

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Г. А. АРУТЮНЯН

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ГЛУБИНЫ НАКЛЕПА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ПРИ РЕЗАНИИ

Определение глубины наклепа обработанной поверхности аналитическим способом, связывающее ее величину с режимами резания и геометрическими параметрами резца, имеет большое практическое значение.

Для решения этого вопроса необходимо в первую очередь разработать схему пластической деформации металла в подрезцовой и подрезцовой зонах. Область пластической деформации, охватывающая эти зоны, может быть построена при следующих допущениях: 1) существует единственная плоскость сдвига, положение которой относительно линии среза определяется углом сдвига β ; 2) стружка пластически не деформируется, причем она и резец составляют одно целое, при протекании деформации металла в условиях плоской деформации. В принятых допущениях задачу можно решить используя метод линий скольжения и гипотезу жестко-пластического материала.

Сетка линий скольжения построена в зоне резания в подрезцовой зоне при вдавливании жесткого пуансона, имеющего определенный профиль, в пластическое тело (обрабатываемый металл).

Важно отметить, что этот профиль состоит из границы срезаемого слоя и стружки дуги, образованной вследствие наличия радиуса округления резца r и линии, представляющей собой ширину фаски износа на задней поверхности резца z .

Следует отметить, что рассмотренная схема деформации металла определяет элементное и циклическое образование стружки. Очевидно, что при этом сетка линий скольжения будет действительна только после сдвига элемента срезаемого слоя по плоскости сдвига.

Таким образом, построенная нами пластическая область говорит о том, что существует зона стружкообразования и что деформация металла впереди резца и под резцом тесно связаны друг с другом.

Наличие зоны стружкообразования, показывающее распространение пластической деформации далеко вперед резца и под резцом, экспериментально установлено рядом советских и зарубежных исследователей.

Согласно принятой схеме деформации металла определяется глубина распространения пластической деформации за линией среза при свободном резании:

$$h_{nc} = \frac{\sin 45^\circ \cdot \sin (45^\circ + \beta) (a - 2\rho \cdot \sin^2 \beta/2)}{\sin \beta} - a \frac{2\rho \cdot \sin 45^\circ \cdot \sin \beta/2}{\sin (90^\circ - \beta/2)} + \left(\frac{a - 2\rho \cdot \sin^2 \beta/2}{\sin \beta} \right) \sin 45^\circ [1 - \sin (45^\circ + \beta)] + \rho \cdot \sin 45^\circ \text{ мм.} \quad (1)$$

Для определения глубины наклепа при несвободном резании принимается, что схема деформации металла в главной секущей плоскости (несвободное резание) аналогична свободному резанию. Исходя из этого, глубина наклепа при несвободном резании может быть подсчитана формулой, представленной ниже:

$$h_{nc} = \left\{ \frac{\sin 45^\circ \cdot \sin (45^\circ + \beta) (a - 2\rho \cdot \sin^2 \beta/2)}{\sin \beta} - a \frac{2\rho \cdot \sin 45^\circ \cdot \sin \beta/2}{\sin (90^\circ - \beta/2)} + \left(\frac{a - 2\rho \cdot \sin^2 \beta/2}{\sin \beta} \right) \cdot \sin 45^\circ [1 - \sin (45^\circ + \beta)] + \rho \cdot \sin 45^\circ \left| \frac{\cos \varphi_1}{\cos (\varphi - \varphi_1)} \right| \right\} \text{ мм.} \quad (2)$$

При выводе этой формулы учитывается, что в направлении действительного схода стружки по передней поверхности резца пластическая деформация за линией среза имеет наибольшее распространение.

Вышеприведенное выражение показывает, что глубина наклепа при несвободном резании зависит от толщины среза a , радиуса округления режущей кромки ρ , ширины фаски износа на задней поверхности резца δ , главного угла в плане φ и усадки стружки, включающей влияние остальных условий резания (скорости резания, передний угол резца и т. д.).

В формулах, показанных выше, угол сдвига β и действительный угол схода стружки по передней поверхности φ_1 определяются известными в литературе зависимостями.

