

ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ, СНИЖАЮЩИЕ РАБОТУ СКОЛЬЗЯЩЕГО РЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Marunych V.

The National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine

PROCESSES AND PHENOMENA, REDUCING WORK OF SLIDING CUTTING OF MATERIALS

Рассмотрены физические процессы скользящего резания, которые создают условия для всемерного снижения сопротивления обрабатываемого материала в зоне резания, зарождение трещины и её развитие в определённом направлении. Разработаны новые методы обработки резанием металлов: скользящее точение и скользящее торцовое фрезерование, которые создают новые перспективы повышения долговечности деталей машин. Определены основные физические процессы в контактной зоне инструмента с заготовкой, сопровождающие скользящее резание металлов, их последовательность.

Ключевые слова: скользящее резание, новая закономерность, физические процессы, повышение долговечности, улучшение геометрических характеристик.

Введение

Процесс скользящего резания материалов можно рассматривать как нарушение сплошности обрабатываемого материала в результате разрыва его межатомных или межмолекулярных связей и образование новых поверхностей.

Для понимания природы явлений, физической сущности связей и механизма их разрушения при скользящем резании материалов обращаемся к смежным наукам: металлофизика, физика твёрдого тела и механика разрушения. Только с использованием представлений этих разделов и их аппарата можно описать начальные стадии разрушения и разработать научные основы создания нового процесса резания материалов, который существенно снизит работу резания, энергоёмкость и силовую напряжённость.

Цель

Целью данной работы является создание новой закономерности отделения срезаемого слоя при механической обработке материалов, позволяющей решить научную проблему по преобразованию энергии деформации в работу разрыва межатомных или межмолекулярных связей на более ранней стадии. Это позволит снизить работу на отделение стружки, энергоёмкость процесса резания, его силовую напряжённость, существенно улучшить качество поверхностного слоя и открывает новые перспективы технологического повышения долговечности и точности деталей машин.

Исследование

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ научных достижений в смежных науках и определить физические, механические и технологические условия достижения низкопрочных состояний металла в контактной зоне инструмента с заготовкой;
- установить физические процессы и явления, сопровождающие скользящее резание, их последовательность и взаимосвязь;
- определить зависимость удельной работы упругой деформации от действия главной составляющей силы резания P_Z ;
- рассмотреть характер распределения напряжений растяжения и сжатия, установить вид напряженного состояния при контактном взаимодействии инструмента с заготовкой;
- определить зависимость абсолютного сдвига от действия составляющих силы резания P_Z и P_X , его удельную потенциальную энергию и работу, совершаемую внутренним усилием;
- разработать новые методы механической обработки материалов для операций точения и фрезерования, реализующие процесс скользящего резания и позволяющие создать перспективы технологического повышения долговечности и точности деталей машин.

Анализ научных достижений в смежных науках проводим с основной целью – определить физические, механические и технологические условия достижения низкопрочных состояний металла в контактной зоне инструмента с заготовкой при которых разрыв связей между элементарными частицами будет происходить при малых затратах энергии и меньшей её диссипации. Другими словами – необходимо создать условия резания металлов, при которых можно преобразовать энергию деформации в работу разрыва межатомных связей на более ранней стадии деформации.

В этой связи, наша задача заключается в достижении таких условий, при которых в зоне резания будет происходить всемерное локальное снижение сопротивления металла, зарождение трещины и её развитие в определённом направлении.

При скользящем движении режущей кромки относительно обрабатываемой поверхности происходит удаление отдельных частиц с контактирующей поверхности. Это ряд отдельных процессов, которые протекают как независимо, так и взаимосвязано. Результатом этих процессов является удаление частиц обрабатываемого материала с контактирующей поверхности вследствие сложного взаимодействия локальных сдвигов, разрывов. Частицы удаляются с поверхности заготовки в результате режущего действия неровностей более твёрдой поверхностью режущей кромки с менее прочной обрабатываемой поверхности.

На основании гипотезы о механизме скользящего резания материалов [1] и особенностей кинематики процесса [2], первоначальный контакт инструмента с заготовкой произойдёт между вершиной выступа субшероховатости режущей кромки, расположенной ближе к обрабатываемой поверхности и частицей обрабатываемого металла. В результате скользящего удара выступа субшероховатости по частице обрабатываемого металла в контактной зоне возникает явление скользящего ударного фреттинга, которое сопровождается образованием микротрещин (рис. 1). Скользящее движение выступов субшероховатости и шероховатости режущей кромки по обрабатываемой поверхности включает новые последующие скользящие ударные взаимодействия выступов с частицами обрабатываемого металла и явление скользящего ударного фреттинга последовательно распространяется по контактной поверхности на рабочую длину кромки K_p

$$K_p = \frac{S}{\cos \lambda},$$

где S – подача;

λ – угол наклона режущей кромки.

Известно, что во всех случаях контакта скользящих (трущихся) поверхностей двух твёрдых тел имеет место явление адгезионного износа. В результате скользящего силового взаимодействия более прочных выступов неровностей режущей кромки с выступами неровностей обрабатываемого материала происходят локальные высокие давления в контактной зоне, превышающие предел текучести обрабатываемого металла и возникают локальные упругопластические деформации. Тесный контакт, являющийся следствием локальных пластических деформаций, сближает атомы контактирующих металлов настолько, что начинают действовать межатомные силы сцепления. Этот процесс называют холодной сваркой [3]. Продолжая скользящее движение, выступы неровностей режущей кромки разрушают образовавшиеся соединения холодной сварки (рис.2) и происходит отрыв микрочастиц от обрабатываемого металла.

