

Ф.М. Канарєв, к.т.н., доц.
П.А. Новиков, ст. викл.
О.О. Харченко, к.т.н., доц.

Севастопольський національний технічний університет

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВНУТРІШНІХ РІЗЬБ (М3...М6) ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ЇХ ФОРМОУТВОРЕННЯ В ДЕТАЛЯХ З АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

У статті розглянуто проблеми отримання внутрішніх різьб М3...М6 у деталях з алюмінієвих сплавів. Запропоновано конструкції комбінованих мітчиків, що дозволяють підвищити точність і продуктивність отримання внутрішніх різьб.

Вступ. Постановка проблеми. Світова тенденція розвитку галузей техніки, у тому числі машинобудування, спрямована на виробництво деталей і елементів конструкцій з матеріалів, що володіють високими антикорозійними властивостями, які добре прокочуються, штампуються і куються, легко обробляються лезовим інструментом, а також характеризуються високою міцністю і малою вагою. До таких матеріалів належать алюмінієві сплави, які в три рази легше чавуну і сталі, мають високу електропровідність, добре «ллються» і обробляються.

Однак, незважаючи на ряд зазначених вище позитивних характеристик алюмінієвих сплавів, виникають значні проблеми при обробці ряду конструктивних елементів, таких як різьбові отвори, що обумовлені високою в'язкістю і схильністю їх до адгезійного схоплювання, що ускладнює механічну обробку деталей у слідстві утворення наросту на поверхні різального інструменту. Різьбові з'єднання отримали широке розповсюдження, їх частка становить 60...80 % від загальної кількості з'єднань у приладо- і машинобудуванні. Працездатність різьбових з'єднань обумовлюється якістю внутрішнього різьблення, яке залежить від якості інструменту, режимів і умови обробки, СОТС і т. д. Утворення внутрішніх різьб малих діаметрів є одним із найбільш складних процесів металообробки, порівняно з однолезовою обробкою. Мітчики в силу конструктивних обмежень мають недосконалу геометрію робочої частини, міцність якої в більшості випадків виявляється недостатньою, підведення СОТС і відведення стружки із зони обробки ускладнені. Обробка відбувається практично «всуху», що зменшує стійкість інструменту і змушує знижувати швидкість різьбування.

Досвід експлуатації машин і приладів показує, що значна частина руйнувань різьбових з'єднань пов'язана з технологічними похибками. Тому однією з основних тенденцій підвищення надійності роботи цих з'єднань є вдосконалення технології їх виготовлення з метою забезпечення необхідних параметрів якості гвинтових поверхонь сполучених деталей.

Викладення основного матеріалу. При врізанні зубів мітчика в матеріал оброблюваного отвору на ці елементи починають діяти сили різання. На рисунку 1 наведена схема сил, діючих на одиничний зуб мітчика. Результуюча сила R розкладається на три складові: тангенціальну – F_t ; радіальну – F_p ; осьову – F_o . Дані сили поєднують в собі як «корисну» складову, необхідну на відділення стружки і формоутворення різьблення, так і «негативну», яка визначає наявність сил тертя при різанні. Значення сил різання залежить від схеми різання, геометричних параметрів стружки, оброблюваного матеріалу, кінематики самого процесу.

На передній поверхні зуба мітчика схему сил можна розглянути як дію двох складових (рис. 2): нормальної – P_2 і тангенціальної сили – P_1 , виникаючих за рахунок стружкоутворення в процесі різання. На задню поверхню діють сили: тангенціальна – F_2 і нормальна – N , що виникають за рахунок пружного відновлення матеріалу.

Зазначені сили є штучно зосередженими векторами, в реальних умовах представляючи розподілене по площі контакту поле напруг, характер якого залежить від умов різання.

При стружкоутворенні, за рахунок наявності пружно-пластичних деформацій, тертя утвореної стружки по передній поверхні і тертя відновленого матеріалу по задній поверхні зуба мітчика, в зоні різання виділяється температура, величина якої залежить від оброблюваного матеріалу, геометрії різального клина і кінематики обробки. Температура в процесі різання відіграє важливу роль і впливає на сам процес різання.

