

4. Елифанов Г.И. Физические основы влияния внешней среды на процесс деформации и разрушения металлов при резании. Докторская диссертация, М., 1954.
5. Мозанко В.Ф. Влияние изменения типа кристаллической решетки и деформации на диффузионные процессы в металлах. Кандидатская диссертация. Киев, 1975.

УДК 621.9.015

Е.М.Кичко, В.Д.Швецов

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ

Эксплуатационные свойства деталей машин во многом зависят от режимов механической обработки, при которых формируется поверхностный слой детали.

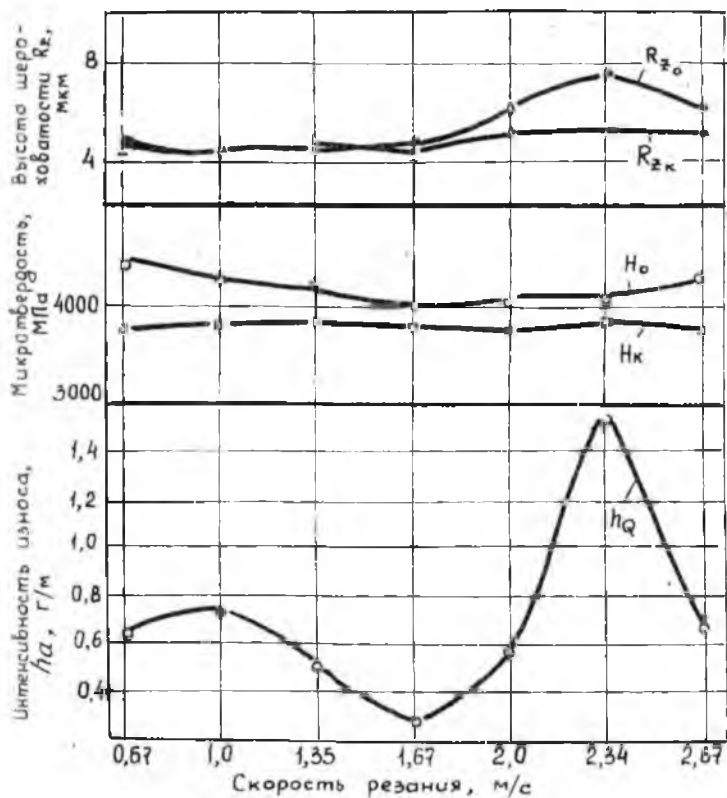
В работе исследовано влияние скорости резания на износостойкость поверхностного слоя образцов из титанового сплава ВТЗ-1.

Износостойкость лабораторных образцов в условиях граничного трения определялась на машине СМЦ-2 при удельной нагрузке 300 МПа и скорости скольжения 0,74 м/с. Образец из сплава ВТЗ-1 имел наружный диаметр 53,2 мм, внутренний диаметр 47 мм и ширину 10 мм. Такая форма образца позволяет измерять в процессе износа тангенциальные остаточные напряжения в поверхностном слое на приборе ПИОН-1 [1].

Сопряженная с диском неподвижная колодка из алюминиевого сплава Д161 охватывала ролик на дуге 46° . В зону трения подавалось масло МС-20. Истирание поверхности образца количественно определялось по весу снятого металла. По мере износа образца измерялись шероховатость и микротвердость обработанной поверхности и коэффициент трения между образцом и колодкой.

Предварительно образцы протачивались по наружному диаметру на станке ИК62 резцом ВК60М ($\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\delta = 10^\circ$; α ; $\alpha_1 = 16^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $R = 1 \text{ мм}$) при $s = 0,25 \text{ мм}$ и $s = 0,084 \text{ мм/об}$. Скорость резания изменялась от 0,67 до 2,67 м/с. Скорость резания 1,67 м/с для сплава ВТЗ-1 является оптимальной, при этой скорости наблюдается минимальная интенсивность износа инструмента [2, 4].

Скорость резания оказывает существенное влияние на износ образцов (рис. 1). При повышении скорости резания от 0,67 до 1,67 м/с



Р и с. 1. Влияние скорости резания на шероховатость поверхности, микротвердость и интенсивность износа титанового сплава ВТЗ-1. ($N = 500Н$. $v_{ср} = 0,74$ м/с)

уменьшается высота неровностей R_{z0} и микротвердость H_0 обработанной поверхности, интенсивность износа поверхности h_Q также уменьшается. При повышении скорости резания от 1,67 до 2,67 м/с повышается высота неровностей R_{z0} , микротвердость H_0 обработанной поверхности, интенсивность износа h_Q возрастает. Таким образом,

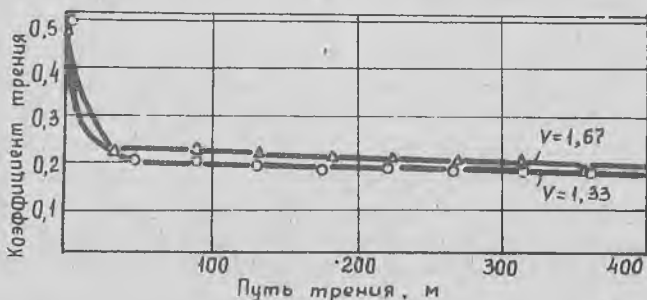
при скорости резания $v_0 = 1,67$ м/с, являющейся оптимальной, обработанная поверхность имеет максимальную износостойкость.

