

ISSN 0371—9901

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

—◆—
Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана

ТРУДЫ МВТУ № 364

РАЦИОНАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
С С С Р

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена
Трудового Красного Знамени высшее техническое училище им.
Н.Э. Баумана

Утверждено
редсоветом МВТУ

ТРУД: МВТУ № 334

РАЦИОНАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

Под редакцией
д.т.н., проф. Г.И.Грановского

туры резания, при применении метчиков обработанных кругами из эльбора вместо метчиков шлифованных и заточенных кругами из электрокорунда, может быть учтено поправочным коэффициентом зависящим только от скорости резания:

$$K = 0,88 v^{0,03}$$

Это снижение температуры резбонарезания объясняется вышеизложенными улучшениями элементов качества рабочих поверхностей метчиков, сформированных кругами из эльбора, по сравнению с кругами из электрокорунда. Таким образом, из всех исследованных факторов влияющих на температуру резбонарезания больше всего влияет скорость резания, затем марка острорежущей стали метчика и применение СОЖ, и меньше всего - состояние качества рабочих поверхностей метчиков. При этом, эффективность влияния СОЖ и качества рабочих поверхностей метчика на температуру резания зависят также от скорости резбонарезания.

Грубый С.В., Зверев Е.К., Петрушин С.И.

ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ СЕРОГО ЧУГУНА РЕЗЦАМИ С МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

В последние годы широкое применение находят резцы с механическим креплением сменных многогранных пластин из твердого сплава, обеспечивающие повышение производительности труда, культуру производства и более рациональное использование режущего материала.

Целью настоящего исследования являлось установление основных положений и закономерностей по управлению процессом резания при наружном продольном точении серого чугуна резцами с механическим креплением сменных многогранных пластин из различных марок инструментального материала [1].

Эксперименты проводились на заготовках-трубах из серого чугуна марки СЧ24-44, наиболее широко применяемого в машиностроении, без корки. Исследования химического состава и физико-механических свойств обрабатываемого металла в разных поперечных и продольных сечениях показали, что, они имеют достаточную однородность ($\delta_B =$

$= 25,1...28,3$ кгс/мм²; $\delta_{изг} = 44,7...52,0$ кгс/мм²; НВ 206...222; микроструктура - мелкопластинчатый перлит + отдельные мелкие зерна феррита + включения фосфидной эвтектики, графит мелкопластинчатый).

В исследованиях принимали участие резцы конструкции: ВАЗа с базированием трех- и четырехгранных пластин (с заданным углом и без него) по трем плоскостям и закреплением сверху прихватом (рис. 1)

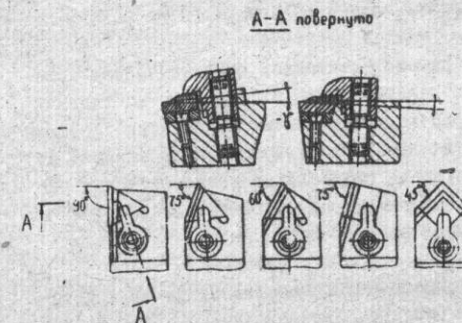


Рис 1

и ВНИИинструмента с клиновым зажимом, оснащенные трех-, четырех-, пяти- и шестигранными пластинами с отверстием и стружечными канавками с одной стороны (рис. 2) и резцы для контурного точения с параллелограммной и ромбической пластинами (рис. 3).

Материалы многогранных пластин, участвовавших в экспериментах - режущих: твердые сплавы марок ВК3, ВК6,

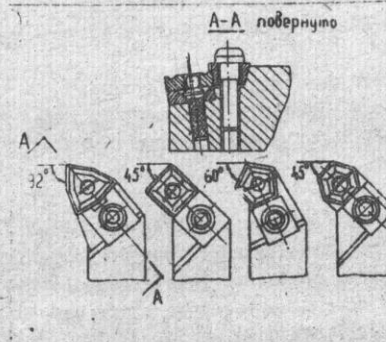


Рис. 2

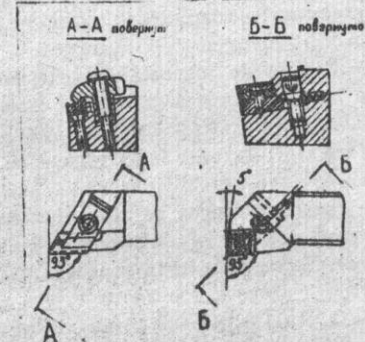


Рис. 3

ВК6-0М, ВК8 и ТТ8К6 без износостойких покрытий, ВК6 с износостой-

ким покрытием и безвольфрамовый твердый сплав марки ТН-20;
- спорных: твердый сплав марки ВК15.

