



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42766 (13) C2

(51) 7 B23G5/06, B24B3/22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) МІТЧИК ТА СПОСІБ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

(21) 96103940

(22) 17.10.1996

(24) 15.11.2001

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Молоканов Анатолій Іванович, Шевченко Ана-  
толій Іванович

(73) Молоканов Анатолій Іванович, UA

(56) 1. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб (ма-  
шинными метчиками). - М.: Машиностроение,  
1968. - С. 85.

2. Горбунов А.А. Корректированные метчики малого  
диаметра для труднообрабатываемых материа-  
лов // Станки и инструмент. - 1975. - № 12. -  
С. 14-15.

3. Франция, заявка 2491368, МПК B23G5/06,  
B24B3/22, опубл. 09.04.1982

(57) 1. Метчик, содержащий заборную, калибрую-  
щую и хвостовую части, угол подъема резьбы на  
каждом зубе которого меньше номинального угла  
подъема витков резьбы, **отличающийся** тем, что

в нем угол подъема резьбы на каждом зубе мень-  
ше номинального угла подъема витков резьбы на  
величину от  $2^{\circ}30'$  до значения угла затылования  
боковой стороны зуба.

2. Способ изготовления метчика, при котором вы-  
полняют шлифование профиля резьбы с радиаль-  
ным и осевым затылованием на ширине пера, ре-  
зультатирующая векторов которых наклонена к оси  
метчика под острым углом, а вектор осевого заты-  
лования направляют в сторону заборной части  
при прохождении шлифовального круга от перед-  
ней грани к тыльной поверхности зуба, **отличаю-  
щийся** тем, что затылование осуществляют при  
величине угла наклона результирующей векторов  
радиального и осевого затылования к оси метчика  
от  $0^{\circ}$  до  $(90^{\circ}-\alpha)$ , где  $\alpha$  - угол между перпендикуля-  
ром к оси метчика и боковой стороной профиля  
резьбы, обращенной к заборной части.

Изобретения относятся к области машино-  
строения, а именно к металлообработке, в частно-  
сти, к нарезанию внутренних резьб метчиками.

Известен метчик [1], у которого, для повыше-  
ния точности нарезаемой резьбы, угол подъема  
резьбы на каждом зубе назначен меньше номи-  
нального угла подъема витков резьбы. Недостат-  
ком этого технического решения является то, что  
проблема решена качественно, но не даны коли-  
чественные параметры углов, на которые нужно  
уменьшить угол подъема резьбы на каждом зубе  
на метчиках различных типоразмеров, имеющих  
разную жесткость и подвергающихся различной  
нагрузке.

Известен способ [2] изготовления таких мет-  
чиков, заключающийся в том, что перед оконча-  
тельным изготовлением резьбы метчик скручива-  
ется крутящим моментом, равным нагрузке от мо-  
мента, создаваемого силами резания, и в таком  
скрученном состоянии шлифуется. Недостатком  
данного способа является его сложность и низкая  
технологичность, не позволяющего широко вне-  
дрить его в производство.

Известен метчик [3], целью создания которого  
является, как и у данного метчика, уменьшение  
"разбивания" резьбы при ее нарезке. У метчика [3]

угол подъема резьбы на зубе может быть меньше  
или больше номинального угла подъема витков  
резьбы. Это зависит от того, в каком направлении  
действует на метчик осевая сила, обусловленная  
особенностью его конструкции. Если осевая сила  
тянет метчик в сторону ввинчивания (метчик с  
правой резьбой и правыми крутыми спиральными  
перьями), то у этого метчика задний угол между  
боковой поверхностью зуба со стороны заборной  
части и боковой поверхностью нарезаемой резьбы  
назначают близким к  $0^{\circ}$ , чтобы эта осевая сила  
воспринималась большей площадью и чтобы  
резьба, таким образом не "разбивалась". При этом  
угол между второй боковой поверхностью зуба и  
боковой поверхностью нарезаемой резьбы будет  
удвоенным по сравнению с таким же метчиком с  
симметричным расположением боковых углов. В  
этом случае угол подъема резьбы на зубе выпол-  
нен меньше номинального угла подъема витков  
резьбы.

