

Б.И. Пякалов

СПИРАЛЬНЫЕ МЕТЧИКИ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ  
В ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ

Исследование процесса нарезания резьбы метчиками в деталях из различных труднообрабатываемых материалов показало необходимость значительного повышения прочности и жесткости метчиков, усовершенствования их конструкции и геометрии, создания оптимальных схем резания и повышения качества изготовления инструментов, в том числе из новых быстрорежущих сталей [1] - [5].

Метчики повышенной жесткости и прочности с профильноцилиндрической схемой резания и рядом других усовершенствований [4], [5] успешно внедрены в производство, что позволило увеличить стойкость в 5 - 10 раз, повысить режимы резания и производительность обработки более чем на 20-50%, значительно улучшить качество изготовления резьбы и устранить брак деталей.

Как показали исследования и производственные испытания, усовершенствованные метчики редко разрушаются по рабочей, хвостовой частям или по шейкам, что обусловлено повышенным запасом прочности (табл.1).

Т а б л и ц а 1

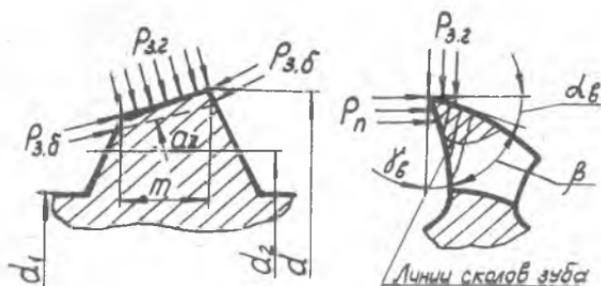
Запас прочности метчиков при обработке различных материалов

Размер метчика	Конструкция метчика	Запас прочности		
		1Х17Н2	Х12Н20ТЭМР	ВТЗ-1
М8х1,25	ТПИ-КМЗ-1	2,65	2,25	2,65
М10х1,5	ТПИ-КМЗ-1	1,80	1,60	2,20
М10х1,5	ТПИ-КМЗ-2	3,60	2,50	4,10

Однако при обработке жаропрочных и титановых сплавов зачастую наблюдается скалывание вершин зубьев метчиков в переходной зоне от заборной части к калибрующей.

Режущие кромки, расположенные на вершинах зубьев, являются

главными режущими кромками, воспринимают основные нагрузки в процессе резания и находятся в весьма сложном напряженном состоянии (рис.1). Экспериментами установлено, что с уменьшением длин главных



Р и с.1. Схема сил, действующих на зуб метчика

режущих кромок зубьев метчика увеличиваются случаи их скола. Так, при нарезании резьбы однокомплектными метчиками в деталях из труднообрабатываемых материалов первые зубья заборного конуса, как правило, не скалываются. Редко скалываются средние режущие зубья и часто разрушаются последние зубья заборного конуса или первые (зачищающие) - калибрующей части.

При работе многокомплектными метчиками стойкость чернового и промежуточного метчиков, по сравнению с чистовым, в несколько раз выше. Сколы зубьев на первых метчиках наблюдаются редко, хотя они снимают соответственно 60 и 30% объема стружки. Чистовой метчик при сьеме стружки в объеме порядка 10% (а иногда и меньше) подвержен более частому сколу зубьев по вершинам.

Проведенные работы по тугим резьбам [6] показали, что переход от системы вала к системе отверстия позволяет существенно увеличить длины режущих кромок и повысить стойкость чистовых метчиков более чем в 3 раза.

Рассмотренные примеры показывают, что скол зубьев вызывается преимущественно чрезмерной концентрацией напряжений на зубе метчика при уменьшении длины режущей кромки  $m$  (см. рис.1). Кроме того, увеличение заострения зуба метчика приводит к возрастанию температуры в зоне резания. Особо подвержены перечисленным воздействиям уголки в местах перехода от главной режущей кромки к вспомогательным, т.е. к боковым сторонам профиля зуба метчика. Наиболее интен-

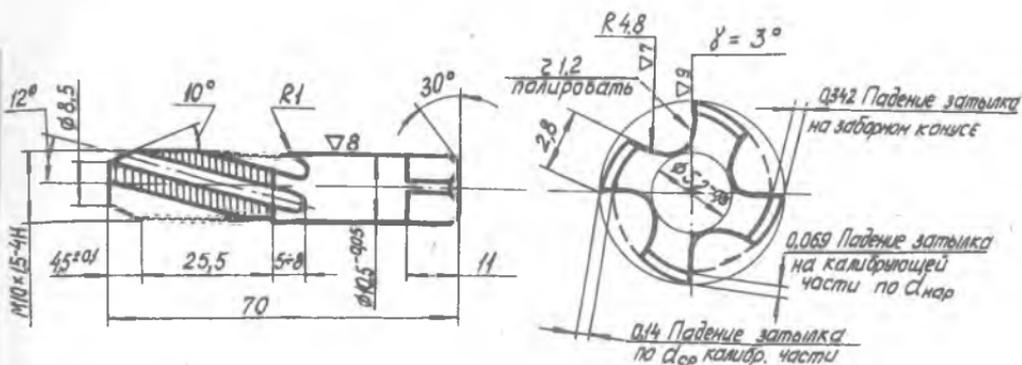
сивно протекает износ на зубьях с минимальными длинами режущих кромок.

