

# Лекция 7

## **Износ лезвий металлорежущих инструментов**

В процессе резания передняя и задняя поверхности лезвия инструмента подвергаются давлению и находятся в состоянии подвижного контакта с обрабатываемым материалом. Давление на локальных контактных площадках колеблется от 2 до 70 ГПа и на 2...3 порядка превышает давление на трущихся поверхностях деталей машин. Трение лезвий инструмента при высоком давлении на малых контактных площадках в условиях интенсивного нагрева вызывает повышенный износ этих лезвий.

## **7.1. Общие сведения. Признаки и параметры износа. Кривые износа. Норма износа**

## 7.1. Общие сведения. Признаки и параметры износа. Кривые износа. Норма износа

Высокое давление на контактных площадках препятствует проникновению на них жидкостей, поэтому скольжение происходит в условиях сухого внешнего трения.

При высоких температурах возможны изменения механических свойств обрабатываемого и инструментального материалов, что может изменить условия взаимного скольжения и износа контактных площадок лезвий инструмента.

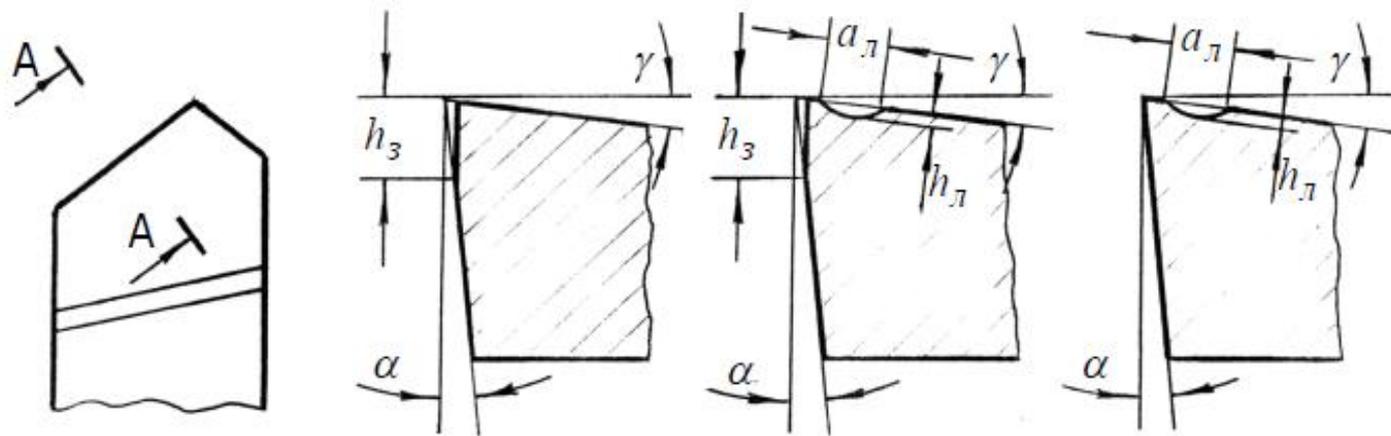
Эти условия могут характеризоваться коэффициентом трения, который изменяется в пределах от 0,2 до 0,8, в зависимости от условий резания (прочность материала, скорость резания и др.).

Уже в начале работы у инструментов заметны признаки изнашивания: вдоль главной режущей кромки появляется узкая светлая полоска шириной 0,05...0,1 мм. В дальнейшем изнашивание продолжается, и размеры полоски увеличиваются. По размерам износа лезвий принимается решение о работоспособности инструмента — возможности дальнейшей работы инструмента.

## 7.1. Общие сведения. Признаки и параметры износа. Кривые износа. Норма износа

При чистовой обработке резанием ( $S < 0,1$  мм/об) более интенсивному износу подвергается задняя поверхность резца (**рис. 29**).

Износ по задней поверхности определяется линейной мерой максимальной высотой фаски износа  $h_3$ . При предварительной обработке ( $S < 0,1...1,0$  мм/об.) изнашивается и передняя и задняя поверхности. Износ передней поверхности измеряется глубиной  $h_{л}$  и шириной  $a_{л}$  изношенного углубления, называемого лункой износа. Обработка металлов с большими подачами ( $S > 0,1$  мм/об.) приводит к условиям, когда износ по передней поверхности намного выше, чем по задней.



