

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТЧИКА НА ОТКЛОНЕНИЯ ШАГА РЕЗЬБЫ В СТАЛИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Свыше 60% деталей машин — это детали с резьбой. Статическая прочность и выносливость резьбовых соединений может изменяться на 50% и более в зависимости от точности параметров профиля резьбы и фактических значений зазоров и натягов в резьбовых парах [1]. Поэтому интерес к исследованиям точности резьбообработки закономерен, а решение по повышению точности резьб важно.

В Белорусском национальном техническом университете выполнены исследования по изучению влияния параметров четырехперого метчика М16х2 на отклонения шага резьбы в стали 45. Резьбу нарезали на вертикально-сверлильном станке 2А125 методом самозатягивания со стабилизацией осевого усилия врезания метчика. Скорость резания — 10 м/мин, смазывающе-охлаждающая жидкость — 10%-ная эмульсия из эмульсола Э2Б. Исходные параметры метчиков: длина рабочей части — 35 мм; ширина пера — 4,4 мм; передний угол $\gamma = 10^\circ$; задний угол $\alpha = 5^\circ$; угол заборной части $\varphi = 14^\circ 50'$; обратная конусность $\Delta d = 0,001$; величина затылования по профилю на угловом шаге перьев $K_1 = 0,135$ мм для метчиков типа А (затылованы по профилю на всей ширине пера) и 0,4 мм для метчиков типа Б (затылованы по профилю на 2/3 ширины пера).

От воздействия осевых сил, выталкивающих метчик из нарезаемого отверстия, боковые режущие кромки метчика, обращенные в сторону хвостовика, плотно прижимались к сопряженным (опорным) сторонам витков нарезаемой резьбы и срезали с них дополнительную стружку. Шаг резьбы по этим сторонам практически равен шагу резьбы по опорным боковым кромкам метчика. Неопорные кромки метчика постепенно уходили от формируемых ими сторон резьбы, впадины нарезаемой резьбы уширялись, средний диаметр резьбы увеличивался. По мере продвижения метчика в отверстие значения осевых сил, отнесенные к единице длины опорных кромок метчика, понижались, разбивание резьбы и уширение впадин от первого к последнему нарезаемому витку уменьшались, шаг резьбы по неопорным сторонам становился меньше шага резьбы метчика, самые большие отклонения имели место на первых нитках. Отклонения шага определены расчетом по значени-

ям уширения впадин на каждом витке резьбы, которые в свою очередь вычислены по результатам измерения специальным прибором [2] собственно среднего диаметра резьбы. Два первых и последних витка в расчет не принимались, так как погрешности резьбы на этих витках стандартом не регламентируются. Результаты исследований сведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние параметров метчика на отклонения шага
нарезаемой им резьбы в стали 45

Параметры метчика	Отклонения шага резьбы, мкм																
	на витках							накопленные									
	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9			
	Нарезание метчиками типа																
	А							Б							А	Б	
γ	5	-	-	-	-	-	-	6	4	1	0	0	0	0	-	141±8,6	141±8,6
	10	35	33	25	23	17	8	0	4	1	0	0	0	0	-	5±1,3	5±1,3
	15	-	-	-	-	-	-	4	1	0	0	0	0	0	-	5±1,3	5±1,3
	20	19	18	14	13	9	7	6	5	4	3	2	1	0	0	86±7,2	15±3,5
	30	23	20	15	12	8	7	2	12	8	5	5	2	1	0	87±6,1	33±7,6
α	5	35	33	25	23	17	8	0	4	1	0	0	0	0	0	141±8,6	5±1,3
	10	34	27	22	14	7	4	2	5	4	3	2	2	0	1	110±7,4	13±1,5
	15	42	34	29	23	14	7	1	2	1	0	0	0	0	0	150±4,4	3±1,8
φ	9°50'	28	24	18	15	14	8	3	2	2	0	0	0	0	0	110±3,2	4±1,3
	14°50'	35	33	25	23	17	8	0	6	5	4	1	1	0	0	141±8,6	17±2,0
	18°	34	27	26	22	21	16	12	6	2	1	0	0	0	0	158±6,9	9±1,5
	25°20'	36	35	33	24	14	6	2	5	3	0	0	2	1	1	150±4,0	4±1,4
	39°50'	34	32	30	28	23	10	4	11	9	7	6	3	1	0	161±9,8	37±5,8
α'	-30	-	-	-	-	-	-	3	1	1	0	0	1	0	-	6±1,8	6±1,8
	0	35	33	25	23	17	8	0	4	1	0	0	0	0	0	141±8,6	5±1,3
	+15	31	29	25	19	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	119±4,6	0±1,3
	+30	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1±2,4	0±1,0
K _г , мм	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0±1,0	0±1,0
	0,036	12	10	7	3	3	0	0	4	1	1	0	0	0	0	33±4,0	6±1,5
	0,135	35	33	25	23	17	8	0	4	1	1	0	0	0	0	141±8,6	5±1,5
Δd	0,0003	28	22	21	19	17	12	11	1	0	0	0	0	0	0	130±15,5	1±1,0
	0,0010	35	33	25	23	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	141±8,6	0±1,0
	0,0019	34	31	24	22	15	12	5	0	0	0	0	0	0	0	143±6,1	1±1,0

Примечание: у метчиков типа Б K_г = 0; 0,2; 0,4, соответственно.