Контрольные исследования качества сменных многогранных пластин различных форм и марок, проведенные во ВНИИ инструмент и Учлище, показали, что они соответствуют установленным техническим требованиям.

С целью исключения влияния возможной неоднородности заготовок и резцов, последние в процессе проведения опытов дополнительно контролировались по методике, принятой Комиссией по резанию металлов.

Анализ геометрических параметров резцов с механическим креплением сменных многогранных пластин показал, что углы на главном и вспомогательном лезвиях определяются углами ориентации пластины в гнезде корпуса резца и углы вспомогательного лезвия зависят от углов главного. Поэтому получение оптимальных геометрических параметров на исследуемых конструкциях резцов является невозможным.

Измерены величины углов режущей части резцов проверялись расчётами [2].

Экспериментальная часть работы была проведена на двух установках с токарными станками (мощные, быстрходные с плавным регулированием частоты вращения шпинделя и жесткие):

- модель I 220 для стойкостных исследований;
- фирмы "Воленберг" для исследования силы резания.

Исследование стойкости резцов проводились без применения смазывающе-охлаждающей жидкости по схеме однофакторного классического эксперимента.

Условия проведения экспериментов были приняты следующие:

- "износ - период резания - стойкость - скорость резания" от глубины резания (0,25; 0,5; 0,75; 1,00; 2; 4; 6 мм) при подаче 0,5 (или 0,2) мм/об и - от подачи (0,08; 0,12; 0,20; 0,32; 0,5; 0,62 мм/об) при глубине резания 2 (или 1) мм;
- "износ - период резания - стойкость - скорость резания" от материала сменной многогранной режущей пластины, износостойкого покрытия, формы и степени точности пластины, переднего угла, главного угла в плане и твердости чугуна при сечении срезаемого слоя: глубина резания 2 (или 1) мм и подача 0,5 (или 0,2) мм/об.

Скорости резания при принятых сечениях срезаемого слоя обеспечивали стойкость в пределах 10...90 мин.

С целью исключения систематической погрешности эксперимента

производилась рандомизация исследованных факторов.

Изношенные поверхности режущей части резца измерялись и фотографировались с помощью устройств и приборов непосредственно на станке [1, 3, 4].

Прибор для измерения износа задних поверхностей позволял производить замеры как по главной, так и вспомогательной части задней поверхности.

Устройство для изучения износа передней поверхности [4] состоит из измерительного узла (предметный столик, индуктивный дифференциальный датчик, алмазная игла и протяжной механизм) и регистрирующей аппаратуры (самомеся БВ-862, аналоговая вычислительная машина АВМ модели МН-7 - автоматизирует расчёт площади поперечного сечения лунки - и электронного автоматического потенциометра ЭПНОС-М1) и предназначено измерять линейные параметры износа, а также изношенной массы, путем профилографирования лунки на передней поверхности параллельными сечениями.

Устройство для фотографияции изношенных поверхностей использовалось для изучения общей картины протекания износа по фотографиям. Регистрирующим узлом служит микрофотонасадка МФН-3 и микроскоп МИР-1.

Составляющие силу резания измерялись трехкомпонентным тензометрическим динамометром конструкции Г.И. Грановского.

Изучение износа сменных многогранных пластин (различных твер-

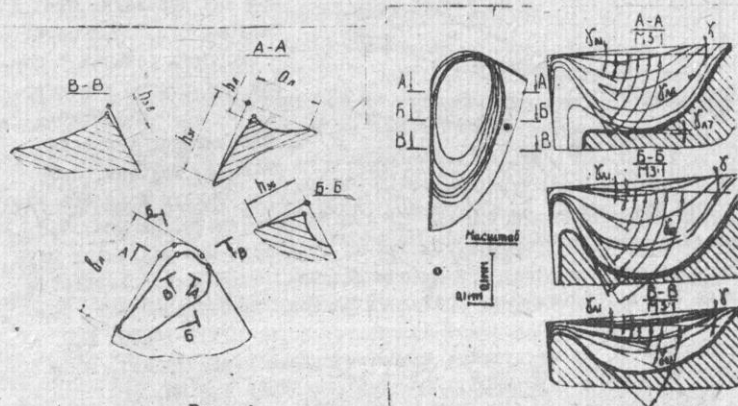


Рис. 4

Рис. 5

дых сплавов без- и с напылением, форм и геометрических параметров пластин и резаков, параметров резания и твердости обрабатываемого металла) позволило установить, что последний протекает аналогично - по задней и передней поверхностям, с опусканием режущего лезвия (рис. 4). Износ по задней поверхности пластины имеет максимум на переходной части. На передней поверхности образуется лунка каплевидной формы, ось симметрии которой перпендикулярна к направлению схода стружки. В момент выхода лунки на вспомогательную режущую кромку происходит осипание и выкрашивание переходного и образование (опускание) нового режущего лезвия. Последнее в процессе дальнейшего резания распространяется на переходное и главное лезвия, что является одной из особенностей износа сменных многогранных пластин.

