

М. Т. НАДЖАРЯН

ОПТИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОЙ МЕДИ

Разработка вопросов оптимальных режимов резания меди, несмотря на существующие экспериментальные исследования, все еще недостаточна, что объясняется относительно небольшим количеством медных деталей в продукции машиностроения и отсюда меньшей практической ценностью подобных исследований.

Однако имеются области производства, где обработка меди резанием составляет значительный объем и отсутствие необходимых исследований по резанию меди часто не дает возможности в этих областях производства определить оптимальные режимы резания. Так, например, при обработке медных деталей на токарно-револьверных автоматах на Кироваканском заводе «Автогенмаш» были затруднения: обработанные детали не соответствовали техническим требованиям, скорость, подача и глубина резания, а также геометрия инструментов были выбраны как для обработки цветных металлов вообще.

Цель настоящей работы заключалась в определении оптимальной скорости резания при обработке меди.

Исследованию подвергалась медь марки МЗ. Для экспериментов использовались проходные резцы из следующих инструментальных материалов: быстрорежущая сталь Р12 и Р18, резцы с пластинками твердого сплава ВК8, Т15К6 и Т30К4. Передний угол и главный угол в плане принимают следующие значения: $\gamma = 15; 25; 35^\circ$ и $\varphi = 90; 60; 45^\circ$. Остальные геометрические параметры оставались неизменными: задний угол $\alpha = 8^\circ$, вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 15^\circ$, угол наклона режущей кромки $\lambda = 0$. Скорость резания варьировалась от 60 до 200 м/мин. Подача 0,15 мм/об и глубина 0,25 мм оставались неизменными.

Известно, что большинство сплавов с высоким содержанием меди сжимается под действием сил резания с последующим изменением в размерах. Для устранения или уменьшения этого нежелательного явления необходимо работать только острым режущим инструментом. Поэтому окончательная доводка всех резцов производилась таким образом, чтобы радиус округления режущей кромки получился минимальным.

Предварительные исследования показали, что характер износа режущих инструментов, изготовленных как из быстрорежущих сталей Р12 и Р18, так и армированных пластинками твердых сплавов марки ВК8, Т15К6 и Т30К4, коренным образом отличаются от характера изнашива-

ния при обработке стали (рис. 1). В частности, в основном изнашивается режущая кромка, постепенно увеличивая высоту площадки износа по задней грани; при этом наиболее интенсивный износ протекает у свободной стороны стружки, под действием которой образуется выемка, расстояние от вершины которой при заданной глубине резания зависит от главного угла в плане, а глубина лунки и ее высота является функцией скорости резания.

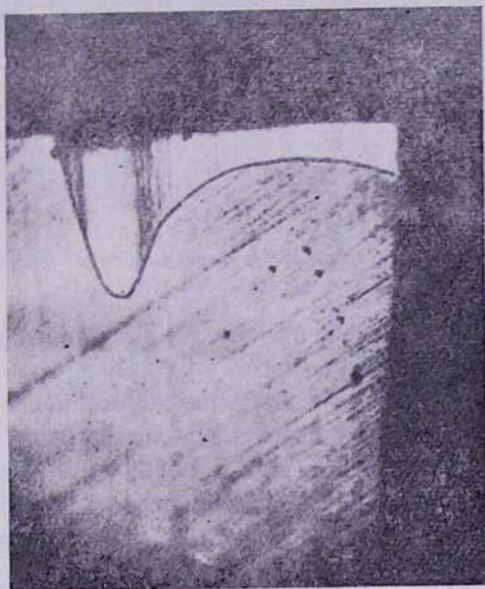


Рис. 1. Износ резца по задней поверхности.