Перечисленные особенности работы зубьев метчиков диктуют необходимость изыскания новых путей, позволяющих увеличить длину главных режущих кромок. Одним из таких путей является повышение среднего диаметра  $d_2$  метчика и приближение его к верхней допустимой границе. Благоприятные условия в этом направлении созданы разработкой нового стандарта на допуски метрической резьбы (ГОСТ 16093-70), согласно которому допуск на резьбовое отверстие примерно на 30% больше, чем по старым ГОСТам. Кроме того, как показали исследования, метчик при нарезании резьбы в большинстве труднообрабатываемых сталей и особенно сплавах копирует свой размер по среднему диаметру  $d_2$  без разбивки. При обработке же титановых сплавов часто наблюдается усадка по размерам резьбы. Поэтому средний диаметр метчика целесообразно принимать равным наибольшему диаметру резьбы отверстия.

Хорошие результаты по стойкости показывают метчики с заниженным наружным диаметром - до номинального размера теоретического профиля резьбы. Сколы зубьев при работе такими метчиками значительно уменьшаются за счет увеличения размера режущих кромок.

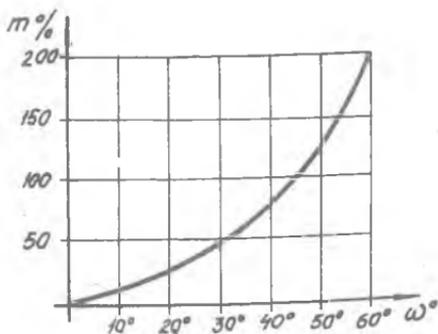
Значительное увеличение прочности метчиков в целом, по наиболее слабой части его зубьев и особенно зачищающих кромок может быть достигнуто за счет применения метчиков с винтовыми стружечными канавками.

В данной работе были испытаны метчики  $M10 \times 1,5$  с углом стружечной канавки  $\omega = 12^\circ$  (рис.2), изготовленные из быстрорежущей стали Р9К5 и характеризующиеся повышенной прочностью и жесткостью. Метчики (ТПИ-КМЗ-2) были заточены по всему профилю с задними боковыми углами  $\alpha_f = 30-40'$  и имели увеличенный угол заострения зубьев метчика благодаря уменьшению переднего и заднего углов до  $3^\circ$ . Исследования, проведенные по материалам IX17H2, XI2H20T3MP и BT3-I, показали, что коэффициент запаса прочности указанных метчиков достигает 2,5 - 4,1. Это в 2 раза выше по сравнению с аналогичными по конструкции метчиками ТПИ-КМЗ-1, изготовленными с прямой стружечной канавкой ( см. табл.1). По сравнению со стандартными запас прочности метчиков ТПИ-КМЗ-2 при работе по стали IX17H2 больше чем в 3,5 раза; по титановому сплаву BT3-I - более чем в 4 раза. В результате при работе метчиками ТПИ-КМЗ-2 в лабораторных и производственных условиях не наблюдались разрушения метчиков, выкрашивания перьев и брака деталей, редки были случаи выкрашивания зачищающих зубьев по их вершинам.



Р и с.2. Метчик М10Х1,5 для нарезания резьбы в деталях из труднообрабатываемых материалов (ТПИ-КМЗ-2):  
 $d = 10,06 - 0,02$  ;  $d_2 = 9,12 - 0,01$  ;  $d_1 = 8,3 - 0,15$

Влияние угла  $\omega$  на длину режущей кромки  $m$ , а следовательно на ее прочность и стойкость характеризуется графиком представленным на рис.3. Зависимость  $m$  от  $\omega$  показана для наиболее распространенных шагов резьб ( I-I,5мм) и для метчиков малых диаметров (до М16), характеризующихся пониженной прочностью. Как видно из графика, длина режущих кромок у метчика с углом  $\omega = 60^\circ$  почти вдвое больше по сравнению с инструментом с прямой стружечной канавкой ( $\omega = 0^\circ$ ).



