

УДК 621.91.01

## ПРОЦЕСС СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОЧЕНИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Гусев А. В., Закураев В. В.

Новоуральский технологический институт НИЯУ МИФИ

В статье выполнены исследования кинетики изнашивания режущих лезвий инструмента и произведено сопоставление полученных результатов с характером изменения деформационных характеристик стружкообразования. Результаты изучения изнашивания режущих лезвий и стружкообразования указали на существование определенной связи между этими процессами.

**Ключевые слова:** стружкообразование, рациональная скорость резания, удельные касательные напряжения сдвига и удельные касательные напряжения на передней поверхности лезвия, деформационные характеристики стружкообразования, величина интенсивности изнашивания лезвий, конструкционные стали.

**DOI:** <https://doi.org/10.22281/2413-9920-2016-02-04-16-26>

В работах [1-4] показана возможность определения рациональных режимов резания путем измерения сигналов виброускорения с вибродатчика, установленного на резце токарного станка. Основными предпосылками к созданию метода определения режимов резания, на основе диагностирования вибросигнала из зоны стружкообразования, являются следующие:

1. Стружкообразование при резании материалов – комплексный процесс, обеспечивающий формообразование новой поверхности. Основой этого процесса является предельная высокоскоростная пластическая деформация с последующим отделением слоя припуска материала.

2. Сложность процесса направленной деформации при резании с учетом многоуровневого характера структурных преобразований на микро-, мезо- и макроуровнях, высоких удельных энергетических затратах и потоках энергии в различных структурных элементах материала и самой технологической системе резания предполагает использование синергетического подхода для описания и анализа указанных процессов [5].

Для описания энергетического состояния локальных объемов материала, претерпевших предельную пластическую деформацию используется как механические свойства материалов (модуль сдвига, модуль упругости), так и термодинамические параметры сплавов (изменение энтальпии и скрытой теплоты плавления) [5].

Применяя синергетический подход к анализу деформации и разрушения материала припуска при стружкообразовании, необходимо иметь в виду, что условия разрушения при стружкообразовании несколько отличны от условий разрушения материала в конструкции изделия.

Прежде всего, для условий резания характерно: малый неточно ограниченный объем материала, подвергающийся внешнему воздействию; высокие относительные деформации и скорости деформации; высокие градиенты температур и напряжений; непостоянство условий внешних воздействий и, как правило, очень малые отрезки времени для осуществления термомеханического разупрочнения (динамического возврата).

Несмотря на указанные особенности условий деформации и разрушения целесообразно использовать новые положения синергетики к анализу процессов стружкообразования. Главное в синергетической модели разрушения – это наличие двух конкурирующих механизмов – микросдвига и микроотрыва [5]. Трансляционная неустойчивость (сдвиговая) возникает при достижении критического напряжения сдвига, связанного с критической плотностью энергии упругого формоизменения критической величины [5]. Ротационная (поворотная) неустойчивость возникает при достижении в локальном объеме критического напряжения микро отрыва [5].

Второй важной особенностью синергетического направления при изучении пластической деформации и разрушении твердых тел является наличие циклических явлений [6].

Опираясь на выше изложенные положения синергетики деформации и разрушения, в нашей работе [4] подробно описаны результаты исследования процесса стружкообразования при резании конструкционных материалов – сталей 45, 40 ХН, сплавов титана и алюминия. Кратко изложим полученные выводы.

Наблюдаемые фрагменты текстуры стружек (фотографии получены на электронном микроскопе) хорошо согласуются с известной моделью стружкообразования с параллельными границами (рис. 1) [7].

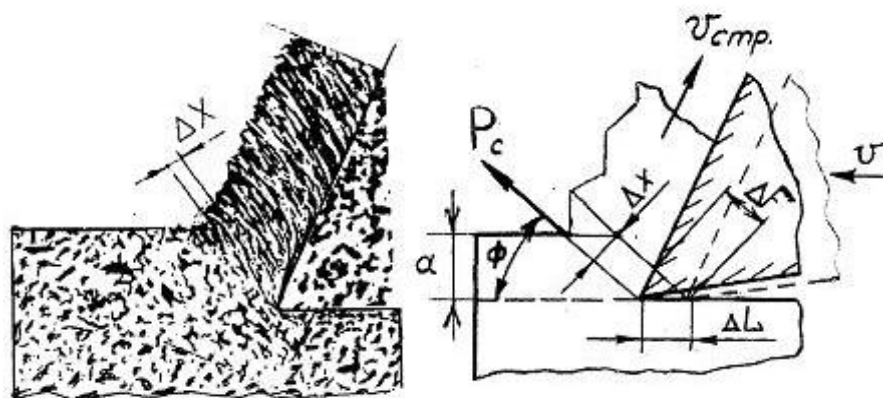


Рис.1. Корень стружки при резании пластичных материалов ( $\Delta x$  – толщина пластически деформируемой зоны;  $V$  – скорость резания;  $\Delta L$  – расстояние, пройденное лезвием инструмента;  $V_{стр}$  – скорость схода стружки;  $P_c$  – сила сдвига;  $a$  – толщина срезаемого слоя;  $\Phi$  – угол наклона условной плоскости сдвига;  $\Delta F$  – абсолютный сдвиг)

На фотографиях стружек (рис. 2, сторона, противоположная прирезцовой) отчетливо наблюдается характер сдвиговых деформаций в виде чередующихся выступов и впадин.