На основании изучения внешнего вида, топографии (рис. 5) и линейных размеров износа (рис. 6), расчетов (удельный объем снятого металла, расход твердого сплава $-\dot{S}$) и сопутствующих значимых явлений (сколы сменных пластин, сила и шероховатость обработанной поверхности) в исследуемых условиях и производственных

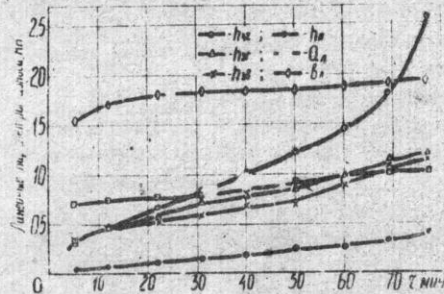


Рис. 6

испытаний [6] принят критерий допустимого износа задних поверхностей, равный 0,8 мм. Стойкостные исследования показали, что зависимость "стойкость - скорость резания" носят монотонный характер. Исследовано и установлено влияние скорости резания, глубины резания, подачи и износа на стойкость. На рис. 7, 8

приведено влияние скорости резания на стойкость при различных глубинах резания и подачах при износе пластины по задней поверхности равном 0,8 мм. Спеты были проведены резцом конструкции ВАЗ, оснащенной трехгранной пластиной правильной формы ОШХ-160408 ВК6 ГОСТ 19043-78, со следующими геометрическими параметрами: $\alpha = 5^\circ$, $\beta = -5^\circ$, $\gamma = 90^\circ$, $\lambda = 5^\circ$, $r = 0,8$ мм.

Определение влияния твердости обрабатываемого металла прово-

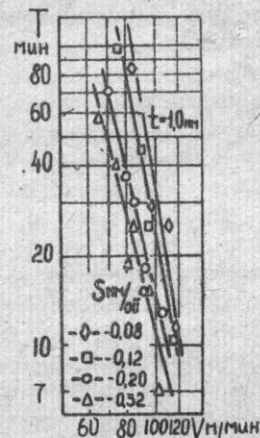


Рис. 7

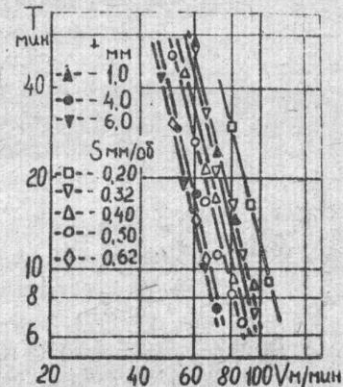


Рис. 8

дилось на чугунах исследуемых марок (СЧ 21-40 НВ 180 и СЧ 24-44 НВ 194,206 и 222) резцом конструкции ВАЗ, оснащенной пластиной с задним углом, со следующими геометрическими параметрами: $\alpha = 6^\circ$, $\beta = 5^\circ$, $\gamma = 75^\circ$, $\delta = 15^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $r = 0,8$ мм. Результаты экспериментов позволили установить поправочный коэффициент $K_{НВ}$. Результаты исследования режущих свойств пластин (заготовки НВ 194 и 216) показывают, что лучшими стабильными режущими свойствами обладают пластины твердого сплава марки ТВК6 и ВК6-Ом по сравнению с маркой ВК6. Пластины из безвольфрамового твердого сплава марки ТН-20 обладают нестабильными режущими свойствами вследствие осипания режущей кромки в начальный период резания.