И наоборот, если на ввинчивающийся метчик  
действует осевая сила, выталкивающая его из на-  
резаемого отверстия (метчик с правой резьбой и  
левыми спиральными перьями), то задний угол  
между боковой поверхностью зуба со стороны  
хвостовой части и боковой поверхностью наре-

(19) UA (11) 42766 (13) C2

заемой резьбы назначают близким к  $0^\circ$ . В этом случае, угол подъема резьбы на зубе выполнен больше номинального угла подъема витков резьбы.

Метчик [3] выбран в качестве прототипа.

Известен способ [3] изготовления метчика [3], принятый в качестве прототипа, заключающийся в том, что метчик [3] получают с помощью одновременного движения затылования в радиальном и осевом направлениях, результирующая векторов которых наклонена в ту или другую сторону относительно перпендикуляра к оси метчика в зависимости от того, получают ли метчик с углом подъема резьбы на зубе больше или меньше номинального угла подъема витков резьбы. Однако, при изменении своего угла наклона результирующая не выходит за пределы углов резьбовой впадины метчика. В частности, при получении метчика, у которого угол подъема резьбы на зубе меньше номинального угла подъема витков резьбы, вектор осевого затылования направляют в сторону заборной части при прохождении шлифовального круга от передней грани к тыльной поверхности зуба. При этом результирующая векторов радиального и осевого затылования не выходит за пределы угла  $(90^\circ - \alpha)$ , где  $\alpha$  - угол между перпендикуляром к оси метчика и боковой стороной профиля резьбы, обращенной к заборной части.

Недостатки известной конструкции метчика [3] заключаются в том, что при смещении зубьев при скручивании метчика от нагрузки [1] (стр. 70, рис. 37; стр. 108, рис. 57), вызванном деформацией его поперечного сечения:

- с боковых поверхностей нарезаемой резьбы срезаются дополнительные стружки боковыми режущими кромками зубьев заборной и калибрующей частей;
- зубья метчика заклиниваются в витках нарезаемой резьбы при обработке вязких сплавов.

Кроме "разбивания" резьбы, это приводит к нагрузке метчика дополнительным крутящим моментом, что увеличивает вероятность его поломки.

Технический результат, обеспечиваемый изобретениями, состоит в улучшении эксплуатационных характеристик метчика включающих в себя повышение точности получаемой резьбы, уменьшении крутящего момента и увеличение надежности метчика.

Технический результат, обеспечиваемый изобретениями, достигается тем, что у метчика, содержащего заборную, калибрующую и хвостовую части, угол подъема резьбы на каждом зубе которого меньше номинального угла подъема витков резьбы, согласно изобретению, в нем для метчиков от М1 до М36 угол подъема резьбы на каждом зубе меньше номинального угла подъема витков резьбы на величину от  $2^\circ 30'$  до значения угла затылования боковой стороны зуба.

Технический результат, обеспечиваемый изобретениями, достигается также тем, что в способе изготовления метчика, при котором выполняют шлифование профиля резьбы с радиальным и осевым затылованием на ширине пера, результирующая векторов которых наклонена к оси метчика под острым углом, а вектор осевого затылования направляют в сторону заборной части при

прохождении шлифовального круга от передней грани к тыльной поверхности зуба, согласно изобретению, затылование осуществляют при величине угла наклона результирующей векторов радиального и осевого затылования к оси метчика от  $0^\circ$  до  $(90^\circ - \alpha)$ , где  $\alpha$  - угол между перпендикуляром к оси метчика и боковой стороной профиля резьбы, обращенной к заборной части.

Именно в результате того, что в способе изготовления метчика затылование осуществляют при величине угла наклона результирующей векторов радиального и осевого затылования к оси метчика от  $0^\circ$  до  $(90^\circ - \alpha)$ , обеспечивается получение заявляемого метчика и, тем самым, достижение технического результата предложенных изобретений. Это позволяет сделать вывод, что заявляемые изобретения связаны между собой единым изобретательским замыслом.

Сравнение заявляемых технических решений с прототипом позволило установить соответствие их критерию "новизна". При изучении других известных технических решений в данной области техники признаки, отличающие заявляемые изобретения от прототипа, явным образом не следуют из уровня техники, и поэтому они обеспечивают предлагаемым техническим решениям соответствие критерию "изобретательский уровень".

