

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ МЕТЧИКА НА ОТКЛОНЕНИЯ ПОЛОВИНЫ УГЛА ПРОФИЛЯ РЕЗЬБЫ В СТАЛИ

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Известно, что метчики предназначены для нарезания резьбы в различных материалах, в основном в стали и чугуне. По конструкции и применению номенклатура метчиков достаточно разнообразна. Требуемая точность во многих случаях высокая. Проблема точности резьбы актуальна и по сей день.

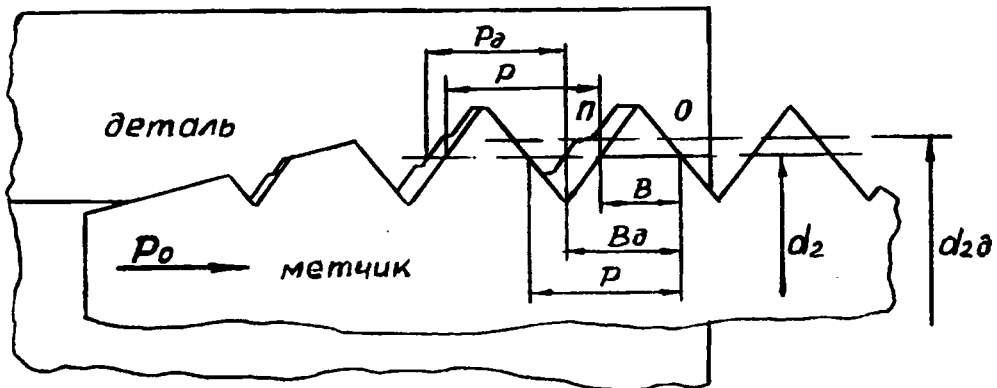


Рисунок 1. Положение метчика в отверстии при нарезании резьбы методом самозатягивания

На точность резьбы влияют различные факторы, о которых пишут во многих специализированных литературных источниках. В частности, на разбивание резьбы, и соответственно, на ухудшение качества резьбового сопряжения, влияют осевые и радиальные силы [1], которые по-разному воздействуют на нарезаемую резьбу в зависимости от конструкции метчика.

В процессе резьбообработки на метчик воздействуют осевая сила резания и внешняя осевая сила перемещения шпинделя станка при нарезании резьбы методом самозатягивания. На рис.1 – сила P_0 . Она выталкивает метчик из нарезаемого отверстия. Метчик сопротивляется, опираясь своими боковыми кромками O на уже образованные поверхности резьбы (рис.1). Эти силы достаточно большие и опорные кромки метчика O внедряются в тело уже образованных витков резьбы и снимают с них дополнительную стружку. Противоположные опорные кромки Π метчика отрываются от уже сформированных ими участков профиля, образуя на них ступеньки (рис.1). Впадина нарезаемой резьбы расширяется ($Bd > B$), сред-

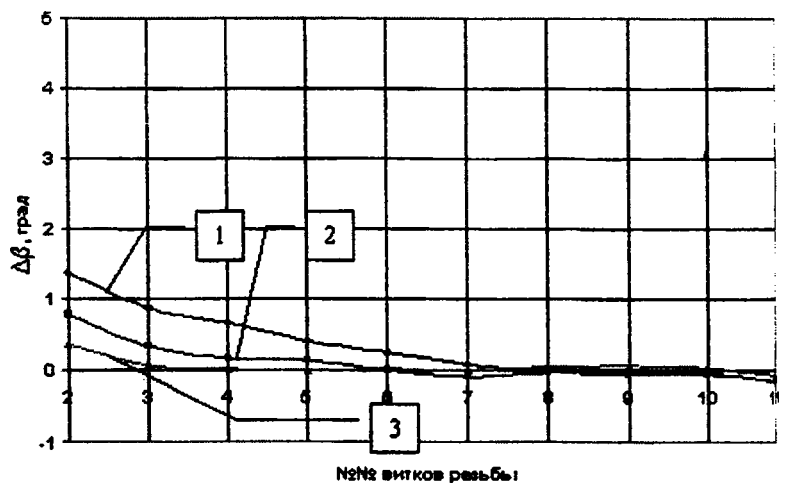


Рисунок 2. Отклонения половины угла профиля резьбы $\Delta\beta$, нарезанной метчиками типа Б методом самозатягивания плавающим патроном с шириной незатянутой части:

