

**APSTRĀDES ,TEORIJA UN
PROCESI.**

Konstantīns Ivanovs

Konstantins.ivanovs@daugvt.lv

+37126557586

Pamatliteratūra:

G. Bunga, Ē. Geriņš Apstrādes ar atdalīšanas tehnoloģijas Rīga, 2007.

J. Avotiņš Metālapstrāde. LLU, Jēgava, 2009, 400 lpp.

J. Avotiņš Mašīnbūves materiāli un to apstrāde LLU, Jēgava, 2008.

V. Zara red. Metālgriešanas mašīnas. Rīga 1977.

Nanua Singh. Systems Approach to Computer-Integrated Design and Manufacturing. John Wiley&Sons, Inc.1996, 643 p.

George Tlusty. Manufacturing Processes and Equipment. Prentice-Hall, Inc. 2000. 928 p.

М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Технология машиностроения. Москва, Высшая школа, 1976. 534 стр.

Ieteicamie informācijas avoti:

Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т./ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. Машиностроение, 1985, -Т.1-2.

В. А. Ведмедовский А. А. Крускопс. Теория резания. Расчет режимов резания. - Рига: Рижский политехнический институт, 1990. - 144 стр.

Metālu griešanas process.

1. Skaidas veidošanās process un skaidu tipi.

2. Deformējamā metāla un instrumenta savstarpēja iedarbība.

3. Uzķepums.

4. Sarukums.

5. Eļļošana un dzesēšana.

Иван Августович

Тиме



(11 (23)июля 1938г.

Златоустовский завод, — 5ноября
1920г. Петроград)

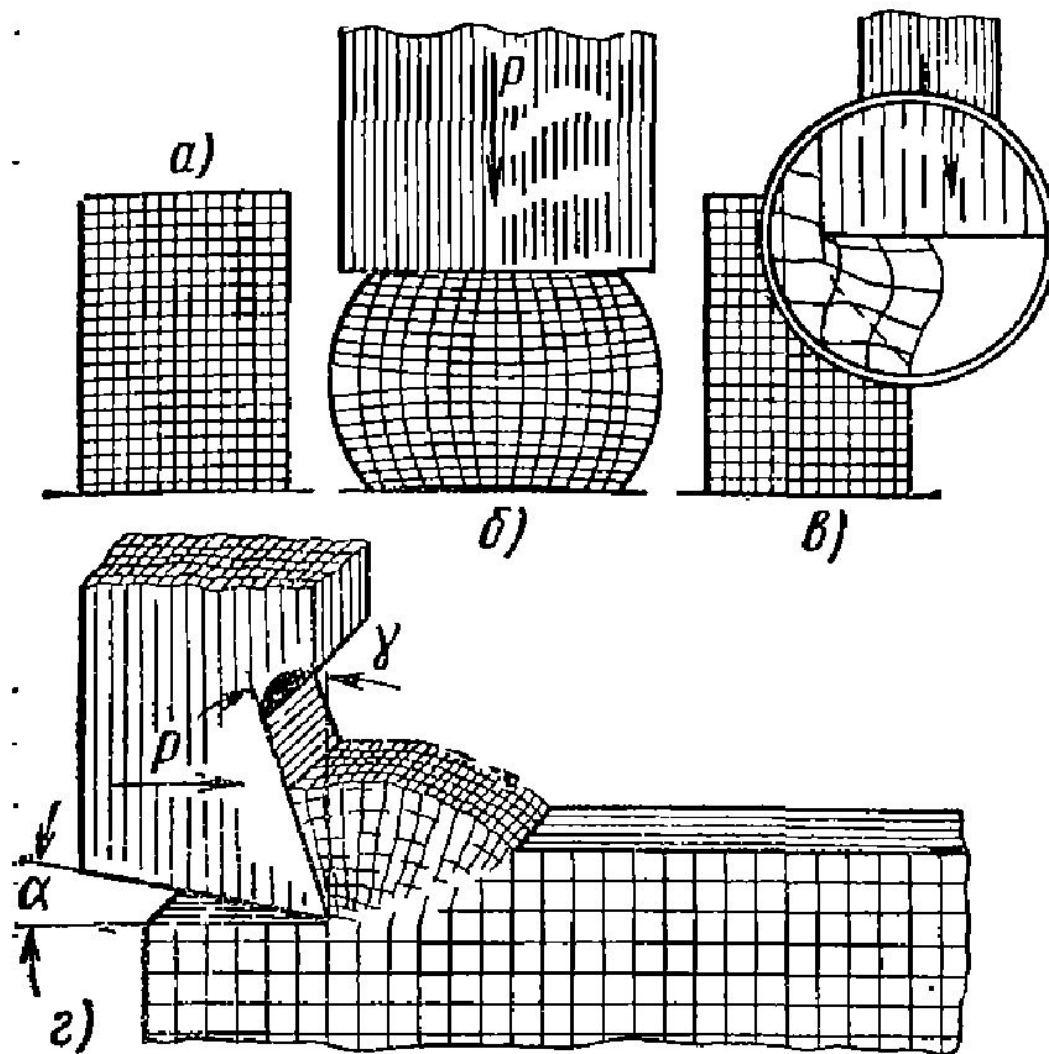


Рис. Деформация пластичного металла
прессованием и образование стружки при
резании:

a — образец; *б* — свободное сжатие; *в* — не-
свободное сжатие; *г* — образование стружки
при резании