Сущность изобретений заключается в следующем. При нарезании резьбы нагрузка на метчик растет, быстро повышаясь при врезании в отверстие заборной части и дополнительно увеличиваясь при ввинчивании калибрующей части. При этом метчик скручивается, и все зубья заборной и калибрующей частей смещаются в витках нарезаемой резьбы из-за деформации поперечного сечения метчика, а угол подъема резьбы на каждом зубе меняется в сторону увеличения. На заявляемом метчике угол подъема резьбы на каждом зубе в статическом состоянии выполнен меньше номинального угла подъема витков резьбы на величину, равную значению угла смещения зубьев метчика данной жесткости под строго определенной нагрузкой, в пределах для метчиков от М1 до М36 от  $2^\circ 30'$  до значения угла затылования боковой стороны зуба. Поэтому на каждом зубе угол подъема резьбы, увеличиваясь, становится равным номинальному углу подъема витков резьбы.

При этом каждый зуб метчика при его смещении:

- не врезается в обработанную поверхность и не срезает своей боковой режущей кромкой дополнительный слой металла;
- не заклинивается в витках нарезаемой резьбы. Точность нарезаемой резьбы получается наибольшей, приложенный крутящий момент - наименьшим, а надежность метчика становится наибольшей при прочих равных условиях, чем у метчика-прототипа [3].

Пределы значений величин углов, на которые угол подъема резьбы на каждом зубе уменьшен относительно номинального угла подъема витков резьбы, - от  $2^\circ 30'$  до значения угла затылования боковой стороны зуба для метчиков от М1 до М36, - получены путем анализа графика "Угол смещения - номинальный диаметр резьбы", который построен на основании данных работ [4], [5], [2].

Согласно [4] все метчики от М36 до М3 при их скручивании от нагрузки имеют деформацию поперечного сечения и все эти метчики резьбу "разбивают". "Разбивание" резьбы у метчиков от М36 до М3 вначале растет монотонно, в конце нарастает быстро. При этом "разбивание" резьбы у метчика М36 очень мало (0,006 мм). Но если она есть, то, следовательно, зуб смещается. Очевидно, что смещение зуба в пределах величины угла затылования боковой стороны зуба  $\alpha_6$  не приводит к "разбиванию" резьбы (см. [1], стр. 108, рис. 57). Если "разбивание" резьбы при применении метчика М36, хотя и маленькое, но есть, то, следовательно, его зуб смещается на величину угла несколько более  $\alpha_6$ . Расчеты показывают, что это превышение угла  $\alpha_6$  равно  $0^{\circ}02'$ . Если бы угол подъема резьбы на каждом зубе у метчика М36 был бы меньше номинального угла подъема витков резьбы на величину угла затылования боковой стороны зуба  $\alpha_6$ , то этот бы метчик по причине деформации поперечного сечения резьбу бы не разбивал.

По работе 2 наибольший угол закручивания метчиков М1,4; М2; М4 в процессе работы соответственно составляет  $35^{\circ}$ ;  $23^{\circ}$ ;  $16^{\circ}$ .

Согласно 5 угол закручивания метчиков М1,8 и М2 в процессе резбонарезания достигает  $30^{\circ}$ - $35^{\circ}$ .

На основании этих данных был подсчитан угол поворота зубьев метчиков малых типоразмеров (см. табл.).

Интерполяция кривой графика "Угол смещения" - номинальный диаметр резьбы" до значений резьбы М1 дает максимальную величину угла смещения зуба -  $2^{\circ}30'$  (график не приводится). Прочностные расчеты также подтвердили правильность выбранного угла.

Угол смещения зуба  $2^{\circ}30'$  для метчика М1 - это верхний предел значений углов смещения зуба. Нижний предел угла смещения зуба для метчика М36 - это величина значения угла затылования боковой стороны зуба.

Метчик - прототип [3] характерен тем, что у него угол подъема резьбы на каждом зубе максимально может быть меньше или больше номинального подъема витков резьбы на величину не более угла затылования боковой стороны зуба. При этом у способа-прототипа [3] при затыловании углы наклона результирующей векторов радиального и осевого затылования не выходят за пределы углов резбовой впадины.