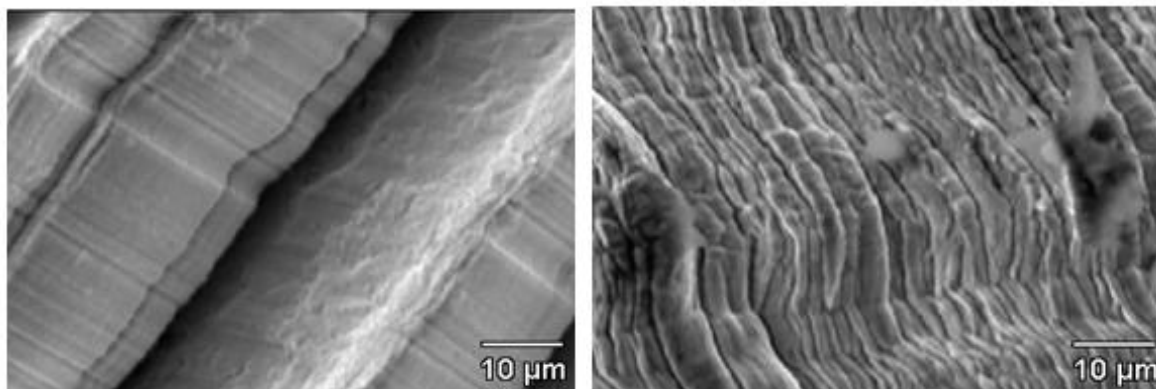


Рис. 2. Фотографии стружек, полученных на электронном микроскопе при 2000 кратном увеличении:  
 а - стружка, полученная при резании при скорости  $V = 0,47$  м/с и подаче  $S = 0,21$ ;  
 б - стружка, полученная при резании при подаче  $S = 0,11$  и скорости  $V = 2,97$  м/с

Величина дискретных элементов стружек (на рис. 1 обозначена  $\Delta x$ ) зависит от свойств обрабатываемого материала, режимов резания (прежде всего от толщины срезаемого слоя и скорости резания). Элемент  $\Delta x$  является макро элементом диссипативной структуры (текстуры образующейся стружки) и может быть измерен. Кроме этого, при стружкообразовании наблюдается (на микрошлифах стружек) поворот локальных макро объёмов материала «набегающих» на переднюю поверхность режущего лезвия.

Геометрические параметры локальных элементов предложено характеризовать отношением толщины сдвигаемого слоя  $\Delta x$  к толщине срезаемого слоя –  $\Delta x/a$ .

Данные выполненного исследования также показывают наличие деформационного цикла в процессе образования стружки [4]. Это явление дает основание к описанию процесса стружкообразования методом вероятностного анализа случайных процессов и поведения динамических систем при случайных воздействиях [1, 2].

Анализ известных работ по вопросам стружкообразования, отечественных ученых Грановского Г.И., Зорева Н.Н., Клушина М.И., Кудинова В.А., Лоладзе Т.Н. Розенберга А.М., а также более поздних работ [8-10] и других указывает на два важных аспекта проблемы стружкообразования. Первый аспект заключается в необходимости учета термомеханических условий напряженно-деформационного состояния зоны резания. Эти условия характеризуются температурами контактных поверхностей, напряжениями сдвига локальных объемов материала, а так же контактными напряжениями на передней и задней поверхностях лезвия. Второй – это цикличность процесса стружкообразования (периодически повторяющийся деформационный цикл).

Известно положение А.М. Розенберга [11] о всеобщей связи явлений в процессе резания: условиях деформации, температуры в зоне резания, износа режущих лезвий инструмента. Это положение подтверждается результатами работ, выполненных в последние годы. Так в работе [12] используются модели, основанные на учете термомеханических связей процессов установившегося состояния процесса стружкообразования на передней поверхности и процессов износа на задней поверхности лезвий. Данные явления обоснованы работой механизма внутренней самонастройки процесса резания, выводящей процесс в определенное оптимальное состояние. Аналогичные идеи излагаются в работах [13, 14].

Таким образом, следует полагать, что должна существовать связь между условиями формирования текстуры стружки (критерий  $\Delta x/a$ ) и показателями процесса износа лезвий инструмента.

Цель данной работы – выявление и оценка деформационных параметров процесса стружкообразования с характеристиками процесса изнашивания режущих лезвий.

*Методика работы.*

В опытах по изучению процесса изнашивания лезвий велась обработка следующих материалов: сталь 45, сталь 40ХН, сталь 08Х18Н9Т. Материал инструмента: твердый сплав Т14К8 (Р20). Резец со сменными многогранными пластинами SNUM-150412. Физико-механические свойства материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства обрабатываемых материалов

| Материал заготовки | Твердость НВ | Предел текучести (условный) $\sigma_{0,2}$ , МПа |            | Модуль упругости $E$ , ГПа |            | Модуль сдвига $G$ , ГПа |            | Температура плавления, $T_{пл.}$ , °С |
|--------------------|--------------|--|------------|----------------------------|------------|-------------------------|------------|---------------------------------------|
|                    |              | $T=20^0C$  | $T=800^0C$ | $T=20^0C$                  | $T=800^0C$ | $T=20^0C$               | $T=800^0C$ |                                       |
| Сталь 45           | 250          | 275  | 140        | 212                        | 118        | 78                      | 45         | 1400                                  |
| Сталь 40ХН         | 290          | 315  | 268        | 200                        | 132        | 85                      | 50         | 1450                                  |
| Сталь 08Х18Н9Т     | 250          | 216  | 155        | 195                        | 135        | 77                      | 49         | 1500                                  |