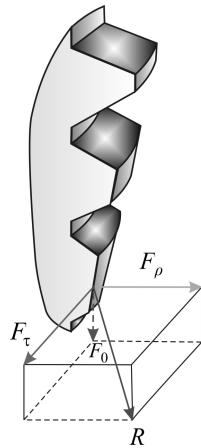


Рис. 1. Схема дії сил

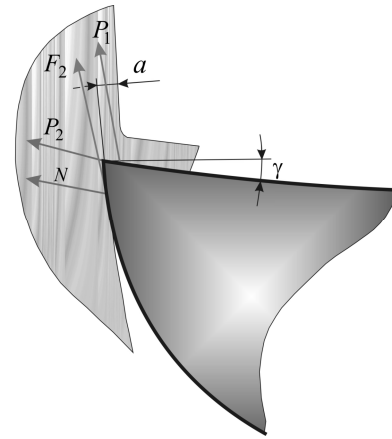


Рис. 2. Схема дії сил у поперечній площині при роботі зуба мітчика

В зоні контакту, за рахунок великих контактних тисків, температури і хімічної частоти поверхні стружки й інструменту, відбувається загальмовування і адгезійне схоплювання матеріалу стружки з передньою поверхнею інструменту. Це призводить до утворення наросту, що представляє собою пов'язане з інструментом тіло, яке формується на передній поверхні з матеріалу зрізаного шару. Наріст змінює геометричну форму різального клина, умови контактування стружки і відновлюваного матеріалу з робочими поверхнями зуба і тим саме впливає на процес утворення стружки.

Процес наростоутворення при нарізуванні різьб в алюмінієвих сплавах досліджувався в роботі [1] (рис. 3). Дослідження проводилися в алюмінієвому сплаві АМг2 різальними мітчиками М3, М5, М6. Аналіз наданих досліджень показав, що при швидкостях 5...15 м/хв. на передній поверхні зуба мітчика присутній наріст, хоча процес його утворення має нестійку фазу. На швидкостях від 15 до 25 м/хв. величина наросту постійно збільшується і при швидкості 23 м/хв. приймає максимальне значення. Зі збільшенням швидкості різання величина наросту неістотно зменшується, проте наріст присутній на передній поверхні і надає негативний вплив на точнісні характеристики при формоутворенні різьб. На жаль відсутні дослідження при швидкостях, перевищуючих 40 м/хв.

Наростоутворення при обробці різей надає вплив на якість обробленої поверхні: інтенсивність зносу робочих елементів інструменту, точність обробки, крутильні коливання мітчика, сили різання і споживану потужність у процесі різання.

Максимальні геометричні значення наріст набуває в тому ж діапазоні, в якому традиційно працюють різальні мітчики.

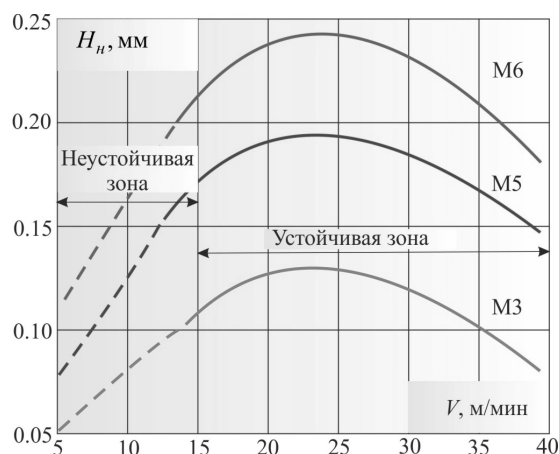


Рис. 3. Дослідження процесу наростоутворення при різанні різьби мітчиками в сплаві АМг2

Наявність наросту змінює характер стружкоутворення, що призводить до зміни типу стружки. При обробці алюмінієвих сплавів, з існуванням наросту на передній поверхні зуба, утворюється зливна стружка, що володіє рядом негативних для утворення внутрішніх різьб мітчиками властивостей.

Так, при утворенні зливної стружки не спостерігається її відрив від основного матеріалу отвору (рис. 4). Стружка сходиться без відколу і повністю заповнює робочий обсяг стружкової канавки, що призводить до переповнення канавки мітчика.

