

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

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

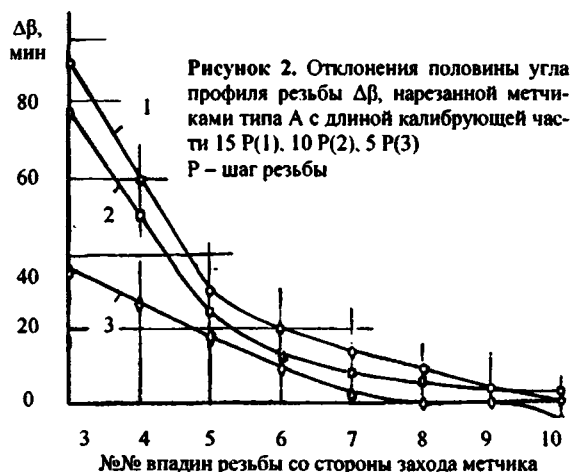
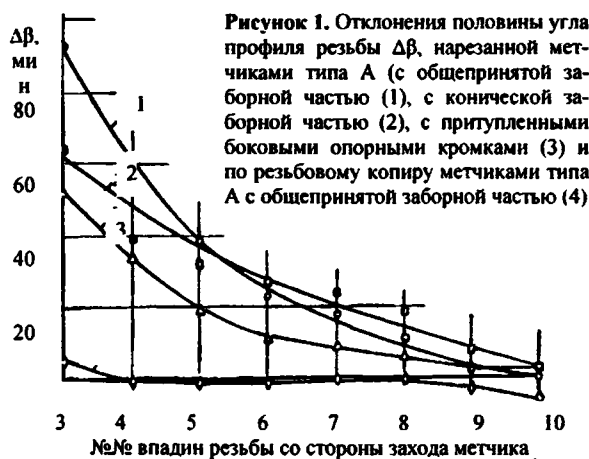
Свыше 60% деталей машин имеют резьбы, от точности параметров которых, главным образом от точности шага и половины угла профиля, в сильной степени зависит прочность резьбовых соединений [1]. Поэтому повышение точности резьбы по указанным параметрам актуально, но для этого надо знать значения погрешностей и причины их возникновения.

Трудности решения этой задачи состоят прежде всего в том, что нет средств и методов непосредственного контроля шага и половины угла профиля внутренних резьб малого диаметра. Необходимо искать другие методы оценки точности.

Несомненно, что погрешности резьбы возникают от нарушения закона винтового движения метчика в процессе его работы. Серия экспериментов, выполненных в Белорусском национальном техническом университете, позволила установить, что нарушение этого закона происходит от воздействия на метчик осевых и радиальных сил резания, а также внешних сил. В результате оказалось возможным четко представить схему формообразования резьбы на базе которой разработать методику оценки отклонений шага [2] и половины угла профиля [3] по результатам измерения специальным прибором [4] собственно среднего диаметра резьбы на каждом витке.

Вероятно, что силовой фактор по-разному сказывается на размерах резьбы, нарезанной метчиками с разными значениями параметров его конструкции. Изучение причин и степени их влияния необходимо для разработки рекомендаций по повышению точности нарезаемых резьб за счет оптимизации конструкции метчика. С этой целью были выполнены эксперименты по нарезанию резьбы М16 методом самозатягивания на вертикально-сверлильном станке с тщательно уравновешенным шпинделем и стабилизацией усилия врезания. Скорость резания составляла 10 м/мин. В качестве смазывающе-охлаждающей жидкости использовали керосин поливом с расходом 10 л/мин.

Метчики-четырёхперовые, двух типов: тип А – затылованы по профилю на всей ширине пера; тип Б – затылованы по профилю на 2/3 ширины пера. Исходные параметры метчиков: длина калибрующей части 30 мм; ширина пера 4,4 мм; передний угол $\gamma = 10^\circ$; задний угол $\alpha = 5^\circ$; угол заборной (режущей) части $\phi = 14^\circ 50'$; обратная конусность по наружному и среднему диаметрам резьбы $\Delta d = 0,001$; величина затылования по профилю на угловом шаге перьев $K_1 = 0,135$ мм для метчиков типа А и 0,4 мм для метчиков типа Б.



Образцы для испытаний – втулки из чугуна Сч18 твердостью НВ 1800 мПа. Длина образца – 25 мм, диаметр – 40 мм. Диаметр отверстия под резьбу – $14^{+0,05}$ мм.