1 – 0,7 мм, 2 – 1,1 мм, 3 – 1,5 мм

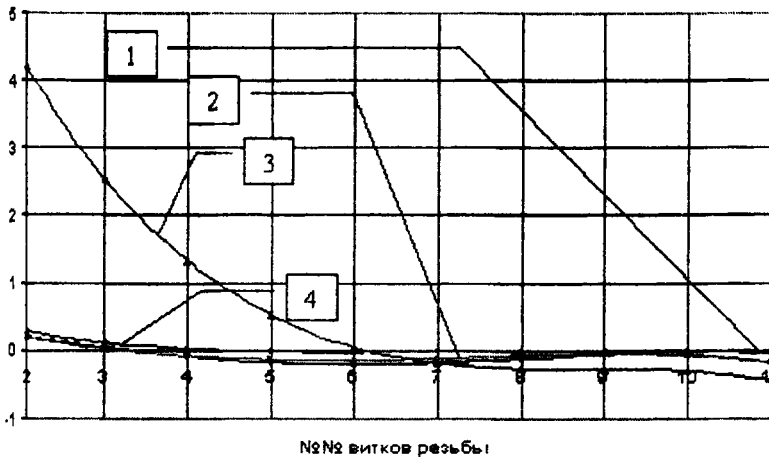


Рисунок 3. Отклонения половины угла профиля резьбы $\Delta\beta$, нарезанной метчиками типа А в жестком патроне (1,2), при этом резьба нарезана по копиру, и методом самозатягивания в плавающем патроне (3,4); с бочкообразными зубьями (1,3) и с правыми винтовыми стержневыми канавками с углом наклона к оси $\phi=30^\circ$ (2,4); кривые 2 и 4 получены с заваленными режущими кромками

на всей ширине пера; тип Б – затылованы по профилю на 2/3 ширины пера.

Исходные параметры метчиков различны для каждой серии эксперимента. Исследования выполнялись методом однофакторного эксперимента, изучалось влияние каждого параметра метчика отдельно при сохранении постоянными остальных, равных исходным. Поэтому с целью повышения разрешающей способности эксперимента, уменьшения «шумовых» эффектов от влияния неучтенных факторов, условия эксперимента поддерживались с максимально достижимой точностью. Так, метчики выполнялись с точностью резьбовых калибров, отклонения геометрических параметров не превышали $\pm 10'$, а радиальное биение заборной части и несоосность осей нарезаемых отверстий и оси вращения шпинделя станка – 0,01 мм. Положение основания заборного конуса метчика относительно первого полнопрофильного зуба его резьбы выдерживалось с точностью до 0,1 мм по оси метчика. Крепились метчики в плавающем патроне, а при нарезании резьбы по резьбовому копиру, обеспечивающему осевую подачу метчика, строго соответствующую шагу резьбы за каждый оборот метчика, в жестком патроне.

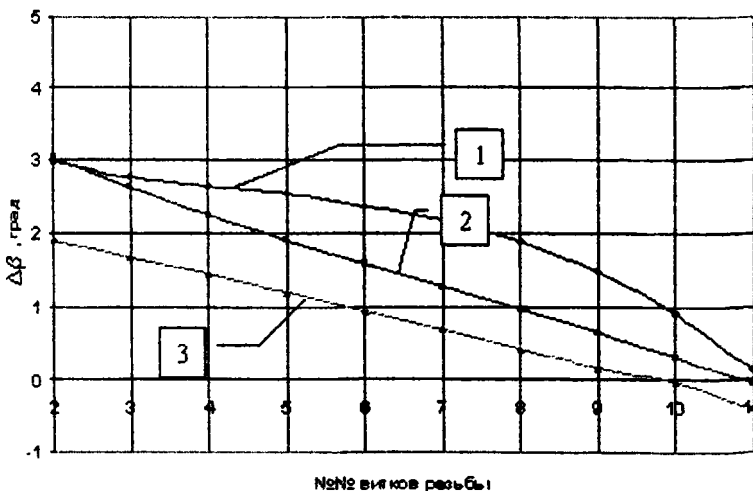


Рисунок 5. Отклонения половины угла профиля резьбы $\Delta\beta$, нарезанной метчиками типа А методом самозатягивания в плавающем патроне с длиной калибрующей части: 1 – 15P, 2 – 10P, 3 – 5P

При этом смещение оси метчика с оси вращения шпинделя станка не превышало 0,005 мм.

ний диаметр резьбы увеличивается ($d_{20} > d_2$), искажается шаг ($P_0 < P$) и половина угла профиля по неопорным сторонам. Наступает так называемое разбивание резьбы. По опорным сторонам шаг и половина угла профиля резьбы соответствуют параметрам метчика по опорным кромкам [2]

При выполнении экспериментальных исследований использовали четырехперые метчики М 16×2 двух типов: тип А – затылованы по профилю

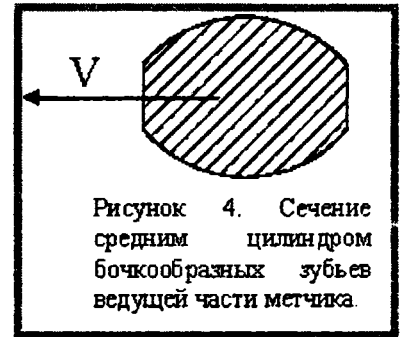


Рисунок 4. Сечение средним цилиндром бочкообразных зубьев ведущей части метчика.