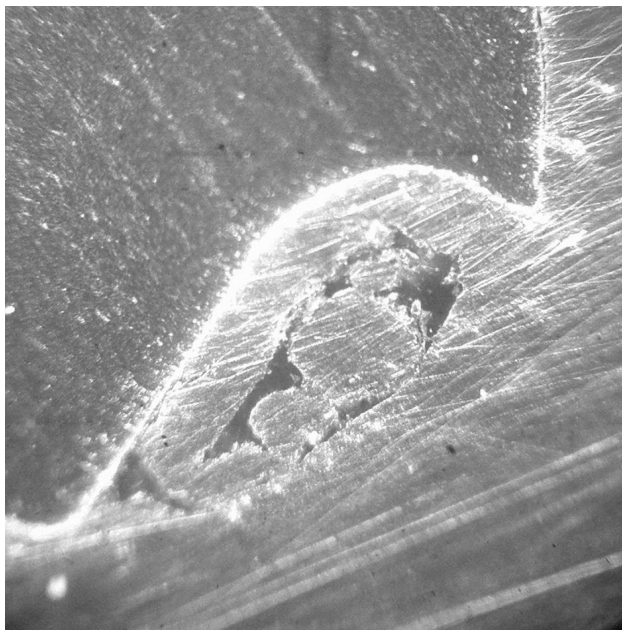
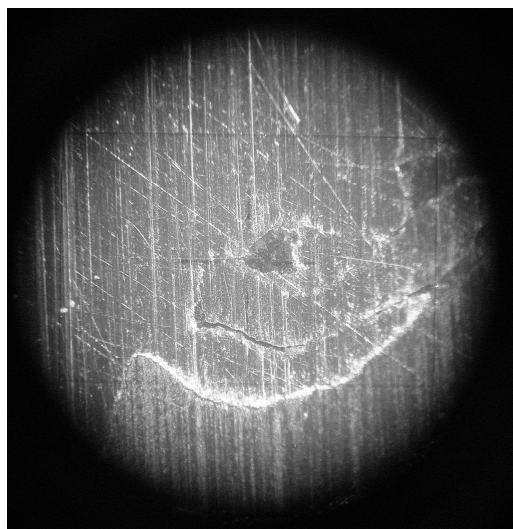
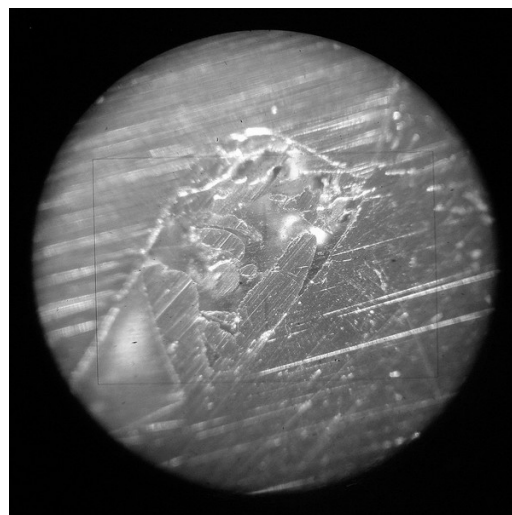


Рис. 4. Стружка максимальної довжини

Навіть після «роздрібнення» зливної стружки, яке може здійснитися після заклинювання інструменту, її габарити не відповідають умовам безперешкодного транспортування і видалення отвору (рис. 5, а).



а)



б)

Рис. 5. Вид стружки, що видаляється: а – «роздрібнена» зливна;
б – «роздрібнена» суглобиста

При роботі багатолезового інструменту нарост, утворюючись на одному з лез, викликає його перевантаження, при цьому інші леза (на відповідних ділянках) працюють частково, або взагалі не працюють. Нерівномірність навантаження багатолезового інструменту призводить до неточності його роботи і більш швидкому затупленню перевантаженого леза.

На рисунку б надано методи боротьби з явищем наросту.

Численні дані з дослідження процесу наростоутворення показують, що для усунення негативного впливу наросту необхідно збільшувати швидкість різання, яка повинна перевищувати 100 м/хв., що проблематично для мітчиків типорозмірів М3...М6.



Рис. 6. Методи боротьби з явищами наростоутворення

Іншим методом боротьби з процесом наростоутворення є виготовлення різального інструменту з інструментальних матеріалів, не схильних до наростоутворення. Наприклад, мінералокераміки або надтвердих матеріалів (алмаз, ельбор), що недоцільно для дрібнорозмірних мітчиків внаслідок підвищеної крихкості зазначених матеріалів.

