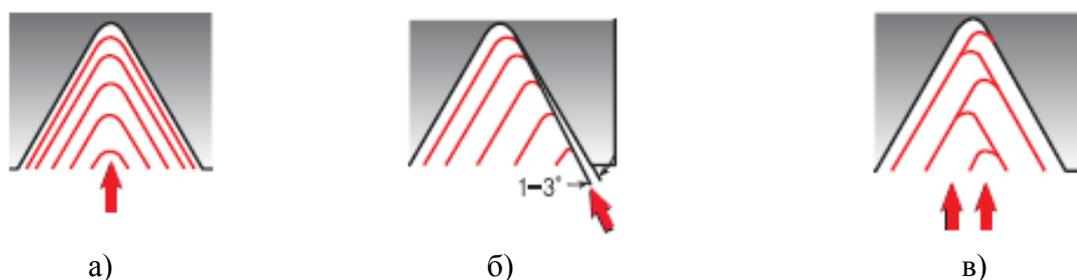


Рис. 3. Способи врізання при нарізанні різьби

а – радіальне врізання, б – модифіковане врізання, в - бокове двостороннє врізання

При нарізанні різьби на універсальних верстатах через легкість його реалізації використовують радіальне врізання. На верстатах з ЧПК використання двох інших схем зрізання може бути обмежено можливостями стійки системи ЧПК, тобто наявністю циклу багатопрохідного нарізання з необхідними параметрами.

Різьбові пластини для зовнішньої та внутрішньої різьб мають нульові задні кути та відповідно передні кути 10° та 15° [3, 4]. Пластини в корпусі державки розміщуються таким чином, що повздовжній передній кут різця для зовнішньої та поперечний передній кут різця для внутрішньої різьб дорівнюють нулю. В результаті такого розвороту пластини на вершинній та бічних кромках створюються додатні задні кути, величина котрих залежить від величини переднього кута пластини та кутів профілю різьби. Різниця передніх кутів цих різьбових пластин в 5° дає змогу збільшити задні кути на різальних кромках при обробленні внутрішньої різьби. Застосування пластин для зовнішньої різьб для нарізання внутрішніх різьб і навпаки є недопустимими, оскільки відмінність їх передніх кутів є причиною різного розташування опорної поверхні цих пластин в державках і спричиненого цим спотворення кутів в плані різьбового різця та профілю різьби, що ним буде нарізана. Проте пластина, заточена під переднім кутом 10° матиме більший кут загострення та більшу міцність вершини пластини. Крім того, при обробленні загартованих сталей рекомендуються відемні передні кути, в той час як в таких державках отримують нульовий передній кут, чим також ослаблюють міцність вершини.

В комплекті з державкою йде плоска опорна пластинка і паз під неї в поперечному перерізі різця виконаний під кутом $1,5^\circ$ (рис. 4а). В відповідності до рекомендацій по застосуванню такої державки при нарізанні різного типорозміру різьб в залежності від кута гвинтової лінії різьби потрібно встановлювати різні опорні пластини [3, 4]. Оскільки опорні поверхні таких пластин можуть бути не паралельними одна одній, в конструкції державки передбачено закріплення цих опорних пластин гвинтом, який головою опирається в торцеву поверхню цієї пластини. В результаті цього при встановленні та затисканні різальної пластини під дією сили затиску не відбувається «видавлювання» конічної опорної пластини з державки. На рис. 4а показані задні кути різця при нарізанні різьби зовнішнім діаметром 52мм та кроком 3мм. Для даного діаметра та кроку кут нахилу гвинтової лінії складає лише 1° , тому на бічній кромці, що обробляє сторону профілю різьби з кутом 7° задній кут в поперечному перерізі буде менше 1° , що є недопустимим для різального інструмента, оскільки призведе до суттєвого затирання задньої поверхні зуба по заготовці. Тому рекомендованим є застосування опорної пластинки з маркуванням - $1,5^\circ$, в результаті чого задній кут на цій різальній кромці збільшиться на 3° (рис. 4б).

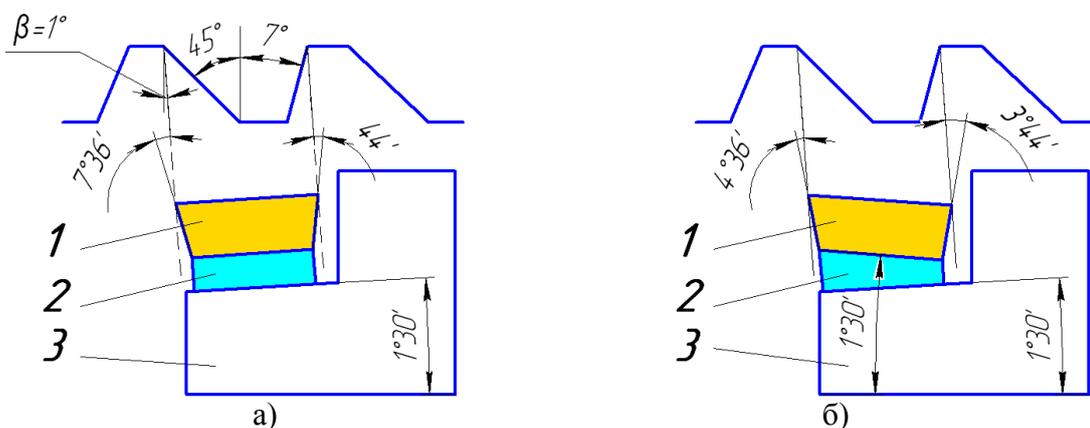


Рис. 4. Задні кути в поперечному перерізі різця при нарізанні правої упорної різьби з опорною пластинною, яка йде в комплекті з державкою (а) та опорною пластинкою з маркуванням - $1,5^\circ$ (б): 1 - різальна пластина; 2 – опорна пластина; 3 – державка різця

Проте такий поворот в поперечному перерізі буде призводити до зміни кутів в плані на різці і відповідної зміни кутів профілю різьби, що буде нарізана. Стосовно того, наскільки суттєвою буде ця зміна, жодний виробник інструменту такої інформації не надає, що потребує подальших досліджень.

Висновки: в роботі проаналізовано особливості нарізання упорних різьб в загартованих сталях; розглянуто конструкції інструментів та їх особливості; пропонується підвищення працездатності такого інструменту можливо за рахунок більш раціональної геометрії передньої поверхні пластини та її розташування в державці з проведенням аналізу впливу установчих кутів багатограних пластин на точність профілю різьби, а саме кути профілю різьби.

Список використаних джерел:

1. Зубарь, В.П. Лезвийная обработка закаленных сталей и чугунов взамен шлифования [Текст] / Зубарь В.П., Тимчук А.Г., Чопенко М.В. // Сборники научных работ НТУ "ХПИ" : Сучасні технології в машинобудуванні №5 - НТУ "ХПИ", 2010. –С.32-38.
2. https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/materials/workpiece_materials/iso_h_hardened_steel/pages/default.aspx
3. [http://www.korloy.com/newkorloy/eng/file/2016/kct_2016_2017_m_Ru/2016_2017_KORLOY_CUTTING_TOOLS\(RU\).pdf](http://www.korloy.com/newkorloy/eng/file/2016/kct_2016_2017_m_Ru/2016_2017_KORLOY_CUTTING_TOOLS(RU).pdf)
4. http://www.s-t-group.com/catalogs/stock/Carmex/01_Threadturning.pdf