Р и с.3. Изменение длины режущей кромки от угла спирали

С увеличением угла винтовой канавки уменьшается концентрация напряжений по режущим кромкам, улучшается тепловой баланс и, как следствие, повышается прочность зачищающих зубьев, стойкость и работоспособность метчика. При испытании метчиков с  $\omega = 12^\circ$  по жаропрочным и титановым сплавам стойкость была на 20% выше по сравнению с аналогичными конструкциями с  $\omega = 0^\circ$ .

Существенную роль в процессе резбонарезания при обработке жаропрочных сплавов играют передний  $\gamma_s$  и задний  $\alpha_s$  углы метчика. С одной стороны, эти углы не должны быть большими, так как они существенно влияют на угол заострения  $\beta$  (см. рис.1) и прочность зубьев; с другой, их следует увеличивать, так как большинство труднообрабатываемых материалов обладает повышенной пластичностью и вязкостью. Поэтому статические углы резания на метчиках в больших пределах изменять невозможно. Кинематические же углы резания можно изменять в широком диапазоне, варьируя углом наклона винтовой стружечной канавки. Это является важным резервом улучшения геометрических параметров метчиков, так как позволяет получать оптимальные значения фактических углов в процессе резания при оптимальных по прочности значениях углов в статическом состоянии.

Винтовая поверхность стружечной канавки создает наиболее благоприятные условия для отвода стружки из отверстия, исключает ее пакетирование и тем самым улучшает отвод тепла из зоны резания.

Применение спиральных метчиков обеспечивает лучшее направление инструмента в отверстия, способствует устранению перекосов и смещений, уменьшению разбивки по среднему диаметру и снижает подрезание боковых сторон профиля витков резьбы. Зубья таких метчиков входят в работу более плавно, с меньшими ударами и вибрациями, что также влияет на повышение качества нарезаемой резьбы и стойкость инструмента.

Созданные конструкции спиральных метчиков имеют в 3-4 раза больший запас прочности по сравнению со стандартными, их стойкость при обработке некоторых материалов повышается более чем в 10 раз, а производительность процесса резбонарезания - более чем на 20%. Резьба получается повышенной точности (4Н, 5Н) при чистоте обработки не ниже  $v_6 - v_7$ .

#### Л и т е р а т у р а

І. Д а н и е л я н А.М. и др. Обработка резанием жаропрочных сталей, сплавов и тугоплавких металлов. М., Машгиз, 1965.

2. Пикалов Б.И., Сарычев И.Г. Пути совершенствования конструкций и повышения работоспособности метчиков для труднообрабатываемых материалов. Сб. докладов МДНТП. Резание труднообрабатываемых материалов. М., Машгиз, 1969.
3. Пикалов Б.И., Сарычев И.Г. Влияние прочности и жесткости метчиков на их работоспособность. Сб. конференции. Надежность режущего инструмента. Киев, "Техника", 1972.
4. Резников А.Н., Пикалов Б.И., Сарычев И.Г., Гордеев А.Н. Авторское свидетельство №294694. Бюллетень изобретений № 7, 1971.
5. Резников А.Н., Пикалов Б.И., Сарычев И.Г. Момент резбонарезания при обработке титанового сплава BT3-I метчиками новой конструкции. Межвуз. сб., вып. I, Куйбышев, 1973.
6. Пикалов Б.И., Гуревич Н.Я. Тугая резьба "сталь в сталь" в системе отверстия. "Стандартизация", 1962, № 4.

И.Г. Шарков, А.В. Михайлов

#### РАЦИОНАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ И РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ ЖАРОПРОЧНЫХ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА

Жаропрочные литейные стали аустенитного класса типа 30X24H12CII и 23X12H7CII в настоящее время нашли широкое применение.

Повышенное содержание в этих сталях  $C$ ,  $Si$ ,  $Mn$ ,  $Cr$  значительно ухудшает их обрабатываемость резанием. Особое влияние оказывает кремний и углерод, образующий мелкодисперсную фазу, упрочняющую твердый раствор.

В условиях производства завода "Волгоцеммаш" механическая обработка деталей из указанных сталей производится без предварительной термической обработки, которая может улучшить обрабатываемость материалов в результате выделения мелкодисперсной карбидной фазы. Наличие аустенитной структуры, как известно, обуславливает повышенную вязкость и значительную упрочняемость сталей, вызываемую наклепом при обработке резанием [1].

Применение на операциях фрезерования колосников торцевых фрез по ГОСТу 8529-57, оснащенных сплавом BK8, не обеспечивало нормальной обработки деталей. Затрудненные условия резания и возникающие в процессе резания значительные вибрации вследствие применения нера-