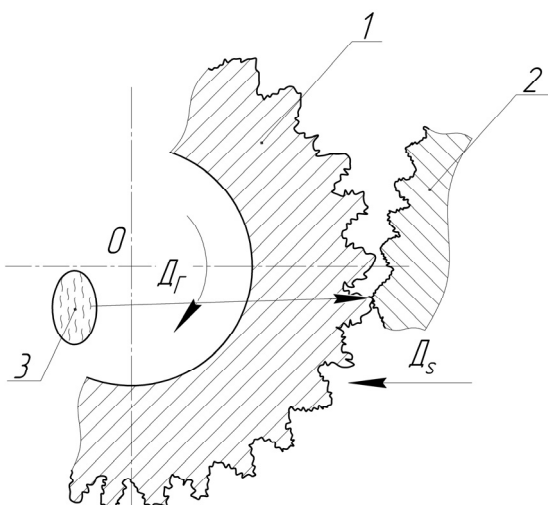


Рис. 1. Схема концентрации напряжений, возникающей при силовом скользящем воздействии неровностей режущей кромки на неровности заготовки при точении: 1 – заготовка; 2 – режущая кромка; 3 – микротрещины фреттинга

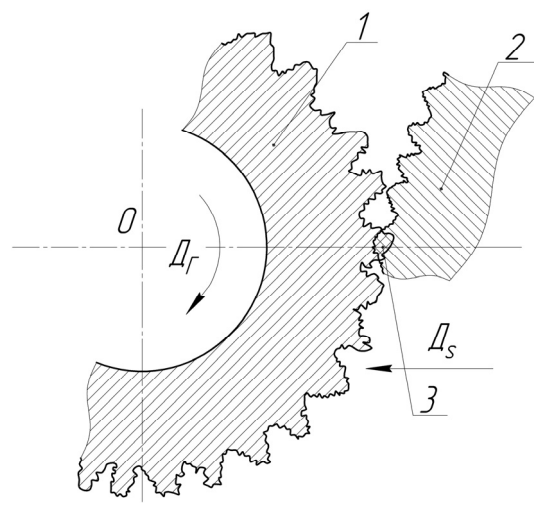


Рис. 2. Схема адгезионного износа при скользящем течении: 1 – заготовка; 2 – режущая кромка; 3 – место холодной сварки

Очевидно, что наряду со скользящим ударным фреттингом и адгезионным износом в контактной зоне действует процесс микрорезания. Более твёрдые выступы неровностей режущей кромки удаляют частицы металла с обрабатываемой поверхности. Этот процесс досконально изучен при шлифовании материалов в работах [4-7].

Рассмотрим напряжённое состояние в контактной зоне (плоскость резания) непосредственно перед режущей кромкой. Как уже было сказано, что контакт режущей кромки с обрабатываемым материалом начинается с выступа субшероховатости, расположенным ближе к этому материалу. В связи с тем, что скорость главного движения резания \bar{V} более чем на четыре порядка больше скорости подачи \bar{V}_s $\bar{V} \gg \bar{V}_s$, то выступ субшероховатости, оказывая силовое воздействие на частицу обрабатываемого материала под действием главной составляющей силы резания P_Z , создаёт в ней напряжённое состояние, а затем, упругодеформируя, стремится её оторвать.

Таким образом, в малом объёме частицы обрабатываемого материала под действием главной составляющей силы резания P_Z создаются напряжения растяжения, и в результате их действия совершается работа упругой деформации.

Рассматриваем эту частицу обрабатываемого материала до действия составляющей силы резания P_Z . Атомы в ней занимают положения, соответствующие равновесию сил межатомного взаимодействия. Под влиянием силы P_Z атомы частицы смещаются из своих первоначальных положений, их взаимное расположение изменяется, т.е. она деформируется. В результате смещения атомов возникают внутренние силы, стремящиеся вернуть их в исходное положение. Благодаря тому, что силы межатомного взаимодействия в металлах быстро убывают с увеличением расстояния между атомами, можно считать, что каждый атом взаимодействует только с атомами, находящимися от него на расстояниях порядка постоянной решётки.

Предположим, что частица обрабатываемого материала представляет собой бесконечно малый элемент объёма $dV = dx_1 dx_2 dx_3$, который находится в естественном состоянии, до скользящего силового воздействия в виде прямоугольного параллелепипеда с рёбрами dx_i , направленными координатным осям x_i в момент времени t_0 . Рассматриваем контактное взаимодействие в результате действия составляющей силы P_Z за время Δt , при котором вектор смещения точек частицы обрабатываемого материала U изменяется на $\Delta \omega_i$, а, следовательно, его компоненты U_i в каждой точке тела претерпели бесконечно малые изменения:

$$U_i \rightarrow U_i + \Delta U_i. \quad (1)$$

Сила внутренних напряжений, действующая на грань с площадью $dx_2 dx_3$, перпендикулярную оси x_1 и лежащая при значении x_1 , при смещении (1) совершает работу, равную скалярному произведению этой силы на перемещение

$$dAx_1 = -(\sigma_{11}\Delta U_1 + \sigma_{21}\Delta U_2 + \sigma_{31}\Delta U_3)dx_2 dx_3. \quad (2)$$

На противоположной грани, лежащей при значении $x_1 + dx_1$, за это же время совершается работа

$$dAx_1 + dx_1 = (\sigma_{11}\Delta U_1 + \sigma_{21}\Delta U_2 + \sigma_{31}\Delta U_3)dx_2 dx_3 + \frac{d}{dx_1}(\sigma_{11}\Delta U_1 + \sigma_{21}\Delta U_2 + \sigma_{31}\Delta U_3)dx_1 dx_2 dx_3 \quad (3)$$

Суммарная работа, совершаемая силами внутренних напряжений на этих двух гранях, равна

$$dAx_1 + dAx_1 + dx_1 = \frac{d}{dx_1}(\sigma_{11}\Delta U_1 + \sigma_{21}\Delta U_2 + \sigma_{31}\Delta U_3)dV. \quad (4)$$