Накопленные ошибки шага резьбы дополнительно представлены графически на рис. 1.

В условиях опыта местные ошибки шага резьбы изменялись от нуля до 42 мкм, а накопленные — от нуля до 161 мкм. Местные отклонения шага резьбы, нарезанной метчиками типа Б, от двух до тридцати раз меньше, чем у нарезанной метчиками типа А, а накопленные меньше до 140 раз при всех прочих равных условиях. Объясняется это меньшей чувствительностью метчиков типа Б к воздействию осевых сил, так как они опираются на резьбу не боковыми режущими кромками, а развитыми незатылованными опорными площадками.

Характер изменения накопленных ошибок шага резьбы в зависимости от параметров метчика такой же как и характер изменения среднего диаметра и определяется теми же причинами [3].

Влияние угла заборной части φ связано с радиальными силами. Меньшие отклонения шага (см. рис. 1) получены при малых значениях вектора суммы радиальных сил, когда разность суммарной длины главных режущих кромок на противоположных перьях метчика мала. Влияние остальных параметров метчика определяется осевыми силами.

С увеличением переднего угла γ , заднего угла α и угла наклона стружечных канавок ω до $+30^\circ$ уменьшаются осевые силы и вместе с ними разбивание размеров и отклонения шага резьбы, нарезанной метчиками типа А. Только с увеличением заднего угла свыше 15° отклонения шага растут по причине преобладающего влияния радиальных смещений метчика, которые облегчаются с увеличением α .

Метчики типа Б практически не чувствительны к осевым силам. Поэтому влияние α и ω таких метчиков незначительное, а влияние затылывания по профилю K_1 практически отсутствует. Увеличение отклонений шага резьбы, нарезанной метчиками типа Б с $\gamma > 15^\circ$, объясняется заметным уменьшением опорных незатылованных площадок на боковых сторонах резьбы метчика.

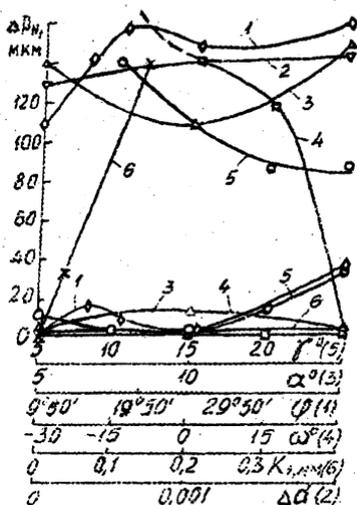


Рис. 1. Изменение накопленной ошибки шага резьбы в зависимости от параметров метчика: кривые с нумерацией в верхней зоне получены метчиками типа А, а в нижней — метчиками типа Б

Влияние затылования по профилю метчиков типа А очень сильное. С увеличением затылования ошибки шага растут, так как облегчается внедрение опорных режущих кромок метчика в тело витков нарезаемой резьбы. Обратная конусность проявляет себя через геометрическое изменение шага резьбы метчика по опорным боковым кромкам.

Местные ошибки шага по отдельным виткам резьбы в зависимости от параметров метчика не всегда повторяют характер изменения накопленных ошибок, так как они зависят не только от величины, а и от интенсивности разбивания резьбы по длине отверстия.

Таким образом, отклонения шага нарезаемой резьбы связаны с нарушением закона винтового движения метчика под действием осевых и радиальных сил. Значительное ослабление влияния осевых сил возможно при условии замыкания сил на механизм станка, например, в случае нарезания резьбы по резьбовому копиру с жестким в осевом направлении креплением метчика в шпинделе станка, или при использовании метчиков, лишенных способности резать опорными кромками (незатылованные по профилю, затылованные по профилю не на всей ширине пера, с опорными горбообразными элементами на боковых сторонах резьбы), а также метчиков, развивающих необходимую осевую силу по подаче метчика (с правыми винтовыми стружечными канавками для правой резьбы, в конкретном случае $\omega = 30^\circ$).

Уменьшения влияния радиальных сил можно достичь ограничением радиальных колебаний метчиками внешними устройствами или усилением его радиального защемления, например, опорными горбообразными элементами на затылочных поверхностях заборной части метчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якушев А.И., Мустаев Р.Х., Мавлютов Р.Р. Повышение прочности и надежности резьбовых соединений. — М., 1979, — 215 с.
2. Шагун В.И., Фельдштейн Э.И. Прибор для измерения внутренних резьб // Измерительная техника. — 1963. — № 7, — С.7–10.
3. Шагун В.И. Влияние геометрических и конструктивных параметров машинных метчиков на размеры резьбы, нарезаемой в стали // В сб.: Резьбообразующий инструмент. — М., 1968. — С. 229–241.