

Таблица 2

Размеры пор в делениях окулярной шкалы	Средние размеры пор в делениях окулярной шкалы	Количество пор данной размерной группы
0-2	1	27
2,1-4	3,05	11
4,6-6	5,3	6
6,1-8	7,05	4
8,1-10	9,05	0
10,1-12	11,05	1

пористости на наружной поверхности после шлифования  $I=0,105$ , после упрочнения она уменьшилась до  $I=0,035$ .

Алмазное выравнивание на сглаживающем режиме повышает сопротивление плазменного покрытия ХН78Т изнашиванию. Здесь нормальная сила  $P_y$  ограничена прочностью сцепления покрытия с основой. Превышение силы  $P_y$  сверх оптимальной приводит к появлению сколов и разрушению покрытия. Оптимальные ее значения в этом процессе находятся в узком диапазоне 70—150 Н.

Рекомендуется упрочнять исследуемое покрытие со скоростью  $V=60 \div 90$  м/мин, подачей  $S=0,05 \div 0,12$  мм/об. Прочность сцепления покрытия («метод штифта»)  $\sigma_c=20 \div 30$  МПа и после выравнивания на оптимальных режимах практически не меняется.

Эксплуатационные испытания подтвердили возможность успешного применения плазменного покрытия ХН78Т в сочетании с алмазным выравниванием для восстановления изношенных деталей насосного оборудования.

Поступила в редколлегию 15.09.87

УДК 621.941.1 Резцы и инструмент 1988 №40

С. В. ГРУБЫН

### ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗЦОВ СБОРНЫХ, ОСНАЩЕННЫХ ПЛАСТИНАМИ ИЗ БЕЗВОЛЬФРАМОВЫХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

На машиностроительных предприятиях широко применяются резцы сборные, изготовленные с использованием безвольфрамовых твердых сплавов (БВТС). Конструктивно такие резцы не отличаются от стандартных, оснащенных вольфрамсодержащими твердосплавными пластинами. Номенклатура выпуска режущих пластин из БВТС [1] предопределяет использование резцов конструкции ВНИИинструмента, например с клиновым зажимом (ГОСТ 21151-75), или конструкции ЗИЛ с креплением типа «косая тяга» [2] режущих пластин с отверстием и стружколомающими канавками на одной стороне.

С целью повышения эффективности наружного продольного точения сталей исследовали резцы токарные сборные проходные

Форму СКТБ КИ 2333

конструкции ЗИЛ, оснащенные сменными многогранными пластинами шестигранной формы с углом  $80^\circ$  (неправильной трехгранной) 02114-100412 ГОСТ 19048-80 ( $\varphi=90^\circ$  и  $60^\circ$ ), квадратной — 03114-150412 ГОСТ 19052-80 ( $\varphi=45^\circ$ ) и пятигранной — 10114-110416 ГОСТ 19065-80 ( $\varphi=45^\circ$ ) из сплава марки КНТ16. Стружко-

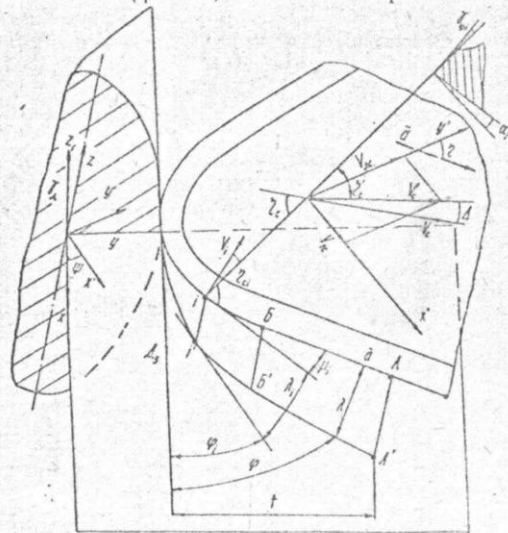


Рис. 1. Схема углов и векторов, поясняющих способ определения геометрических параметров реза и угла схода стружки

ломающие канавки на передних поверхностях пластин в сечениях, перпендикулярных главной режущей кромке, имели форму лунки с радиусом 1,7 мм. Ширина фасок, отобранных для опытов пластин, равномерна вдоль режущих кромок — 0,2—0,3 мм. Режущие пластины контролировали по линейным размерам, наличию дефектов (сколов, выкрашиваний) и шероховатости рабочих и опорных поверхностей согласно ГОСТ 19086-80. Радиусы округления режущих кромок пластин в исходном состоянии — 21—31 мкм.