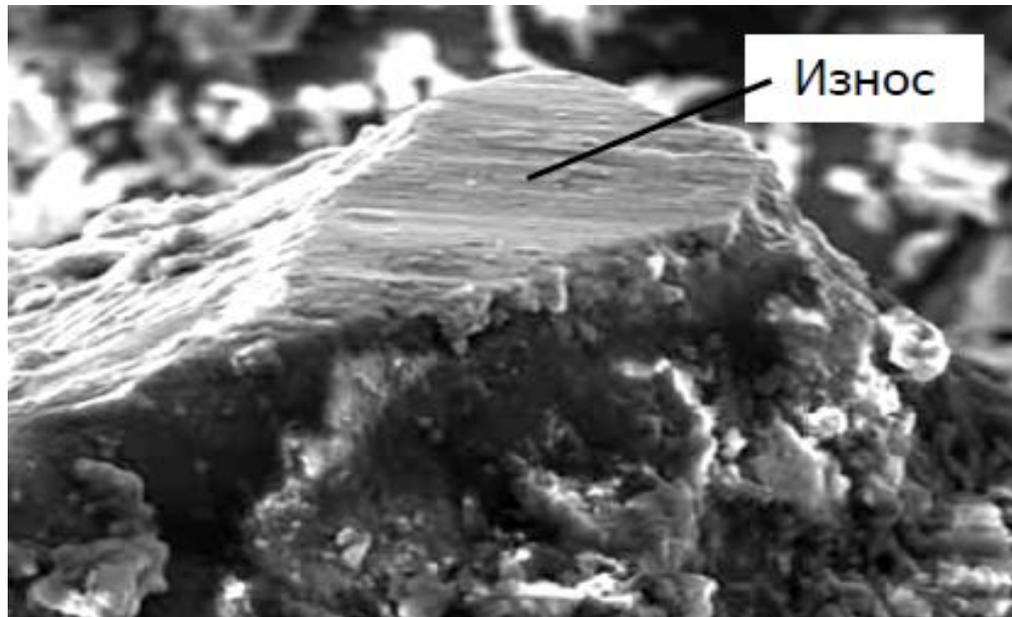
**Рис. 29.** Износ резца по задней и передней поверхности

## 7.1. Общие сведения. Признаки и параметры износа. Кривые износа. Норма износа

При шлифовании, одним из характерных видов износа является появление площадок на вершинах абразивных зёрен (**рис. 30**).

Часть зерен выкрашивается, в результате чего образуются новые острые кромки — происходит «самозатачивание» абразивного инструмента.

Количественно износ можно определить объемными или массовыми величинами, что не совсем удобно в производственных условиях, поэтому обычно пользуются линейными величинами, то есть измерением  $h_z$  и  $h_l$  или  $al$ .

