

УДК 622.245

**ПРИЧИНИ ВІДМОВИ ВІД ІСНУЮЧОЇ МЕТОДИКИ
ЗНАХОДЖЕННЯ ПРОФІЛЮ РІЗЬБОВОГО ТОКАРНОГО РІЗЦЯ
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ РІЗЬБ НА ТРУБАХ
НАФТОГАЗОВОГО СОРТАМЕНТУ**

О. Р. Онисько, Н. Р. Бажалук, П. В. Дякун

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15; e-mail:
onyisko.oleg@gmail.com; nazar.bazhaluk@gmail.com; Loging@ukr.net*

Виготовлення різьбових кінців труб нафтогазового сортаменту здебільшого виконується токарними різьбовими різцями. Існуюча методика профілювання різьбових різців передбачає спочатку визначення власне різьби як поверхні, а відтак внаслідок її перетину з передньою поверхнею різця знаходять профіль його різальної кромки. Внаслідок ненульового значення кутів розміщення прямолінійної ділянки різальної кромки таким різцем не є можливим виконати задану архімедову гвинтову поверхню. Отримана різьба створена на основі конволютного гелікоїда, осьовий переріз якого залежить як від величини переднього кута, так і від значення кута нахилу різальної кромки. Вказані недоліки спричиняють відмову від існуючої методики профілювання різьбових різців.

***Ключові слова:** передня поверхня, кут нахилу різальної кромки, гвинтова поверхня, гелікоїд.*

Вступ. У нафтогазовій галузі значну увагу привертає до себе якість, тобто експлуатаційні можливості труб: бурильних, обсадних, насосно-компресорних. Чільне місце серед показників якості труб нафтогазового сортаменту займає точність їх різьбових поверхонь.

Актуальність проблеми. На думку провідних дослідників різьбових кінців нафтогазового обладнання до конструктивних недоліків різьби причетні ті, що закладені під впливом технологічних аспектів її виконання [1]. Таким чином практика експлуатації труб ставить на перший план свої якісні показники від методів обробки різьб у цілому і методики профілювання різьбових інструментів зокрема.

Основні методи обробки різьб на трубах нафтогазового сортаменту:

За кордоном використовують два основних методи обробки різьб нафтогазового сортаменту:

- Багатопрхідне нарізання на верстатах із ЧПК (дрібно, середньо-серійне виробництво), а також при виробництві складних різьбових кінців із додатковими поверхнями ущільнення.

- Однопрохідне нарізання головками із різьбовими твердосплавними пластинами без виготовлення додаткових поверхонь (США, Німеччина, Японія).

На пострадянському просторі трубні заводи використовують метод багатопрохідного різьбонарізання. Виключення становить Вихсунський металургійний завод (Росія). В кожному разі на теперішній час у різьбонарізній практиці нафтогазових труб застосовують різець як самостійний інструмент, або ж як складову частину різьбового інструменту.

Існуюча методика знаходження профілю різальної кромки різьбового різця складається із наступних пунктів [2]:

1. Визначення поверхні деталі, тобто різьбової поверхні.
2. Визначення різальної кромки різця як лінії перетину різьбової поверхні і передньої поверхні різця.
3. Визначення задньої поверхні різця (за напрямку приймається профіль різальної кромки), твірною є пряма проведена під заднім кутом.
4. Визначення профілю різця тобто лінії перетину задньої поверхні, площиною, що є перпендикулярною до твірних.

Пункт 2 вказаної методики передбачає існування даних про параметри розміщення передньої поверхні різця.

Огляд конструкції різальної частини сучасних різьбових інструментів.

Як відомо різьбові різці можуть бути сконструйовані як повно профільні і як неповнопрофільні. Останні більш універсальні, але вимагають додаткової обробки зовнішньої поверхні різьби. На рис. 1 зображено фрагмент стандарту ДСТУ ГОСТ 18885-73 неповнопрофільного різьбового різця [3].