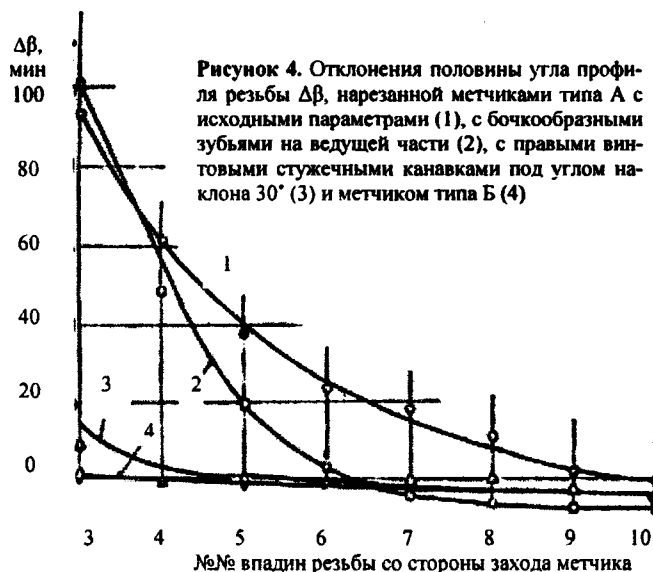
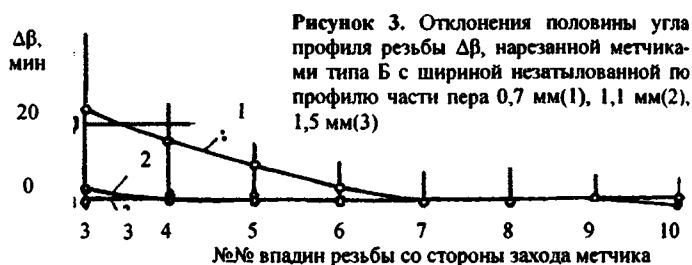
Исследования выполнялись методом однофакторного эксперимента, изучалось влияние каждого параметра отдельно при сохранении постоянными остальных, равных исходным. Поэтому с целью повышения разрешающей способности эксперимента, уменьшения «шумовых» эффектов от влияния неучтенных факторов, условия эксперимента 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. При этом смещение оси метчика с оси вращения шпинделя станка не превышало 0,005 мм

Эксперименты не выявили влияния на отклонения половины угла профиля резьбы длины калибрующей части метчиков типа Б и ширины пера метчиков типа А. Влияние остальных исследованных параметров показано на рисунках 1...4.

Выявленные закономерности объясняются влиянием осевых сил резания и внешних осевых – сил перемещения шпинделя станка. Эти силы направлены против осевой подачи метчика и вытягивают (вытягивают) метчик из нарезаемого отверстия. Боковые режущие кромки резьбы метчика, воспринимающие эти силы (опорные кромки), подрезают резьбу, снимают стружку с уже сформированных сторон витков нарезаемой резьбы, расширяя впадины резьбы. В своем движении метчик постоянно отстает по шагу. За каждый оборот перемещается на величину, меньшую шага. В результате на опорных сторонах резьбы половина угла профиля равна половине угла профиля резьбы метчика, а на противоположных – больше, так как впадина резьбы расширяется от основания к вершине постепенно каждым режущим зубом метчика. 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 нарезаемой резьбы.

По мере захода метчика в нарезаемое отверстие увеличивается число одновременно режущих опорных кромок метчика. Поэтому уменьшаются удельные осевые силы, что приводит к уменьшению отклонений половины угла профиля нарезаемой резьбы от первого к последнему витку со стороны захода метчика (рис.1...4).

Метчики типа Б практически не чувствительны к воздействию осевых сил, так как опираются на резьбу не боковыми кромками, а незатылованными площадками. Только со-



ращение их ширины от 1,5 до 0,7 мм увеличивает подрезание резьбы и отклонений половины угла профиля (рис.3).

Уменьшение режущей способности боковых опорных кромок резьбы метчика типа А путем их притупления почти в два раза уменьшает погрешности половины угла профиля нарезаемой резьбы (рис.1). 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 калибрующих зубьев. 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. Ошибки шага, начиная с шестого витка резьбы, практически равны нулю (рис.4).

Уменьшение ошибок половины угла профиля при сокращении длины калибрующей части метчиков типа А – 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 (рис.2).

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.1).

На основании выполненных исследований для повышения точности профиля резьбы, нарезаемой самозатягиванием метчика (единичное и мелкосерийное производство), целесообразно использовать метчики невосприимчивые к воздействию осевых сил:

- а) незатылованные по профилю резьбы или затылованные на 2/3 ширины пера;
- б) с ведущими перьями, имеющими бочкообразные зубья на режущей и калибрующей части, например, у четырехперых метчиков два пера режущие и два ведущие.

В массовом и крупносерийном производстве точную резьбу выгоднее нарезать по резьбовому копиру, которым оснащают резьбонарезной шпиндель станка. При этом обязательно жесткое в осевом направлении закрепление метчика. Такой способ позволяет использовать метчики с параметрами, оптимальными по другим критериям, например, стойкости, технологичности и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якушев А.И. Влияние технологии изготовления и основных параметров резьбы на прочность резьбовых соединений. Оборонгиз, 1956. 2. Шагун В.И., Кудрявцева Л.Т. Неразрушающий способ контроля отклонений шага внутренних резьб. В сб.: Машиностроение. Вып. 10. Мн.: Выш. школа, 1985. – С.50-53. 3. Шагун В.И., Чарторийский А.В. Неразрушающий метод контроля отклонений половины угла профиля внутренних резьб малого диаметра. В сб.: Машиностроение. Вып. ___ а Мн.: 4. Шагун В.И., Фельдштейн Э.И. Прибор для измерения внутренних резьб //Измерительная техника.- 1963,- №3. – С.7–10.