

МАШИНОСТРОЕНИЕ

М. В. КАСЬЯН, Г. Б. БАГДАСАРЯН, Н. Г. МОВСИСЯН

ФОРМА СТРУЖКИ КАК КРИТЕРИЙ ОПТИМИЗАЦИИ
 ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦА ПРИ
 ТОЧЕНИИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

При разработке технологического процесса обработки цветных пластических материалов резанием на автоматических линиях вопрос режущего инструмента, а также форма стружки является одним из основных и решающих аргументов повышения производительности труда и улучшения качества продукции. Оптимизация геометрии резца способствует снижению себестоимости, а также повышает стойкость и долговечность инструмента. С этими факторами связан ряд технологических показателей: качество поверхности, износ резца, виброустойчивость системы СПИД и т. д.

Оптимальные геометрические параметры резцов до сих пор определялись, исходя из силы резания или шероховатости поверхности [1] с использованием математической модели обрабатываемости в зависимости от элементов геометрии в обычном виде:

$$R_1 = C_1 \gamma^{\alpha_1} \varphi^{\beta_1} \lambda^{\gamma_1} r^{\delta_1} \quad (1)$$

где R_1 — объект исследования; C_1 — свойства обрабатываемого металла; γ — передний угол; φ — главный угол в плане; λ — угол наклона; r — радиус закругления вершины резца.

В качестве модели процесса было принято уравнение регрессии полиномов первой степени с взаимодействием факторов:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{14} X_1 X_4 + \\ + b_{23} X_2 X_3 + b_{34} X_3 X_4 + b_{24} X_2 X_4 + b_{123} X_1 X_2 X_3 + b_{234} X_2 X_3 X_4 + \\ + b_{124} X_1 X_2 X_4 + b_{134} X_1 X_3 X_4 + b_{1234} X_1 X_2 X_3 X_4,$$

где b_0, \dots, b_{1234} — коэффициенты регрессии;

X_1, X_2, X_3, X_4 — исследуемые факторы $\gamma, \varphi, \lambda, r$.

Нами сделана попытка оптимизировать геометрические параметры инструмента по форме стружки при точении цветных пластичных металлов, имеющих различные физико-механические свойства (латунь ЛС59, дюраль Д16). Опыты проводились при точении цветных металлов резцами, оснащенными пластинками ВК8, по режимам

резания, предложенным авторами работы [2]. В качестве критерия количественной оценки формы стружки, в отличие от работы [3], принят радиус округки стружки D .

На основе принципа планирования эксперимента типа 2^4 проведены эксперименты при переменных значениях геометрических параметров реза, но при постоянных элементах режимного поля ($V = 150 \div 220$ м/мин, $s = 0,07$ мм/об, $t = 0,25 \div 1,0$ мм).

Чтобы осуществить экспериментальное исследование при принятых условиях, необходимо было оценить геометрические параметры на двух уровнях [4]. Одной из возможных схем линейного оператора может быть та, при которой смешиваются взаимодействия параметров γ , φ , λ , r , т. е.

$$L = X_1 + X_2 + X_3 + X_4. \quad (2)$$

Такое смешивание характерно тем, что образуются два блока:

$L = 0$: Блок I — (1), $\gamma\varphi$, φr , γr , $\gamma\varphi\lambda r$, $r\lambda$, $\gamma\lambda$, $\varphi\lambda$;

$L = 1$: Блок II — γ , φ , $\gamma\gamma r$, $\varphi r\lambda$, λ , $\gamma\varphi\lambda$, r , $\gamma r\lambda$.

Реализуя лишь один из них ($L = 1$), можно получить восемь условий экспериментов, в которых участвуют все геометрические параметры. Уровни этих параметров выбираются согласно [4].

План проведения экспериментов приведен в табл. 1. Согласно этому плану проводились эксперименты (причем каждый повторялся дважды) и измерялся диаметр округки стружки.

Таблица 1

№№ эксп.	Геометрические параметры реза				Объект исследования D			
	γ_1	φ_1	λ_1	r	Натунь ЛС59		Дюраль Д16	
1	100	30	100	0,1	10	рис. 1, а	4	рис. 2, а
2	100	75	100	0,1	—	рис. 1, б	8	рис. 2, б
3	80	75	100	0,5	15	рис. 1, в	5	рис. 2, в
4	80	30	100	0,5	45	рис. 1, г	11	рис. 2, г
5	80	75	80	0,5	15	рис. 1, д	6	рис. 2, д
6	100	30	80	0,5	22	рис. 1, е	11	рис. 2, е
7	80	30	80	0,1	5	рис. 1, ж	20	рис. 2, ж
8	100	75	80	0,1	30	рис. 1, з	13	рис. 2, з

Одновременно, для получения более достоверных результатов, фотографировалась форма стружки (рис. 1 и 2).