Поскольку у метчика угол подъема резьбы на каждом зубе уменьшен на величину, большую, чем значение угла затылования боковой стороны зуба, то для этого у данного способа при затыловании угол наклона результирующей векторов радиального и осевого затылования должен быть назначен меньше, чем у способа-прототипа [3], т.е. менее  $(90^{\circ}-\alpha)$ , где  $\alpha$  - угол между перпендикуляром к оси метчика и боковой стороной профиля резьбы, обращенной к заборной части.

Минимальное значение угла наклона результирующей векторов радиального и осевого затылования у способа -  $0^{\circ}$ , поскольку обычно метчики менее М4 не затылуются (в радиальном направлении) - [6], а для получения данных метчиков с

номинальным диаметром резьбы менее М4 необходимо использовать только осевое затылование.

Сущность изобретения поясняется чертежом.

На фиг. 1 показан общий вид метчика.

На фиг. 2 изображено сечение А-А перпендикулярно оси метчика на фиг. 1.

На фиг. 3 изображено цилиндрическое сечение Б-Б зуба по среднему диаметру резьбы метчика на фиг. 2 в статическом состоянии.

На фиг. 4 изображено цилиндрическое сечение Б-Б зуба по среднему диаметру резьбы на фиг. 2 после нагружения метчика силами резания в момент нарезания резьбы.

На фиг. 5 изображена схема затылования предложенного метчика. Метчик содержит заборную 1, калибрующую 2 и хвостовую 3 части. Каждый зуб 4 метчика, ширина пера которого равна "в", смещен так, что угол подъема резьбы "μ" на нем в статическом состоянии меньше номинального угла подъема витков резьбы "β" на величину от значения угла затылования боковой стороны зуба  $\alpha_6$  до  $2^{\circ}30'$  [ $\mu = \beta - (\alpha_6 \dots 2^{\circ}30')$ ]. Метчик получают шлифованием при помощи абразивного круга 5, при этом шаг резьбы метчика равен шагу нарезаемой резьбы (Параллельные линии С-С' и Д-Д' наклоненные под углом "β" к перпендикуляру относительно оси метчика Е-Е', обозначают направление впадины нарезаемой резьбы. О-О' - ось симметрии зуба. О-О<sub>2</sub> - ось симметрии резбовой впадины).

Метчик работает следующим образом. При нарезании резьбы нагрузка на метчик растет, быстро увеличиваясь при врезании заборной части 1 и дополнительно возрастающей при ввинчивании калибрующей части 2. При этом от скручивания метчика все зубья 4 заборной 1 и калибрующей 2 частей смещаются, а угол подъема резьбы на каждом зубе увеличивается. Однако, в статическом состоянии угол подъема резьбы "μ" на каждом зубе выполнен меньше угла подъема витков резьбы "β" на определенный угол, равный точному значению угла смещения зубьев метчика дайной жесткости под строго определенной нагрузкой, для метчиков от М1 до М36 на величину в пределах от  $2^{\circ}30'$  до значения угла затылования боковой стороны зуба. Это приводит к тому, что зубья 4 метчика смещаются, а угол подъема резьбы "μ" - на каждом зубе под нагрузкой становится равным номинальному углу подъема витков резьбы "β" ( $\mu \approx \beta$ ). Метчик своими боковыми режущими кромками при смещении зубьев из-за деформации его поперечного сечения не срезает дополнительных стружек, нарезаемая резьба не "разбивается", а зубья 4 на заборной 1 и калибрующей частях не заклиниваются в витках нарезаемой резьбы. Метчик обеспечивает более высокую точность изготовления резьбы, на него действует меньший крутящий момент, надежность метчика более высокая по сравнению с метчиком-прототипом [3] при прочих равных условиях.

При способе изготовления предложенного метчика затылование осуществляют, как и у способа-прототипа [3], при одновременном движении радиального "Г" и осевого "К" затылования. Для получения данного метчика вектор осевого затылования "К" направляют в сторону заборной час-

ти при прохождении шлифовального круга от передней грани к тыльной поверхности зуба. Результирующая " $\vec{R}$ " векторов " $\vec{I}$ " и " $\vec{K}$ " наклонена к оси метчика под острым углом  $Q$ .