Рассматриваем таким же способом работу на гранях, перпендикулярных осям x_2 и x_3 получаем:

$$\left. \begin{aligned} dAx_2 + dAx_2 + dx_2 &= \frac{d}{dx_2}(\sigma_{12}\Delta U_1 + \sigma_{22}\Delta U_2 + \sigma_{32}\Delta U_3)dV \\ dAx_3 + dAx_3 + dx_3 &= \frac{d}{dx_3}(\sigma_{13}\Delta U_1 + \sigma_{23}\Delta U_2 + \sigma_{33}\Delta U_3)dV \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

На элемент объёма dV действует внешняя объёмная сила $\bar{P}_{ZV} dV$, где \bar{P}_{ZV} – сила, отнесённая к единице объёма. На перемещении $\Delta \bar{U}$ она совершает работу

$$dA_V = \bar{P}_{ZV} \Delta \bar{U} dV = (P_{ZV1}\Delta U_1 + P_{ZV2}\Delta U_2 + P_{ZV3}\Delta U_3)dV. \quad (6)$$

Складывая (4), (5) и (6), производим дифференцирование по координатам x_i и принимаем во внимание, что в равновесии справедливы условия [8]:

$$\sum_{\kappa=1}^3 \frac{d\sigma_{i\kappa}}{dx_\kappa} + P_{ZV} = 0,$$

благодаря чему многие слагаемые сокращаются. Определяем полную работу, совершаемую силами напряжений, действующих на выбранный элемент объёма при его бесконечно малой деформации. При этом удельная работа ΔA , отнесённая к единице объёма, равна:

$$\Delta A = \sigma_{11} \frac{d}{dx_1} \Delta U_1 + \sigma_{21} \frac{d}{dx_1} \Delta U_2 + \sigma_{31} \frac{d}{dx_1} \Delta U_3 + \sigma_{12} \frac{d}{dx_2} \Delta U_1 +$$

$$+ \sigma_{22} \frac{d}{dx_2} \Delta U_2 + \sigma_{32} \frac{d}{dx_2} \Delta U_3 + \sigma_{13} \frac{d}{dx_3} \Delta U_1 + \sigma_{23} \frac{d}{dx_3} \Delta U_2 + \sigma_{33} \frac{d}{dx_3} \Delta U_3 \quad (7)$$

Принимая во внимание симметрию тензора напряжений ($\sigma_{ik} = \sigma_{ki}$), а также возможность переставить порядок дифференцирования по координатам $\frac{d}{dx_i}$ и берем приращения Δ при изменении времени, из (7) получаем

$$\Delta A = \sigma_{11} \Delta \varepsilon_{11} + \sigma_{22} \Delta \varepsilon_{22} + \sigma_{33} \Delta \varepsilon_{33} + 2\sigma_{12} \Delta \varepsilon_{12} + 2\sigma_{13} \Delta \varepsilon_{13} + 2\sigma_{23} \Delta \varepsilon_{23} . \quad (8)$$

Симметрия тензоров напряжений σ_{ik} и деформации ε_{ik} позволяет выражение (8) записывать в виде двойной суммы по всем значениям i и k :

$$\Delta A = \sum_{i,k=1}^3 \sigma_{ik} \Delta \varepsilon_{ik} . \quad (9)$$

Анализируя полученный результат (9) удельной работы упругой деформации обрабатываемого материала, делаем предположение.

Для уменьшения работы упругой деформации A необходимо образование внутренних растягивающих напряжений, охрупчивание обрабатываемого материала, а также необходимо свести к минимуму контактную зону инструмента с заготовкой.

Далее рассматриваем контактное взаимодействие за время $\Delta t + \Delta t'$ в момент времени действия двух взаимно перпендикулярных сил: главной составляющей силы резания P_z , которая создаёт напряжения растяжения и осевой составляющей P_x , создающая напряжения сжатия.

Из курса сопротивления материалов известно, что при действии сил во взаимно перпендикулярных направлениях имеет место плоское напряжённое состояние и чистый сдвиг (срез) (рис.3).

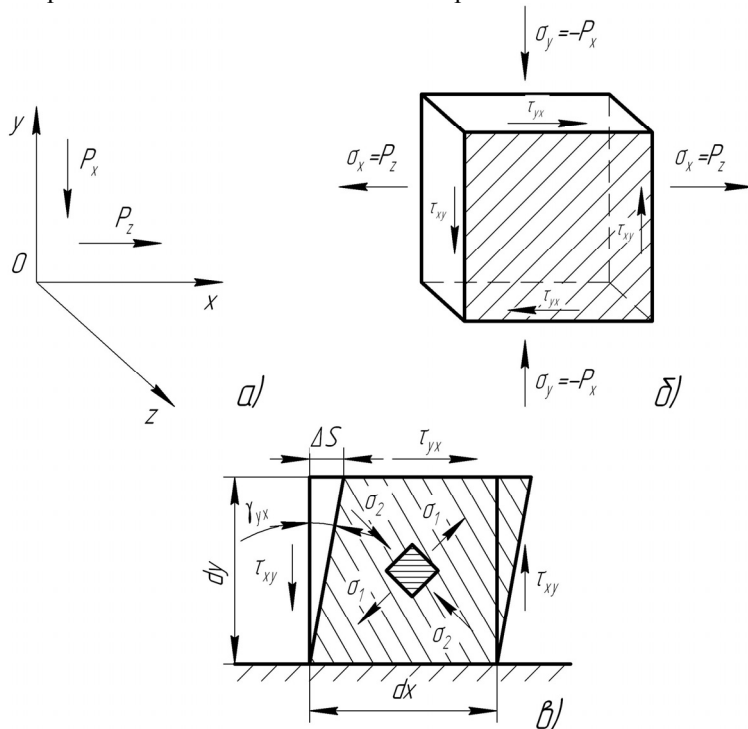


Рис. 3. Схема плоского напряжённого состояния в контактной зоне: а) – составляющие силы резания в декартовой системе координат; б) – напряжённое состояние частицы обрабатываемого металла в начальный момент чистого сдвига; в) – напряжённое состояние частицы обрабатываемого материала в конечный момент чистого сдвига

Под действием составляющих P_z и P_x создаётся единственное внутреннее усилие Q , возникающее в сечении $dxdy$ элементарной частицы при сдвиге, которая лежит в плоскости этого сечения и создаёт только касательные напряжения τ_{xy} .