Для боротьби з шкідливим впливом наросту ряд дослідників [2] оптимізували геометричні параметри різального інструменту, що не завжди є ефективним, наприклад, при нарізуванні внутрішніх різьб мітчиками М3...М6 в алюмінієвих сплавах.

Щоб уникнути наростоутворення ряд підприємств використовують деформувані мітчики (розкатники). Однак внаслідок високої їх вартості і жорстких вимог до точності отворів під накочення, вони не отримали широкого розповсюдження.

В ряді робіт для боротьби з явищами наростоутворення [3] пропонується застосовувати комбіновану обробку, сутність якої зводиться до попереднього зміцнення поверхневого шару деталі шляхом пластичного деформування і подальшого різання зміцненого шару. Дана обробка застосовується для процесів протягування і фрезерування та забезпечується відповідними конструкціями різального інструменту. Для отримання внутрішніх різьб такий інструмент відсутній.

Ряд дослідників [4] пропонує для поліпшення умов різання накладати на різальний інструмент додаткові коливання, наприклад, за допомогою магнітострикційних приводів. Це вимагає додаткової модернізації верстатів і не є ефективним для обробки малих діаметрів в алюмінієвих сплавах, тому що знижується точність утвореної різьби. Крім того, джерела енергії, що вводяться в зону різання для запобігання явища наросту, не знайшли широкого розповсюдження внаслідок великої потужності роботи цих джерел, часто перевищуючої потужність верстатів, на яких здійснюється різоброблення.

У теперішній час при нарізуванні різь в алюмінієвих сплавах використовується примусове введення ЗОТС в зону обробки, що дозволяє уникнути явищ наросту. Дана процедура ускладнена при нарізуванні різь мітчиками М3...М6 внаслідок неможливості застосування існуючих методів введення ЗОТС в зону різання, наприклад, через тіло різального інструменту.

Мета досліджень – оптимізація конструкцій комбінованих мітчиків, що дозволяють позбутися наростоутворення при обробці.

У Севастопольському національному технічному університеті на основі структурно-параметричного аналізу і синтезу розроблено ряд конструкцій мітчиків.

Конструкція різально-деформованого мітчика представлена на рисунках 7 та 8.

Пір'я забірної частини містять різальні зуби 4 і пластично-деформовані зуби 5. На довжині, відповідній довжині забірної частини, виконані стружкові канавки таким чином, щоб кожне перо забірної частини містило різальний зуб 4, затилований по всьому профілю на величину $k_i = h_i$, де h_i –

висота i -го зуба і пластично-деформуючий зуб 5, виконаний з висотою $H_i = h_i + \delta_i$, де δ_i – товщина деформованого шару i -им пластично-деформованим зубом забірної частини. Величини h і H збільшуються, починаючи від першого зуба забірної частини до наступних.