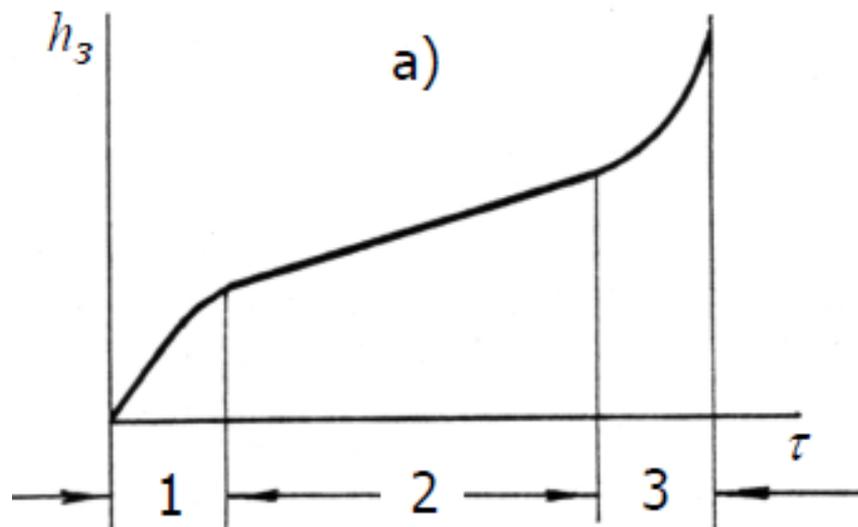


**Рис. 30.** Площадка износа на вершине абразивного зерна

## 7.1. Общие сведения. Признаки и параметры износа. Кривые износа. Норма износа

При исследовании износа инструментов используют кривые износа, выражающие функциональную зависимость износа лезвия от продолжительности времени резания  $\tau$  или от длины пути резания  $L$  (рис. 31, а). Выделяют характерные зоны: 1 — приработка, 2 — нормальный износ, 3 — интенсивный износ.

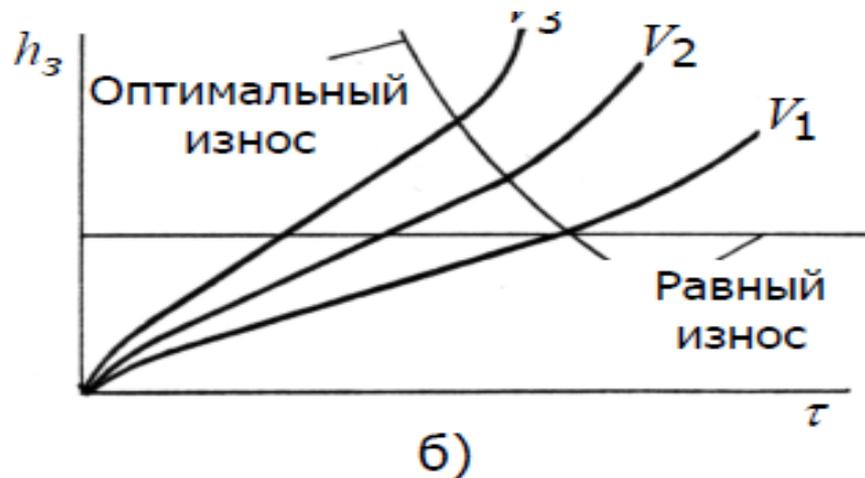
Интенсивность изнашивания зависит не только от времени, но и от других факторов (скорость, подача, задний угол, физико-механические свойства обрабатываемого и инструментального металлов).



**Рис. 31.** Изменение износа по задней поверхности во времени: характерные зоны (а)

## 7.1. Общие сведения. Признаки и параметры износа. Кривые износа. Норма износа

Чем, например, скорость резания больше, тем кривая износа круче (**рис. 31, б**),  $V_3 < V_2 < V_1$ . Если установить для группы одновременно работающих с разными скоростями инструментов равновеликий износ по задней поверхности, то такой износ называется критерием равного износа. Но при этом остаются неиспользованными резервы режущих свойств инструментов, работающих с большими скоростями. Поэтому в автоматизированном производстве целесообразно применять критерий оптимального износа, как более экономичный с точки зрения использования инструментов.



**Рис. 31.** Изменение износа по задней поверхности во времени: влияние скорости резания (б)

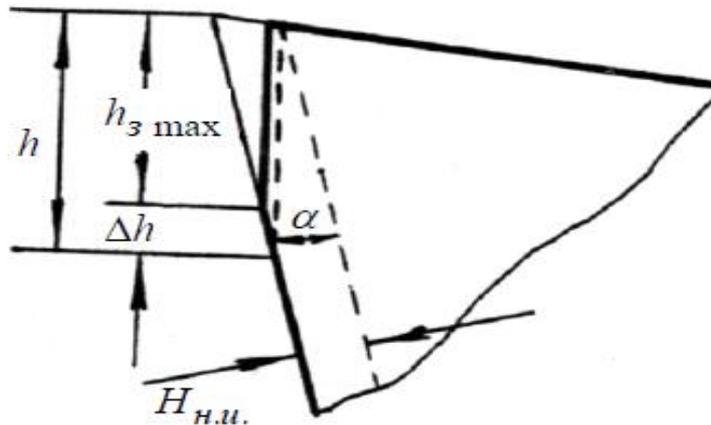
## 7.1. Общие сведения. Признаки и параметры износа. Кривые износа. Норма износа

При достижении износа по задней поверхности допустимого значения максимальной величины  $h_3 \text{ max}$  работу этим инструментом прекращают.