Одним из способов повышения режущих свойств многогранных пластин является покрытие твердого сплава тонким слоем карбида титана. С целью выявления получаемого эффекта в исследуемых условиях были проведены стойкостные эксперименты пластинами квадратной формы с задним углом 03331-120308 ВК6 ГОСТ 19050-73, напыленными термодиффузионным способом карбидом титана. В результате получен выигрыш по стойкости примерно в 7 раз (рис. 9). Эффект обусловлен изменением характера изнашивания пластин с покрытием по сравнению с пластинами без него. Так, если у пластин без покрытия образование лунки на передней поверхности происходит сразу же в первые мо-

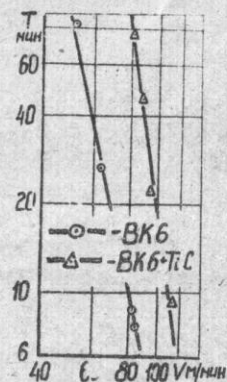


Рис. 9

менты резания, то при наличии покрытия она образуется значительно позже, при этом лункообразование происходит неравномерно. Вначале на небольшом участке передней поверхности нарушается защитное покрытие и здесь происходит интенсивное образование лунки, которая постепенно расширяется. Характерно, что и после нарушения покрытия его присутствие продолжает оказывать свое действие вследствие плавного нарастания износа. Обнаружено, что покрытие создает дополнительное сопротивление к расширению лунки и фаски износа на задних поверхностях, как бы "сжимая" их края.

Многогранные пластины высокой степени точности шлифуются не только по опорной и передней поверхностям, но и по боковым, что не может не отразиться на их режущих свойствах. Опыты показали, что более высокую стойкость (примерно в 1,2...2,0 раза) имеют пластины, шлифованные по всем плоскостям (рис. 10).

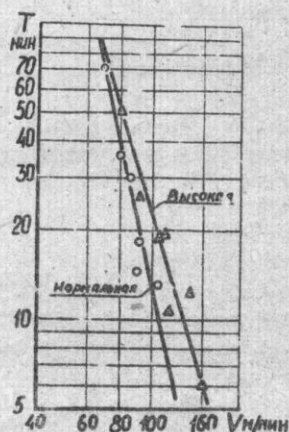


Рис. 10

Из геометрических параметров резцов с многогранными пластинами установлено влияние переднего угла, формы многогранной пластины, углов реза в плане на стойкость и скорость резания.

Анализ стойкостных зависимостей резцов конструкции ВАЗ, оснащенные пластинами без задних углов (отрицательный $\psi = -5^\circ$) и пластинами с задним углом (положительный $\psi = 5^\circ$) показывает, что трехгранные пластины с задним и без заднего угла при стойкости более 40 мин имеют одинаковые режущие свойства. При меньших значениях стойкости некоторое преимущество имеют резцы с положительным передним углом. В отличие от этого, квадратные пластины с зад-

ним углом обладают меньшей стойкостью по сравнению с пластинами без задних углов. Из изложенного можно сделать вывод, что исследуемый чугуном одинаково хорошо обрабатывается как резцами с положительными, та: и с отрицательными передними углами. Наблюдаемое различие в стойкости вызвано не только изменением переднего угла, но и других геометрических параметров при переходе от одной формы к другой. Вследствие этого, влияние переднего угла в общей формуле скорости резания учитывалось поправочными коэффициентами g_1 формы пластины.

Ряд конструкций резцов с многогранными пластинами, в том числе и конструкции ВАЗ, оснащаются одинаковыми режущими пластинами, но имеют различные углы в плане. Резцы с трехгранными пластинами правильной формы имеют три уровня главного и соответственно вспомогательного угла в плане: $\varphi = 90^\circ, 75^\circ$ и 60° ($\varphi_1 = 30^\circ, 45^\circ$ и 60°). Опыты показали, что как для пластин без заднего угла, так и для пластин с задним углом, с уменьшением φ (увеличением φ_1) стойкость повышается.

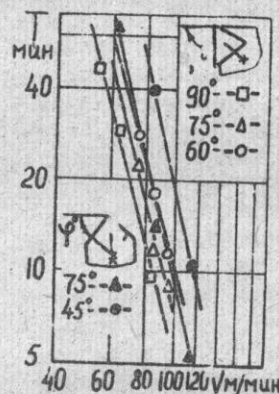


Рис. 11

стойкость повышается. Аналогичная картина наблюдается и у резцов, оснащенных квадратными пластинами, с двумя значениями φ : 75° и 45° (рис. 12). Результаты аппроксимации частных зависимостей "стойкость - скорость резания" установлено, что учесть влияние угла φ в виде непрерывного аргумента не удается и задача решена с помощью поправочных коэффициентов.