Глубина резания  $t = 1,5$  мм. Диапазон изменения скоростей резания и подач приведен в подрисуночных подписях. В каждом опыте, отбирали стружки для измерения толщины

сдвиговых деформаций  $\Delta x$ . Расчетным путем по методу Кушнера В.С. [15] рассчитаны удельные касательные напряжения сдвига  $\tau_y$ , удельные касательные напряжения на передней поверхности лезвия  $q_F$ . Определялись температуры на передней и задней поверхности лезвия и температура резания  $T_n$ ,  $T_z$ ,  $T_p$ . В результате опытов получены кинетические кривые износа лезвий. Путем обработки результатов вычислены значения пути резания до заданного износа  $L$ , а также относительный износ задней поверхности лезвий  $I$ .

*Результаты исследований.*

На рис. 3 представлены кинетические кривые износа лезвий сплава Т14К8 при обработке стали 45.

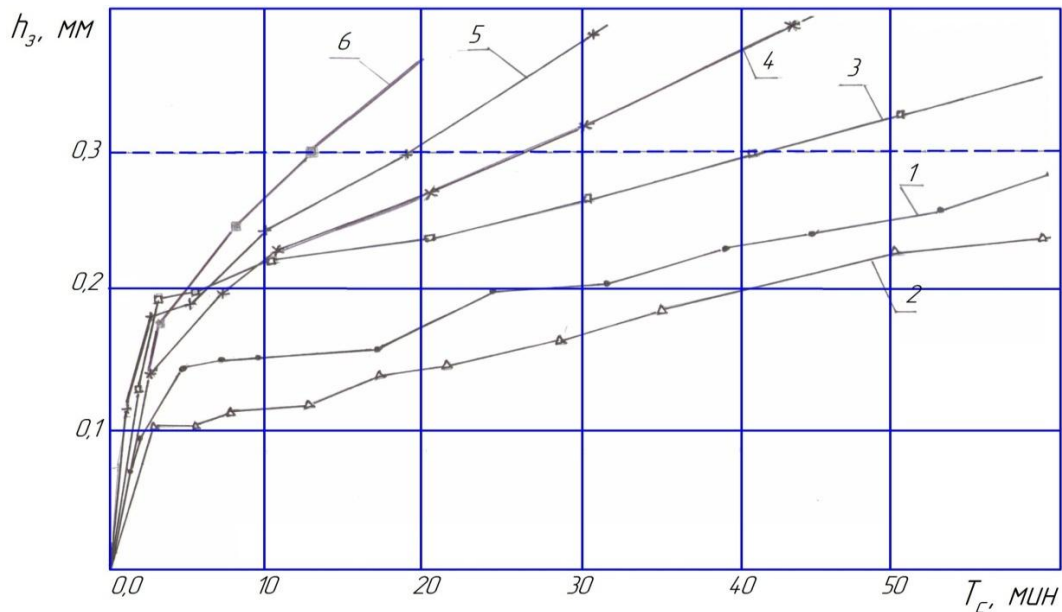


Рис. 3. Графики износа лезвий инструмента при точении стали 45

(инструмент – сплав Т14К8 (р); глубина резания  $t = 1,5$  мм; подача  $S = 0,2$  мм/об):

1 –  $V = 0,92$  м/с; 2 –  $V = 2,2$  м/с; 3 –  $V = 2,8$  м/с; 4 –  $V = 3,1$  м/с; 5 –  $V = 3,8$  м/с; 6 –  $V = 4,6$  м/с

На рис. 4 представлены данные, полученные после обработки графиков износа. Показана нелинейная зависимость периода стойкости инструмента  $T_c$  при заданном износе лезвий  $h_z = 0,3$  мм (кривая 1).

Кривая 2 отражает изменение пути резания  $L$  до заданного износа  $h = 0,3$  мм. В соответствии с рекомендациями Г.И. Грановского [16] скорость резания, соответствующая максимальному пути резания (максимальному ресурсу, является нижним порогом зоны скоростей рациональной обработки металлов резанием. В нашем случае эта зона скоростей резания составляет 2,5...3,2 м/с.

В указанном диапазоне скоростей значение отношения толщины фрагментов сдвиговых деформаций к толщине срезаемого слоя  $\Delta x/a$  находится в пределах  $\Delta x/a \approx 0,9...1,1$ , т.е.  $\Delta x/a \approx 1$  [17]. На этом основании следует полагать, что фрагменты сдвиговых деформаций при рациональных скоростях резания стремится к одинаковым размерам в направлении сдвига и направлении схода стружки.