Норма износа многогранных пластинок, которые обычно не перетачиваются, равна значению допустимого максимального линейного износа каждой её вершины.

Нормой износа перетачиваемого инструмента является нормированная толщина стачиваемого слоя (**рис. 32**):

$$H_{н.и.} = (h_3 \text{ max} + \Delta h) \sin \alpha .$$



**Рис. 32.** Норма износа перетачиваемого инструмента

## **7.2. Износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов. Гипотезы износа**

## 7.2. Износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов. Гипотезы износа

В процессе резания из-за разной продолжительности взаимодействия в трущейся паре (инструмент-заготовка) изнашиваемым телом всегда является инструментальный материал, а истирающим — стружка и обработанная поверхность на заготовке.

Износостойкость представляет собой количественное выражение способности инструментального материала сопротивляться изнашиванию стружкой и обрабатываемой поверхностью в конкретных условиях их взаимодействия как трущейся пары.

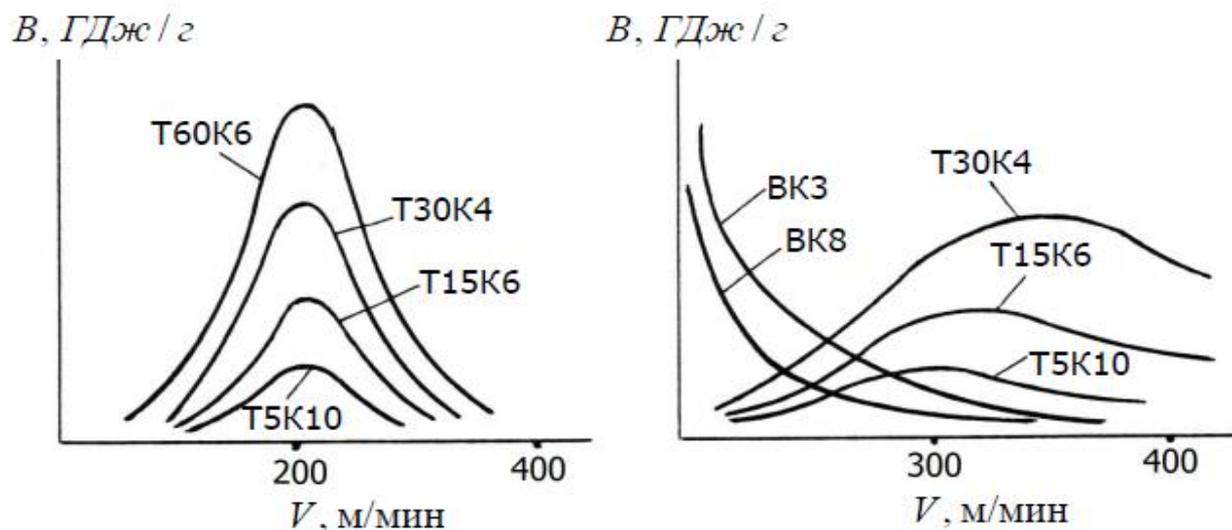
Износостойкость зависит от таких факторов как скорость, площадь контакта, коэффициент трения, давление, температура и другие. Поэтому износостойкость не является неизменным свойством, а определяется конкретными условиями.

## 8.2. Износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов. Гипотезы износа

Под износостойкостью понимается отношение затраченной на превращение в продукты износа изнашиваемого тела, работы  $W_m$  сил трения  $F_m$  к массе  $m_m$  продуктов износа в конкретных условиях взаимодействия:

$$B = \frac{W_m}{m_m}.$$

На графиках (**рис. 33**) показаны кривые износостойкости.