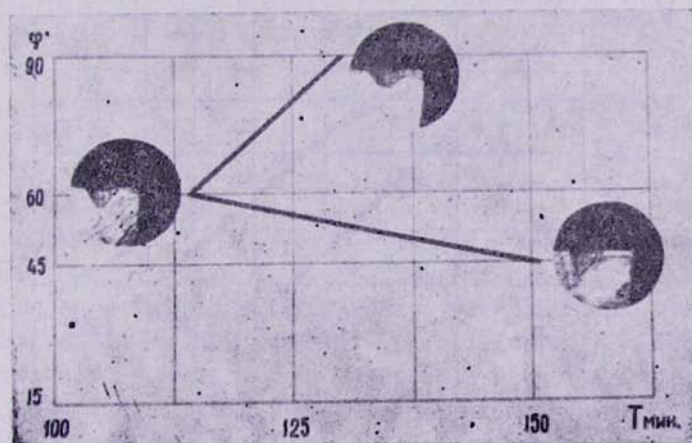


Рис. 2. Характеристика износа в зависимости от главного угла в плане. (резец ВК8; $\gamma = 25^\circ$).

На рис. 2 приведена характеристика износа в зависимости от главного угла в плане. А на рис. 3 представлена зависимость $V-T$ в логарифмическом масштабе.

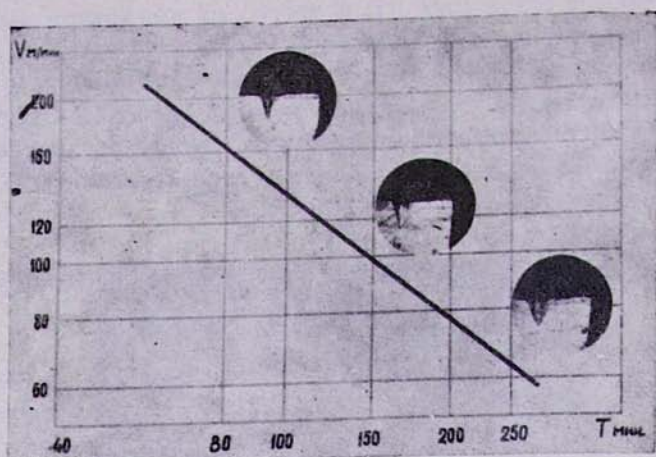


Рис. 3. Характеристика износа в зависимости от скорости резания (резец ВК8; $\gamma = 25^\circ$).

рифмической сетке при износе $h_3 = 0,6$ мм и главного угла в плане $\varphi = 45^\circ$ с указанием характера износа.

Все резцы подвергались испытанию на стойкость в зависимости от скорости резания. С целью уменьшения трудоемкости проведения экспериментов был применен ускоренный метод определения зависимости между скоростью резания и стойкостью резца. Сущностью этого метода является то, что показатель относительной стойкости не зависит от величины износа инструмента по задней поверхности, что дает возможность резко сократить продолжительность опытов и провести исследования в широком диапазоне.

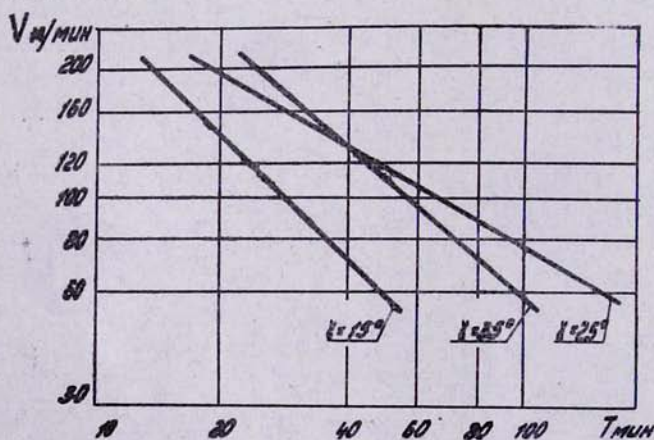


Рис. 4. Зависимость $V-T$ (резец P18).

Исследования уравнения Тейлора показали, что для представления данных о стойкости инструментов из быстрорежущей стали и из твердых сплавов при обработке меди логарифмическое преобразование является лучшим.