Характер приведенной зависимости $h_q = f(v)$ в основном связан с действием скорости резания как температурного и скоростного факторов, влияющих на характер контактных процессов на поверхности инструмента и детали.

Для определенных условий изнашивания существует своя оптимальная микрогеометрия рабочих поверхностей, при которой износ сопряженных деталей и время их взаимного прирабатывания могут достичь минимальных размеров.

В результате прирабатывания устанавливается оптимальная, с точки зрения изнашивания, шероховатость $R_{zк}$ и микротвердость H поверхности, которые не всегда зависят от исходной [3].

Шероховатость и микротвердость поверхности, близкие к оптимальным, для сплавов ВТЗ-I достигаются при обработке деталей со скоростью $v_0 = 1,67$ м/с. При этом происходит наиболее быстрое уменьшение коэффициента трения μ в процессе приработки (рис. 2).



Р и с. 2. Влияние пути трения и скорости резания на коэффициент трения скольжения титанового сплава ВТЗ-I ($N = 500$ Н; $v_{зк} = 0,74$ м/с)

по сравнению с его изменением при износе поверхностей, обработанных с другими скоростями резания.

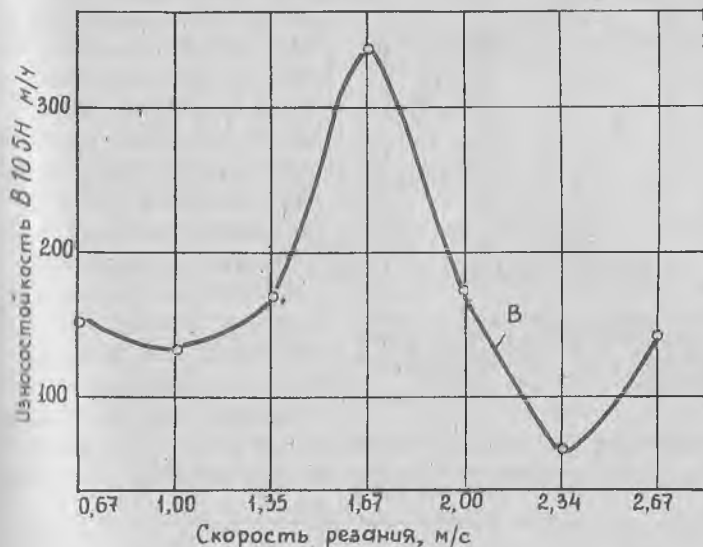
Износостойкость поверхности определялась по формуле

$$B = \frac{A}{\Delta Q},$$

где B - износостойкость поверхности, Н м/г;

A - работа, затраченная на удаление слоя изнашиваемой детали весом ΔQ , Н м.

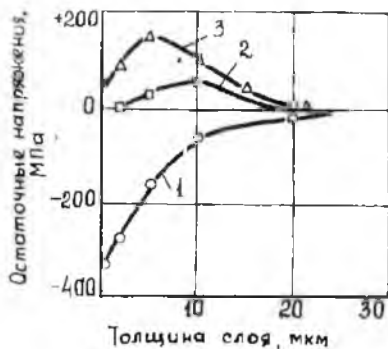
Износостойкость обработанной поверхности B также зависит от скорости резания (рис.3).



Р и с. 3. Влияние скорости резания на износостойкость титанового сплава BT3-I в период нормального износа ($N=500$ Н; $v_{ск}=0,74$ м/с)

Особым характерным оказалось влияние на износостойкость остаточных напряжений в поверхностном слое, а также их перераспределение в процессе износа поверхности (рис.4). Устойчивость остаточных напряжений в процессе изнашивания зависит в основном от величины неэластичной деформации в поверхностных слоях трущейся пары, определяющей характер контакта пары трения. Первичные напряжения в трущихся парах сохраняются до тех пор, пока совместное действие макродеформаций и напряжений от внешней нагрузки не выходит за предел упругого сопротивления. Начало появления пластической деформации в поверхностных слоях сопряженных деталей зависит от характера и распределения первичных напряжений.