При остром резе ($\delta = \rho = 0$) формула (2) принимает простой вид:

$$h_{nc} = \left| \frac{a (1 - 1.41 \sin \beta)}{1.41 \sin \beta} \right| \frac{\cos \varphi_1}{\cos (\varphi - \varphi_1)} \text{ мм.} \quad (3)$$

Ниже, в таблицах, приведены полученные нами экспериментальные значения глубины наклепа обработанной поверхности и величины глубины распространения пластической деформации за линией среза h_p подсчитанные по зависимостям (2) и (3).

Как показывают данные, для условий резания, часто применяемых в практике (высокие значения скорости резания, низкие и средние значения подачи, ширина фаски δ , радиус ρ , значения главного угла в плане $\varphi = 45^\circ$ и 60°) при обработке конструкционных пластичных материалов формулы (2) и (3), можно рекомендовать для предварительной оценки глубины наклепа обработанной поверхности.

Таблица 1

Точение, материал Ж. Арык

 $l = 1,0$ м.м, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 60^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$, $\alpha = \alpha_1 = 6^\circ$, $\epsilon = 0^\circ$, $R = \rho = 0$

$S = 0,26$ м.м об					$V = 60$ м.мин				
$V \frac{м}{мин}$	ϵ	γ°	$h_{акс}$	h_p	$S \frac{м.м}{об}$	ϵ	γ°	$h_{акс}$	h_p
8,7	7,3	7 50'	520	613	0,07	8,3	7 10'	264	180
19	7,8	7 24'	531	657	0,097	7,0	8 10'	315	213
30	7,8	7 24'	570	657	0,13	6,3	9 10'	376	239
48	7,27	7 50'	511	613	0,195	6,1	0 30'	420	350
60	6,34	9	483	517	0,26	6	9 30'	490	486
94	5,84	9 50'	430	460	0,52	5,6	11 20'	552	929
149	4,8	11 50'	352	359	0,77	4,0	14 20'	531	1017
238	4,2	13 40'	321	292					

Таблица 2

Точение, материал стУ8А

 $l = 1,0$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 60^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$, $\alpha = \alpha_1 = 6^\circ$, $\epsilon = 0^\circ$, $R = \rho = 0$

$S = 0,52$ м.м об					$V = 8$ м.мин				
$V \frac{м}{мин}$	ϵ	γ°	$h_{акс}$	h_p	$S \frac{м.м}{об}$	ϵ	γ°	$h_{акс}$	h_p
36	1,9	29 40'	145	151	0,07	4,5	13 10'	53	71
47	1,68	33 10'	126	104	0,096	4,5	13 10'	75	99
68	1,60	34 40'	110	88	0,13	3	19 10'	75	75
86	1,55	35 40'	100	77	0,195	2,5	23	91	84
107	1,50	36 40'	81	66	0,26	2,2	26	101	91
135	1,40	38 40'	65	47	0,52	2	28 20'	130	172
178	1,34	40 10'	52	32	0,87	1,7	32 50'	176	211
238	1,34	40 10'	46	32					

Таблица 3

Точение, материал ст3

 $V = 238 \frac{м}{мин}$, $S = 0,26 \frac{м.м}{об}$, $l = 1,0$ м.м, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 60^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$, $\alpha = \alpha_1 = 6^\circ$, $\epsilon = 0^\circ$

$R = \rho = 0$					$R = \rho = 0$				
γ м.м	ϵ	γ°	$h_{акс}$	h_p	γ м.м	ϵ	γ°	$h_{акс}$	h_p
0	2,9	19 48'	220	161	0	2,9	19 48'	220	161
0,2	2,85	20	285	267	0,1	2,96	19 30'	233	181
0,5	2,7	21 18'	361	416	0,2	3,12	18 30'	258	211
0,8	2,65	21 42'	383	578	0,3	3,3	17 30'	267	244
0,9	2,6	22	400	629	0,4	3,8	15 10'	281	301
1,3	2,58	22 12'	461	849	0,5	4,5	12 48'	293	374