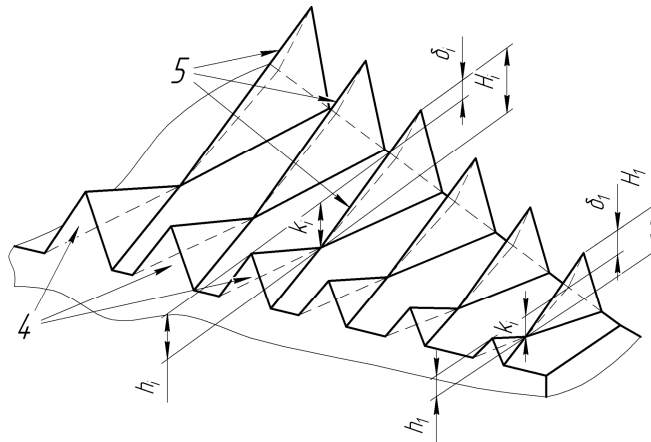


Рис. 7. Вигляд пера забірної частини різально-деформованого мітчика

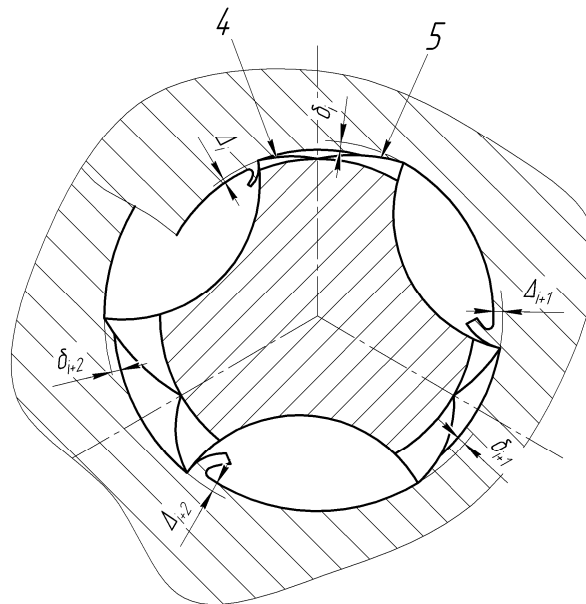


Рис. 8. Поперечний переріз забірної частини різально-деформованого мітчика

Запропонований мітчик працює таким чином. Мітчики отримують обертання і узгоджене з ним осьове переміщення. Різальний зуб 4 забірної частини здійснює при цьому чорнове формоутворення різьби методом зняття стружки на глибину Δ_i .

Розташований послідовно на цьому ж пір'ї на одній гвинтовій лінії з ним пластично-деформований зуб 5 здійснює пластичне деформування профілю на величину δ_i . Подальші зуби забірної частини подібним чином обробляють залишену частину різьбового профілю. Зуби калібруючої частини 2 здійснюють остаточне формоутворення різьби методом пластичної деформації і виконують роль напрямних елементів.

На рисунку 9 представлена конструкція мітчика з розділеними по пір'ю функціями формоутворення. Мітчик містить різальні зуби 1, деформовані зуби 2 і зуби зворотного різання 3.

Запропонована геометрія робочої частини мітчика, наприклад, тригранного ($n = 3$) М6, може бути отримана таким чином.

На поверхні робочої частини заготовки мітчика утворюють основну 1 різьбу на токарно-гвинторізному верстаті.

Потім на витках основної різьби здійснюється нарізування $(n+1)$ -західної (чотиризахідної) правої різьби і $(n-1)$ -західної (двозахідної) лівої різьби з кроком основної різьби мітчика. Величини зміщення

правих і лівих різьб вибираються, як і числа заходів, за відомим способом, де n – число граней мітчика (непарне ≥ 3).

Потім на фрезерному верстаті виконується формоутворення $\frac{(n-1)}{2}$ стружкових канавок, в даному випадку однієї ($\frac{(3-1)}{2} = 1$), найбільша кутова ширина якої $\omega = \frac{360^\circ}{3} = 120^\circ$. Після цього здійснюється заточка різального зуба 1 і зворотного різального зуба 3 на величину переднього кута γ , значення якого вибирається з таблиць, виходячи з властивостей матеріалу деталі.