Изследование влияния формы многогранной пластины на стойкость проводилось резцами конструкции ВАЗ и ВНИИинструмент. Резцы конструкции ВНИИинструмент были объединены в две группы. В первую вошли резцы, отличающиеся числом граней многогранной пластины (трех-, четырех-, пяти- и шестигранные), и во вторую группу вошли резцы с пластинами неправильной трехгранной, ромбической и параллелограммной формы, которые имеют близкие значения главного угла в плане: соответственно $\varphi = 92^\circ, 95^\circ$ и 98° . Результаты стойкостных опытов приведены на рис. 12, 13, из которых следует,

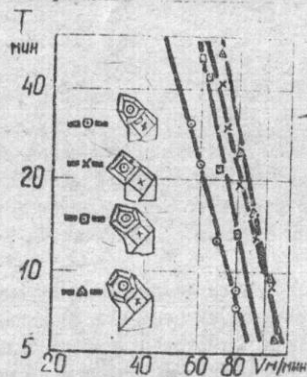


Рис. 13

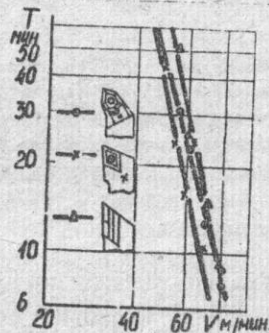


Рис. 13

что с увеличением степени гранности пластины стойкость увеличивается. Из этой закономерности выпадает пластина пятигранной формы, имеющая в отличие от четырех- и шестигранной пластины большой угол в плане φ . Из второй группы наименьшей стойкостью обладает пластина ромбической, а наибольшей — параллелограмной формы.

Сравнение резцов, оснащенных пластинами с отверстием и стружечными канавками, с резцами конструкции ВАЗ показало, что средний уровень стойкости для пластин со стружечными канавками и фаской по периметру ниже, чем у пластин с плоской передней поверхностью. Очевидно, что при обработке серого чугуна плоская форма передней поверхности является наиболее целесообразной.

При изучении износа многогранных пластин было отмечено, что стойкость резца можно повысить путем повышения степени равномерности износа лунки. Для этого использована трехгранная пластина правильной формы с задним углом, вершины которой были заточены, как показано на рис. 14. Угол заточки прямолинейного участка был принят равным измеренному углу наклона оси симметрии лунки, образующейся при работе пластины с нормально закругленной вершиной. Результаты опытов показывают (см. рис. 14), что за счет этого можно повысить стойкость примерно на 40%.

Обобщенная формула для влияния всех исследованных факторов получена путем объединения частных зависимостей и поправочных коэффициентов

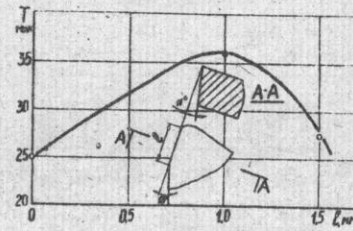


Рис. 14

$$V = \frac{C_v h_s^z}{T^m t^x S^y} K_v, \text{ м/мин. (I)}$$

Значения постоянной и средние значения показателей степени в формуле (I) приведены в табл. I.

Таблица I

Подача, мм/об	C_v	m	x	y	z
$\geq 0,25$	118,6	0,24	0,18	0,88	0,16 1)
$\leq 0,25$	180,0	0,19	0,14	0,18	0,27 2)

При износе по задней поверхности резца: 1) от 0,8 до 2,0 мм и 2) от 0,8 до 0,8 мм

где $K_v = K_{НВ} \cdot K_{ТС} \cdot K_{ИП} \cdot K_{СП} \cdot K_{ФП} \cdot K_{\varphi}$.

Поправочные коэффициенты в формуле (I) учитывают:

- $K_{НВ}$ — твердость серого чугуна;
- $K_{ТС}$ — марку твердого сплава;
- $K_{ИП}$ — износостойкое покрытие пластины твердого сплава;
- $K_{СП}$ — состояние поверхностей твердосплавной пластины;
- $K_{ФП}$ — форму пластины;
- K_{φ} — главный угол в плане резца.

Значения коэффициентов приведены в табл. 2, 3, 4, 5 и 6.

Таблица 2.

Значение коэффициента $K_{НВ}$

НВ	185	200	214	230
$K_{НВ}$	1,10	1,05	1,00	0,97

Таблица 3.

Значение коэффициента K_{TC}

Марка твердого сплава	ВК8	ВК6	ВК6-0М	ВК3	ТТ8К6	ТН-20
K_{TC}	0,85	1,00	1,15	1,02	1,20	0,80...1,15

Примечание. Значение коэффициента K_{TC} приведено при подаче $S \leq 0,25$ мм/об.

Таблица 4.

Значение коэффициента $K_{ип}$

Износостойкое покрытие	ВК6	ВК6 + Т1С
$K_{ип}$	1,00	1,15

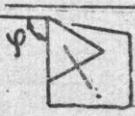
Таблица 5.