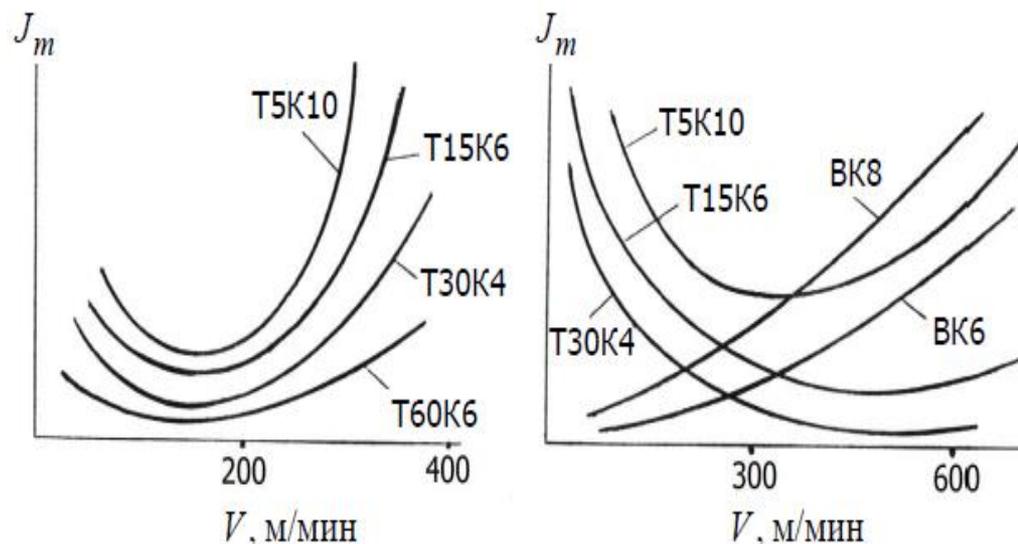
**Рис. 33.** Кривые износостойкости

## 7.2. Износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов. Гипотезы износа

Скорость нарастания изношенной массы  $m_m$  изнашиваемого тела в процессе его взаимодействия с истирающим телом называется **интенсивностью изнашивания**:

$$J_m = \frac{\alpha m_m}{\alpha L_m}.$$

На графиках (**рис. 34**) приведены кривые интенсивности изнашивания.



**Рис. 34.** Кривые интенсивности изнашивания

## 7.2. Износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов. Гипотезы износа

При составлении кривых износостойкости и интенсивности изнашивания видно, что первые имеют максимум для тех скоростей скольжения, при которых интенсивность изнашивания минимальна.

Подобная взаимосвязь предопределяет характер зависимости стойкости резца от скорости резания  $T(V)$ , то есть стойкость имеет максимум при той же скорости резания, когда достигается максимальная износостойкость и минимальная интенсивность изнашивания.

Процесс изнашивания режущего инструмента имеет следующие особенности:

- высокая твердость инструментального материала по сравнению с обрабатываемым;
- большие удельные давления на инструмент;
- высокая контактная температура;
- постоянное обновление трущихся поверхностей и удаление продуктов износа.

## 7.2. Износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов. Гипотезы износа

Сложность, а зачастую и невозможность непосредственных наблюдений за процессом изнашивания лезвий инструментов, привела к появлению гипотез, объясняющих природу износа.

Гипотеза об абразивном изнашивании базируется на изнашивании лезвия инструментов микроцарапанием твёрдыми частицами, содержащимися в обрабатываемом материале (цементит и карбиды). Хорошо согласуюсь с фактами при обработке заготовок, имеющих поверхностную корку, гипотеза не объясняет физическую природу и интенсивность изнашивания лезвия.

Гипотеза об окислительной природе изнашивания основана на разрушении тонких слоев оксидов, образующихся на инструментальном материале в условиях нагретой газовой среды в зоне резания. При повышении температуры интенсивность процессов окисления увеличивается в несколько раз.