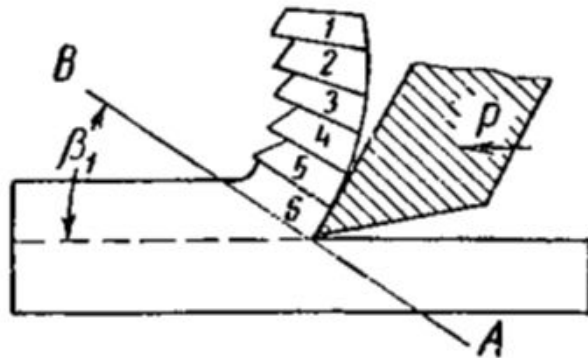
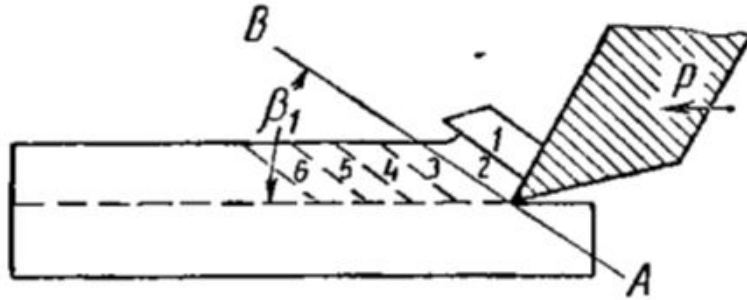
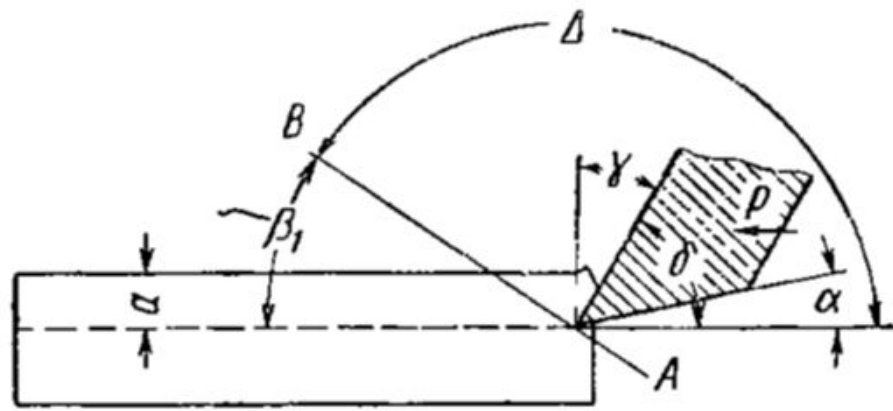
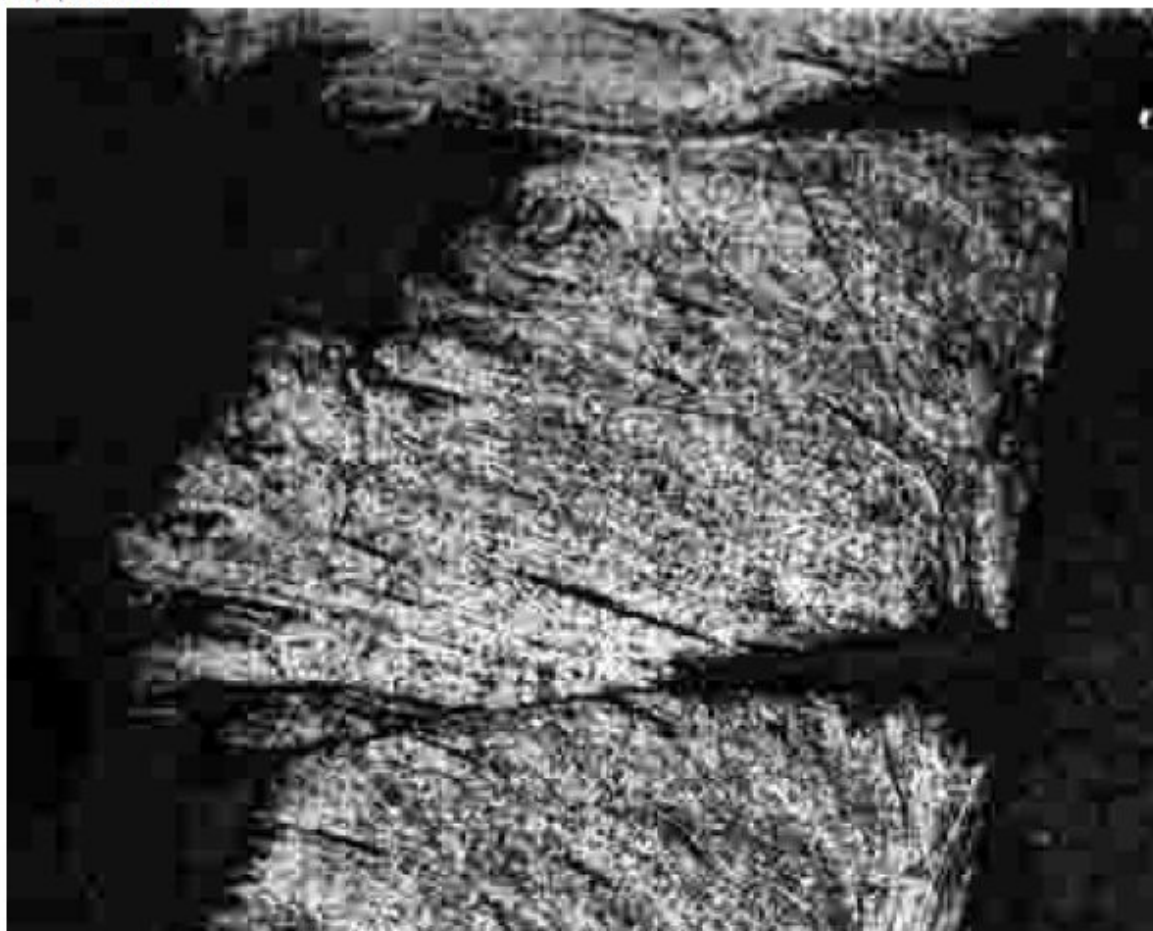


Рис. Схема образования стружки
(по И. А. Тиме)

Процесс образования стружки

1. Состояние материала в зоне резания и виды образующихся стружек

Конкретная задача процесса резания заключается в образовании новой поверхности. Поскольку прочность обрабатываемого материала соизмерима с прочностью материала инструмента, для обеспечения работоспособности инструмента его приходится