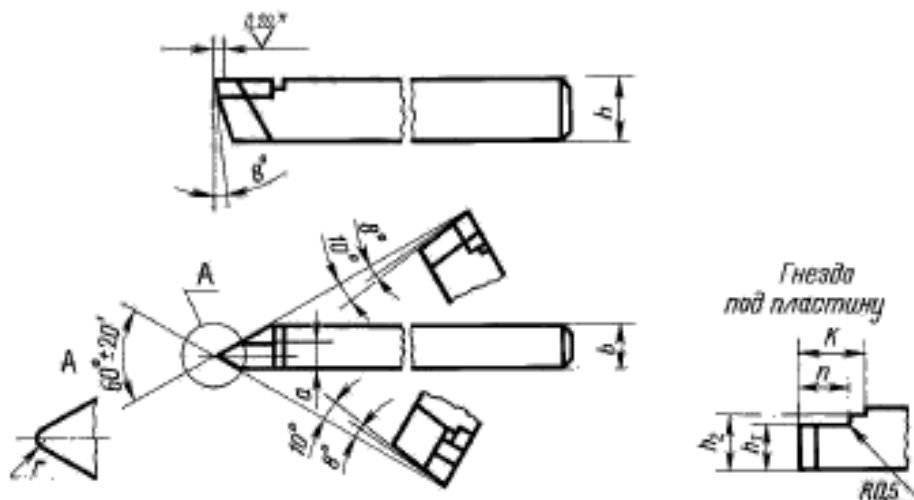


Рис. 1. Робоче креслення різьбового різця згідно зі стандартом ДСТУ ГОСТ 18885-73

Твердосплавну пластину повнопрофільного одно і двониткового різьбового різця фірми Seco Tools зображено на рис. 2. Ці пластини призначені для виконання різьби нафтогазового сортаменту згідно зі стандартом API 5B (трикутна заокруглена різьба), що відповідає прийнятому у нас стандарту ГОСТ 632–80 [4].

API RD – Нарезание наруж. резьб

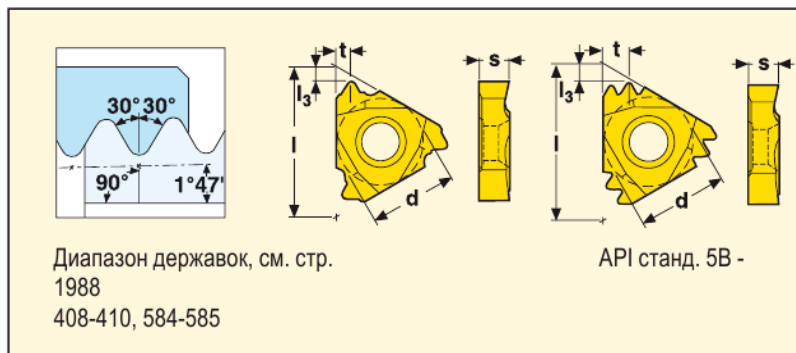


Рис. 2. Горизонтальний і фронтальний вигляд твердосплавних пластин фірми SECO для нарізання трикутної різьби за API 5B

За діючим стандартом на різьбові різці і як видно із каталогу фірми Seco Tools величина переднього кута не є варіативною, тобто задана як така, що дорівнює 0. На сучасних виробництвах, котрі виготовляють різьбові різці із твердосплавними механічно-закріпленими пластинами, що призначені для виготовлення різьб, які регламентуються міжнародними специфікаціями 7 API і 5B API [4] не існує класифікація своїх виробів за значенням їхнього переднього кута. Задній кут утворюється за рахунок похилого кріплення пластини у конусі інструмента (рис. 3).

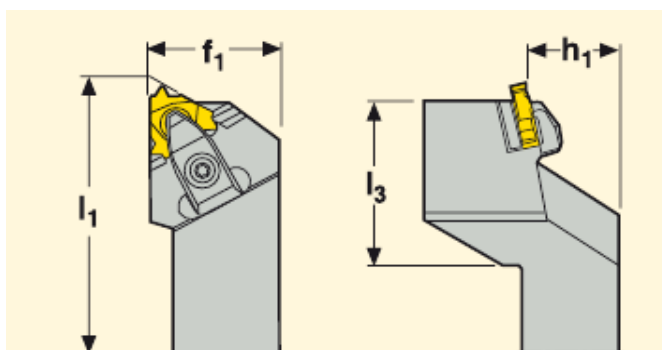


Рис. 3. Механічне кріплення твердосплавної пластини для виготовлення різьби

Такі самі підходи щодо ігнорування регламентації переднього кута і забезпечення заднього кута знаходимо у каталогах Sandvik Coromant, ZCC – CT, Vargus [5, 6].