На рис. 5, а, в приведены расчетные данные величины удельных касательных напряжений сдвига  $\tau_y$  и удельных касательных напряжений на передней поверхности лезвия  $q_F$ . Результаты расчетов показывают, что с увеличением скорости резания в 4 раза имеется незначительный рост напряжений сдвига материала (увеличение 5...6 %). В то же время наблюдается значительное снижение удельных касательных напряжений  $q_F$  на передней поверхности лезвия – от 354 МПа до 242 МПа, т.е. на 31,6 %. Соотношение удельных напряжений на передней поверхности и напряжений сдвига составляет при рациональных скоростях резания

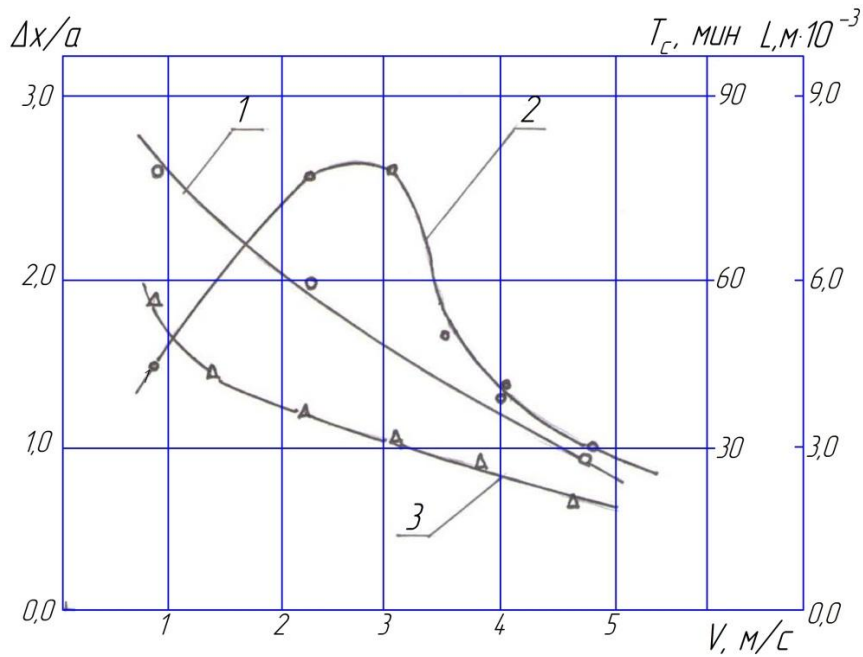


Рис. 4. Показатели износа лезвий при точении стали 45:

- 1 – изменение периода стойкости режущих лезвий от скорости резания при точении стали 45;
- 2 – изменение пути резания от скорости резания; 3 – зависимость отношения толщины сдвиговых деформаций к толщине срезаемого слоя

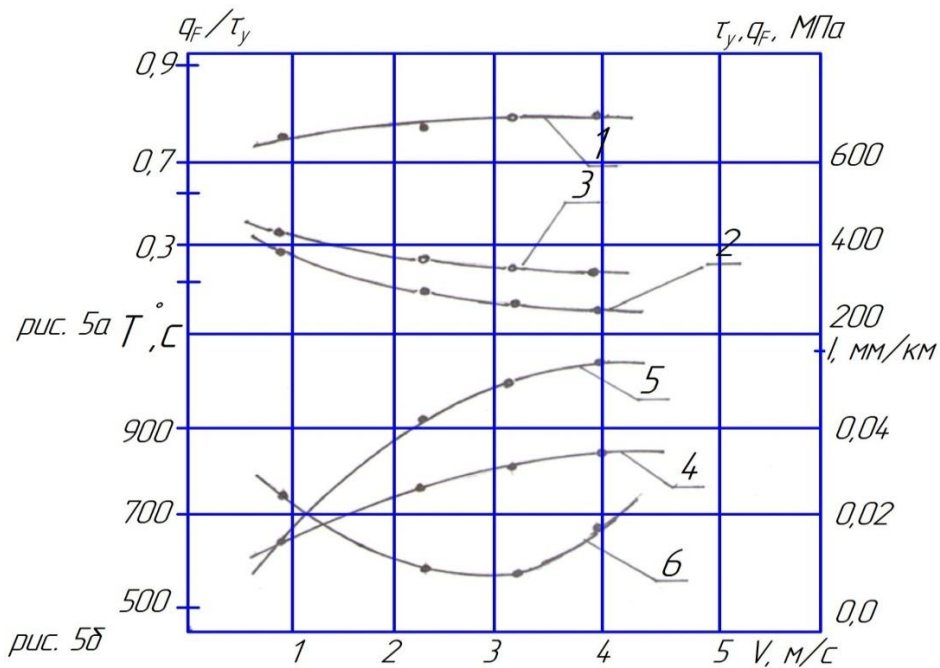


Рис. 5. Зависимости деформационных параметров, температуры и относительного износа от скорости резания: а - деформационные параметры; б - температура и относительный износ (1 – удельные напряжения сдвига  $\tau_y$ ; 2 – удельные касательные напряжения на передней поверхности лезвия  $q_F$ ; 3 – отношения удельных напряжений сдвига и касательных напряжений на передней поверхности лезвия  $q_F/\tau_y$ ; 4 – температура на передней поверхности лезвия  $T_n$ ; 5 – температура на задней поверхности лезвия  $T_3$ ; 6 - относительный износ лезвий  $I$ )

$q_F/\tau_y \approx 0,4-0,45$ . Данное соотношение обусловлено ростом температуры передней поверхности лезвия  $T_n$ , являющейся результатом работы деформации в пластической области контакта [18]. Увеличение температуры  $T_n$  при увеличении скорости резания в 4 раза составляет

30,6%. Диапазон изменения  $T_n$  составляет от 647 до 845 °С. Указанному значению температуры соответствует существенное снижение предела текучести и модулей упругости стали 45 (табл. 1) [19].