После математической обработки данных, полученных при эксперименте, с учетом замены кодированных переменных величины натуральными факторами (табл. 1) приходим к уравнению (1) в окончательном виде (табл. 2).

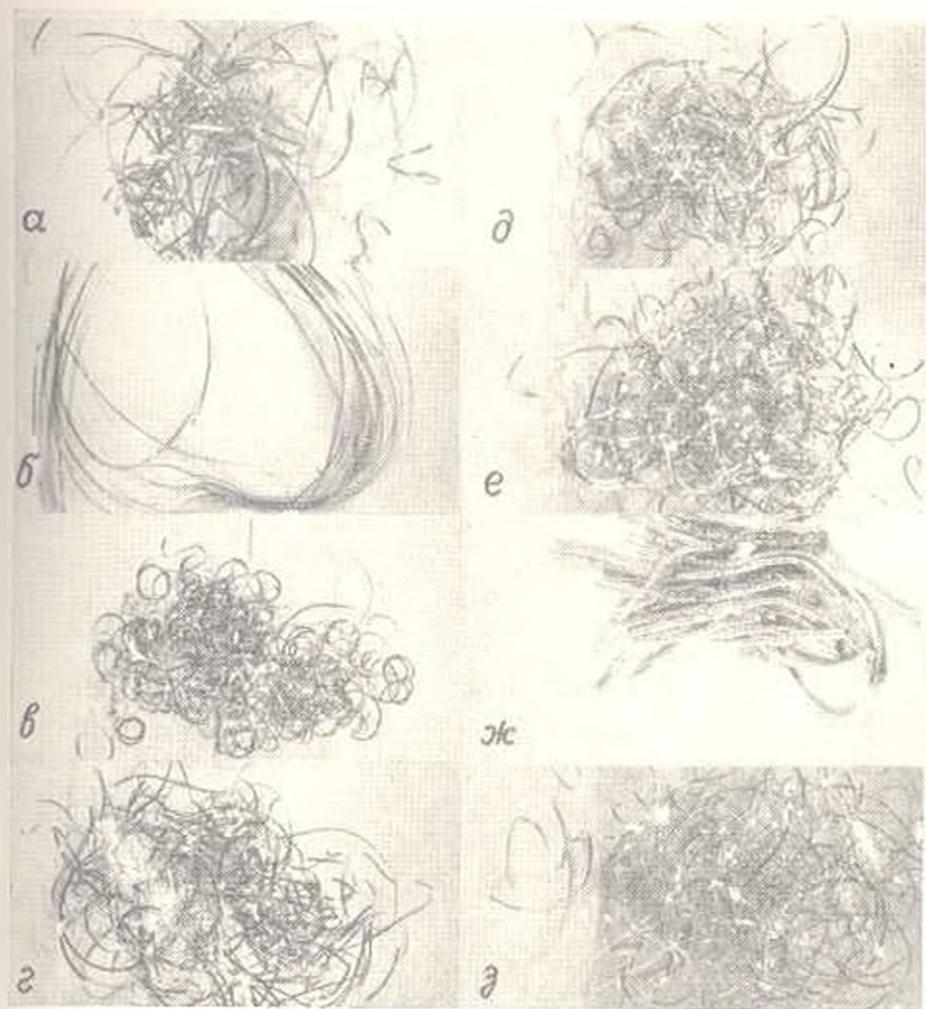


Рис. 1. Формы стружек (материал — лагун. IC59).