Потреба регулювання значення переднього кута задля забезпечення обробки сталей з різною міцністю.

У той сам час, у навчальній літературі [2] як і у науковій – йдеться про залежність прийнятого значення переднього кута від міцності і інших механічних характеристик матеріалу заготовки. Зокрема у дослідженні [7] представлена залежність, що подана нижче у вигляді табл. 1.

Таблиця 1. Значення величини переднього кута у залежності від міцності матеріалу заготовки для різбових різців

Матеріал заготовки	Міцність, σ_s , МПа	Різбові пластини із	
		Швидкорізальної сталі	Твердого сплаву
Сталі конструкційні вуглецеві і леговані, важко обробні сталі і сплави	< 392	20	
	392 ÷ 637	15	
	637 ÷ 785	10	0
	785 ÷ 981	5	
	981 ÷ 1177	0	
	1177 ÷ 1765		-5
>1765		-10	

З іншої сторони трубні компанії виробляють свою продукцію із різних груп сталей, які регламентуються стандартами [4]. Задля прикладу нижче представлено табл. 2 у якій розподілено групи сталей за їх показниками границі міцності та границі текучості згідно зі стандартом ГОСТ 632–80.

Таблиця 2. Розподіл сталей за їх групами міцності згідно зі стандартом ГОСТ 632–80

Група міцності	Границі міцності σ_t , МПа		Границі міцності σ_s , МПа
	мін	макс	
Д	379	552	655
К	500	565	700
Е	552	758	703
Л	655	862	773
М	758	965	879
Р	882	980	1019
Т	930	1137	1125

Таким чином, виходячи із аналізу даних табл. 1 і 2 є потреба у регулюванні величини переднього кута принаймні у межах від 15° до 0° . Перспективні матеріали, границя міцності котрих становить понад 1177 МПа вимагатимуть зниження величини до -5° і далі до -10° .

Потреба регулювання значення кута нахилу різальної кромки задля забезпечення рівномірності спрацювання правої і лівої різальних кромки різьбового різця.

Ця потреба є відома, добре описана у літературі і активно застосовується на практиці. Різець орієнтують так, щоб його вісь була розміщена неперпендикулярно до осі різьби (рис. 4).

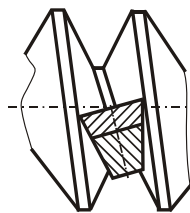


Рис. 4. Вісь різця розміщена неперпендикулярно до осі різьби

Вплив розміщення різальної кромки на профіль отриманої гвинтової поверхні.

У працях [8, 9] доводиться аналітична залежність форми осьового перерізу від величини переднього кута. Вона має такий вигляд

$$z(x) = \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) x \frac{\sin \tau}{\sin \gamma} - \frac{P}{2\pi} \tau, \quad (1)$$

де

$$\tau = \gamma - \arcsin\left(\frac{r_2 \sin \gamma}{x}\right),$$

а величина кута

$$\frac{\alpha_1}{2} = \operatorname{arctg}\left(\frac{P + \Delta_{\max} - \Delta_{\min}}{2H}\right);$$

Величина Δ_{\max} визначається по формулі:

$$\Delta_{\max} = \frac{r_2^2 \sin^2 \gamma}{1 + \cos \gamma};$$

Величина Δ_{\min} визначається по формулі:

$$\Delta_{\min} = \frac{r_2^2 \sin^2 \gamma}{r_3 + \sqrt{r_3^2 - (r_2 \sin \gamma)^2}};$$

У публікації [10] доводиться аналітична залежність форми осьового перерізу від величини кута різальної кромки. Вона має такий самий вигляд як формула , але в ній:

$$\tan \frac{\alpha_1}{2} = \frac{P \cos \lambda}{2H} \cos\left(\arctan \frac{P \sin \lambda}{2H}\right),$$

а величина кута τ :
$$\tau = \eta - \arcsin\left(\frac{r_2 \sin \eta}{x}\right);$$

де
$$\tan \eta = \frac{P \sin \lambda}{2H}.$$

Тут P і H відповідно крок і висота вихідного профілю різьби, а r_2 і r_3 відповідно її внутрішній і зовнішній радіуси.