При этом угол  $Q$ :

а) для затылованных метчиков, когда имеется радиальное " $\vec{I}$ " и осевое " $\vec{K}$ " движение затылования, равен  $Q < (90^\circ - \alpha)$ , где  $\alpha$  - угол между перпендикуляром к оси метчика и боковой стороной профиля резьбы, обращенной к заборной части;

б) для незатылованных метчиков вектор радиального затылования " $\vec{I}$ "=0, а результирующая " $\vec{R}$ "=" " $\vec{K}$ ", следовательно  $Q=0^\circ$ ;

в) при плавном изменении векторов радиального " $\vec{I}$ " и осевого " $\vec{K}$ " затылования для метчиков разных типоразмеров угол  $Q$  меняется в пределах  $0^\circ < Q < (90^\circ - \alpha)$ .

Наибольший технический эффект метчик обеспечивает применительно к конструкциям метчиков, у которых некруглость поперечного сечения выражена резко.

Внедрение метчика и способа его изготовления позволяет:

- повысить точность нарезания резьб за счет резкого уменьшения их "разбивания", особенно при использовании нежестких метчиков и метчиков для нарезания резьб в труднообрабатываемых материалах;

- снизить нагрузку на метчик, уменьшить количество поломок метчиков, повысить их надежность;

- максимально увеличить ширину пера и, тем самым, увеличить количество переточек метчика по передней поверхности, повысить прочность и жесткость инструмента;

- применить для нарезания точных резьб метчики с уменьшенным их количеством в комплекте, что повысит производительность труда и сократит расход инструмента;

- отказаться от метчиков с шахматным расположением зубьев. Предлагаемый инструмент имеет более высокую жесткость, более дешев, чем шахматный метчик, при уменьшении эффекта заклинивания зубьев метчика в витках нарезаемой резьбы;

- получить пониженную высоту микронеровностей обработанной поверхности за счет ее упругого выравнивания;

- повысить скорость резьбонарезания.

При этом по эффекту повышения точности нарезаемой резьбы, снижению нагрузок на инструмент и увеличения его надежности предлагаемый метчик приближается к корригированному метчику, который перед окончательным шлифованием по профилю резьбы скручивается крутящим моментом, равным нагрузке на метчик от сил резания, и в нагруженном состоянии шлифуется [2].

Источники информации.

1. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб (машинными метчиками)". - М.: Машиностроение, 1968. - С. 85.

2. Горбунов А.А. Корригированные метчики малого диаметра для труднообрабатываемых материалов // Станки и инструмент. - 1975. - № 12. - С. 14-15.

3. Франция, заявка 2491368, МКИ<sup>3</sup> B23C5/06, B24B3/22, заявл. 28.09.1981 г. опубл. 09.04.1982. (приоритет ФРГ 04.10.1980 г., № P3037568.9) - (прототип).

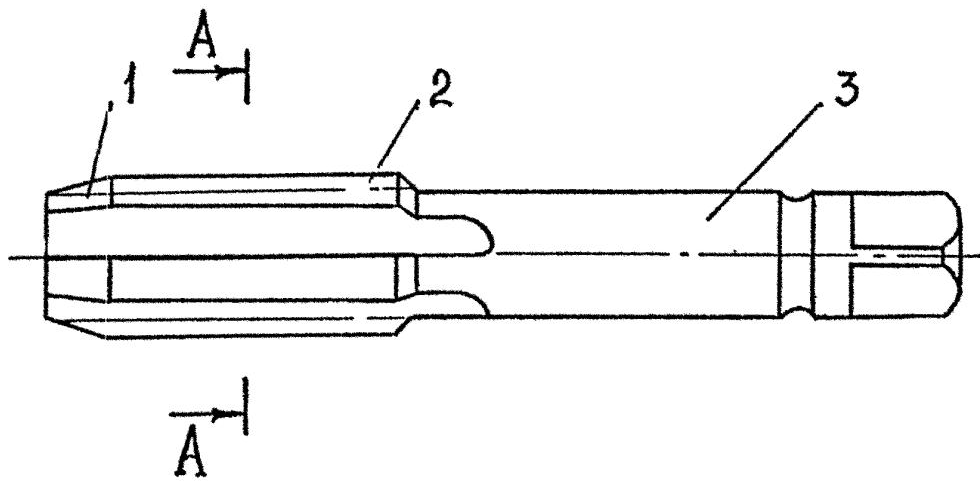
4. Матвеев В.В. Деформация метчиков под действием крутящего момента // Станки и инструмент. - 1971. - № 6. - С. 36-37.