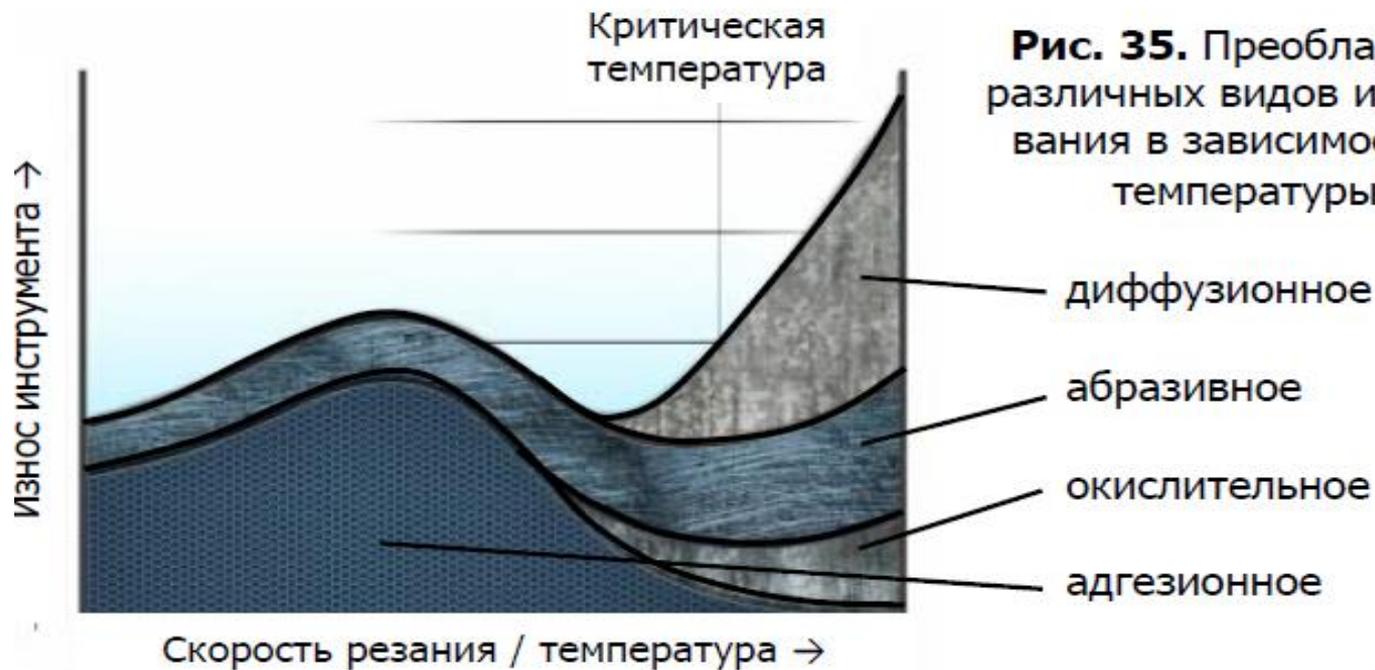
## 7.2. Износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов. Гипотезы износа

Гипотеза адгезионного изнашивания основана на «схватывании» твёрдых тел под действием адгезионных (молекулярных) сил в экстремальных условиях зоны резания. Образуются так называемые «мостики связи» между материалами заготовки и инструмента. Происходящее разрушение в точках «схватывания» приводит к износу лезвия инструмента.

Гипотеза о диффузионной природе изнашивания говорит о непрерывном диффузионном переносе углерода и вольфрама пограничного слоя инструмента в обрабатываемый металл. По мере увеличения скорости и температуры (до 900...1200 °С) диффузионный перенос становится основным фактором, определяющим механизм износа лезвий.

## 7.2. Износостойкость и интенсивность изнашивания инструментальных материалов. Гипотезы износа

Различные виды изнашивания проявляются одновременно, но какой из них преобладает, зависит в большей степени от температуры (**рис. 35**). При некотором критическом значении температуры, которая в свою очередь зависит от скорости резания, износ становится интенсивным.