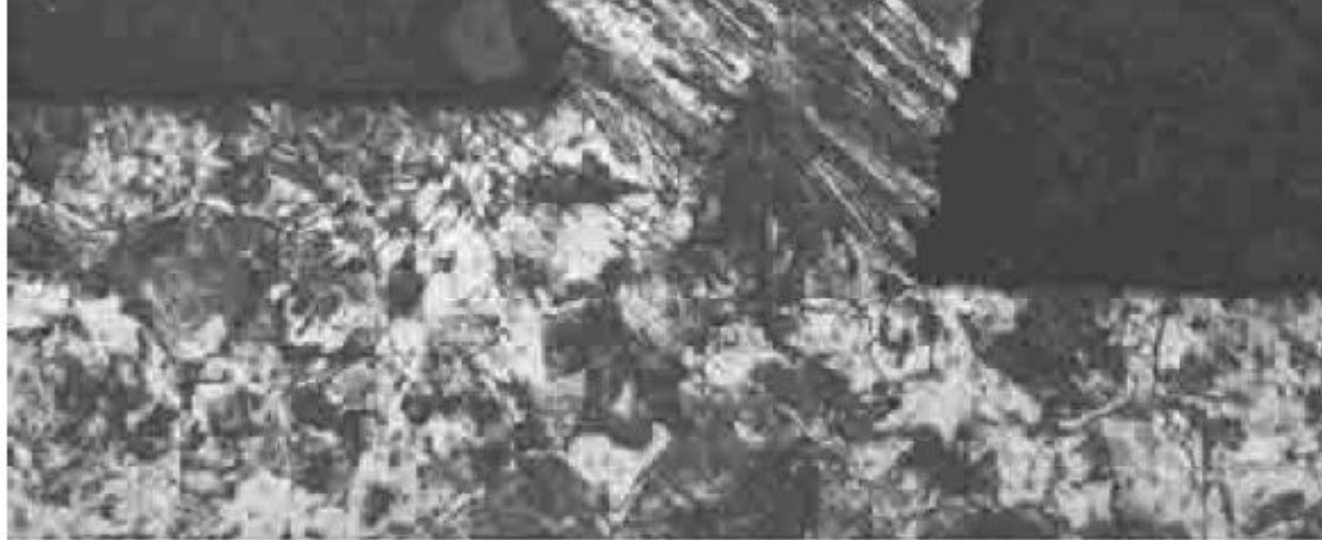


Рис.4.2. Микрофотография корня сливной стружки, полученного при резании стали 40X.

Вид образующейся стружки зависит от многих факторов, таких как, например, свойства внешней среды, в которой осуществляется резание, величины переднего угла инструмента и других факторов.

При внимательном рассмотрении корня сливной стружки можно увидеть, что отдельные ее элементы, деформированные (вытянуты) в направлении, не совпадающем с положением плоскости скалывания, расположенной под углом β_1 . На рис.4.3. видно, что разрушение срезаемого слоя происходит по плоскости скалывания, а наибольшая пластическая деформация происходит в другом направлении, под углом к этой плоскости, под углом β_2 . Первое направление под углом β_1 принято называть направлением наибольших напряжений, второе направление под углом β_2 называют направлением наибольших деформаций.