Как показали экспериментальные исследования, на режущие свойства резцов сборных с пластинами из БВТС существенно влияет ряд факторов: угол схода стружки, геометрические параметры, толщина срезаемого слоя и др. Влияние указанных факторов изучалось в условиях, характерных для использования сменных многогранных пластин из БВТС, когда в работе участвует как прямолинейный, так и криволинейный (радиусный) участок режущей кромки.

Направление схода стружки по передней поверхности сменной многогранной пластины задавалось углом схода между вектором суммарной скорости стружки и перпендикуляром к главной режущей кромке.

На рис. 1 показана система координат  $x'y'z'$ , связанная с заготовкой, и система  $x''y''z''$ , связанная с режущей пластиной и полученная путем поворота системы вокруг оси  $z$  на угол  $\psi$  и вокруг оси  $x'$  на угол  $\gamma_a$ . Углы установка пластины в корпусе реза  $\gamma_a$ ,  $\psi$ ,  $\eta$  (угол  $\eta$  — между осью  $y'$  и прямолинейным участком главной режущей кромки) определяют по рабочим чертежам и известны для типовых конструкций резов [3]. Формулы [3] позволяют определить углы  $\alpha$ ,  $\gamma_\phi$ ,  $\varphi$ ,  $\lambda$  (см. рис. 1) и аналогичные углы на прямолинейном участке вспомогательной режущей кромки в зависимости от углов  $\gamma_a$ ,  $\psi$ ,  $\eta$ .

С целью определения геометрических параметров резов на радиусном участке режущей кромки введена угловая координата  $\mu$  и по аналогии с [3] получена система формул для расчета углов на элементарном участке, которая после выполненных преобразований и упрощений имеет вид

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_i &= -\operatorname{tg} \gamma_a \sin(\eta + \mu_i); \\ \operatorname{tg} \gamma_{\phi_i} &= \operatorname{tg} \gamma_a \sin(\eta + \mu_i); \\ \sin \varphi_i &= \sin(\eta + \mu_i) \sin \psi + \cos(\eta + \mu_i) \cos \gamma_a \cos \psi; \\ \sin \lambda_i &= -\sin \gamma_a \cos(\eta + \mu_i). \end{aligned} \quad (1)$$

В соответствии с формулами (1) углы изменяются вдоль радиусного участка режущей кромки, причем наиболее значительно — угол в плане  $\varphi_i$  и наклона кромки  $\lambda_i$ .

Вектор суммарной скорости схода стружки по передней поверхности вычислялся с учетом допущений: условный угол схода стружки на элементарном участке режущей кромки  $\operatorname{tg} \eta_c = \operatorname{tg} \lambda_i \cos \gamma_{\phi_i}$ , значение элементарного вектора скорости схода стружки пропорционально толщине среза на элементарном участке режущей кромки [4]:

$$V_i = V_{AB} a_i / a_{AB} = V_{AB} \sin \varphi_i / \sin \varphi,$$

где  $V_{AB}$  — скорость схода стружки по прямолинейному участку AB; результирующий вектор скорости схода стружки находится как сумма элементарных векторов.

Проекции результирующего вектора скорости схода стружки на оси  $o'x'$  и  $o'y'$  (лежащие в передней плоскости пластины) соответственно равны

$$\begin{aligned} V_{1c} &= -\left\{ \sum_{i=1}^k [\sin \varphi_i \cos(\eta + \mu_i - \eta_{ci})] + \right. \\ &\quad \left. + m \sin \varphi \cos(\eta - \eta_{cAB}) \right\} V_{AB} / \sin \varphi; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} V_{2c} &= \left\{ \sum_{i=1}^k [\sin \varphi_i \sin(\eta + \mu_i - \eta_{ci})] + \right. \\ &\quad \left. + m \sin \varphi \sin(\eta - \eta_{cAB}) \right\} V_{AB} / \sin \varphi; \end{aligned} \quad (3)$$