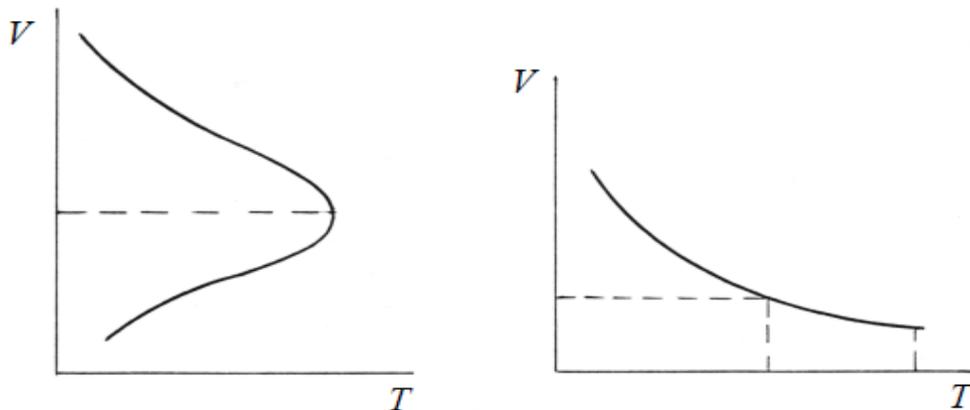
### **7.3. Стойкость режущих инструментов. Зависимость скорости резания от стойкости инструмента и других режимных параметров**

### 7.3. Стойкость режущих инструментов. Зависимость скорости резания от стойкости инструмента и других режимных параметров

Режимы резания могут быть разработаны на основе установленного допустимого равного износа для всех скоростей резания и оптимального износа для каждого значения скорости резания.

Продолжительность резания до момента, когда максимальный линейный износ лезвия достигает допустимого значения либо равного, либо оптимального износа, называется стойкостью режущего инструмента ( $T$ ) и выражается в минутах.

Экспериментальные исследования связи скорости резания и стойкости показывают, что в зоне малых скоростей скорость резания увеличивается с увеличением стойкости, а при больших скоростях наблюдается противоположная зависимость (**рис. 36**).



**Рис. 36.** Влияние скорости резания на стойкость инструмента

### 7.3. Стойкость режущих инструментов. Зависимость скорости резания от стойкости инструмента и других режимных параметров

Рационально вести обработку в пределах второй скоростной зоны, со скоростями, обеспечивающими наибольшую стойкость.

Скорость резания, обеспечивающая заданную стойкость инструмента, определяется рядом факторов, главными из которых являются глубина резания, подача и свойства обрабатываемого материала.

Обработка экспериментальных данных частных функциональных зависимостей позволяет вывести обобщённое уравнение зависимости скорости резания от основных параметров процесса резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y (HB)^z} K_V,$$

где  $C_v$  — коэффициент, определяющий влияние на скорость не входящих в это уравнение величин;  $m$ ,  $x$ ,  $y$  и  $z$  — показатели степени, определяемые экспериментально;  $K_V$  — поправочный коэффициент.

## **7.4. Влияние режимных параметров на стойкость инструмента. Ресурс режущего инструмента**

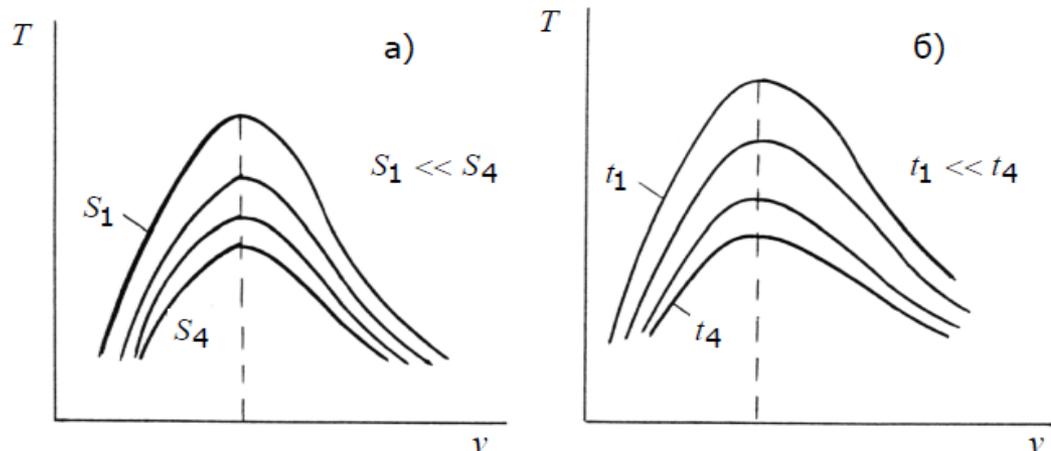
## 7.4. Влияние режимных параметров на стойкость инструмента. Ресурс режущего инструмента