При сдвиге условно считают, что касательные напряжения равномерно распределены по площади поперечного сечения ($\tau = const$), поэтому $Q = \tau_{xy} dxdy$.

Тогда касательные напряжения в элементарной частице контактной плоскости (плоскости резания) определяем так

$$\tau_{yx} = \frac{Q}{dxdy} = \frac{P_z - P_x}{dxdy} . \quad (10)$$

Из курса сопротивления материалов известна формула для определения касательного напряжения τ при плоском напряжённом состоянии и действии сил растяжения и сжатия

$$\tau = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\alpha \quad (11)$$

Подставляем в (11) вместо σ_1 и σ_2 составляющие силы резания P_z и P_x и учитывая, что $\sin 2\alpha = 1$, получаем

$$\tau_{yx} = \frac{P_z - P_x}{2} . \quad (12)$$

Рассматриваем деформацию элементарной частицы при чистом сдвиге (рис. 3). Поскольку по граням элементарной частицы не действуют нормальные напряжения, то вдоль граней нет и удлинений. В то же время диагональ, совпадающая с направлением растягивающей составляющей силы резания P_z , удлиняется, а другая диагональ, совпадающая с

направлением сжимающей составляющей силы резания P_x , укорачивается. В результате квадрат трансформируется в ромб без изменения длины граней. Таким образом, деформация элементарной частицы характеризуется изменением первоначальных прямых углов (рис. 3, в).

При сдвиге существует зависимость между относительным сдвигом γ_{yx} и абсолютным сдвигом ΔS

$$\gamma_{yx} = \frac{\Delta S}{dy}. \quad (13)$$

По закону Гука касательное напряжение

$$\tau_{yx} = G \cdot \gamma_{yx}, \quad (14)$$

где G – модуль упругости.

Подставляя выражение (10) и (13) в формулу (14) получаем выражение для абсолютного сдвига элементарной частицы обрабатываемого металла при скользящем резании

$$\Delta S = \frac{P_z - P_x}{Gdx}, \quad (15)$$

где dx – расстояние между сдвигаемыми гранями.

А подставляя выражение (12) и (13) в формулу (14), получаем

$$\Delta S = \frac{(P_z - P_x) dy}{2}. \quad (16)$$

Удельная потенциальная энергия деформации при сдвиге

$$U = \frac{\tau_{yx}^2}{2G} = \frac{(P_z - P_x)^2}{8G}. \quad (17)$$

Внутреннее усилие Q , равное разности составляющих сил резания $(P_z - P_x)$ совершает работу на перемещении ΔS

$$A = (P_z - P_x) \Delta S = \frac{(P_z - P_x)^2 dy}{2}. \quad (18)$$

Таким образом, при скользящем резании вся потенциальная энергия расходуется только на изменение формы элементарных частиц обрабатываемой поверхности в направлении действия главной составляющей силы резания P_z , а изменение их объёма в контактной зоне равно 0.

На основании выше изложенного и анализируя полученные зависимости (9), (17) и (18) становится очевидным, что при скользящем резании металлов существенно снижается энергоёмкость и работа процесса отделения стружки по сравнению с традиционной лезвийной обработкой материалов.

Совокупность известных явлений – скользящий ударный фреттинг; адгезионный износ; процесс микрорезания, которые проявляются как в отдельности, так и взаимосвязано с новым для процесса резания распределением напряжений разного характера растяжения и сжатия в контактной зоне инструмента с заготовкой открывают неизвестную до настоящего времени закономерность отделения срезаемого слоя и создают перспективы технологического повышения долговечности деталей машин.

Многие эксплуатационные свойства машин – износостойкость, контактная жёсткость, усталостная прочность, герметичность соединений, коррозионная стойкость, электро- и теплосопротивление контактов и другие – определяются контактным взаимодействием деталей. Эти свойства неразрывно связаны с поверхностным слоем деталей, полученным в результате обработки заготовок резанием. Поверхностный слой деталей, его геометрические характеристики и физико-химическое состояние определяют качественно новую совокупность свойств изделий, их надёжность, долговечность.

В результате применения традиционных методов обработки – точения, фрезерования, шлифования – фактическая площадь контакта в первоначальный момент не превышает 25-30% расчётной, а в ряде случаев составляет 5-10%. Это приводит к большим контактным давлениям и деформациям, оказывающим значительное влияние на процессы, протекающие в соединении – трение и износ, фреттинг-коррозию, перемещения, определяющие контактную жёсткость и виброустойчивость, надёжность посадок и т.д. В результате, до 80% отказов в работе машин происходит вследствие износа деталей в узлах трения [9].

В этой связи технологическое повышение износостойкости соединений является важной народнохозяйственной задачей.

Образование низкопрочного состояния обрабатываемого материала в контактной зоне, в результате проявления физических процессов и явлений, описанных выше, при определенном распределении напряжений разного характера растяжения и сжатия, создается новая закономерность отделения срезаемого слоя. Таким образом, решается важная научная проблема – преобразование энергии деформации в работу разрыва межатомных или межмолекулярных связей на более ранней стадии. Поверхностный слой, полученный при низких энергетических затратах, имеет качественно новую совокупность свойств по сравнению с поверхностным слоем, полученным при традиционном резании. В этой связи, открываются новые перспективы технологического повышения долговечности деталей машин.