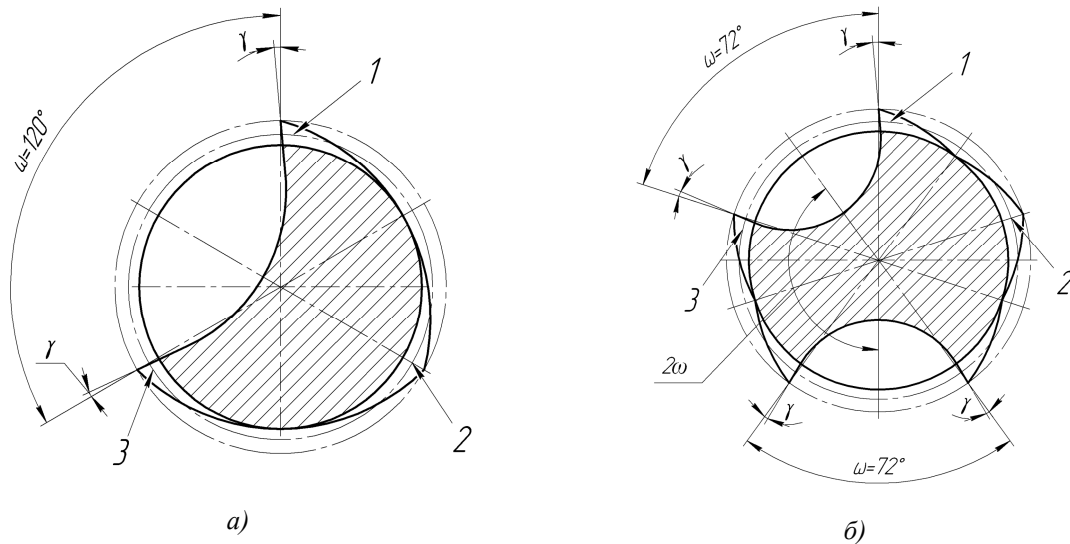


Рис. 9. Перетин різально-деформуючого мітчика з поділом функції формоутворення по пів'ю

Таке виконання робочої частини мітчика забезпечує наявність у поперечному перерізі зубів різальних 1, деформуючих 2 і зуби зворотного різання 3.

Різальні зуби 1 здійснюють формоутворення різьби зі зняттям стружки, зуби 2 і 3 – пластичне деформування різьби і центрування мітчика в отворі. При вигвинчуванні мітчика з отворів, вступають у роботу зуби 3, які видаляють релаксаційний шар оброблюваного матеріалу і коріння стружок, що залишилися недорізнаними при робочому ході зубами 1. Зуби 1 і 2 при вигвинчуванні забезпечують надійне центрування в оброблюваному отворі.

Висновок. Запропоновані конструкції дозволяють підвищити точність різьб, спростити процес різьотворення, збільшити стійкість мітчика.

Список використаної літератури:

1. Воробьев С.Л. Влияние наростообразования на средний диаметр резьбы, нарезаемой машинными метчиками / С.Л. Воробьев, П.В. Крупеня // Станки и инструмент. – 1969. – № 5.
2. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб / В.В. Матвеев. – М. : Машиностроение, 1978. – 88 с.
3. Розенберг А.М. Механика пластического деформирования в процессах резания и деформирующего протягивания / А.М. Розенберг, О.А. Розенберг. – К. : Наук. думка, 1990. – 320 с.
4. Головкин В.В. Исследование работоспособности метчиков при нарезании резьб с применением ультразвуковых колебаний / В.В. Головкин, В.Н. Трусов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2009. – № 3 (19).

КАНАРЕСВ Фелікс Миколайович – кандидат технічних наук, доцент Севастопольського національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– обробка внутрішніх різьб малих діаметрів.

Тел.: 54-06-67.

E-mail: tm@sevntu.com.ua

НОВИКОВ Павло Анатолійович – старший викладач Севастопольського національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– обробка внутрішніх різей малих діаметрів.

Тел.: 54-06-67.

E-mail: tm@sevntu.com.ua

ХАРЧЕНКО Олександр Олегович – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету ТАМІТТ Севастопольського національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– обробка внутрішніх різей малих діаметрів.

Тел.: 54-05-57.

E-mail: tm@sevntu.com.ua

Стаття надійшла до редакції 09.02.2012

Канарєєв Ф.М., Новиков П.А., Марченко О.О. Підвищення точності внутрішніх різьб (М3...М6) та продуктивності їх формоутворення в деталях з алюмінієвих сплавів

Канарєєв Ф.Н., Новиков П.А., Харченко А.О. Повышение точности внутренних резьб (М3...М6) и производительности их формообразования в деталях из алюминиевых сплавов

Kanareev F.N., Novikov P.A., Kharchenko A.O. Improving the accuracy of internal thread (М2...М6), and performance of forming in detail of aluminum alloys

УДК 621.882.7

Повышение точности внутренних резьб (М3...М6) и производительности их формообразования в деталях из алюминиевых сплавов / Ф.Н. Канареев, П.А. Новиков, А.О. Харченко

В статье рассмотрены проблемы получения внутренних резьб М3...М6 в деталях из алюминиевых сплавах. Предложены конструкции комбинированных метчиков, позволяющих повысить точность и производительность получения внутренних резьб.

УДК 621.882.7

Improving the accuracy of internal thread (М2...М6), and performance of forming in detail of aluminum alloys / F.N. Kanareev, P.A. Novikov, A.O. Kharchenko

The paper considers the problem of obtaining the internal threads of М3...М6 in the details of aluminum alloys. The design combined taps can take to improve the accuracy and performance of obtaining the internal threads.