ли $\pm 10'$, а радиальное биение заборной части и несоосность осей нарезаемых отверстий и оси вращения шпинделя станка – 0,01 мм. Положение основания заборного конуса метчика относительно первого полнопрофильного зуба его резьбы выдерживалось с точностью до 0,1 мм по оси метчика. Крепились метчики в плавающем патроне, а при нарезании резьбы по резьбовому копиру, обеспечивающему осевую подачу метчика, строго соответствующую шагу резьбы за каждый оборот метчика, в жестком патроне.

Было выявлено, что самое большое отклонение половины угла профиля у внутренних резьб возникает при нарезании методом самозатягивания типа А с исходными параметрами: передний угол $\gamma = 10^\circ$; задний угол $\alpha = 5^\circ$; угол заборной (режущей) части $\phi = 14^\circ 50'$; величина затылования по профилю резьбы – 0,135 мм на вом шаге перьев. Точность параметров метчика изложена выше. Отклонение половины угла профиля достигает $4,5^\circ$ на первых со стороны захода метчика витках нарезанной резьбы (рис.3). Самое маленькое отклонение обеспечивается метчиками после притупления опорных кромок, кроме режущих и четырех калибрующих при нарезании резьбы методом самозатягивания (рис.3).

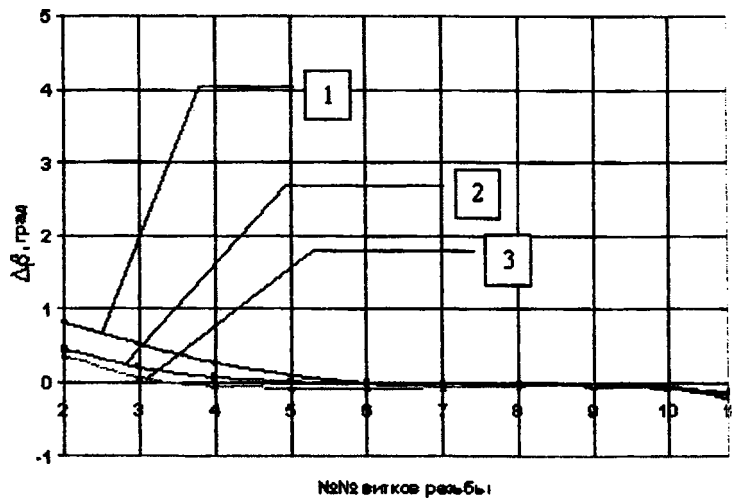


Рисунок 6. Отклонения половины угла профиля резьбы $\Delta\beta$, нарезанной метчиками типа Б методом самозатягивания в жестком патроне с длиной калибрующей части: 1 – 15Р, 2 – 10Р, 3 – 5Р

При нарезании резьбы по резьбовому копиру метчики с острыми и заваленными боковыми опорными режущими кромками обеспечивают одинаковую и самую высокую точность (рис.3). Это еще раз доказывает, что нарезание резьбы с принудительной осевой подачей по резьбовому копиру, воспринимающему осевую силу на себя и исключая ее разбивание резьбы под действием этой силы, является самым точным методом нарезания резьбы.

Чем больше удельные осевые силы (осевые силы, отнесенные к единице длины одновременно режущих боковых опорных кромок метчика) и выше режущая способность опорных кромок, тем больше подрезание резьбы, больше отставание метчика по шагу, больше отклонения половины угла профиля резьбы, нарезанной методом самозатягивания.

По мере захода метчика в нарезанное отверстие увеличивается число одновременно режущих опорных кромок метчика. Поэтому уменьшаются удельные осевые силы, что приводит к уменьшению отклонений половины угла профиля нарезанной резьбы от первого к последнему витку со стороны захода метчика.

Метчики типа Б практически не чувствительны к воздействию осевых сил, так как опираются на резьбу не боковыми кромками, а незатылованными площадками. Только сокращение их ширины от 1,5 до 0,7 мм увеличивает подрезание резьбы и отклонений половины угла профиля (рис.2).