Причини відмови від існуючої методики знаходження профілю різьбового різця.

На рис. 5 зображене комплексне креслення архімедової гвинтової поверхні, тобто закритого косою гелікоїда і для ілюстративності схематично рисунок доповнено виконавчим різьбовим різцем.

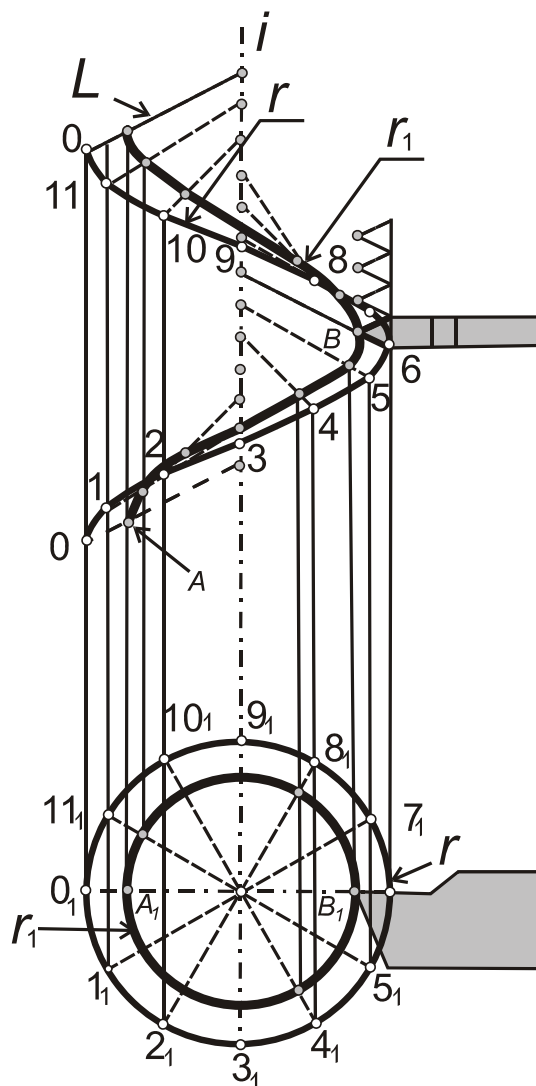


Рис. 5. Схема виконання різцем косою закритого гелікоїда

Умовні позначення на рис. 5: r – внутрішній радіус різьби, r_1 – зовнішній радіус різьби, L – твірна гелікоїда (співпадає з різальною кромкою).

На рис. 6 зображено комплексне креслення конволювної гвинтової поверхні, тобто відкритого косою гелікоїда і для ілюстративності схематично рисунок доповнено виконавчим різбовим різцем.