где  $\eta_{cAB}$  — угол схода стружки по прямолинейному участку,  $k$  — число элементарных участков на радиусной части режущей кромки,  $m$  — выбирается в зависимости от соотношения активных длин прямолинейного и радиусного участков

$$m = \{[t - r(1 - \cos \varphi)] / [r(1 - \cos \varphi)]\} k.$$

Тогда, как следует из рис. 1, угол схода стружки, град

$$\eta_c = \eta_c + \Delta = \eta - \operatorname{arc} \operatorname{ctg}(-V_{1c}/V_{2c}) + \Delta, \quad (4)$$

где угол  $\Delta$  учитывает дополнительное влияние стружколомающей канавки на направление схода стружки. Углы  $\Delta$  зависят от формы режущей пластины и практически не изменяются от глубины и подачи. В таблице приведены углы установка пластины в корпусе реза и полученные экспериментально значения углов  $\Delta$  для резов с пластинами различных форм.

Форма режущей пластины	Углы установка, град		$\varphi$ , град	$\Delta$ , град	
	$\gamma_a$	$\psi$			
02114-100412	-10	40	40	90	-10,0
02114-100412	-10	40	10	60	-9,6
03114-150412	-7,5	22	67	45	-5,5
10114-110416	-10	9	54	45	-6,5

Расчеты и анализ показали, что угол схода стружки в значительной степени изменяется в зависимости от глубины резания (рис. 2). Для малых глубин резания характерны большие отклонения стружки от перпендикуляра к главной режущей кромке. Зависимости влияния глубины резания на угол схода стружки носят аналогичный характер для резов с пластинами различных форм. Угол  $\eta_c$  по абсолютной величине снижается с уменьшением главного угла в плане реза.

Толщина срезаемого слоя определялась как средняя вдоль прямолинейного и радиусного участков режущей кромки в направлении схода стружки. Для упрощения формул практически без потери точности расчетов принималось, что углы схода стружки по передней поверхности и основной плоскости реза равны. Тогда формула для расчета эффективной (средней) толщины срезаемого слоя примет вид, мм

$$a_{\text{эф}} = \left[ \sum_{i=1}^k \sin \varphi_i / \cos(\eta_c + \mu_i) + m \sin \varphi / \cos \eta_c \right] \cdot \frac{S}{k + m} \quad (5)$$

Как следует из формулы (5), толщина срезаемого слоя изменяется пропорционально подаче. Глубина резания оказывает более сложное влияние. Для резцов с пластинами различных форм эффективная толщина увеличивается с возрастанием глубины резания, причем в значительной степени для малых глубин.

Направление схода стружки и эффективная толщина срезаемого слоя непосредственно влияют на износ и стойкость резцов.

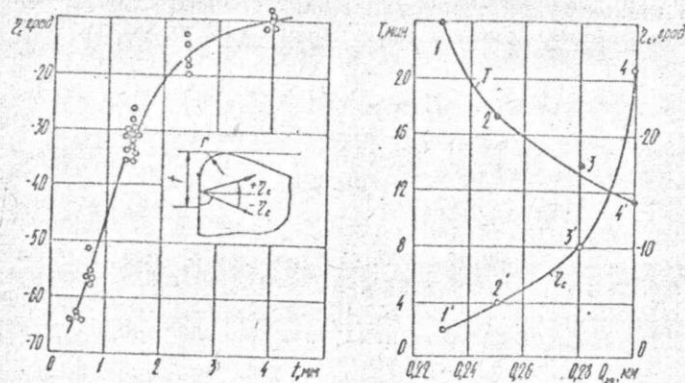


Рис. 2. Пример зависимости  $Z_{эфф}-t$  для реза с пластиной формы О2114—100412 ( $\phi=90^\circ$ )

Рис. 3. Влияние направления схода стружки и эффективной толщины среза на износ и стойкость резцов

Интенсивность износа по главной задней поверхности снижается, а стойкость резцов увеличивается при уменьшении угла схода стружки и эффективной толщины срезаемого слоя (рис. 3).