Значение коэффициента $K_{спп}$

Состояние поверх- ностей пластины	Шлифование по ленточке или передней опорной	с черной и боковой
$K_{спп}$	1,00	1,05

Таблица 6.

Значение коэффициентов $K_{фл}$ и K_{ψ}

Тип реза (схема)	Форма пластины	$K_{фл}$	Угол, град.		K_{ψ}
			ψ	ψ_1	
1	2	3	4	5	6
	Правильная треугольная	1,00	90	30	1,00
			75	45	1,08
			60	60	1,22

Продолжение таблицы 6.

1	2	3	4	5	6
	Правильная треугольная с задним углом	1,02	90	30	1,00
			75	45	1,08
	Квадратная	1,27	60	60	1,22
			75	15	1,00
	Квадратная с задним углом	1,09	45	45	1,28
			75	15	1,00
	Неправильная треугольная с отверстием и стружечными канавками	0,95	45	45	1,81
			92	8	-
	Квадратная с отверстием и стружечными канавками	1,28	45	45	-
			45	45	-
	Пятигранная с отверстием и стружечными канавками	1,19	60	12	-
			60	12	-
	Шестигранная с отверстием и стружечными канавками	1,40	45	15	-
			45	15	-
	Ромбическая с отверстием и стружечными канавками	0,94	95	5	-
			95	5	-
	Параллелограм- ная со стружеч- ными канавками справа	0,98	98	32	-
			98	32	-

Формула (I) справедлива в следующих диапазонах изменения аргументов: $T = 10 \dots 90$ мин, $t = 0,25 \dots 6$ мм, $S = 0,08 \dots 0,62$ мм/об, $h_3 = 0,3 \dots 2$ мм, НВ 180...222.

Силовые исследования имели целью выявить влияние параметров резания и геометрии реза на составляющие силу резания и определить энергозатраты при обработке серого чугуна резами с механическим креплением сменных многогранных твердосплавных пластин. Исследовалось влияние режимов резания, переднего угла, главного угла в плане, формы пластины, радиуса при вершине и износа реза.

Влияние режима резания исследовалось резами конструкции ВАЗ, оснащенных трехгранной пластиной правильной формы с задним углом $\gamma = 60^\circ$ (О1831-160308 ГОСТ 19045-80) из твердого сплава марки ВК6, со следующими геометрическими параметрами: $\alpha = 6^\circ$; $\gamma = 6^\circ$; $\varphi = 90^\circ$; $\varphi_f = 80^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $r = 0,8$ мм. Базовое сочетание режимов резания: $v = 60$ м/мин; $t = 2$ мм; $S = 0,57$ мм/об. Работа без СОЖ.

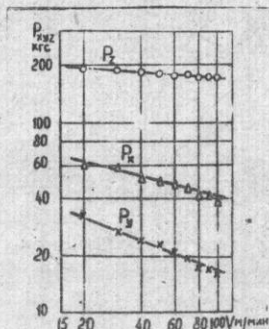


Рис. 15

Скорость резания изменялась в пределах 20...100 м/мин при $t = 2$ мм и $S = 0,57$ мм/об. Опыты показали, что с увеличением скорости резания все составляющие силу резания монотонно уменьшаются, причём медленнее всех составляющих P_z , а интенсивнее P_y (рис. 15). Исследование параметров срезаемого слоя проводилось при следующих значениях глубины резания: 1; 1,5; 2; 3 и 4 мм, подачи: 0,23; 0,36; 0,46; 0,57 и 0,71 мм/об. Увеличение глубины ре-

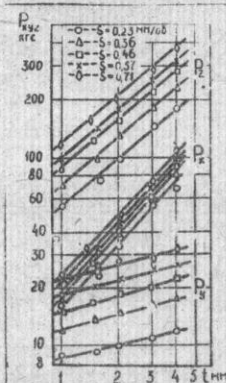


Рис. 16

зания и подачи приводит к монотонному увеличению всех составляющих силу резания (рис. 16).

Резы конструкции ВАЗ с отрицательным передним углом $\gamma = -5^\circ$ дают по сравнению с резами с положительным передним углом $\gamma = +5^\circ$ увеличение составляющих силу резания: P_z - в 1,12 раза, P_y - в 1,69 раза и P_x - в 1,48 раза.

Уменьшение главного угла в плане ($90^\circ, 75^\circ, 60^\circ$) при постоянном угле при вершине 60° у резов конструкции ВАЗ, оснащенных трехгранной пластиной, приводит к значительному увеличению P_y и снижению P_x как при положительных, так и отрицательных передних углах γ . Закономерности в изменении P_z в исследованном диапазоне углов в плане обнаружить не удалось (рис. 17).