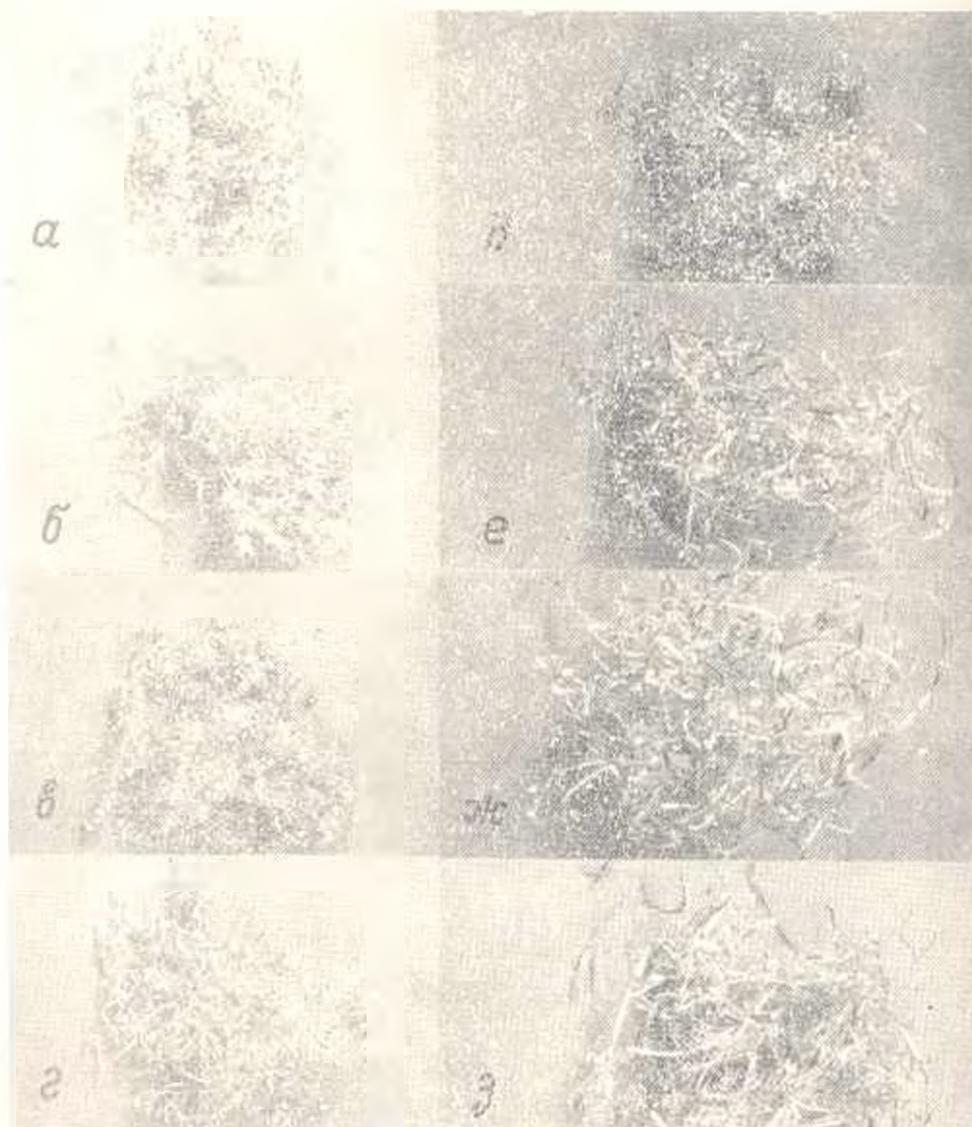


Рис. 4. Формы стружек (материал — дураль Д10).

Таблица 2

Материал	C_f	z_1	z_2	z_3	z_4
Латунь ЛС59	38,2	0,21	0,58	0,51	0,28
Дюраль Д16	13,5	0,19	0,61	0,55	0,30

Чтобы убедиться в достоверности табл. 2 произведена проверка гипотезы влияния геометрических параметров реза на радиус скрутки стружки методом дисперсионного анализа (метод Йетса). Анализ проведен только для материала дюраль Д16, предварительно закодируя и вычтя 10 из каждого показания (при этом F -статистики не меняются).

Таблица 3

Варианты испытания	Отклонки	Формы отклонков				$SS = \frac{(\text{контраст})^2}{2^n r}$
		(1)	(2)	(3)	(4) контраст	
γ	-6	-8	-12	-2	6	1,14
φ	-2	-4	10	8	10	3,14
$\varphi\varphi$	-5	-3	10	20	10	3,14
r	1	13	-2	-10	-2	0,125
φr	-4	4	4	22	10	3,14
γr	1	6	16	-12	-30	23,1
λ	10	5	2	12	-34	36
$\varphi\lambda$	3	-7	-12	-14	-26	21,1

В табл. 4 представлены результаты дисперсионного анализа данного факторного эксперимента.

Таблица 4

Источник изменчивости	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	Проверка гипотез H_1 :
γ	1	1,14	1,14	$H_1: \gamma = 0$ $F_{1,14} = \frac{1,14}{3,03} = 0,38$
φ	1	3,14	3,14	$H_2: \varphi = 0$ $F_{1,14} = \frac{3,14}{3,03} = 1,05$
r	1	0,125	0,125	$H_3: r = 0$
λ	1	36	36	$H_4: \lambda = 0$
Межблоковый эффект $\gamma r \lambda, \varphi r \lambda$	3	31,24	10,4	$F_{3,14} = \frac{0,125}{3,03} = 0,07$
Ошибка $\varphi\varphi r, \varphi r \lambda$	8	24,24	3,03	$H_4: \lambda = 0$
Итого	15			$F_{3,14} = \frac{36}{3,03} \approx 12$

Таким образом, вычисление F -статистики подтверждает, что параметры φ и λ оказывают существенное влияние на величину D , а γ и l влияют на D незначительно.

После анализа процесс оптимизируется по методу [1], согласно которому уравнение (1) превращается в ряды с неопределенными коэффициентами и, после двукратного дифференцирования, определяются оптимальные значения геометрических параметров реза (табл. 5).