В ряде случаев возникает необходимость расчета фактической ожидаемой стойкости режущего инструмента от режимных параметров.

Для вывода эмпирического уравнения применяется математическая обработка экспериментальных данных частных зависимостей  $T(v)$ ,  $T(S)$ ,  $T(t)$ , представленных на графиках (рис. 37). Обобщенное уравнение выглядит следующим образом:

$$T = \frac{C_{T_1} v^{T_2}}{S^{T_3} t^{T_4} e^{T_5}},$$

где  $C_{T_1}$  — коэффициент, учитывающий влияние не вошедших в формулу факторов;  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  и  $T_5$  — показатели степени, определяемые экспериментально.



**Рис. 37.** Влияние подачи (а) и глубины резания (б) на зависимость стойкости от скорости резания

## 7.4. Влияние режимных параметров на стойкость инструмента. Ресурс режущего инструмента

**Ресурсом режущего инструмента** является мера, равная или пропорциональная суммарному количеству годной продукции, обработанной режущим инструментом за срок его эксплуатации.

Ресурс можно выразить уравнением:

$$P_u = P_{uT}(1 + i\xi),$$

где  $P_{uT}$  — ресурс инструмента за период его стойкости  $T$ ;  $i$  — число повторных переточек;  $\xi$  — коэффициент, учитывающий снижение ресурса после повторных переточек.

Мерой ресурса могут быть:

- длина рабочего пути  $L = v T$ , м;
- площадь обработанной поверхности  $A = 10^{-3} v S T$ , м<sup>2</sup>;
- объём или масса срезанного металла  $V = 10^{-6} v S T t$ , м<sup>3</sup>;
- $M = 10^{-6} \rho v S T t$ , кг;
- число однотипных заготовок.

Исследование влияния параметров резания на ресурс инструмента позволяет определить оптимальные значения этих параметров, учитывая, что с увеличением скорости, глубины резания и подачи ресурс инструмента снижается.

## Вопросы Акинцевой А.В. можно задать

1. на почту **akintsevaav@susu.ru**

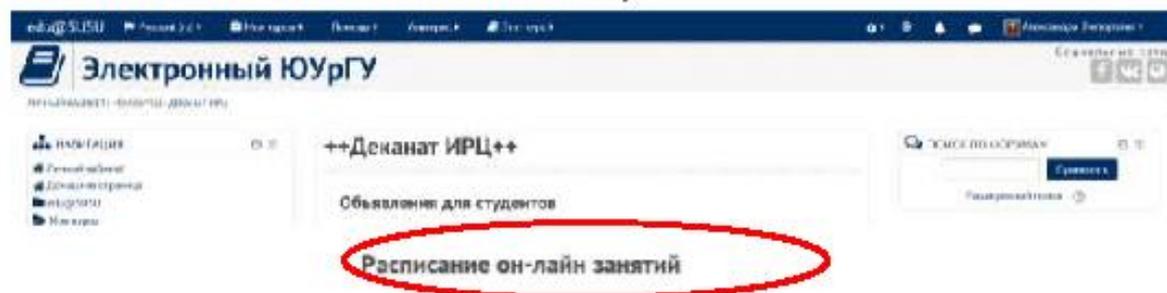
2. по скайпу **porowa\_aw\***

*предварительно согласовав время консультации*

3. через **диалоги** в портале



4. на **тьютореале** по расписанию для 3 курса (++)Деканат ИРЦ ++  
Расписание он-лайн занятий)



**Спасибо за внимание!!!!**