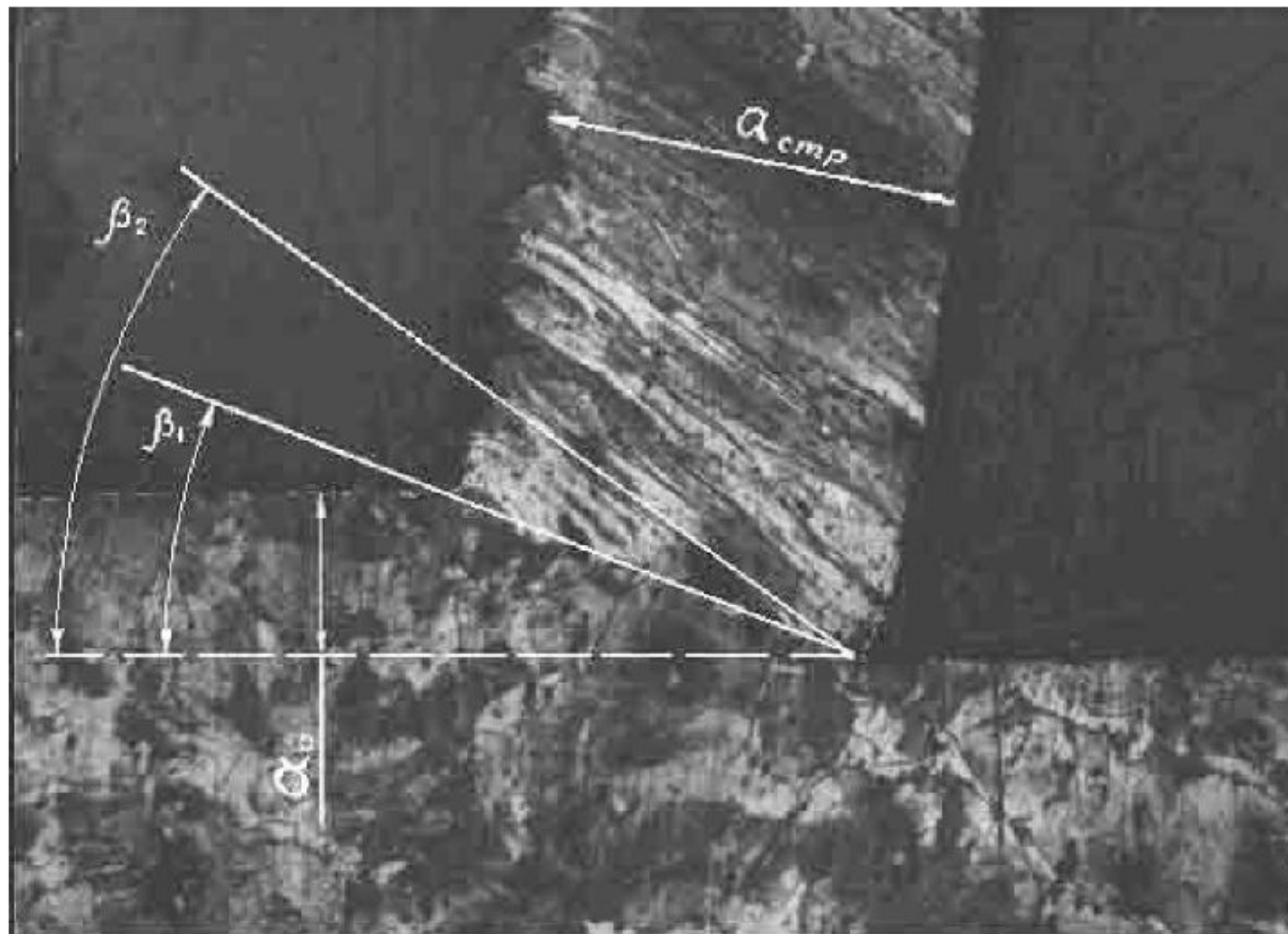


Рис.4.3. Микрофотография корня стружки, полученного при точении стали 45.

На фотографиях корней стружек можно видеть так же, что в прирезцовой части стружки (особенно хорошо видно на рис.4.1.) деформация не имеет строго

$$P_{\text{сж}} = \tau_{\text{сж}} \cdot f_{\text{сж}} = \tau_{\text{сж}} \cdot l_{\text{сж}} \cdot b,$$

$$l_{\text{сж}} = \frac{a}{\sin \beta_1},$$

где $\tau_{\text{сж}}$ – предел прочности обрабатываемого материала на сдвиг (скальывание),

a – толщина среза.

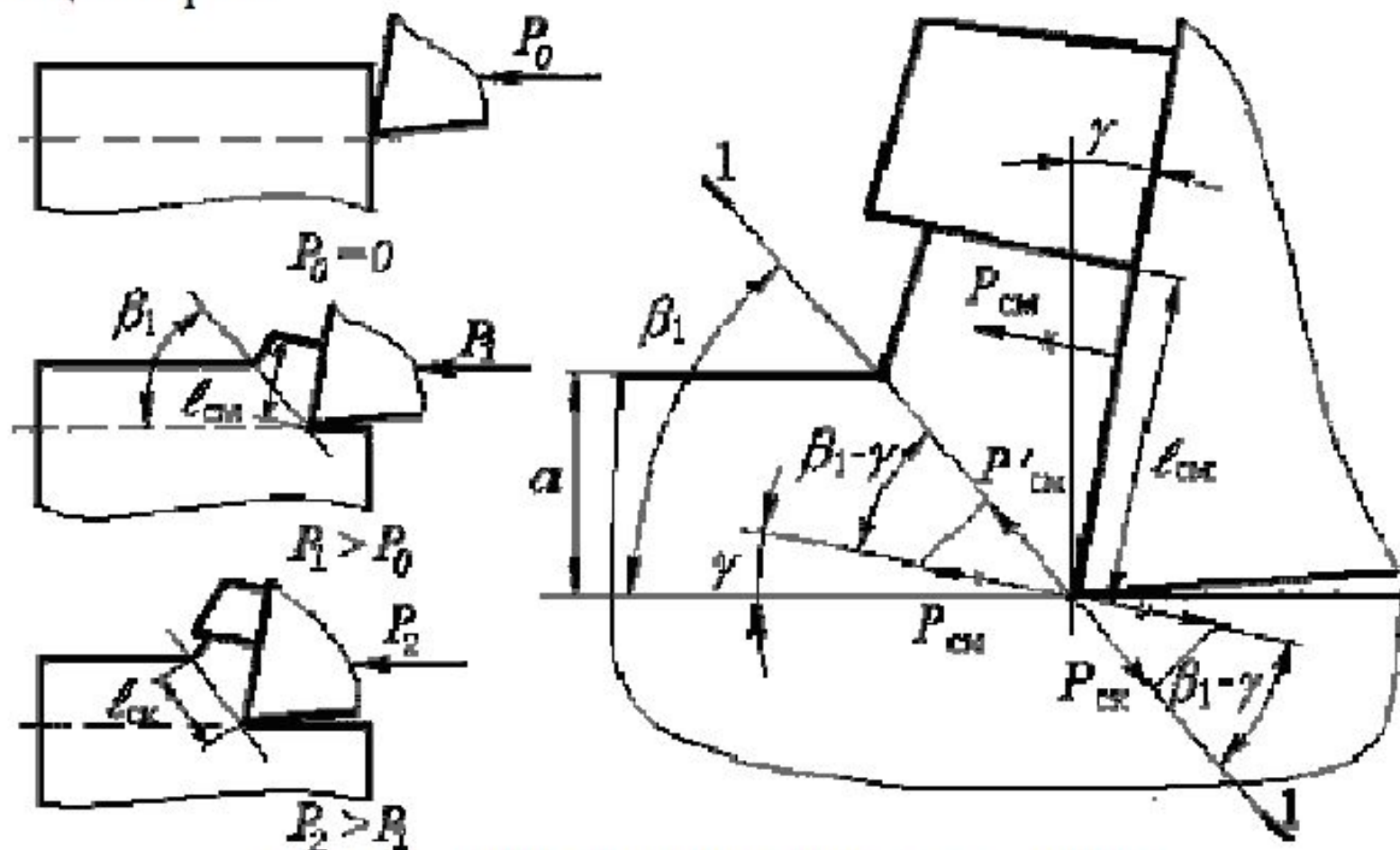


Рис. 4.4. Схема образования стружек скальывания.

элемента увеличивается, сила $P_{см}$ становится больше $P_{ск}$ и элемент вновь сдвигается. И так происходит в течение всего времени образования стружки. Процесс образования стружки здесь не заканчивается в зоне сдвига. При образовании сливных стружек процесс формирования их продолжается в течение всего времени движения по передней поверхности режущего инструмента.