Расчетные значения температуры задней поверхности  $T_3$  лезвия (кривая 5 на рис 5,б) показывают ее интенсивный рост по сравнению с температурой на передней поверхности лезвия (от 616 до 1033 °С). Изменение интенсивности изнашивания лезвий  $I$  показано на рис. 5, б (кривая б).

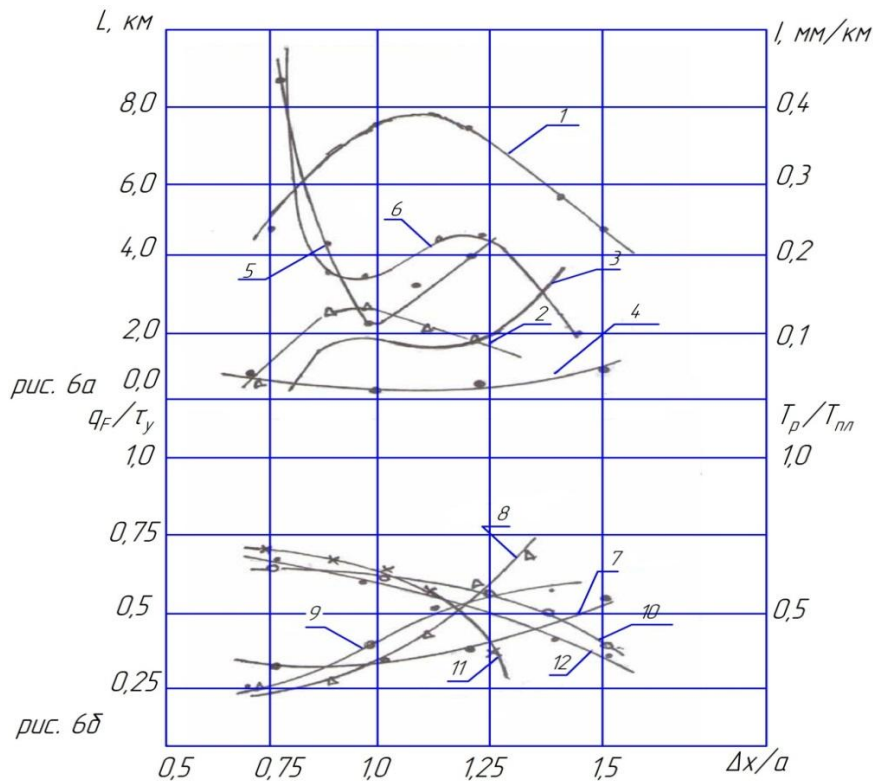


Рис. 6. Данные к анализу связи деформационных характеристик стружкообразования и показателей износа лезвий: а - зависимость пути резания  $L$  и относительного износа лезвий  $I$  от относительной величины сдвиговых деформаций  $\Delta x/a$  (длина пути резания: 1 – сталь 45; 2 – сталь 40ХН; 3 – сталь 08Х18Н10Т; относительный износ лезвий: 4 – сталь 45; 5 – сталь 40ХН; 6 - сталь 08Х18Н9Т; отношение  $q_F/\tau_y$ : 7 – сталь 45; 8 – сталь 40ХН; 9 – сталь 08Х18Н9Т; отношение  $T_p/T_{nl}$  (гомологическая температура резания): 10 - сталь 45; 11 – сталь 40ХН; 12 – сталь 08Х18Н10Т)

Минимальный относительный износ в диапазоне скоростей 2,5...3,2 м/с также соответствует значениям  $\Delta x/a \approx 0,9...1,1$ .

Температура задней поверхности лезвия в точке минимума интенсивности износа (максимум пути резания) составляет  $T_3 = 990$  °С. По результатам исследований [20] указанный диапазон температуры задней поверхности соответствует минимальному значению интенсивности образования адгезионных связей пары твердый сплав–сталь 45.

#### Анализ результатов.

Для оценки предположения о связи условий стружкообразования и процесса изнашивания лезвия инструмента, по полученным данным построены зависимости пути резания  $L$  и относительного износа  $I$  от величины относительных значений сдвиговых деформаций  $\Delta x/a$  для трех видов сталей (рис. 6). Приведенные зависимости указывают на существование устойчивой связи нелинейного вида между показателями износа и относительной величиной сдвиговых деформаций  $\Delta x/a$ .

Максимальный путь резания (рис. 6, а) и минимум относительного износа соответствуют отношению  $\Delta x/a \approx 1$ .

Графики (рис. 6, б) показывают характер изменения отношения  $q_F/\tau_y$  касательного напряжения  $q_F$  на передней поверхности лезвия к величине напряжения сдвига  $\tau_y$  (сталь 45 – линия 7, сталь 40 ХН – линия 8, сталь 08Х18Н9Т – линия 9).