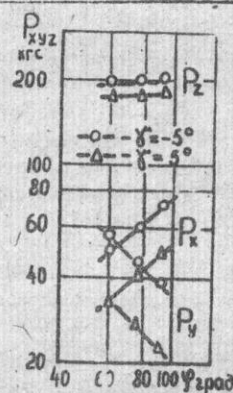


Рис. 17

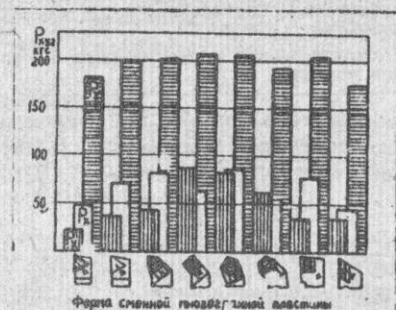


Рис. 18

Влияние формы сменной многогранной пластины исследовалось резами конструкции ВАЗ и конструкции ВНИИинструмента. Зависимость составляющих силу резания от формы пластины носит довольно сложный характер (рис. 18). Последнее вызвано тем, что влияние формы связано с влиянием остальных геометрических параметров, получаемых при ориентации сменной пластины в корпусе реза. Учитывая, что способ ориентации для каждой формы сменной пластины различен, выявить отдельно влияние формы невозможно. Поэтому форма сменной многогранной пластины и связанные с ней геометрические параметры реза учитывались с помощью поправочных коэффициентов, приведенных в табл. 7.

Таблица 7.

Форма сменной многогранной пластины	Поправочный коэффициент		
	$K_{фгPz}$	$K_{фгPy}$	$K_{фгPx}$
Правильная трехгранная с задним углом	1,00	1,00	1,00
Правильная трехгранная	1,12	1,69	1,48
Неправильная трехгранная с отверстием и стружечными канавками	1,10	2,00	1,36
Квадратная с отверстием и стружечными канавками	1,14	2,95	1,08
Пятигранная с отверстием и стружечными канавками	1,12	3,89	1,42
Шестигранная с отверстием и стружечными канавками	1,05	2,84	0,95
Ромбическая с отверстием и стружечными канавками	1,11	1,66	1,31
Параллелограмная со стружечными канавками правая	0,96	1,64	0,73

Увеличение радиуса пр. вершине реза конструкции ВАЗ с пластиной правильной трехгранной формы без заднего угла несколько снижает P_z , увеличивает P_y и уменьшает P_x (рис. 19).

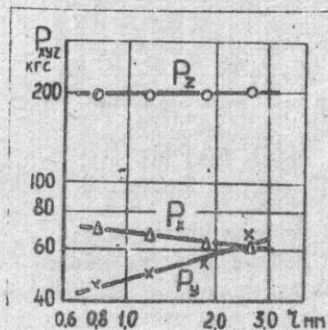


Рис. 19

Ближние износа задней поверхности сменной пластины на составляющие силу резания показали, что зависимость носит сложный харак-

тер (рис. 20). Поэтому влияние износа учитывалось поправочными коэффициентами, величины которых приведены в табл. 8

Таблица 8.

Износ задней поверхности, мм	Поправочный коэффициент		
	K_{hPz}	K_{hPy}	K_{hPx}
0,0	1,0	1,0	1,0
0,5	1,01	0,85	0,97
0,8	1,02	0,75	0,87
1,0	1,04	0,80	0,94
1,2	1,11	1,45	1,39
1,5	1,27	1,65	1,48

Обобщенные формулы для расчета составляющих силу резания имеют вид:

$$P_z = 192,8v^{-0,07} \cdot t^{0,86} \cdot S^{0,68} \cdot r^{0,01} \cdot K_{фгPz} \cdot K_{hPz}, \text{ кгс}$$

$$P_y = 16384,0v^{-0,14} \cdot t^{0,29} \cdot S^{0,78} \cdot r^{0,30} \cdot \varphi^{-0,93} \cdot K_{фгPy} \cdot K_{hPy}, \text{ кгс}$$

$$P_x = 1,83v^{-0,27} \cdot t^{0,13} \cdot S^{0,36} \cdot r^{0,10} \cdot \varphi^{0,90} \cdot K_{фгPx} \cdot K_{hPx}, \text{ кгс}$$

ПРИМЕЧАНИЕ. Угол φ и r учитывать только для резов конструкции ВАЗ. Для резов конструкции ВНИИ принимать угол $\varphi = 90^\circ$ и $r = 0,8$ мм.