При резании хрупких металлов образуются стружки надлома. Резец, внедряясь в металл, не сдвигает его, а сжимает и вырывает сжатый надломленный элемент. Разрушение идет по поверхности, произвольно охватывающей напряженную зону, поэтому обработанная поверхность получается перовой.

4.2. Усадка стружки

В связи с тем, что при механической обработке весь срезаемый слой припуска подвергается пластической деформации, форма и размеры срезаемого слоя изменяются. Ширина среза остается неизменной, а толщина стружки увеличивается по сравнению с толщиной среза. Поскольку объем стружки равен объему срезанного слоя, ширина стружки равна ширине среза, а толщина стружки больше толщины среза, естественно, должно произойти уменьшение длины стружки по сравнению с длиной срезанного слоя. Это явление уменьшения длины стружки по сравнению с длиной поверхности, по которой она срезана, называется усадкой.

Количественно усадка оценивается коэффициентом усадки стружки, который отражает величину пластической деформации, имевшей место при резании. Показатель при расчете усадки u равен отношению толщины стружки к толщине среза:

продольной и поперечной усадки стружки. Количественно эти коэффициенты равны между собой.

Поскольку объем стружки равен объему срезаемого слоя, можно записать, что:

$$\begin{aligned} a_0 \cdot v_0 \cdot l_0 &= a_{стр} \cdot v_{стр} \cdot l_{стр}, \\ v_0 &= v_{стр}, \end{aligned}$$

поэтому:

$$\begin{aligned} a_0 \cdot l_0 &= a_{стр} \cdot l_{стр}, \\ \frac{l_0}{l_{стр}} &= \frac{a_{стр}}{a_0}, \end{aligned}$$

но $\frac{l_0}{l_{стр}}$ есть коэффициент продольной усадки $K_l = \frac{l_0}{l_{стр}}$, а

$\frac{a_{стр}}{a_0}$ — коэффициент поперечной усадки $K_a = \frac{a_{стр}}{a_0}$.

Следовательно:

$$K_l = K_a = K.$$

Величина коэффициента усадки стружки зависит от свойств обрабатываемого материала, геометрии режущего лезвия инструмента, свойств внешней среды, в которой осуществляется резание, и других факторов. Из элементов режима резания менее всего на усадку, величину коэффициента усадки, влияет глубина резания, сильнее — подача и наиболее сильно скорость резания: с увеличением

Образование нароста и состояние материала под поверхностью резания.

При резании металлов срезаемый слой в результате пластического деформирования приобретает повышенную физическую активность и, будучи плотно прижатым силами нормального давления к передней поверхности режущего инструмента, схватывается (сваривается) с ней.

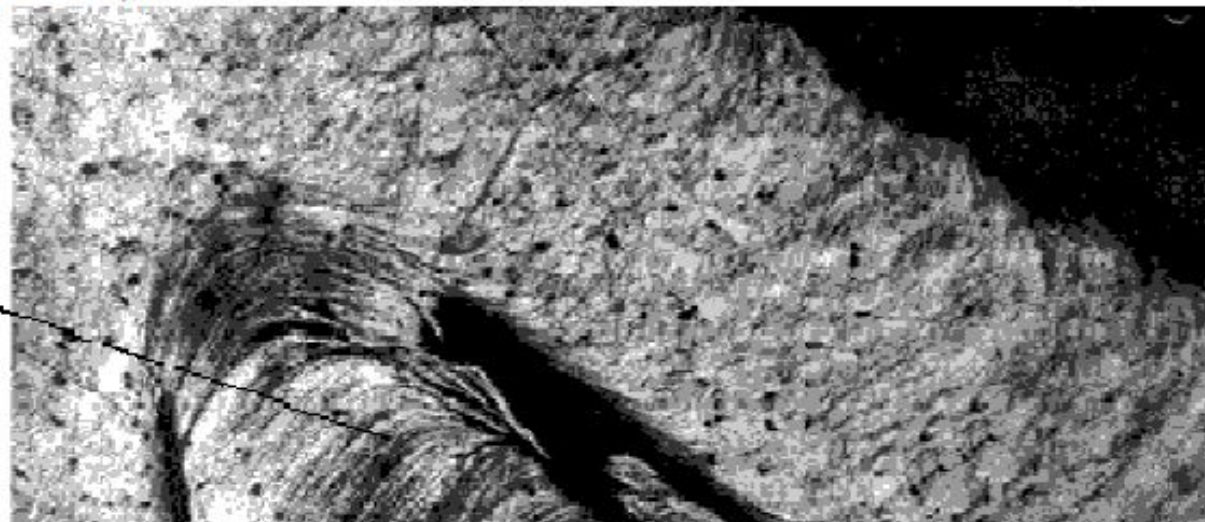
Схватыванию обрабатываемого материала с материалом инструмента способствуют высокая температура в зоне резания и то обстоятельство, что при резании в контакт вступают вновь образованные ювенильные физико-химически чистые, свободные от каких-либо пленок поверхности. Первоначально на поверхности контакта стружки с передней поверхностью происходят точечные контакты с образованием налипов на передней поверхности. С течением времени число таких налипов растет и они покрывают площадь контакта сплошной тонкой пленкой из обрабатываемого материала, которая называется первослоем. Поскольку этот первослой обладает абсолютным сродством с обрабатываемым