При малых отношениях  $\Delta x/a$  (высокая скорость резания, рис.5) отношение  $q_F/\tau_y$  составляет 0,35...0,40. При низких скоростях ( $\Delta x/a \approx 1,2..1,5$ ) отношение  $q_F/\tau_y \approx 0,54$ . При относительной величине сдвиговых деформаций  $\Delta x/a \approx 1$  графики относительных напряжений  $q_F$  и  $\tau_y$  примерно одинаковы и составляют величину 0,37..0,39. Уменьшение отношения  $q_F/\tau_y$  до 0,37...0,39 свидетельствует о снижении касательных напряжений на передней поверхности (график 5 на рис. 5, а), что обеспечивает увеличение среднего значения угла условной плоскости сдвига  $\Phi$ .

Изменением этих факторов обеспечивается облегчение поворота сдвигаемых слоев стружки в направлении ее схода по передней поверхности лезвия. Локальные объемы обрабатываемого материала  $\Delta x$  стремятся к величине заданной толщины срезаемого слоя  $a$ .

Гореловым В.А. [22] предложена модель стойкости (износа) инструмента при температурах, характерных для адгезионного, диффузионного видов изнашивания. В модели учитываются силы резания, пропорциональные напряжениям на контактных поверхностях инструмента, а также значения относительных температур  $T/T_{пл}$  (где  $T$  - температура на контактных поверхностях инструмента;  $T_{пл}$  – температура плавления обрабатываемого материала).

По нашим исследованиям графики 10-12 (рис. 6, б), отражающие ход изменения относительных температур  $T_p/T_{пл}$  сближаются при значениях  $\Delta x/a \approx 1$ . Отношение расчетных значений температуры резания  $T_p$  и температуры плавления  $T_{пл}$  при  $\Delta x/a \approx 1$  достигают значений 0,63 (ст. 45), 0,66 (ст. 40ХН) и 0,63 (ст. 08Х18Н9Т).

Для оценки достоверности результатов анализа и выдвинутых положений о возможной связи физических параметров стружкообразования и процесса износа лезвий обратимся к ранее опубликованным работам других авторов.

В модели процесса косоугольного несвободного резания, стружкообразования и изнашивания резцов при обработке сталей [22] установлена связь скорости изнашивания и величины износа инструментов с входными параметрами (геометрия лезвия, физико-механическими характеристиками обрабатываемого и инструментального материала), а также с углом наклона поверхности сдвига с учетом его изменения по длине режущей кромки и пятна контакта стружки с передней поверхностью лезвия. Таким образом, в данной модели, хотя и неявно, но указывается на связь износа и характеристик стружкообразования.

В работе [23] отмечается, что механизм и коэффициент трения существенно определяются механизмами деформирования срезаемого слоя, которые влияют и на тип стружки и характер контакта с инструментом. Характеристики трения определяются самоорганизацией процесса пластической деформации при резании вследствие обратной связи между зонами стружкообразования и контакта стружки с инструментом. Кроме того, при температуре резания  $T_p = 800^\circ\text{C}$ , максимальное значение стойкости инструмента при обработке стали 45 связано с ростом демпфирующей способности зерен карбидов твердого сплава.

Таким образом, в приведенных работах [12-14, 21-23] прямым, либо косвенным образом подтверждается связь процесса стружкообразования с характеристиками изнашивания режущего лезвия.

Полученные в наших работах данные о возможности контроля частоты сдвиговых деформаций процесса стружкообразования при резании [1, 2] с учетом установленной связи деформационных характеристик стружкообразования с износом режущих лезвий, позволяют определять рациональный уровень режимов резания.

#### *Выводы.*

1. Высокоскоростная пластическая деформация сталей при стружкообразовании осуществляется циклически с образованием дискретных локальных макро объёмов материала срезаемого припуска. Размеры этих макроэлементов определяются свойствами обрабаты-

ваемых материалов, режимом резания и другими факторами, формирующимися в результате процесса стружкообразования.

2. Результаты изучения изнашивания режущих лезвий и стружкообразования указывают на существование определенной связи между этими процессами. Интенсивность изнашивания лезвий зависит от характера и размеров формирующейся текстуры стружек, которые, в свою очередь, определяются скоростью резания и толщиной срезаемого слоя.

3. Максимальный путь резания (минимальный относительный износ) соответствуют режиму резания, при котором макроэлементы формирующейся текстуры стружек  $\Delta x$  близки по своим размерам толщине срезаемого слоя  $a$ , т.е.  $\Delta x/a \approx 1$ .