Зависимость между скоростью и стойкостью при обработке меди резцами Р18, ВК8 и Т15К6 при $\varphi = 60^\circ$ и высоте износа по задней грани $h_3 = 0,6$ мм для разных значений переднего угла приведены на рис. 4, 5 и 6.

Обработка результатов привела к следующим значениям показателя относительной стойкости m и величины C при износе $h_3 = 0,6$ мм и $\varphi = 60^\circ$, если зависимость $V-T$ представить по Тейлору, как уравнение неравнобокой гиперболы (табл. 1).

Таблица 1

Резец		Передний угол		
		15°	25°	35°
Р18	C	2666	1121,9	3044
	m	0,9833	0,5812	4,8621
ВК8	C	6903	19629	139100
	m	0,888	1,114	1,466
Т15К6	C	3129	15540	2745
	m	0,7895	1,135	0,734

Анализ приведенных материалов говорит о том, что при обработке меди как показатель относительной стойкости m , так и единичная скорость C подвержены значительным колебаниям, поэтому для сравнения имеет смысл оперировать данными оптимальных скоростей, принимая стойкость $T = 60$ мин (табл. 2).

Таблица 2

Резец	Передний угол			Примечания
	15°	25°	35°	
Р18	48	105	89	Постоянными являются: $\varphi_1 = 15^\circ$ $\varphi = 60^\circ$ $S = 0$, 15 мм/об $t = 0,25$ мм
ВК8	182	205	345	
Т15К6	124	150	136	

Анализ данных (табл. 2) говорит о том, что оптимальным значением переднего угла для Р18 является $\gamma = 25^\circ$, при котором оптимальная скорость резания равна 105 м/мин. Для резца, армированного пластинкой ВК8, оптимальным значением переднего угла является $\gamma = 35^\circ$, при котором оптимальная скорость резания равна 345 м/мин, а для резца, армированного пластинкой Т15К6, оптимальным значением переднего угла является $\gamma = 25^\circ$, при котором оптимальная скорость резания равна 150 м/мин. Таким образом, наиболее производительным резцом является резец, армированный пластинкой ВК8 при оптимальном износе $h_3 = 0,6$ мм.

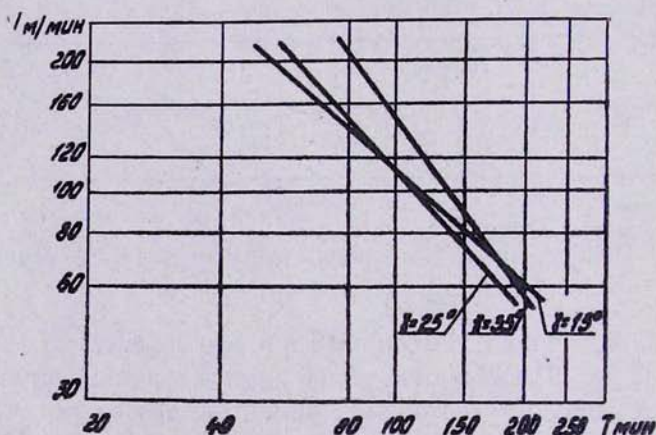
Для возможности оценки ресурсов режущих инструментов при оптимальных значениях скоростей нами определялась методом естественной термодинамики средняя температура резания, возникающая на поверхности контакта резец—деталь при остром состоянии резца, т. е. в начальный момент процесса резания для различных резцовых материалов.

Таблица 3

Резец	Передний угол		
	15°	25°	35°
P18 $V_{\text{опт}}=105 \text{ м/мин}$	—	160	—
BK8 $V_{\text{опт}}=345 \text{ м/мин}$	—	190	468
T15K6 $V_{\text{опт}}=150 \text{ м/мин}$	—	230	—
			400

В табл. 3 приведены эти данные и сопоставлены с расчетными данными, полученными по уравнению:

$$\theta = \frac{L_n^2 M_1}{i_p (L_n + L_3)} \cdot \frac{0,141 \frac{V_{\omega}}{\lambda} \sqrt{\frac{R L_n}{V}} q_0 + (1 + c) \theta \partial}{M_1 \frac{L_n}{i_p} + \frac{\Delta}{40 \lambda} + 0,184 \frac{V_{\omega}}{\lambda} \sqrt{\frac{R L_n}{V}}}$$

Рис. 5. Зависимость $V-T$ (резец BK8).