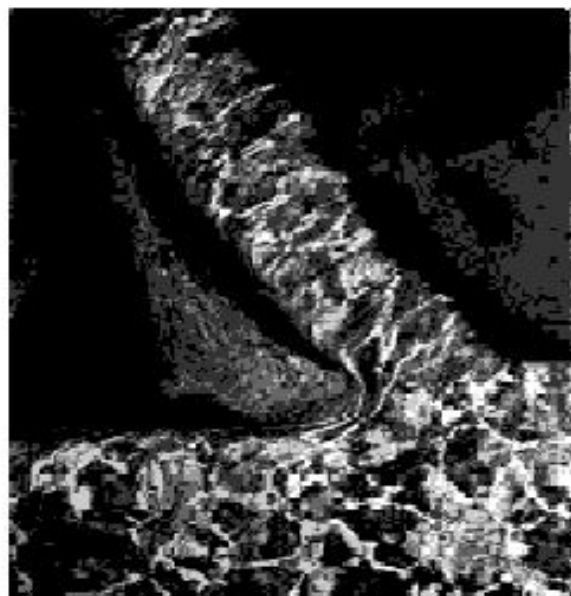
материалом, акты схватывания между ними происходят чаще и интенсивнее с образованием более крупных наслоений. Схватывание и наплаивание микрообъемов обрабатываемого металла на переднюю поверхность инструмента приводит к образованию на ней слоя упрочненного микролегированного материала, прочно соединенного с инструментом. Процессы периодического схватывания и последовательного наплаивания упрочненного материала стружки повторяются многократно, в результате на передней поверхности образуется новое довольно крупное тело, называемое наростом. Из представленной на рис.5.1. фотографии хорошо видно ярко выраженное слоистое строение нароста. Форма нароста зависит от свойств обрабатываемого материала, элементов режима резания и других конкретных условий обработки. Нарост состоит из основания и вершины. Вершина является неустойчивой частью нароста, она, по мере увеличения высоты нароста, разрушается и уносится из зоны стружкообразования, сходящей по ней стружкой (как это видно на рис.5.1) или поверхностью резания обрабатываемой заготовки (см. рис.5.4)

Вершина нароста

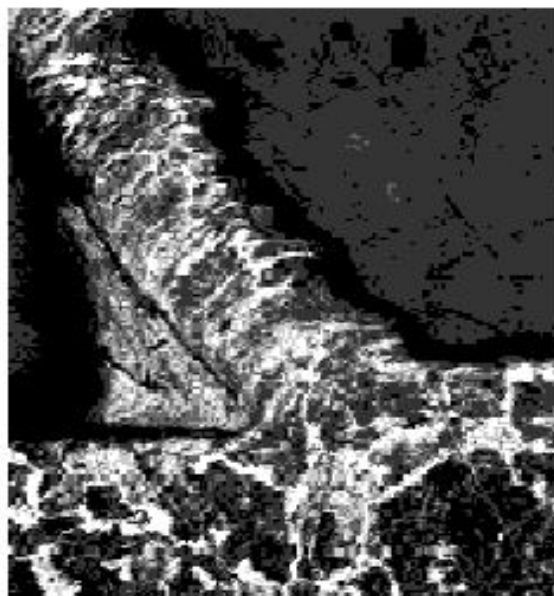


Основание

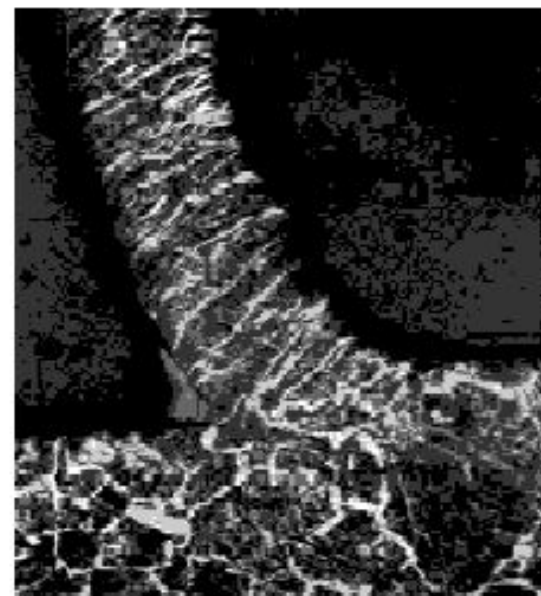




а.



б.



в.

Рис.5.2. Корни стружки с наростом, полученные при точении, стали 45. Скорость резания: а. — 13, б. — 28 и в. — 55 м/мин.

Здесь видно, что скорость резания сильно влияет на размеры и форму нароста. Нарост наибольшей высоты образуется на скорости 13 м/мин. На скорости 28 м/мин. образуется нарост меньшей высоты и другой формы. На сравнительно большой скорости резания 55 м/мин. нароста уже почти нет. Можно предположить, что на такой скорости температура в зоне резания выше температуры «отдыха» обрабатываемого материала, под влиянием которой материал нароста разупрочняется и не может противостоять истирающему действию обрабатываемого материала.

Поскольку нарост образуется из сильно деформированного металла, твердость которого намного больше твердости исходного обрабатываемого, то и на

геометрию инструмента, передний угол увеличивается и становится больше переднего угла, приданного инструменту при его заточке ($\gamma_{\phi} > \gamma_3$). Процесс резания происходит легче. Поверхность нароста, обращенная к стружке, становится продолжением передней поверхности инструмента. Изменение фактического угла резания вызывает изменение характера процесса образования стружки.