5. Боков Е.М. Нарезание мелких резьб в труднообрабатываемых подшипниковых сталях. Резьбообразующий инструмент. Сборник докладов по резьбообразующему инструменту Мин-во станкоинстр. пром-ти, ВНИИ, НИИМАШ. - М., 1968. - С. 258.

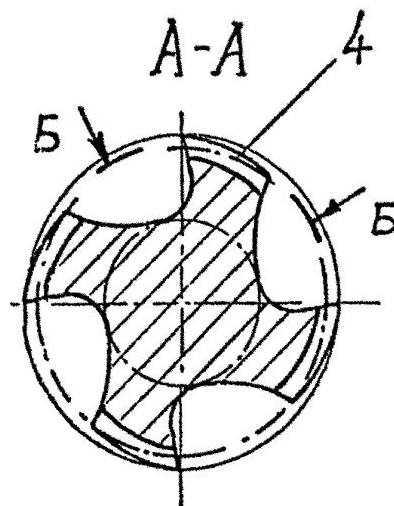
6. ГОСТ 3449-84. Метчики. Технические требования.

Таблица

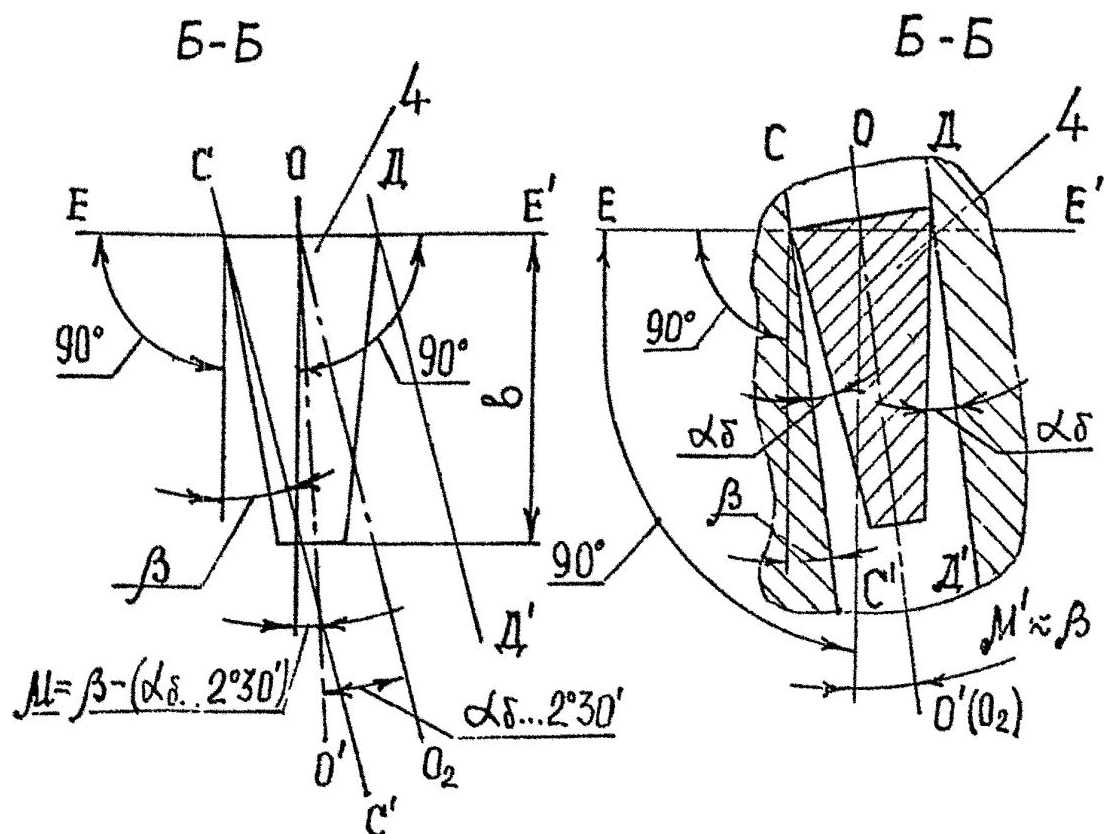
| Источник | Номинальный диаметр резьбы метчика, мм | Угол закручивания метчика в процессе работы | Длина рабочей части метчика, мм | Число перьев метчика | Угол смещения зуба метчика |
|----------|--|---|---------------------------------|----------------------|----------------------------|
| [2]      | M4                                     | 16°   | 20                              | 3                    | 1°36'                      |
|          | M2                                     | 23°   | 13,5                            | 3                    | 1°42'                      |
|          | M1,4                                   | 35°   | 12                              | 3                    | 2°03'                      |
| [5]      | M2                                     | 30°   | 13,5                            | 3                    | 2°14'                      |
|          | M1,8                                   | 35°   | 13,5                            | 3                    | 2°20'                      |