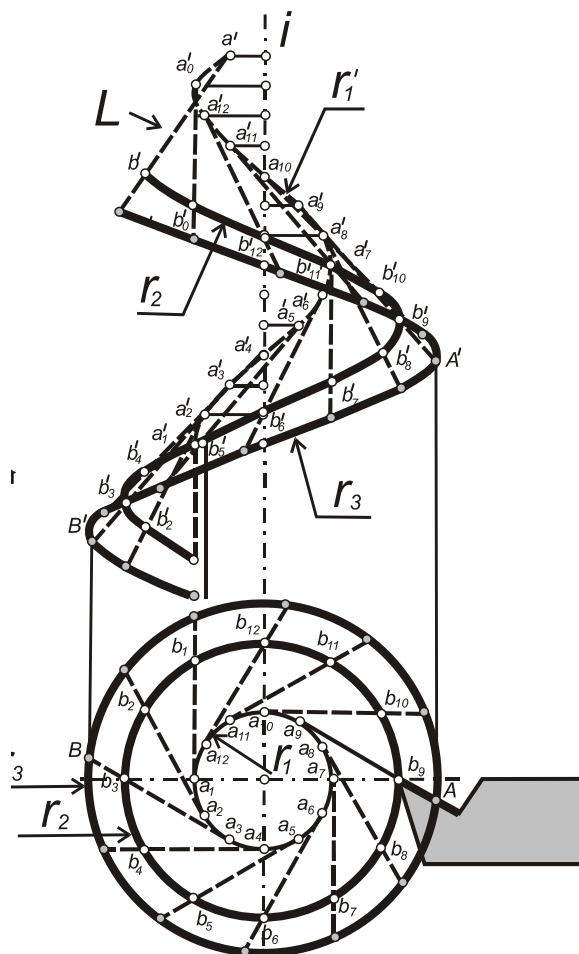


Рис. 6. Схема виконання різцем конволютного гелікоїда

Умовні позначення на рисунку 5: r_1 – радіус вихідного циліндра, r_2 – внутрішній радіус різьби, r_3 – зовнішній радіус різьби, L – твірна гелікоїда (співпадає з різальною кромкою).

Отже рис. 5 і 6 ілюструють те, що для виконання двох топологічно близьких, але геометрично різних гвинтових поверхонь – архімедової і конволювної достатньо розмістити різальну кромку різця, так, щоб вона перетинала вісь різьби (це буде архімедова гвинтова поверхня), або щоб не перетинала – тоді ми отримуємо конволютну гвинтову поверхню.

Виходячи зі стандарту [4] приходимо до висновку, що вихідною для проектування профілю різця є архімедова гвинтова поверхня, оскільки профіль (ліва і права сторона) її є прямолінійний і називається така різьба трикутною (рис. 7).

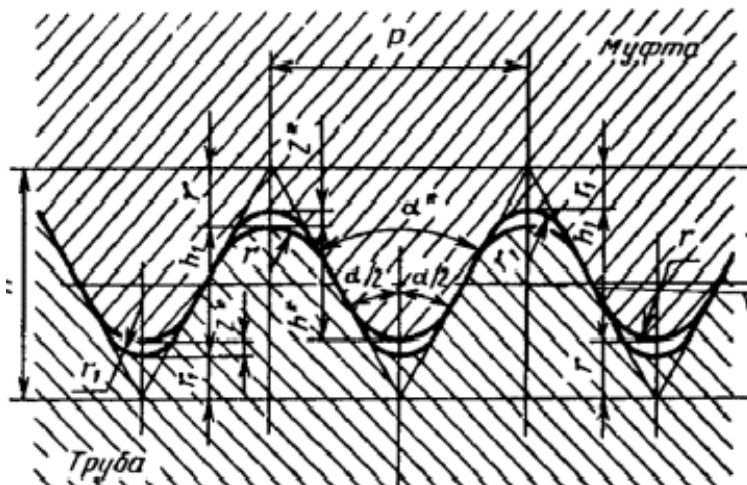


Рис. 7. Креслення трикутної різьби згідно зі стандартом ГОСТ 632-80 «Межгосударственный стандарт. Трубы обсадные и муфты к ним»

Отже за пунктом 1 існуючої методики ми маємо вихідну різьбову поверхню – архімедів гвинт. Осьовий профіль цієї поверхні описується простою формулою:

$$z = \tan \frac{\alpha}{2} x,$$

де кут $\alpha = 60^\circ$ – кут профілю трикутної різьби.

За пунктом 2 існуючої методики отримуємо профіль різальної кромки різця. При цьому, якщо передня поверхня виконана так, що різальна кромка не перетинає вісь різьби (коли передній кут чи кут нахилу кромки не дорівнюють нулю) різець виконуватиме не архімедову гвинтову різьбу а конволютну, осьовий переїз якої описується формулою 1.

Висновки.

1. Існуюча методика профілювання різьбових різців передбачає наявність у них прямолінійної різальної кромки, що перетинає вісь різьби, а значить не дає можливість використати їх теоретично точний профіль при існуванні ненульового значення переднього кута і кута нахилу різальної кромки.

2. Форма профілю отриманої гвинтової поверхні різьби є функціонально залежною від величини переднього кута і кута нахилу різальної кромки, а отже є змінною, а не константою як у стандарті, що вимагає існуюча методика.