Таблица 5
Оптимальные геометрические параметры реза

Материал	$\gamma_{\text{опт}}$	$\varphi_{\text{опт}}$	$\lambda_{\text{опт}}$	$l_{\text{опт}}$
Дюраль Д16	10°	75°	-10°	0,5
Латунь ЛС59	10°	60°	$+10^\circ$	0,1

Полученные расчетные значения оптимальных геометрических параметров реза проверялись экспериментально. С этой целью проводились опыты по определению шероховатости в зависимости от параметров γ , λ , φ и l согласно плану, приведенному в табл. 1. После математической обработки данных оказалось, что оптимальные геометрические параметры реза получаются строго в соответствии с данными табл. 5, при которых шероховатость составляет:

- 1) при обработке латуни ЛС59 $R_z = 3,2$ мкм, соответствует $\nabla 8$;
- 2) при обработке дюрала Д16 $R_z = 4,3 - 6,2$ мкм, соответствует $\nabla 7$.

Установлено, что диаметр $D = 5$ мм полученных стружек соответствует вышеприведенным значениям шероховатости поверхности при обработке данных материалов. Следовательно, $D = 5$ мм можно считать наилучшим критерием оптимизации геометрических параметров реза. Предлагаемый метод оптимизации геометрии реза при точении цветных пластичных металлов по форме стружки (диаметру скрутки) рекомендуется для практического применения.

Поступило 8.IV.1977

Մ. Վ. ԿԱՍՅԱՆ, Շ. Ռ. ԲԱՂՊԱՍԱՐՅԱՆ, Ե. Գ. ԿՈՂՍԻՅԱՆ

ՏԱՇԵՂԻ ԶԵՎԸ ՈՐՊԵՍ ԿՏՐԻԶԻ ԼԱՎԱԿՈՒՅՆ, ԵՐԿՐԱԶԱՓՈՒԹՅԱՆ
ՈՐՈՇՄԱՆ ԶՎԱԿՆԻՇԻ ԳՈՒՆԱՎՈՐ ԽԵՏԱԳՆԵՐԸ ՄՇԱԿՆԼԻՍ

Ա մ փ ո փ ո ռ ի

Հողվածում ցույց է տրված, որ արտադրության ինքնարժեքի իջեցման և կարիչի կայունության բարձրացման լավագույն միջոցն է կարիչի երկրաչափության որոշումը, որի հետ կապված են մի շարք տեխնոլոգիական ցուցա-

նիշներ՝ մակերևույթի որակը, կտրիչի մաշումը, սիստեմի թրթռվածությունները և այլն: Կտրիչի օպտիմալ երկրաչափությունը մինչև այժմ որոշվել է կտրման ուժի, մակերևույթի անհարթության միջոցով, օգտագործելով մշակելիության մաթեմատիկական մեթոդը՝ կապված երկրաչափության γ , φ , α և r էլեմենտների հետ: Յուրջ է տրված, որ հնաբավոր է որոշել կտրիչի լավագույն երկրաչափությունը տաշեղի ձևի միջոցով (տաշեղի ոլորման D տրամագծով):

Փորձերը կատարվել են ըստ մաթեմատիկական Ձ¹ ախտի պլանավորման՝ դունավոր մետաղների ВК8 թիթեղե կտրիչով խառատային մշակման ժամանակ: Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ այդ հղանակը գործնականում հեշտ իրականացվող է և տալիս է հուսալի արդյունք:

Հաստատված է, որ $D = 16$ և $NC 59$ դունավոր մետաղները մշակելիս տաշեղի $D = 5$ մմ ստացվող շափը կարելի է համարել օպտիմալ երկրաչափության ընտրման ամենագործնական շափանիչ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Косьян М. В., Багдасарян Г. Б., Арутюнян Г. А. Об одном методе определения оптимальной геометрии металлорежущего инструмента, «Изв. АН АрмССР, серия техн. наук», т. XXVIII, № 2, 1975.
2. Багдасарян Г. Б., Балагезян А. Г. Определение оптимальных условий резания при токарной обработке цветных металлов. Сборник X конференции, ч. 3, Ленфильнала ЕрПИ, 1976.
3. Багдасарян Г. Б., Геворкян А. О. Исследование характера формирования оптимальной формы стружки по ее объемной деформации при работе неперегачиваемыми резцами конструкции ВНИИ. Сборник X конференции, ч. 3, Ленфильнала ЕрПИ, 1976.
4. Арутюнян Г. А., Багдасарян Г. Б. К вопросу об изучении показателей упрочнения статическим методом планирования экспериментов. Сборник «Воздействие режущего инструмента на физические свойства металлов», вып. III. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1973.