Следует отметить, что влияние эффективной толщины срезаемого слоя в широком диапазоне на стойкость проявляется сложной зависимостью. При малых толщинах среза контактные нагрузки на поверхностях лезвия действуют вблизи режущей кромки, что приводит к ее ослаблению и повышает интенсивность износа по задним поверхностям. Большие толщины срезаемого слоя вызывают увеличение абсолютных значений сил, контактных нагрузок и температуры резания, совместное действие которых заметно снижает стойкость резцов. Резцы с пластинами из сплава марки КНТ16 целесообразно применять в диапазоне эффективных толщин 0,19—0,35 мм, где справедливо стойкостное уравнение, мин

$$T = \frac{44,84}{V^{3,66} a_{эф}^{1,53}} \quad (6)$$

в котором  $V > 1,67$  м/с,  $a_{эф}$  рассчитывается в зависимости от выбранных значений глубины, подачи, геометрических параметров резцов и формы режущей пластины по (5).

Исследования показали, что угол схода стружки и эффективная толщина срезаемого слоя являются комплексными показате-

лями, характеризующими влияние элементов резания и геометрических параметров на стойкость резцов, оснащенных сменными многогранными пластинами из БВТС.

Список литературы: 1. Технологические рекомендации по применению безвольфрамовых твердых сплавов при обработке металлов резанием. М., 1979. 34 с. 2. Грубый С. В., Зверев Е. К. Режущие свойства резцов, оснащенных безвольфрамовыми твердыми сплавами // Вестн. машиностроения. 1983. № 12. С. 41—45. 3. Петрушин С. И. Расчет геометрических параметров с многогранными пластинами // Изв. вузов. Машиностроение. 1978. № 1. С. 166—172.

Поступила в редакцию 10.10.86

УДК 669.14.018.23

В. Ю. СЛЮСАРЕВ, канд. техн. наук, И. В. ЛЕЙРИХ, канд. техн. наук,  
В. Г. КОЧЕРГИН, канд. техн. наук, Н. И. БОДНЯ

#### ОБ УЛУЧШЕНИИ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Влияние предварительной, промежуточной и окончательной термообработки исследовали на сталях 20ХМ и 20ХЗМ, из которых изготавливают металлоформы диаметром до 350 мм и длиной 4—6 м.

Наружнюю поверхность металлоформ получают обточкой кованых или центробежнолитых заготовок на станках 1А660 резаками с размерами 40×60×350 мм с пластинами из Т5К10, а внутреннюю — кольцевым сверлением. Обрабатываемость изучали в цеховых и лабораторных условиях при точении образцов диаметром 50 и длиной 400 мм проходными резцами со следующей геометрией:  $\phi=90^\circ$ ,  $\phi=10^\circ$ ,  $\alpha=8^\circ$ ,  $\gamma=5^\circ$ ,  $\lambda=0$ . При обработке определяли износ реза  $h_r$ , составляющие силы резания  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$  и шероховатость обработанной поверхности  $R_a$ . Параметры процесса для условий получистового точения: глубина резания  $t=0,5; 1,25; 2,0$  мм, подача  $S=0,1; 0,25; 0,4$  мм/об., скорость резания  $V=95; 125; 157$  м/мин.

Предварительной обработкой для поковок служил отжиг при 930 °С, для центробежнолитых заготовок — при 930 и 1180 °С, промежуточной — двух- и трехкратный нагрев выше  $A_{с1}$ , выдержка и охлаждение ниже  $A_{т1}$ , термоциклическая обработка (ТЦО), окончательной — закалка от 870 °С (20ХМ) и 910 °С (20ХЗМ) в воде и отпуск при 600, 630, 660, 690 °С.

После отжига обе стали имеют феррито-перлитную структуру, обладают низкой прочностью, высокой пластичностью и ударной вязкостью ( $\sigma_b \approx 500$  МПа,  $\sigma_T \approx 300$  МПа,  $\psi \approx 65\%$ ,  $KCU \approx 160$  Дж/см<sup>2</sup>).

Наружняя обработка поковок и центробежнолитых заготовок, отожженных при 1180 °С, не вызывает особых трудностей в связи с отслаиванием корки пригара, состоящей из кварцевого глеба. Однако пластичность и вязкость стали становятся достаточно