Эти данные говорят о том, что при оптимальных скоростях резания в резце сохраняется значительный ресурс до затупления.

Учитывая, что определенное количество тепла, выделяемое в процессе резания, приносит пластическая деформация срезаемого слоя, интересно было проследить, как влияет величина переднего угла и скорость резания на коэффициент усадки стружки.

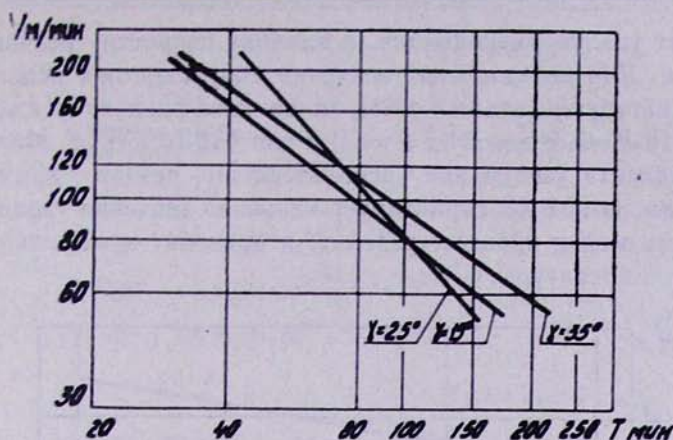
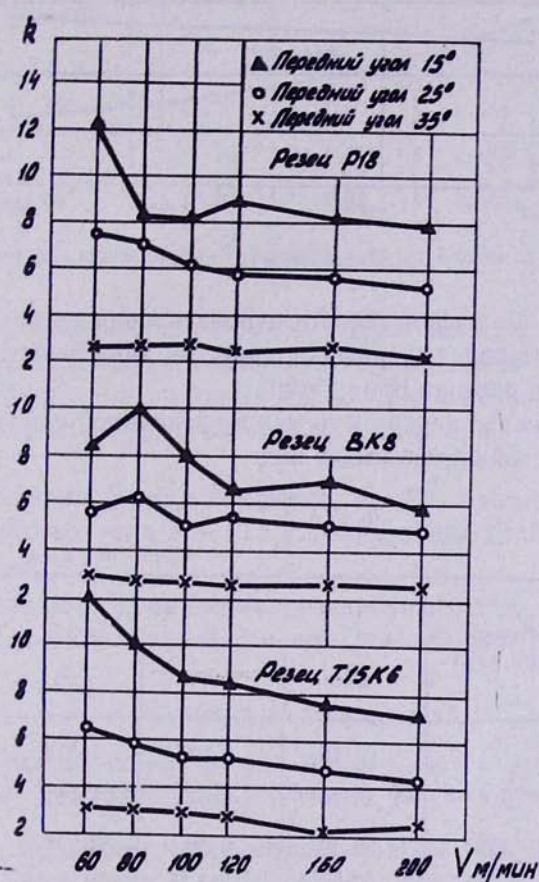
Рис. 6. Зависимость $V-T$ (резец Ti15K6).

Рис. 7. Зависимость коэффициента усадки стружки от скорости резания.

Рис. 7 показывает зависимость коэффициента усадки стружки от скорости резания при различных значениях переднего угла и различных материалов резцов. Явно замечается, что с увеличением переднего угла

коэффициент усадки уменьшается, а влияние скорости резания резко сокращается. Для оптимальных значений скоростей при использовании различных инструментальных материалов коэффициент усадки составляет: для P18 $R=5,8$; для ВК8 $R=2,5$ и для Т15К6 $R=4,8$. Малое значение коэффициента усадки при использовании резцов, армированных твердыми сплавами ВК8, гарантирует меньшие значения удельной работы, затрачиваемой в процессе резания, и приводит к меньшей степени нарастания температуры.