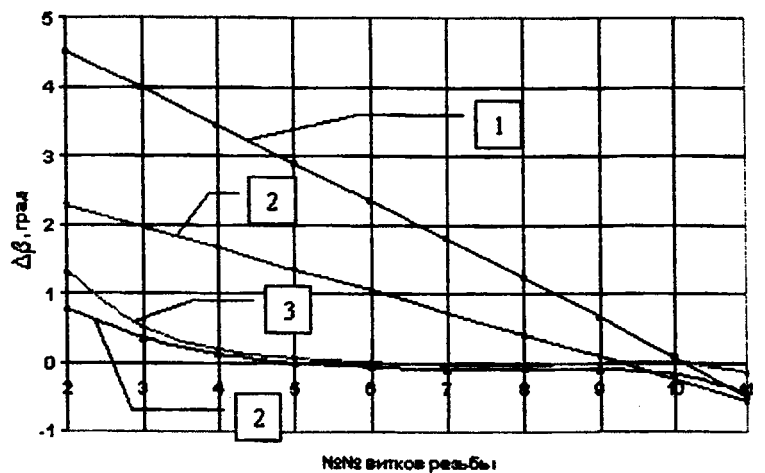


Рисунок 7. Отклонения половины угла профиля резьбы $\Delta\beta$, нарезанной метчиками типа А (1,2) и типа Б (3,4) методом самозатягивания в плавающем патроне с исходной формой заборной части (1,3) и конической (2,4)

Уменьшение режущей способности боковых опорных кромок резьбы метчика типа А путем их притупления почти в два раза уменьшает погрешности половины угла профиля нарезанной резьбы (рис.3). У метчиков типа А с бочкообразными зубьями на ведущей части (зубья затылованы от середины пера в сторону спинки и передней поверхности) режущей способностью обладают только боковые кромки режущей части метчика и двух-трех калиб-

рующих витков резьбы. Поэтому дополнительное резание боковыми опорными кромками прекращается после захода в нарезаемое отверстие первого бочкообразного зуба, так как осевые силы воспринимаются не кромками, а выпуклыми площадками боковых опорных сторон бочкообразных зубьев (рис.4). Ошибки половины угла профиля, начиная с шестого витка резьбы, практически равны нулю (рис.3).

Уменьшение ошибок половины угла профиля при сокращении длины калибрующей части метчиков типа А (рис.5) – также следствие влияния осевых сил. Когда рабочая часть метчика короче нарезаемой резьбы, то после выхода из впадины резьбы последнюю калибрующего зуба метчика эта впадины и все предыдущие уже полностью сформированы. Подрезание опорных сторон витков резьбы в этих впадинах прекращается, прекращается искажение профиля резьбы, уменьшаются ошибки половины угла профиля по неопорным сторонам. В качестве сравнения приведены ошибки половины угла профиля при сокращении длины калибрующей части метчика типа Б (рис.6).

При изменении формы заборной части метчика типа А, а также и типа Б можно уменьшить отклонение половины угла профиля (рис.7), т.к. коническая резьба на заборной части метчика, в отличие от исходной, обеспечивает утолщение каждого последующего режущего зуба. Если угол конуса выбран правильно, то все зубья заборной части метчика режут обеими боковыми кромками, уменьшая разбивание.

Преобладающее влияние осевых сил на ошибки половины угла профиля подтверждается нарезанием резьбы по копиру. В этом случае осевая сила воспринималась копиром, обеспечивалось точное по шагу осевое перемещение метчика. Отсутствовало подрезание резьбы и появление ошибок профиля (рис.3, кривые 1 и 2).

На современных предприятиях резьба нарезается с принудительной подачей инструмента на станках с ЧПУ, и при правильном выборе конструкции метчика можно повысить точность нарезаемых резьб.

ЛИТЕРАТУРА

1.Шагун В.И. Влияние геометрических и конструктивных параметров машинных метчиков на размеры резьбы, нарезаемой в стали. В сб.: Резьбообразующий инструмент. – М.: НИИМаш, 1968. – с.229 – 241. 2.Шагун В.И., Чарторийский А.В. Неразрушающий метод контроля отклонений половины угла профиля внутренних резьб малого диаметра. В сб.: Машиностроение. Вып 22. – Мн.: «Технопринт», 2006. – С.

Чарторийский А. В.

КОНСТРУКЦИЯ МЕТЧИКА ДЛЯ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
г. Минск, республика Беларусь*

Резьбы нашли широкое применение в деталях машин и приборов в качестве присоединительных элементов для обеспечения разъемных соединений. Во всех отраслях машино- и приборостроении наиболее широко используются цилиндрические метрические резьбы диаметрами от 1 до 600 мм. Для их изготовления применяют различные резьбообразующие инструменты. Например, для нарезания внутренней резьбы диаметром 2...50 мм часто используют метчики.