### Список литературы

1. Гусев, А.В. Обоснование возможности контроля процесса механической обработки / А.В. Гусев, В.В. Закураев, С.И. Хадеев // Машиностроение - традиции и инновации: сб. трудов Всерос. молодежной конф. / Юргинский технологический институт. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - С. 195-198.
2. Гусев, А.В. Процесс стружкообразования и его изучения на основе частотного и спектрального анализа / А.В. Гусев, В.В. Закураев, Ю.В. Турыгин // Интеллектуальные системы в производстве. - 2013. - № 2. - С. 49-54.
3. Гусев, А.В. Предпосылки к созданию метода автоматизированного выбора режимов резания / А.В. Гусев, В.В. Закураев, А.Г. Ничков // Теплофизические и технологические аспекты повышения эффективности машиностроительного производства. Труды IV Междунар. научно-техн. конф. (Резниковские чтения). - Тольятти: 2015. - С. 207-214.
4. Гусев, А.В. О связи деформационных параметров стружкообразования с характеристиками колебаний при резании / А.В. Гусев, В.В. Закураев, А.Г. Ничков // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. - 2015 - № 3-1. - С. 52-59.
5. Иванова, В.С. Синергетика разрушения и механические свойства / В.С. Иванова // Синергетика и усталостное разрушение металлов. - М.: Наука, 1989. - С. 6-29.
6. Грабар, И.Г. Дискретные явления в механике разрушения с позиции синергетики / И.Г. Грабар // Синергетика и усталостное разрушение металлов. М.: Наука, 1989. - С. 191-199.
7. Бобров, В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров. - М.: Машиностроение, 1975. - 344 с.
8. Кушнер, В.С. Термомеханическая теория процесса неправильного резания пластичных материалов / В.С. Кушнер. - Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1982. - 180 с.
9. Кабалдин, Ю.Г. Механические деформации срезаемого слоя и стружкообразования при резании / Ю.Г. Кабалдин // Вестник машиностроения. - 1993. - №7. - С. 25-30.
10. Петрушин, С.И. Теория несвободного резания материалов стружкообразования с развитой зоной пластических деформаций / С.И. Петрушин, А.В. Проскоков // Вестник машиностроения. - 2010. - №1. - С. 53-58.
11. Розенберг, А.М. Элементы теории процесса резания металлов / А.М. Розенберг, А.М. Еремин. - М.: Машгиз, 1956. - 219 с.
12. Тахман, С.И. Режимы резания и закономерности изнашивания твердосплавного инструмента / С.И. Тахман. - Курган: КГУ, 2001. - 169 с.
13. Постнов, В.В. Анализ деформированного состояния зоны стружкообразования при нестационарном резании / В.В. Постнов // Вестник УГАТУ. - 2013. - Т.17. - №8 (61).
14. Stahl, J.-E. Metal cutting – theories and models. J. Stahl in cooperation with Seco. Division of Production and Materials Engineering. Sweden, 2012. 630 p.
15. Верещака, А.С. Резание материалов / А.С. Верещака, В.С. Кушнер. - М.: Высшая школа, 2009. - 535 с.
16. Грановский, Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский В.Г. - М.: Высшая школа, 1985. - 304 с.



17. Способ определения оптимальных режимов резания: пат. 2514251 Рос. Федерация: МПК В 23 В1/00/. Гусев А.В., Закураев В.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ). - № 2012131289/02; заявл.20.07.2012, опубл. 27.04.2014.

18. Талантов, Н.В. Физические основы процесса резания, изнашивания и разрушения инструмента / Н.В. Талантов. - М.: Машиностроение, 1992. – 240 с.

19. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др. Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

20. Макаров, А.Д. Оптимизация процессов резания / А.А. Макаров. – М.: Машиностроение, 1976. – 278 с.

21. Горелов, В.А. Разработка методов и средств эффективного выбора режимов резания труднообрабатываемых материалов на основе термосиловых характеристик процессов: автореферат дисс. ... докт. техн. наук. – М., 2007. – 47 с.

22. Грубый, С.В. Расчетные параметры процесса резания и стружкообразования при тчении конструкционныx сталей и сплавов / С.В. Грубый // Вестник машиностроения. - 2006. - №1. - С. 63-72.

23. Кабалдин, Ю.Г. Трение и износ инструмента при резании / Ю.Г. Кабалдин // Вестник машиностроения. - 1995. - №1. - С. 26-32.

#### **Об авторах**

Гусев Антон Валерьевич – инженер кафедры технологии машиностроения Новоуральского технологического института НИЯУ МИФИ (НТИ НИЯУ МИФИ), *antongusev88@gmail.com*.

Закураев Виктор Владимирович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии машиностроения Новоуральского технологического института НИЯУ МИФИ (НТИ НИЯУ МИФИ), *tm@nsti.ru*.

## **CHIP FORMATION PROCESSES AND CHARACTERISTICS TOOL WEAR DURING TURNING STRUCTURAL STEEL**

Gusev A.V., Zakuraev V.V.

Novouralsk Institute of Technology

In this article researches of kinetics of wear of the cutting edges of the tool are executed and comparison of the received results to the nature of change of deformation characteristics of a chip formation processes is made. Results of studying of wear of the cutting edges and a chip formation processes have indicated existence of a certain communication between these processes.

**Keywords:** *chip formation, rational cutting speed, the specific tangential shear stress and the specific shearing stresses on the front surface of the blade, chip deformation characteristics, the wear rate of the value of blades, structural steel.*

**DOI:** <https://doi.org/10.22281/2413-9920-2016-02-04-16-26>

#### **References**

1. Gusev A.V., Zakuraev V.V., Khadeev S.I. Obosnovanie vozmozhnosti kontrolya processa mekhanicheskoy obrabotki. *Mashinostroenie - traditsii i innovatsii: sbornik trudov Vserossiyskoy molodezhnoy konferentsii. Yurginskiy tekhnologicheskii institut. Tomsk, Izdatelstvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2011, pp. 195-198.*

2. Gusev A.V., Zakuraev V.V., Turygin Yu.V. Process struzhkoobrazovaniya i ego izuchenie na osnove chastotnogo i spektralnogo analiza. *Intellektualnye sistemy v proizvodstve, 2013, No.2, pp. 49-54.*