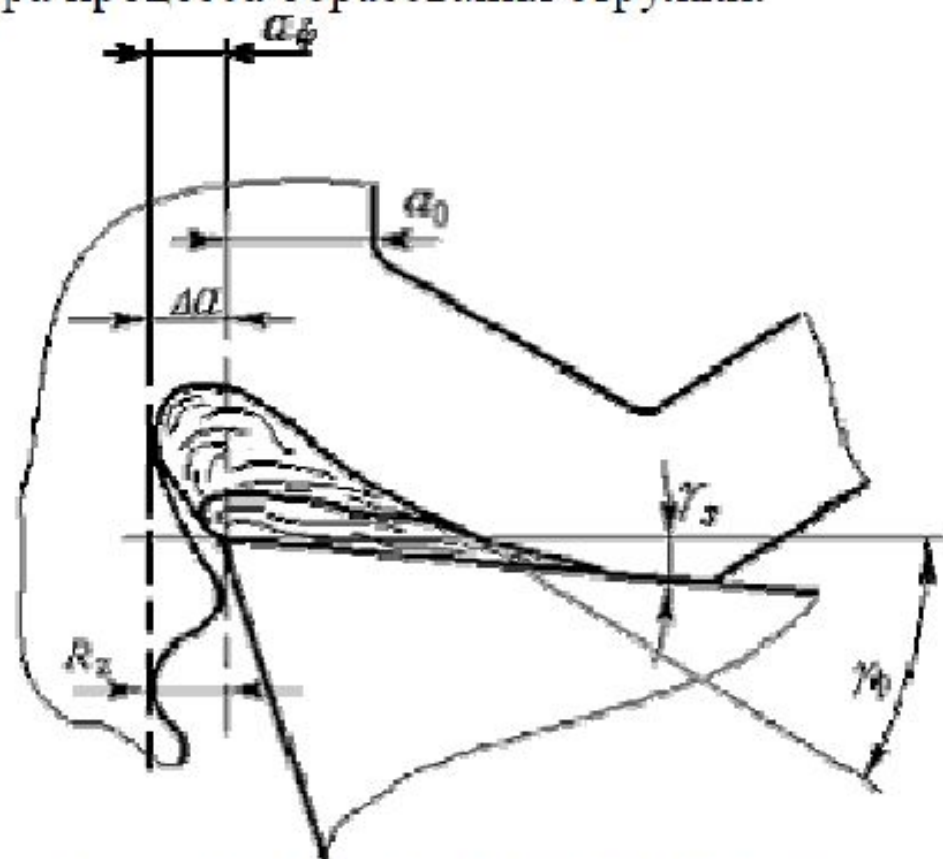
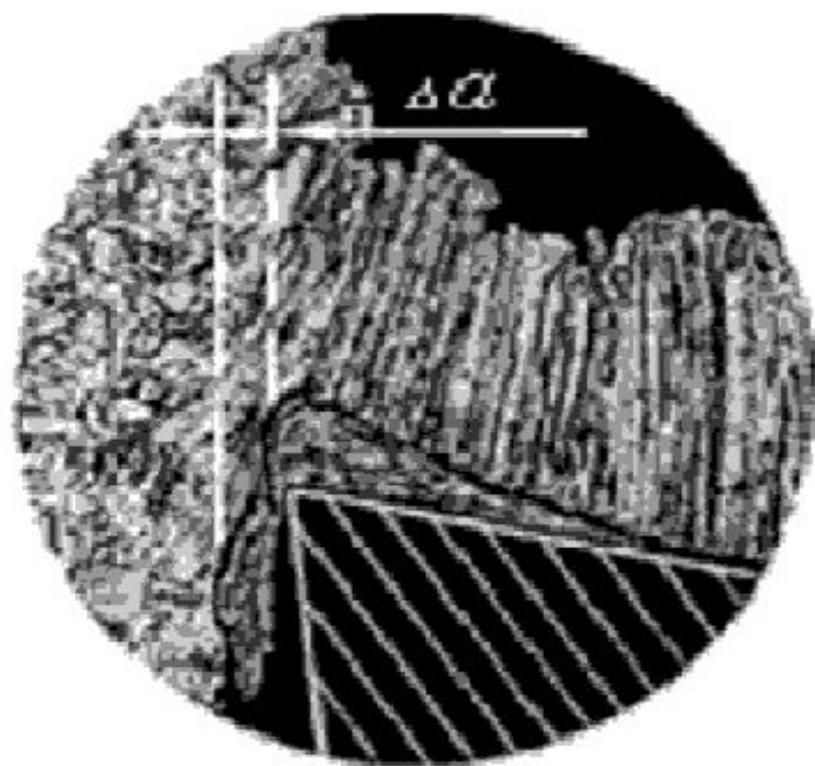


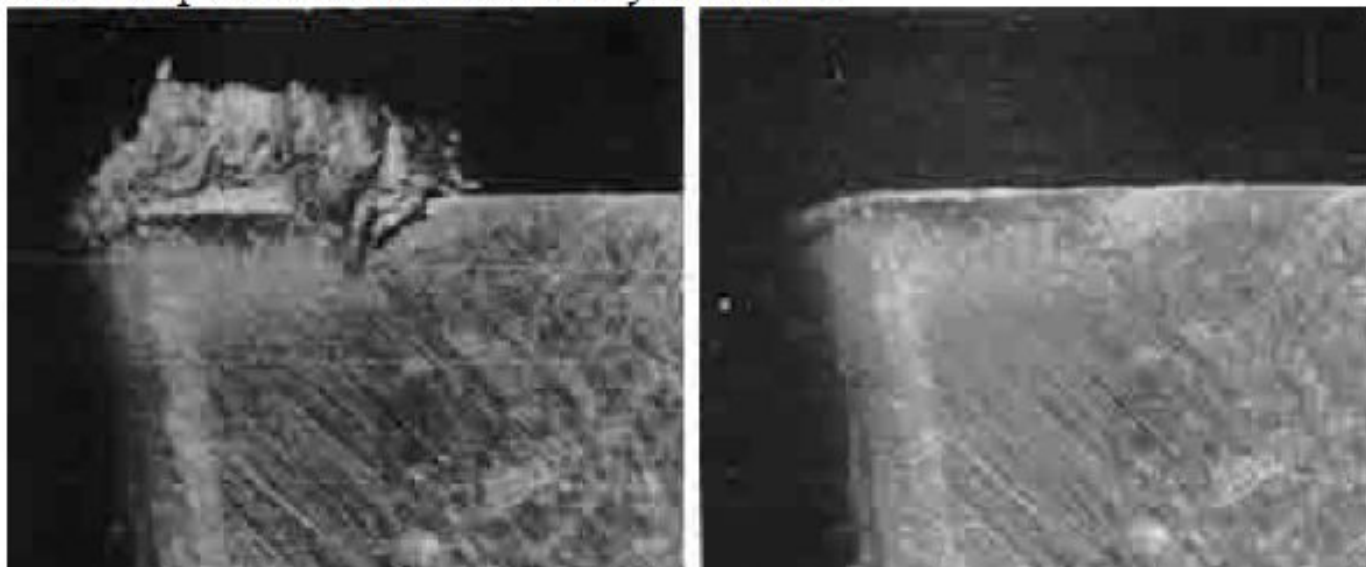
Рис. 5.3. Влияние нароста на величину переднего угла, толщину среза и шероховатость поверхности резания.