Для реализации новой закономерности отделения срезаемого слоя материалов разрабатываем специальные методы механической обработки: скользящее точение [10] и скользящее торцовое фрезерование [11-13].

Скользящее точение (рис.4) отличается от традиционного тем, что процесс резания осуществляют одной режущей кромкой, установленной под углом $70^\circ \leq \lambda \leq 90^\circ$ к оси вращения заготовки. Такое расположение режущей кромки в принципиальной кинематической схеме продольного точения вносит новые контактные взаимодействия инструмента с заготовкой. В результате, в контактной зоне протекают физические процессы, описанные выше, и формируется на заготовке поверхностный слой с улучшенными геометрическими характеристиками.

Для сравнения с традиционным резанием берем образец – вал, изготовленный точением американской фирмой HAAS на токарном станке с ЧПУ мод. TL-1, и измеряем на нём параметры шероховатости с помощью информационно-вычислительного комплекса мод. 170623.1 (рис.5).

Затем обрабатываем этот образец – вал – методом скользящего точения на том же станке и измеряем параметры шероховатости (рис. 6). Сравниваем полученные результаты: R_a – уменьшен в 2,1 раза; R_z – уменьшен в 2,3 раза; R_{max} – уменьшен в 2,9 раза; S_m – уменьшен в 2,9 раза.

Таким образом, поверхностный слой, полученный при скользящем точении, существенно увеличивает износостойкость сопрягаемых деталей. Внедрение скользящего точения в производство открывает новые перспективы технологического повышения долговечности деталей машин.

Для реализации процесса скользящего торцового фрезерования металлов предлагаем две принципиальные кинематические схемы: скользящее фрезерование заготовок при малых глубинах резания или тонкое скользящее фрезерование (рис. 7) и скользящее фрезерование заготовок с большим припуском при большой глубине резания (рис.8).

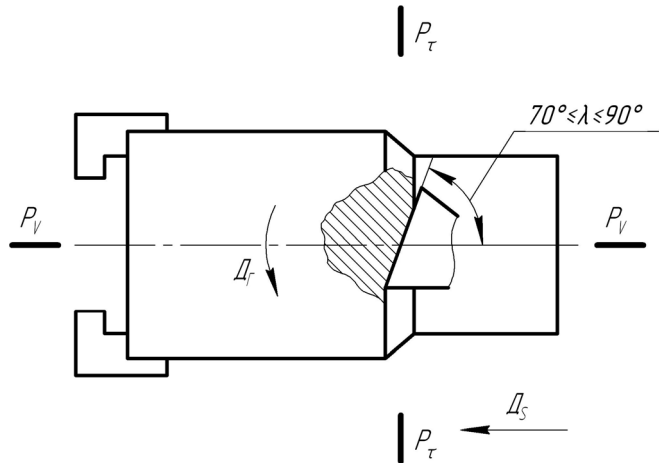


Рис. 4. Схема продольного скользящего точения с углом наклона режущей кромки $70^\circ \leq \lambda \leq 90^\circ$

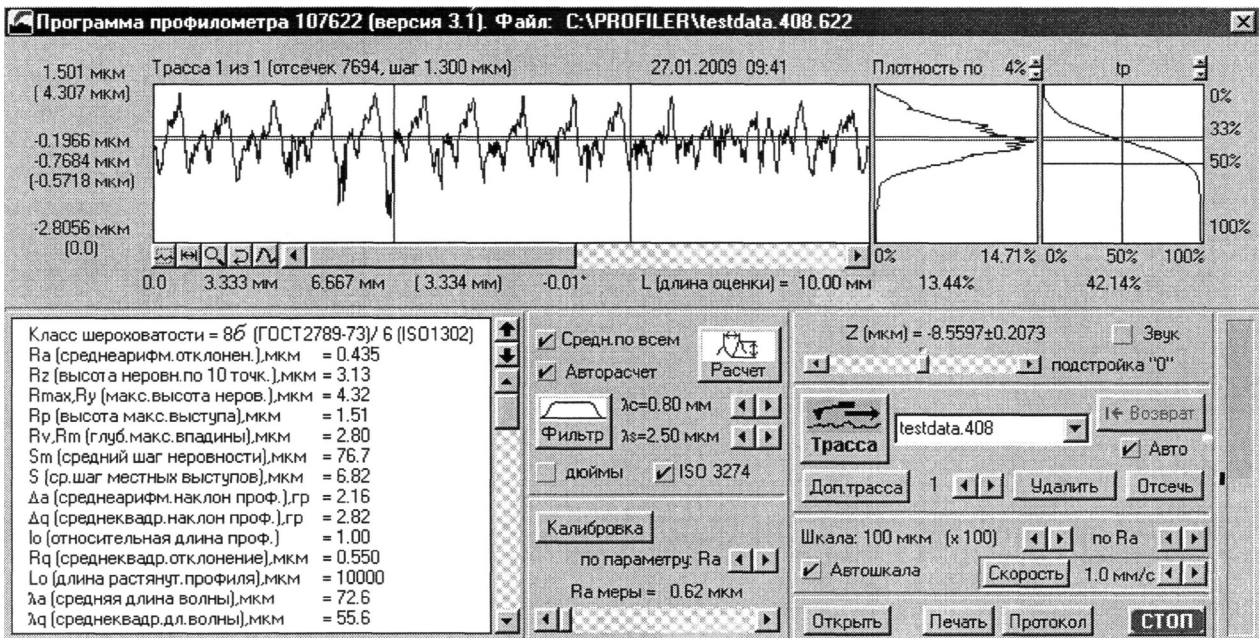


Рис. 5. Профилограмма шероховатости поверхности образца фирмы HAAS

Точки режущей кромки постепенно врезаются в обрабатываемый материал 4 со смещением (скольжением) в направлении скорости резания \vec{V} . Таким образом, имеет место эффект скольжения кромки по поверхности резания.

