Однако при закалке сталей с повышенной прокаливаемостью наблюдалось образование трещин, поэтому для легированных сталей предпочтительнее оказалось применять закалочную среду после индукционного нагрева ТВЧ. Результаты показали более стабильные значения и минимальный разброс твердости:

| | *Твердость HRC* | |
|---|---|---|
| марка стали | масло | 0,1…0,2% водн. раств. |
| 40Х | 56…59 | 58…60 |
| ХВГ | 60…65 | 63…65 |
| У8 | ~ 63 | ~ 64 |

Микроструктурный анализ поверхностного слоя показал, что при индукционной поверхностной закалке среднеуглеродистых сталей типа 40Х, 45 в 0,1…0,2%-ом водном растворе полиакриламида получается мартенситная структура без наличия трещин и коробления. При такой скорости нагрева и охлаждения в интервале мартенситного превращения углерод не успевает перераспределиться, образуя обедненные углеродом участки и нерастворимые карбиды.

Таким образом, 0,1…0,2%-й водный раствор полиакриламида можно считать оптимальным при индукционной закалке. Он вполне заменяет закалочные масла, эмульсии и пр. растворы при индукционном нагреве ТВЧ.

## ЛИТЕРАТУРА


1. **Инмен Д.** Перспективы энергии и пластмасс в автомобильной промышленности // Химия 92. - 5-я международная выставка. - М., 1992. - С.
2. **Филинов С. А., Фиргер И.В.** Справочник термиста. - Л.: Машиностроение, 1975. - 325с.
3. **Гуляев А.П.** Термическая обработка стали. - М.: Металлургия, 1972. - 383 с.


ГИУА 5.02.1997


Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. L, № 2, 1997, с. 84 - 88.

УДК 621.9.025.7. 004.68 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ



Г.С. ОВСЕПЯН, А.Ж. ГАЛСТЯН, Г.А. АМБАРЯН


# ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ


Ուսումնասիրվել է մետաղակերամիկական նյութերի մշակելիությունը կտրման գործընթացներում: Մշակված մակերևույթների Ra և կտրող գործիքի T մաշակայունության ցուցանիշներով որոշվել է կտրման լավարկված V արագությունը: Չորս տարբեր բաղադրության մետաղակերամիկական նյութերի (Fe-C, Cu-Sn-C, Fe-P-S, Fe-Mo-S) մշակմամբ որոշվել է ծակոտկենության (P) և $S_{пр}$ մատուցման ազդեցությունը մակերևույթի մաքրության վրա:

Исследованы вопросы влияния обрабатываемости металлокерамических материалов. Определены оптимальные скорости резания V по показателям шероховатости обработанной поверхности и стойкости режущего инструмента T. Установлено влияние пористости (П) и подачи $S_{пр}$ на чистоту поверхности при обработке металлокерамических материалов из четырех разных составов: Cu-Sn-C, Fe-P-S, Fe-Mo-S, Fe-C.

Ил. 3. Табл. 2. Библиогр.: 3 назв.

The workability of metalloceramic materials, especially in cutting processes, is investigated. The optimal cutting rate (v) is determined through the indices of roughness of the treated surface and durability of the cutting tool (T). The effect of porosity (n) and feed (s) on the surface purity is shown during the treatment of metalloceramic materials of four various compositions: Fe-C, Cu+Sn+C, Fe-P+S, Fe+Mo+S.

Ill. 3. Tables 2. Ref. 3.

Развитие порошковой металлургии выдвигает новые требования к механической обработке металлокерамических материалов, в частности, к процессам резания. Это касается материалов со структурной пористостью, а также материалов, предназначенных для фильтров, демпферов, акустических устройств и др. Отсутствие гарантированных рекомендаций по механической обработке металлокерамических материалов сдерживает их распространение в различных отраслях производства [1].

Целью работы является определение оптимальной скорости резания v по показателям шероховатости и стойкости инструмента T, а также установление влияния пористости (П) и продольной подачи $S_{пр}$ на чистоту поверхности при обработке различных металлокерамических материалов. При этом не рассматривалось влияние глубины резания на обрабатываемость, так как припуски на обработку у металлокерамических изделий, как правило, невелики. Резание осуществлялось без смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ) при глубине резания $t = 0,2$ мм.

Чистота обработанной поверхности оценивалась показателем шероховатости $R_a$, а за критерий стойкости инструмента была принята высота площадки износа инструмента по задней грани, равная 1,5 мм. Эксперименты проводились при продольном точении цилиндрических образцов. Прямой проходной резец, оснащенный пластинкой твердого сплава марок ВК и ТК, паяный в атмосфере защитного газа, имел следующую геометрию [2]: $\gamma=0°$, $\alpha=\alpha_1=8°$, $\varphi=45°$, $\varphi_1=15°$, $r = 2,0$ мм.