Энергозатратами при точении серого чугуна резцами с механическим креплением сменных многогранных пластин, в соответствии с предложением Г.И. Грановского, является расход количества электроэнергии на снятие одного килограмма стружки:

$$H_{эз} = \frac{N \cdot \tau}{W \cdot \lambda} \quad \frac{\text{кВт. час}}{\text{кг}}$$

где N — мощность затрачиваемая на резание, кВт;
 τ — период резания, час;
 W — объем снятой стружки за период резания, м³;
 λ — плотность обрабатываемого металла, кг/м³.

Применительно к исследуемому процессу развернутая формула энергозатрат имеет вид:

$$H_{33} = 0,0735U^{-0,07} \cdot t^{-0,15} \cdot S^{-0,32} \cdot K_{фгР_2} \cdot K_{нР_2}, \frac{\text{кВт час}}{\text{кг}}$$

Формулы для расчёта остающихся силу резания и энергозатрат справедливы в следующем диапазоне изменения аргументов: $U = 20 \dots 100$ м/мин, $t = 1 \dots 4$ мм, $S = 0,23 \dots 0,71$ мм/об, $\varphi = 60^\circ \dots 30^\circ$, $r = 0,8 \dots 2,6$ мм; $h_3 = 0 \dots 1,5$ мм и для пластин исследуемых форм.

Основные выводы по работе

1. Установлены следующие особенности износа сменных многогранных твердосплавных пластин при наружном продольном точении серого чугуна: превалирующий износ расположен на переходной задней поверхности; износ передней поверхности имеет вид лунки каплеобразной формы; опускание режущих лезвий начинается на вспомогательной и распространяется на переходное и главное режущие лезвия.
2. На основе изучения закономерностей изнашивания и сопутствующих ему признаков установлен критерий допустимого износа задней поверхности сменных многогранных пластин из твердого сплава марки ВК6 - $h_3 = 0,8$ мм.
3. Получить оптимальные значения углов сборного резца не представляется возможным, так как углы вспомогательного и переходного режущих лезвий определяются углами главного лезвия.
4. Режущие свойства резцов могут быть повышены за счёт:
 - установления оптимальных углов ориентации режущей пластины в корпусе резца;
 - наличия на переходном режущем лезвии пластины прямолинейного участка определенных размеров;
 - применение сменной многогранной пластины с плоской передней поверхностью без заднего угла;
 - износостойкого покрытия режущих пластин карбидом титана.
5. Предложены развернутые формулы для расчёта скорости резания, составляющих силу резания и энергозатрат в зависимости от исследованных факторов для условий мехоперационного наружного продольного точения серых чугунов резцами токарными сборными переходными с механическим креплением сменных многогранных твердосплавных пластин.

Литература

1. Грубый С.В., Зверев Е.К., Петрушин С.И. Материалы по исследованию режущих свойств сборных резцов при обработке серого чугуна. М., МВТУ. Кафедра "Теория механической обработки и инструментов". 1975-1980 г.г.
2. Петрушин С.И. Расчёт геометрических параметров резцов с многогранными пластинами. Известия высших учебных заведений. Машиностроение 1978, № I, с. 166-172.
3. Казаков В.А., Покровский В.П. Установка для контроля износа резца в процессе резания. Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент. Научно-технический реф. сб. НИИМАШ, № 10, 1971.
4. Петрушин С.И., Зверев Е.К. Прибор для измерения топографии лунки на резцах с непереключаемыми пластинами. Сб. научн. тр. КузПИ "Прогрессивные технологические процессы в машиностроении". Кемерово. 1976, с. 94-96.
5. Петрушин С.И. Определение массы изношенной части резцов, оснащенных многогранными пластинами. Вестник машиностроения. 1978, № I, с. 41-43.
6. Колесниченко В.Д. Критерий износа резцов с механическим креплением многогранных пластин. Технология автомобилестроения, 1979, № 5, с. 22-23.

Покровский В.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ БЕЗВОЛЬФРАМОВОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ М5Ф5

Основными легирующими компонентами быстрорежущих сталей являются вольфрам, ванадий, молибден, кобальт и хром. Большинство из них редкоземельные элементы и их природные запасы очень ограничены, особенно это относится к вольфраму, содержание которого в земной коре в 5-6 раз меньше ванадия и молибдена, месторождения редки. Однако потребность в вольфраме из года в год непрерывно увеличивается, как в отраслях промышленности традиционно использующих его в своем производстве, так и расширяется область его применения на другие отрасли народного хозяйства. Производственные возможности добывающих предприятий приходят во все большее соответствие с резко возросшими потребностями промышленности в