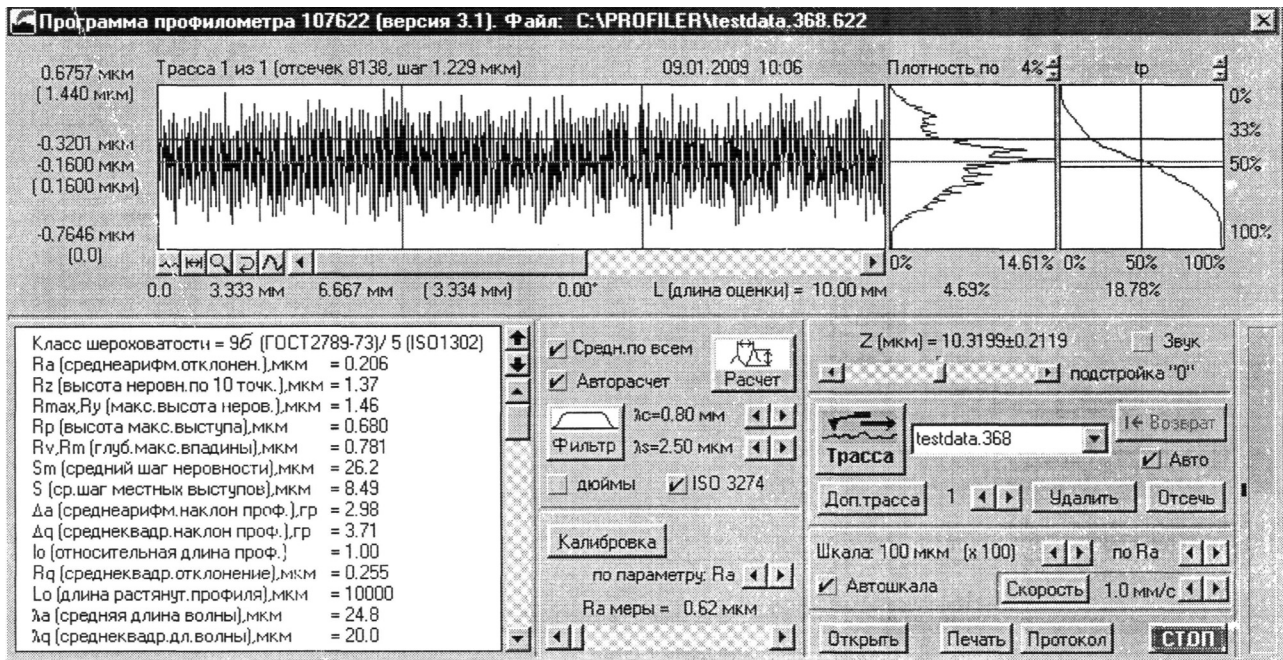


Рис. 6. Профиліограма шорховатості поверхні зразка, отриманої при скользящем резанні

Вторую принципиальную кинематическую схему реализуют два автономно работающих зуба.

Один из зубов, названный отрезным, совершая вращательное движение (рис. 8), срезает припуск 2 заготовки 3, движущейся поступательно в плоскости P_n как свободным, так и несвободным резанием, а припуск 4 срезает зуб 5, названный подрезным, скользящим резанием в плоскости P_n , совпадающей с обработанной поверхностью. При этом режущая кромка 6 подрезного зуба 5 находится ниже торцевой поверхности зуба 1 и решает главную задачу по обеспечению качества поверхностного слоя.

Торцевой фрезе с рабочим зубом 1 (рис. 7) сообщается вращательное движение Δz , а заготовке 2 поступательное движение подачи Δs . Режущая кромка 3, расположенная в плоскости резания, выполняет свободное резание и составляет с основной плоскостью P_v угол $70^\circ \leq \lambda \leq 90^\circ$.

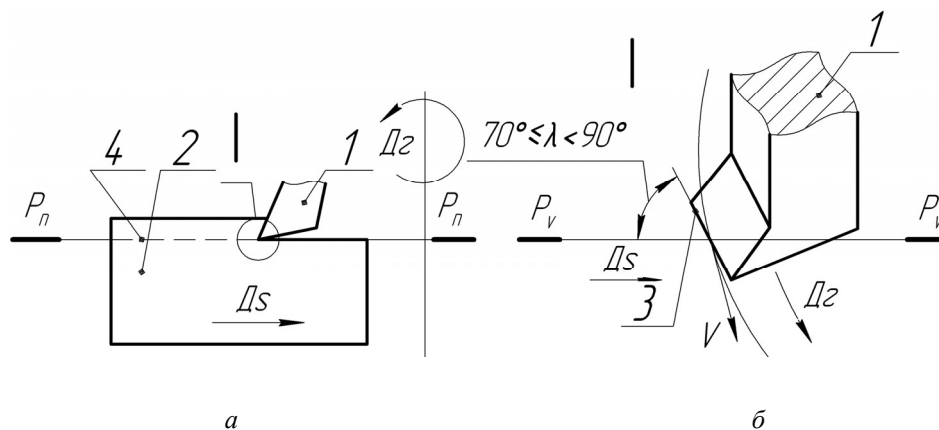


Рис. 7. Схема скользящего торцевого фрезерования при малых глубинах резания

Таким образом, отрезной зуб работает по традиционной схеме резания, а подрезной зуб по скользящей схеме резания. При этом отрезной зуб опережает подрезной, срезая большую часть припуска в плоскости, перпендикулярной обработанной поверхности.