С целью повышения износостойкости режущего инструмента, твердосплавные режущие пластины были подвергнуты химико-термической обработке (табл. 1). Предлагаемый способ обработки способствует повышению износостойкости и работоспособности инструмента. Так, износостойкость неперетачиваемых пластин, т.е. с механическим креплением, на 70...80% выше стандартных (неупрочненных). При пайке твердосплавных инструментов в печах с защитной газовой средой износостойкость возрастает в 2.5...3.5 раза. Механическая обработка для всех различных составов металлокерамических материалов проводилась инструментами, подвергнутыми химико-термической обработке в газовой среде.

*Таблица 1*

Режимы химико-термической обработки твердосплавных пластин и пайки режущих инструментов в печи с газовой средой

| Технологические процессы | Способ нагрева | Скорость нагрева, *град/с* | Скорость охлаждения, *град/с* | Температура пайки и термообработки, *°С* |
|---|---|---|---|---|
| Пайка твердосплавных инструментов | Нагрев в печах с защитной газовой средой | 1,3...1,5 | 0,35...0,45 | 800...1200 |
| | Нагрев на установке ТВЧ | 35...45 | на воздухе | 800...1200 |
| Термообработка твердосплавных пластин | Нагрев в печи с защитной газовой средой | 1,3...1,5 | 0,3...0,5 | 800...1200 |

Обрабатываемые образцы были изготовлены из четырех составов:

1) 98%Fe+2%C (железографит);
2) 88%Cu+10%Sn+2%C (бронзографит);
3) 99%Fe−0.5%P+0,5%S (антифрикционный сплав);
4) 95.5%Fe+3%Mo+1,5%S (износостойкий сплав).

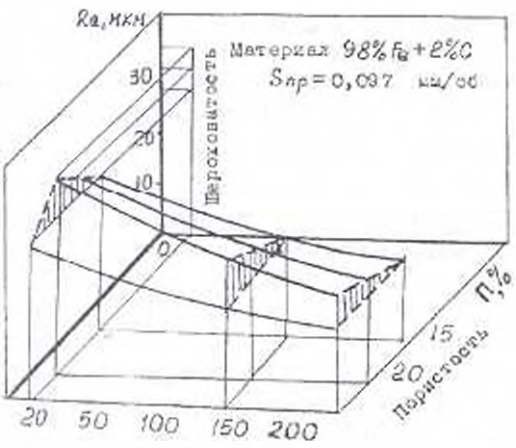


Рис.1. Функция $R_a=f(v, П)$

Анализ результатов исследования, часть которого представлена на рис. 1-2 в виде графических зависимостей $R_a = f(v)$, $R_a = f(n)$, $T = f(v)$, а также цифровых данных (табл. 2) позволяет отметить ряд особенностей процессов резания.

Увеличение скорости резания приводит к уменьшению шероховатости $R_a$. При низких скоростях (20...60 *м/мин*) на обработанной поверхности видны отдельные углубления различной формы и размеров, которые объясняются локальным вырывом материала вследствие действия больших сил резания. При повышенных скоростях (120...150 *м/мин*) резание протекает при меньших усилиях, в результате чего вырывание не имеет места и стружка скалывания переходит в сливную стружку.

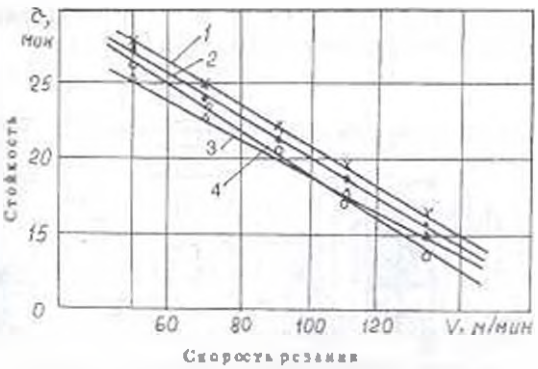


Рис.2. Зависимость T=F(v) для материалов:
1 – (Cu-Sn-C), 2 - (Fe-P-S); 3 - (Fe-Mo-S); 4 - (Fe-C)

Изучение зависимости $R_a = f(v)$ показало, что наибольшая шероховатость получается на составе Fe–C, наименьшая - на Fe–P–S, а составы Fe–Mo–S и Cu–Sn–C занимают среднее положение. Таким образом, состав Fe–P–S обладает предпочтительными антифрикционными свойствами (малый коэффициент трения $\mu = 0.01$ [3]) по сравнению с остальными композициями.