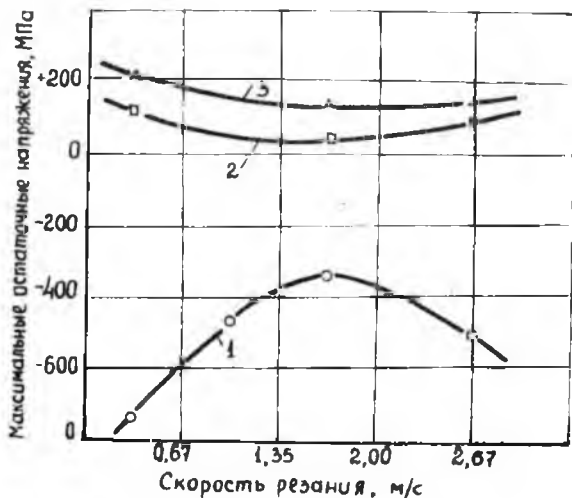
Остаточные напряжения сжатия повышают износостойкость детали, а растягивающие снижают ее [3]. В условиях пластического контакта пар трения первичные напряжения уже в начальный момент изнашивания деталями снимаются протекающей пластической деформацией и в поверх-



Р и с. 4. Эпюры остаточных напряжений в титановом сплаве ВТЗ-1 при различном износе: 1-до износа; 2-после приработки; 3-после износа

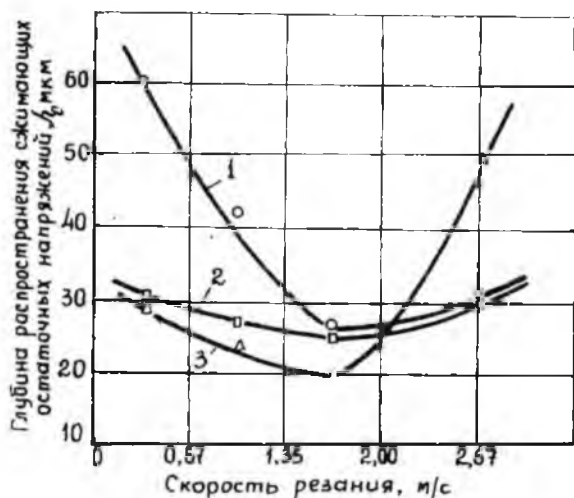
в растягивающие. Ослабление тангенциальной прочности фрикционной связи при этом способствует увеличению износостойкости поверхности [5].

ностном слое трущейся пары возникают новые, вторичные напряжения. Как видно из рис. 4, 5, характер и величина остаточных напряжений после обработки точением зависят от скорости резания. При износе образцов, проточенных на малых скоростях резания, сжимающие остаточные напряжения переходят в растягивающие. Поверхность, обработанная на оптимальной скорости резания, имеет наименьшие по величине сжимающие остаточные напряжения, переходящие в процессе износа



Р и с. 5. Изменение максимальной величины тангенциальных остаточных напряжений в зависимости от скорости резания титанового сплава ВТЗ-1: 1-после точения; 2-после приработки; 3-в конце износа

Глубина залегания тангенциальных остаточных напряжений при этом также наименьшая (рис. 6).



Р и с. 6. Изменение глубины залегания тангенциальных остаточных напряжений в зависимости от скорости резания титанового сплава VT3-1: 1 - после точения; 2 - после приработки; 3 - в конце износа.

Выводы

1. При точении на оптимальной скорости резания, при которой наблюдается минимальная интенсивность износа инструмента, формируется поверхностный слой детали, имеющий максимальную износостойкость.

2. В процессе износа деталей происходит изменение микротвердости поверхностного слоя трущихся пар, а также величины, знака и характера остаточных напряжений; возникают вторичные макронапряжения, определяющиеся условиями изнашивания и свойствами трущихся материалов.

Л и т е р а т у р а

1. Касимов Л.Н., Мухин В.С. Прибор для измерения тангенциальных остаточных напряжений. "Заводская лаборатория", 1967, № 1.
2. Касимов Л.Н. Износ инструмента и качество обработанной поверхности при чистовом точении титановых сплавов. Автореферат диссертации, Одесса, 1968.
3. Алексеев И.Г. Экспериментальное исследование влияния процесса резания на качество и износостойкость поверхностного слоя деталей машин. - В сб.: Высокопроизводительная обработка металлов. - М.: Машиностроение, 1966, с. 248-255.
4. Макаров А.Д. Износ и стойкость режущих инструментов. - М.: Машиностроение, 1966.
5. Крагельский И.В. Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968.

УДК 621.941.1.015

В.Г.Круццо, Л.Я.Чертов, А.Б.Кравченко

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ТОЧЕНИИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ РЕЗЦАМИ ИЗ КАРБОНАДО

Надежность и долговечность авиационных двигателей существенным образом зависит от состояния поверхностного слоя ответственных деталей после механической обработки. Одним из методов повышения качества обработанной поверхности деталей из титановых сплавов является тонкое точение резцами из карбонадо, которое позволяет обеспечивать точность в пределах 6-го качества и шероховатость обработанной поверхности с параметром $R_a = 0,40 \dots 0,70$ мкм. При тонком точении резцами из карбонадо в поверхностном слое формируются благоприятные сжимающие остаточные напряжения, равные $-180 \dots -520$ МПа, а степень деформационного упрочнения составляет $16 \dots 28\%$.

Такие параметры качества поверхностного слоя удовлетворяют требования, предъявляемым к широкой номенклатуре деталей авиационных двигателей, изготовленных из титановых сплавов. В связи с этим представляет большой интерес изучение механизма формирования поверхност-