Література

1. Мочернюк Д.Ю. Исследование и расчет резьбовых соединений труб, применяемых в нефтедобывающей промышленности / Д.Ю. Мочернюк. – М.: Недра, 1970. – 137 с.
2. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты: учебник для студ. машиностроительных вузов / П.Р. Родин. – К.: Вища школа, 1986. – 456 с.
3. ГОСТ 18885-73. Межгосударственный стандарт. Резцы токарные резьбовые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размер. [Текст]. Утвержден и внесен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 08.06.73 № 1429. Резцы. Конструкция и размеры. Часть 1. М.: ИПК. Издательство стандартов. 2003. – С. 140-148.
4. ГОСТ 632–80. Межгосударственный стандарт. Трубы обсадные и муфты к ним [Текст]. Разработан и внесен Министерством черной металлургии СССР, нефтяной промышленности СССР. Утвержден и внесен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 05.06.80 № 2578. Взамен ГОСТ 632–64. Издание (апрель 2010 г.) с Изменением № 1, №2, №3, №4 утвержденными в октябре 1982 г., январе 1986 г., январе 1988 г., мае 1989 г. июле 1992 г. (ИУС 2-83, 5-86, 4-88,8-89). – М.: Стандартинформ, 2010. – 75 с.
5. Ultra-rigid thread turning for all types of threads – internal and external. [Электронный ресурс]: – Електрон. дан. (1 файл). Sandvik Coromant. Site. Режим доступа: www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/corothread_266/Pages/default.aspx. – Назва з екрана
6. Katalog 2011-2012 ZCC-CT. Гедион-Альфа Официальный дистрибутор инструмента ZCC-CT в России. [электронный ресурс]: – электрон. дан. – М.: Гедион Альфа, 2013 (1 файл). Режим доступа: www.g-alfa.ru/tochenie_2012.pdf – Назва з екрана
7. Фомин Е.В. Повышение стойкости и точности резьбовых резцов на основе моделирования процесса резбонарезания [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01: защищена 22.03.07: утв. 24.09.07 / Фомин Евгений Владимирович. – М., 2007. – 206 с. – Библиогр.: с. 194-202. – 003653715.
8. Онисько О.Р. Порівняльний аналіз графічних моделей бічних профілів трикутної різьби: заданого стандартом і отриманого за допомогою різця з ненульовим значенням переднього кута [Текст] / О.Р. Онисько, П.М. Процак // Вісник національного технічного університету «ХП». Серія «Технології у машинобудуванні». – Харків, 2015. – №4(1113). – С. 33-36.
9. Онисько О.Р. Різьбові різці з відкоректованою за значенням переднього кута прямолінійною різальною кромкою [Текст] / О.Р. Онисько, В.Г. Панчук, В.В. Врюкало // Міжнародний збірник наукових праць «Прогресивні технології і системи машинобудування». – Донецьк:

- ДНБЗ «Донецький національний технічний університет». – 2014. – №2(48). – С.10-14.
10. Онисько О.Р. Алгоритм визначення величини відхилення профілю різьби виконаної різцем з ненульовим значенням кута нахилу різальної кромки[Текст] / О.Р. Онисько, П.І. Войтенко, Н.О. Костюк // «Наукові нотатки». Міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»). – Луцьк, 2015. – №50. – С. 137-144.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 30.04.2015 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., професором Черновим Б.О.,
д.т.н., професором Конесм Б.В.*

**REASONS OF WAIVER OF EXISTENT METHOD
FINDING OF TYPE OF SCREW-THREAD LATHE CHISEL
FOR MAKING OF BIG SIZE SCREW-THREADS ON PIPES
OF OIL AND GAS ASSORTMENT**

O. R. Onysko, N. P. Bazhaluk, P. V. Dyakun

*Ivano-Frankivs'k national technical university of oil and gas;
76019, Ivano-Frankivs'k, Carpathians str., 15; e-mail:
onysko.oleg@gmail.com; nazar.bazhaluk@gmail.com; Logging@ukr.net*

Manufacture of threaded end of pipe oil grades mostly performed by lath threading machin-tools. The current method of thread lathe tool. profiling involves first determining the actual carving a surface, and then due to its intersection with the front surface of the tool its cutting edge profile is found. Because there is non-zero angles accommodation straight cutting edge areas such thread lathe tool is not possible to perform a given Archimedean screw surface. The resulted thread is based on convoluted helicoid. Its axial section depends on the size of the front angle, and the angle of inclination of the cutting edge. These deficiencies result in rejection of the existing methods of thread lathe tool.

Key words: rake face, inclination angle, skew surface, helicoid.