Фиг. 1

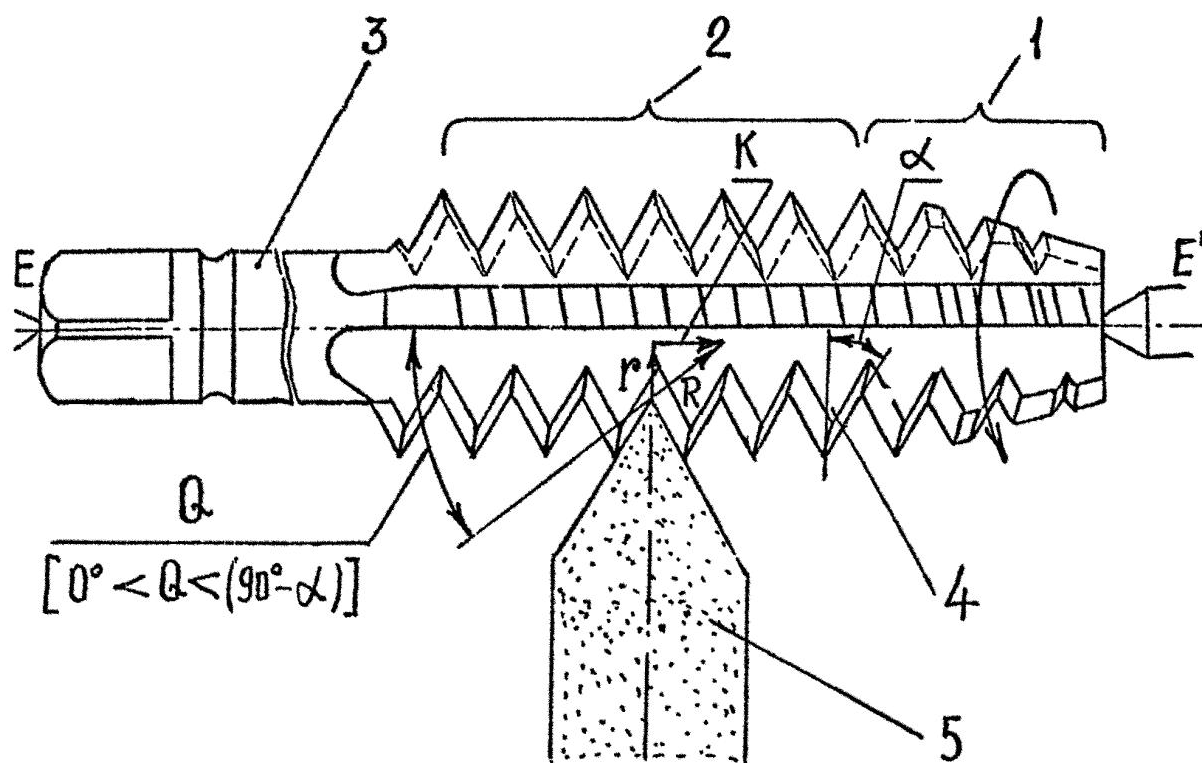


Фиг. 2



Фиг. 3

Фиг. 4



Фиг. 5

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60х84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---