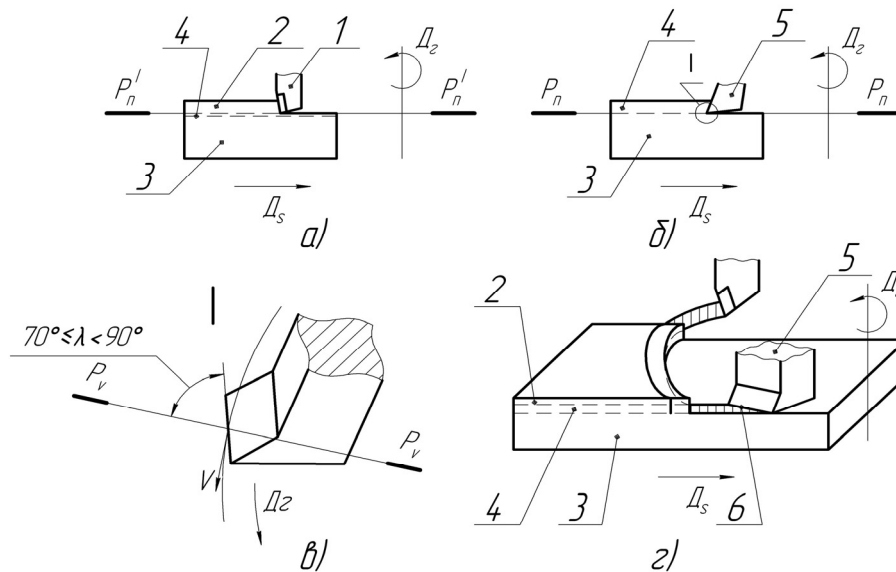


Рис. 8. Схема скользящего торцевого фрезерования при больших глубинах резания

Выводы:

1. Решена научная проблема обработки материалов резанием – энергия деформации преобразована в работу разрыва межатомных или межмолекулярных связей на более ранней стадии.
2. Совокупность известных явлений при скользящем резании: скользящий ударный фреттинг; адгезионный износ; процесс микрорезания, которые проявляются как в отдельности, так и взаимосвязано с новым для процесса резания металлов распределением напряжений разного характера растяжения и сжатия в контактной зоне инструмента с заготовкой, открывают неизвестную до настоящего времени закономерность отделения срезаемого слоя с меньшими энергетическими затратами и создают перспективы технологического повышения долговечности деталей машин.
3. Созданы новые методы обработки материалов, реализующие процесс скользящего резания: скользящее точение и скользящее торцевое фрезерование, которые открывают перспективы технологического повышения долговечности деталей машин. Показано, что полученный поверхностный слой детали методом скользящего точения улучшает его геометрические характеристики более чем в 2 раза: $Ra=0,2$; $Rz=1,37$; $Rmax=1,46$; $Sm=26,2$.
4. Определены основные физические процессы в контактной зоне инструмента с заготовкой, сопровождающие скользящее резание металлов, их последовательность, и установлено, что при скользящем резании имеет место плоское напряжённое состояние, сопровождающееся чистым сдвигом. Выведены зависимости удельной потенциальной энергии и работы абсолютного сдвига от составляющих силы резания P_z и P_x .
5. Решена задача по достижению в контактной зоне инструмента с заготовкой условий, при которых происходит всемерное локальное снижение сопротивления обрабатываемого металла процессу резания, зарождение трещины и её развитие в определённом направлении.

Анотація. Розглянуті фізичні процеси ковзного різання, які створюють умови для всемірного зниження опору оброблюваного матеріалу в зоні різання, зародження тріщини та її розвиток у визначеному напрямку. Розроблені нові методи обробки різанням металів: ковзне точіння та ковзне торцеве фрезерування, які створюють нові перспективи підвищення довговічності деталей машин. Визначені основні фізичні процеси в контактній зоні інструменту з заготовкою, які супроводжують процес ковзного різання металів та їх послідовність.

Ключові слова: ковзне різання, нова закономірність, фізичні процеси, підвищення довговічності, покращення геометричних характеристик.

Abstract. The new machining method of materials is developed in this work, which has the name sliding cutting. A purpose of this work is creation of new conformity to law of separation of the cut away layer at machining method of materials. It will allow to transform energy of deformation in work of break of atomic bondings and cohesions on more early stage. The new machining method of materials for sharpening and millings which allow to realize the effect of the sliding cutting are developed. The on principle new method of treatment cutting of materials is created, allowing to transform energy of deformation in work of break of atomic bondings and cohesions on more early stage. A task is decided on achievement in the contact area of instrument with the assurance of terms, which an every kind local decline of resistance of the processed metal a cutting process, origin of crack and its development in certain direction, is at. It resulted in the improvement of quality of superficial layer and promoted longevity and exactness of details of machines.

Keywords: sliding cutting, new conformity to law, physical processes, increase of longevity, improvement of geometrical descriptions.