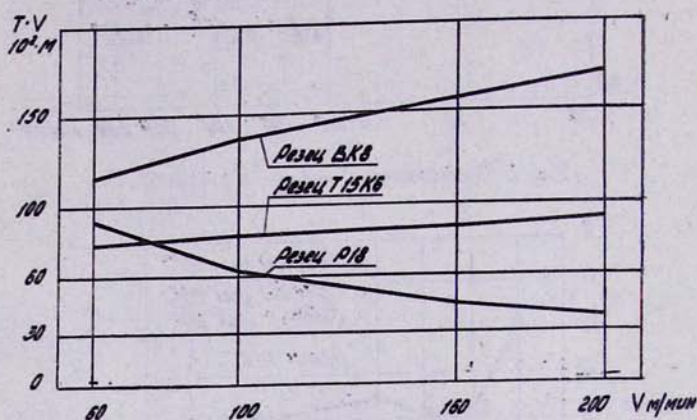


Рис. 8. Зависимость произведения $T \cdot V$ от скорости резания.

Для определения эффективности использования твердых сплавов для резания меди составлены графики (рис. 8) зависимости произведения $T \cdot V$ от скорости резания при $\gamma = 60^\circ$.

Математическая зависимость между величиной износа резца, скоростью резания и стойкостью имеет вид:

$$h_3 = C_h \cdot T^{x_1} \cdot V^{x_2}$$

Таблица 4

Передний угол	Резец P18		
	C_h	x_1	x_2
15°	$2,02 \cdot 10^{-4}$	0,996	1,014
25°	$2,49 \cdot 10^{-4}$	0,64	1,111
35°	$14,26 \cdot 10^{-4}$	0,65	0,753

В наших исследованиях эта зависимость была установлена для всех испытанных резцов, что дает возможность рассчитать величину износа в зависимости от скорости резания при обработке меди различными инструментальными материалами. В табл. 4, 5 и 6 приведены значения C_h , x_1 и x_2 при значении главного угла в плане $\varphi = 60^\circ$.

Таблица 5

Перед- ний угол	Резец ВК8		
	C_h	x_1	x_2
15°	$8,38 \cdot 10^{-6}$	1,12	1,26
25°	$45,34 \cdot 10^{-6}$	1,07	0,96
35°	$96,54 \cdot 10^{-6}$	1,08	0,73

Таблица 6

Перед- ний угол	Резец Т15К6		
	C_h	x_1	x_2
15°	$12,11 \cdot 10^{-6}$	1,06	1,344
25°	$7,37 \cdot 10^{-6}$	1,328	1,173
35°	$11,26 \cdot 10^{-6}$	1,00	1,375

В ы в о д ы

Исходя из результатов проведенных экспериментов и сопоставления полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Из всех изученных резцовых материалов для обработки меди МЗ наиболее производительными оказались резцы, армированные твердым сплавом ВК8.

2. Оптимальными углами являются $\varphi = 60^\circ$, причем оптимальными значениями переднего угла для Р18 и Т15К6 является 25° , а для твердого сплава ВК8— 35° .

3. Оптимальными скоростями резания являются: для Р18 $V_{\text{опт}} = 105 \text{ м/мин}$, для ВК8 $V_{\text{опт}} = 345 \text{ м/мин}$, для Т15К6 $V_{\text{опт}} = 150 \text{ м/мин}$.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. Н. Резников. Теплофизика резания. М., «Машиностроение», 1969.
2. Р. Г. Багдасарян. Ускоренный метод определения обрабатываемости металлов. Ереван, 1969.
3. «Обработка медных сплавов». «Станкостроение за границей», вып. 2, 1950.
4. С. М. Ву, Д. С. Эрмер, В. Дж. Хилл. Исследование уравнения Тейлора для стойкости режущего инструмента при помощи степенных преобразований. Конструирование и технология машиностроения. (Труды Американского общества инженеров-механиков, пер. с англ.), № 1, 1966.