3. Gusev A.V., Zakuraev V.V., Nichkov A.G. Predposylki k sozdaniyu metoda avtomatizirovannogo vybora rezhimov rezaniya. *Teplofizicheskie i tekhnologicheskie aspekty povysheniya effektivnosti mashinostroitel'nogo proizvodstva. Trudy IV mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (Reznikovskie chteniya)*. Tolyatti, 2015, pp. 207-214.
4. Gusev A.V., Zakuraev V.V., Nichkov A.G. O svyazi deformatsionnykh parametrov struzhkoobrazovaniya s kharakteristikami kolebaniy pri rezanii. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, No.3-1, pp. 52-59.
5. Ivanova V.S. Sinergetika razrusheniya i mekhanicheskie svoystva. *Sinergetika i ustalostnoe razrushenie metallov*. Moscow, Nauka, 1989, pp. 6-29.
6. Grabar I.G. Diskretnye yavleniya v mekhanike razrusheniya s pozitsii sinergetiki. *Sinergetika i ustalostnoe razrushenie metallov*. Moscow, Nauka, 1989, pp. 191-199.
7. Bobrov V.F. *Osnovy teorii rezaniya metallov* [Fundamentals of the theory of metal cutting]. Moscow, Mashinostroenie, 1975. 344 p.
8. Kushner V.S. *Termomekhanicheskaya teoriya protsessa nepravil'nogo rezaniya plastichnykh materialov* [Thermomechanical theory of the process of wrong cutting of plastic materials]. Irkutsk: Irkutskiy universitet, 1982. 180 p.
9. Kabaldin Yu.G. Mekhanicheskie deformatsii srezaemogo sloya i struzhkoobrazovaniya pri rezanii. *Vestnik mashinostroeniya*, 1993, No.7, pp. 25-30.
10. Petrushin S.I., Proskokov A.V. Teoriya nesvobodnogo rezaniya materialov struzhkoobrazovaniya s razvitoy zonoj plasticheskikh deformatsiy. *Vestnik mashinostroeniya*, 2010, No.1, pp. 53-58.
11. Rozenborg A.M., Eremin A.M. *Elementy teorii processa rezaniya metallov* [Elements of the theory of the process of metal cutting]. Moscow, Mashgiz, 1956. 219 p.
12. Takhman S.I. *Rezhimy rezaniya i zakonomernosti iznashivaniya tverdosplavnogo instrumenta* [Cutting modes and patterns of wear of carbide tools]. Kurgan, KGU, 2001. 169 p.
13. Postnov V.V. Analiz deformirovannogo sostoyaniya zony struzhkoobrazovaniya pri nestatsionarnom rezanii. *Vestnik UGATU*, 2013, Vol.17, No.8.
14. Stahl J.-E.. Metal cutting – theories and models. J. Stahl in cooperation with Seco. Division of Production and Materials Engineering. Sweden, 2012. 630 p.
15. Vereshchaka A.S., Kushner V.S. *Rezanie materialov* [Cutting of materials]. Moscow, Vysshaya shkola, 2009. 535 p.
16. Granovskiy G.I., Granovskiy V.G. *Rezanie metallov* [Cutting of metals]. Moscow, Vysshaya shkola, 1985. 304 p.
17. Patent RU 2514251. *Sposob opredeleniya optimalnykh rezhimov rezaniya* [The method of determining the optimal cutting modes]. Gusev A.V., Zakuraev V.V. Declared 20.07.2012. Published 27.04.2014.
18. Talantov N.V. *Fizicheskie osnovy protsessa rezaniya, iznashivaniya i razrusheniya instrumenta* [The physical basis of the cutting process of wear and destruction of the tool]. Moscow, Mashinostroenie, 1992. 240 p.
19. Sorokin V.G., Volosnikova A.V., Vyatkin S.A. *Marochnik staley i splavov* [Marochnik steels and alloys]. Moscow, Mashinostroenie, 1989. 640 p.
20. Makarov A.D. *Optimizatsiya processov rezaniya* [Optimization of cutting processes]. Moscow, Mashinostroenie, 1976. 278 p.
21. Gorelov V.A. *Razrabotka metodov i sredstv effektivnogo vybora rezhimov rezaniya trudnoobrabatyvaemykh materialov na osnove termosilovykh kharakteristik protsessov*. Doct. Diss. (Engineering). Moscow, 2007. 47 p.
22. Grubby S.V. Raschetnye parametry protsessa rezaniya i struzhkoobrazovaniya pri tochenii konstruktsionnykh staley i splavov. *Vestnik mashinostroeniya*, 2006, No.1, pp. 63-72.
23. Kabaldin Yu.G. Trenie i iznos instrumenta pri rezanii. *Vestnik mashinostroeniya*, 1995, No.1, pp. 26-32.

**Authors' information**

Anton V. Gusev - engineer at Novouralsk Institute of Technology NIYaU MIFI, *antongusev88@gmail.com*.

Viktor V. Zakuraev - Candidate of Technical Sciences, Head of Department at Novouralsk Institute of Technology NIYaU MIFI, *tm@nsti.ru*.

Дата публикации  
(Date of publication):  
25.12.2016