1. *Маруніч В.А.* Новый процесс скользящего резания материалов. / В.А. Маруніч // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Междунар. сб. науч. трудов. – Донецк, 2009. – вып. 38. – С.133-138.
2. *Маруніч В.А.* Повышение эффективности лезвийной обработки материалов. / В.А. Маруніч // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. – Харьков, 2010. – Вып. 78. – С.109-118.
3. *Крагельский И.В.* Трение и износ. /Крагельский И.В.; - [Изд. 2-е перераб. и доп.] – М.: Машиностроение, 1968. – 480с.
4. *Байкалов А.К.* Введение в теорию шлифования материалов / Байкалов А.К. – К.: Наук. думка, 1978. – 207с.
5. *Грабченко А.И.* Научные основы алмазного шлифования сверхтвёрдых поликристаллических материалов / Грабченко А.И. – Диссертация в форме научного доклада на соискание ученой степени докт. техн. наук. – Харьков, 1995. – 59с.
6. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технология машиностроения: в 10 т. / [Под общей редакцией Ф.В. Новикова и А.В. Якимова]. – Одесса: ОНПУ, 2002
Т.4: Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов – 2002. – 802 с.
7. *Матюха П.Т.* Определение напряжений сдвига в срезаемом слое при шлифовании высоколегированных и быстрорежущих сталей / Матюха П.Т. // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Сб. научно-техн. тр. Под общ. Ред. А.Н. Михайлова. – Донецк: ДонГТУ, 1994, вып. 1. – С. 56-64.
8. *Лурье А.И.* Теория упругости /Лурье А.И. – М.: Наука, 1970. – 939с.
9. *Э.В. Рыжов.* Технологические методы повышения износостойкости деталей машин / Рыжов Э.В. – Киев: Наук. думка, 1984. – 272с.
10. *Пат.* 91939 України, МКИ В29С37/00. Спосіб ковзного точіння / Маруніч В.О. / Заявл. 13.04.2009; Опубл. 10.09.2010, Бюл. №17. – 4с.: іл.
11. *Пат.* 88094 України, МКИ В23В1/00; В23В27/00; В23В35/00 Спосіб обробки матеріалів різанням / Маруніч В.О. / Заявл. 02.01.2008; Опубл. 10.09.2009, Бюл. №17. – 4с.: іл.
12. *Пат.* 2031790 Росії, МКИ В29 37/00 Спосіб обробки матеріалів різанням / В.А. Маруніч /. Заявл. 24.11.1989; Опубл. 27.03.1995, Бюл. №9. – 5с.: іл.
13. *Пат.* 19905 України, МКИ В29С37/00. Спосіб обробки матеріалів різанням / В.О. Маруніч / Заявл. 27.03.2006; Опубл. 15.01.2007, Бюл. №1. – 4с.: іл.

REFERENCES

1. *Marunich V.A.* Noviy protsess skol'zyashego rezaniya materialov: mezhdunarodniy sbornik nauchnyh trudov "Progressivnye tehnologii i sistemy mashinostroeniya" (New process of the sliding cutting of materials: international collection of scientific labours "Progressive technologies and systems of engineer"). Donetsk. 2009, issue 38. pp.133-138.
2. *Marunich V.A.* Povyshenie effektivnosti lezviynoy obrabotki materialov: mezhdunarodniy nauch.-techn. sbornik "Rezanie i instrument v technologicheskikh sistemah" (Increase of efficiency of edge cutting machining of materials: international scientific and technical collection "Cutting and tools is in the technological systems"). Charkiv, 2010. issue 78. pp.109-118.
3. *Kragel'skiy I.V.* Trenie i iznos (Friction and wear). Moscow: Mechanical engineering, 1968, 480p.
4. *Baykalov A.K.* Vvedenie v teoriyu shlifovaniya materialov (Introduction to the theory of grinding of materials). Kyiv: Nauk. dumka, 1978, 207p.
5. *Grabchenko A.I.* Nauchnye osnovyalmaznogo shlifovaniya sverhtverdyh polikristallicheskih materialov: Dissertatsiya v forme nauchnogo doklada na soiskanie uchenoy stepeni doktora tehnicheskikh nauk (Scientific bases of the diamond grinding of superhard polycrystalline materials: Dissertation in form scientific lecture on the competition of graduate degree of doct. tekhn. sciences.). Charkiv, 1995, 59p.
6. Fiziko-matematicheskaya teoriya protsessov obrabotki materialov I tehnologiya mashinostroeniya: v 10 tomah, pod obschey redaktsiye Novikova F.V. i Yakimova A.V. (Physico-mathematical theory of materials processing and engineering technique: in 10-th vol. – Under a general edition by Novikov F. and Yakimov A.). Odessa: ONPU, 2002.
Tom 4: Teoriya abrazivnoy i almazno-abrazivnoy obrabotki materialov (Vol. 4: Theory of abrasive and diamond-abrasive processes of materials). 2002, 802 p.
7. *Matuha P.T.* Opredeleniye napryazheniy sdviga v srezaemom sloe pri shlifovanii vysokolegirovannyh I bystrorezhuschih staley: sbornik nauch.-techn. trudov pod obschey redaktsiye Mihaylov A.N. "Progressivnye tehnologii i sistemy mashinostroeniya" (Determination of tensions of shear in the cut away layer at grinding high-alloy and high-speed steels) Donetsk. DonNTU, 1994, issue 1. pp. 56-64.
8. *Lur'e A.I.* Teoriya uprugosti (elasticity theory). Moscow: Nauka, 1970, 939 p.
9. *E.V. Ryzhov.* Tehnologicheskie metody povysheniya iznosostoykosti detaley mashin (Technological methods of increase of durability of details of machines). Kyiv: Nauk. dumka, 1984. 272p.
10. *Marunich V.O.* Sposib kovznogo tochin'n'a [A Method Of The Sliding Cutting] Patent Ukrainy no 88094 A. 10.09.2010
11. *Marunich V.O.* Sposib obrobky materialiv rizann'am [A Method Of Processing Materials By Cutting] Patent Ukrainy no 91939 A. 10.09.2009.
12. *Marunich V.A.* Sposob obrabotki materialov rezaniem [A Method Of Processing Materials By Cutting] Patent Rossii no 2031790 A. 27.03.1995.
13. *Marunich V.O.* Sposib obrobky materialiv rizann'am [A Method Of Processing Materials By Cutting] Patent Ukrainy no 19905 A. 15.01.2007.