*Таблица 2*

*Влияние величины подачи на шероховатость поверхности при v = 100 м/мин*

| Подача, *мм/об* | Высота микронеровностей, $R_a$, *МКМ* | | | | Пористость, % |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,070 | 4 | 9 | 12 | 11 | |
| 0,084 | 5 | 10 | 12 | 13 | |
| 0,097 | 7 | 12 | 15 | 13 | 15 |
| 0,120 | 11 | 13 | 17 | 15 | |
| 0,140 | 11 | 14 | 17 | 20 | |
| 0,070 | 6 | 10 | 12 | 13 | |
| 0,084 | 11 | 12 | 14 | 13 | |
| 0,097 | 12 | 13 | 14 | 15 | 20 |
| 0,120 | 12 | 15 | 17 | 18 | |
| 0,140 | 13 | 16 | 18 | 23 | |
| 0,070 | 7 | 11 | 13 | 13 | |
| 0,084 | 9 | 12 | 13 | 15 | |
| 0,097 | 12 | 14 | 14 | 19 | 25 |
| 0,120 | 13 | 17 | 16 | 25 | |
| 0,140 | 15 | 18 | 19 | 26 | |

Увеличение скорости резания приводит к уменьшению стойкости режущего инструмента, о чем свидетельствуют кривые T=f(v) на рис. 2. Увеличение подачи ухудшает качество поверхности, что более интенсивно

происходит у состава Fe–P–S (табл.2). С уменьшением пористости возрастает чистота обработанной поверхности (рис.3).

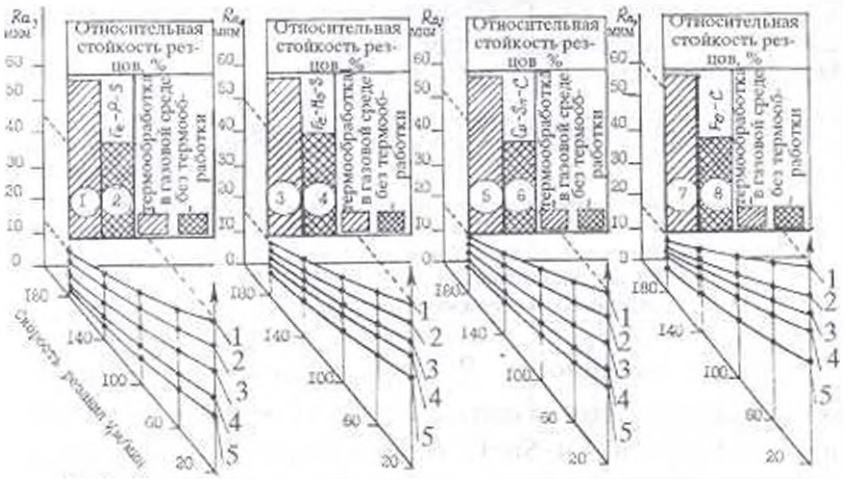


Рис. 3. Влияние скорости резания, величины подачи на шероховатость обработанной поверхности для различных составов металлокерамических материалов:
1 - S=0,07 *мм/об*; 2 - S=0,084*мм/об*, 3 - S=0.097*мм/об*, 4 - S=0,12*мм/об*, 5 - S=0,14*мм/об*

Проведенное исследование позволяет сделать следующие рекомендации при выборе режимов механической обработки металлокерамических материалов:

1. Химико-термическую обработку твердосплавных пластин и пайку твердосплавного инструмента необходимо осуществлять в среде защитного газа $(N_2+CO+H_2)$. При этом обеспечивается высокая работоспособность, а также уменьшается расход режущего инструмента на 70...80%.

2. Скорость резания предпочтительно выдерживать в пределах 80...100 *м/мин*, что снижает шероховатость ( $Ra=1,6...0,8$ *мкм*) при стойкости инструмента $T=15...20$ *мин*. При необходимости уменьшения шероховатости до $Ra=0,4$ *мкм* скорость резания следует увеличить до 100...120 *м/мин*, но при этом снижается скорость инструмента.

3. Для получения шероховатости менее $Ra\approx1,6$ *мкм* следует ограничить подачу до $\approx0,1$ *мм/об*.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Артаманов А.Я.** Механическая обработка металлокерамических антифрикционных материалов резанием // Порошковая металлургия. -1961. №3. - С.125-127.

2. **Белькевич Б.А.** Обработка металлокерамических материалов резанием. - Минск: Наука и техника, 1965. - 102с.

3. **Манукян Н.В.** Технология порошковой металлургии. - Ереван: Айастан, 1986. - С.98-109.

ГИУА

10.06.1997