В случае свешивания вершины нароста над задней поверхностью инструмента изменяется фактическая толщина среза. Фактически толщина среза $a_{\phi} = a_0 + \Delta a$. Сказанное, иллюстрируется, представленной на рис.5.3. схемой

Δ_1 – угол скалывания после разрушения нароста.

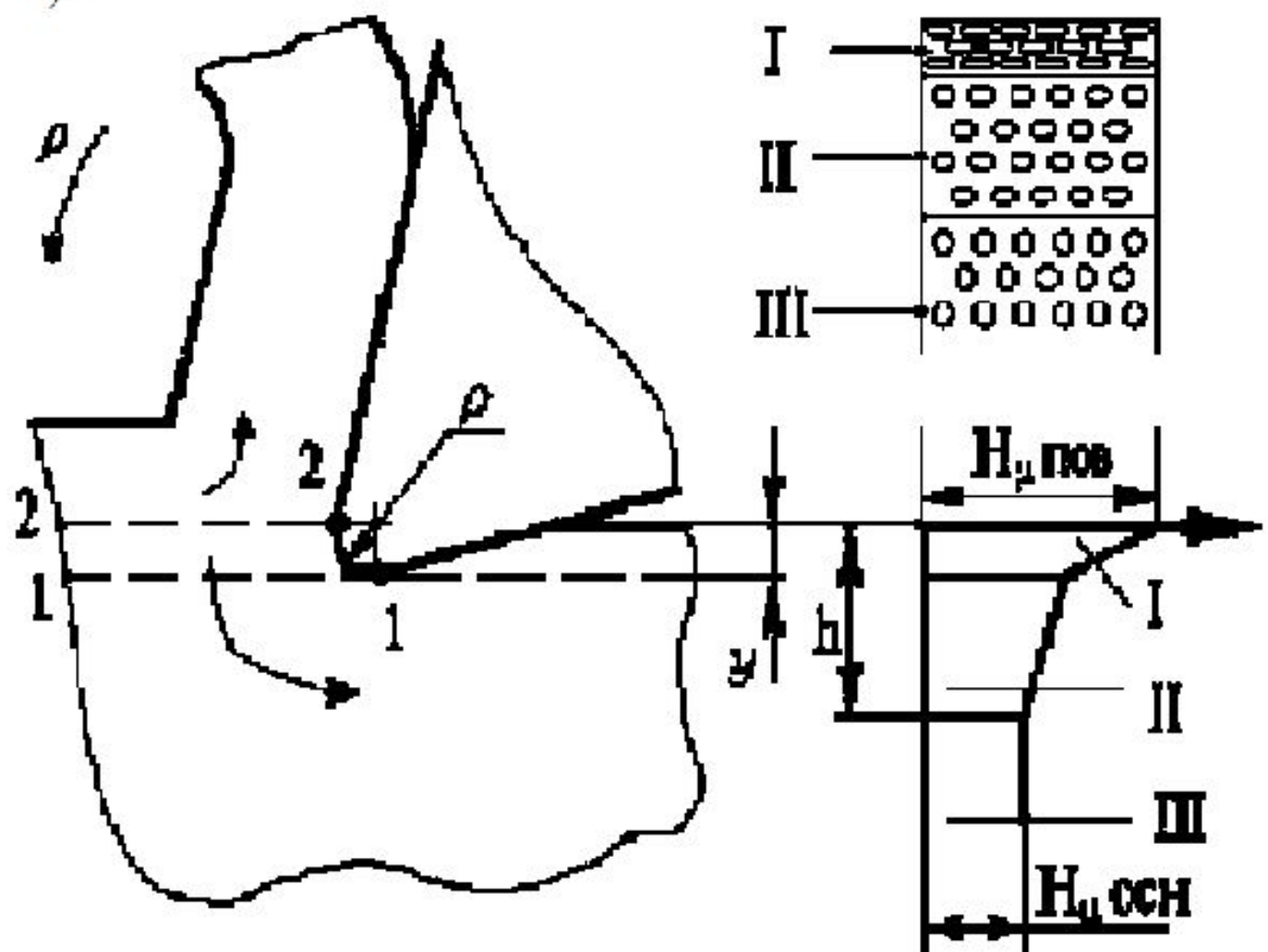
Здесь надо обратить внимание на изменение положения плоскости скалывания. Вслед за разрушением нароста уменьшается угол скалывания Δ_1 и увеличивается толщина образующейся стружки. Нарост представляет собой тело твердое, но неустойчивое, он периодически разрушается, и фактическая толщина среза постоянно меняется вслед за изменением размера нароста. По этой причине обработанная поверхность получается перовпой, со следами надиров и вырывов. Располагаясь на передней поверхности и свешиваясь над задней поверхностью, нарост закрывает главную режущую кромку и предохраняет ее от разрушения.

В некоторых случаях нарост бывает настолько устойчив, что в течение всего периода резания исключает контакт стружки с передней поверхностью инструмента. Так на рис.5.5 представлены фотографии быстрорежущего проходного упорного резца с наростом и после его удаления.



это, явление образования нароста следует признать нежелательным, как неуправляемое.

Кроме образования нароста при срезании стружки происходит деформация материала под поверхностью резания. Обрабатываемый материал здесь подвергается упругопластической деформации. Это происходит по двум причинам. Во-первых, потому, что режущее лезвие всегда имеет какое-то округление радиусом ρ (рис. 5.6).



Степень упрочнения и глубина деформации зависят от толщины среза, скорости резания, геометрии режущего инструмента, свойств обрабатываемого материала и других факторов.

§ 2. ТИПЫ СТРУЖЕК

Тип стружки зависит в основном от физико-механических свойств обрабатываемого материала и скорости резания. При обработке пластичных материалов (сталь, вязкая латунь, алюминий) могут получаться два типа стружек: суставчатая или скалывания (рис. 2 а) и сливная (рис. 2 б). При обработке малопластичных материалов (чугун, бронза) получается стружка надлома (рис. 2 в).

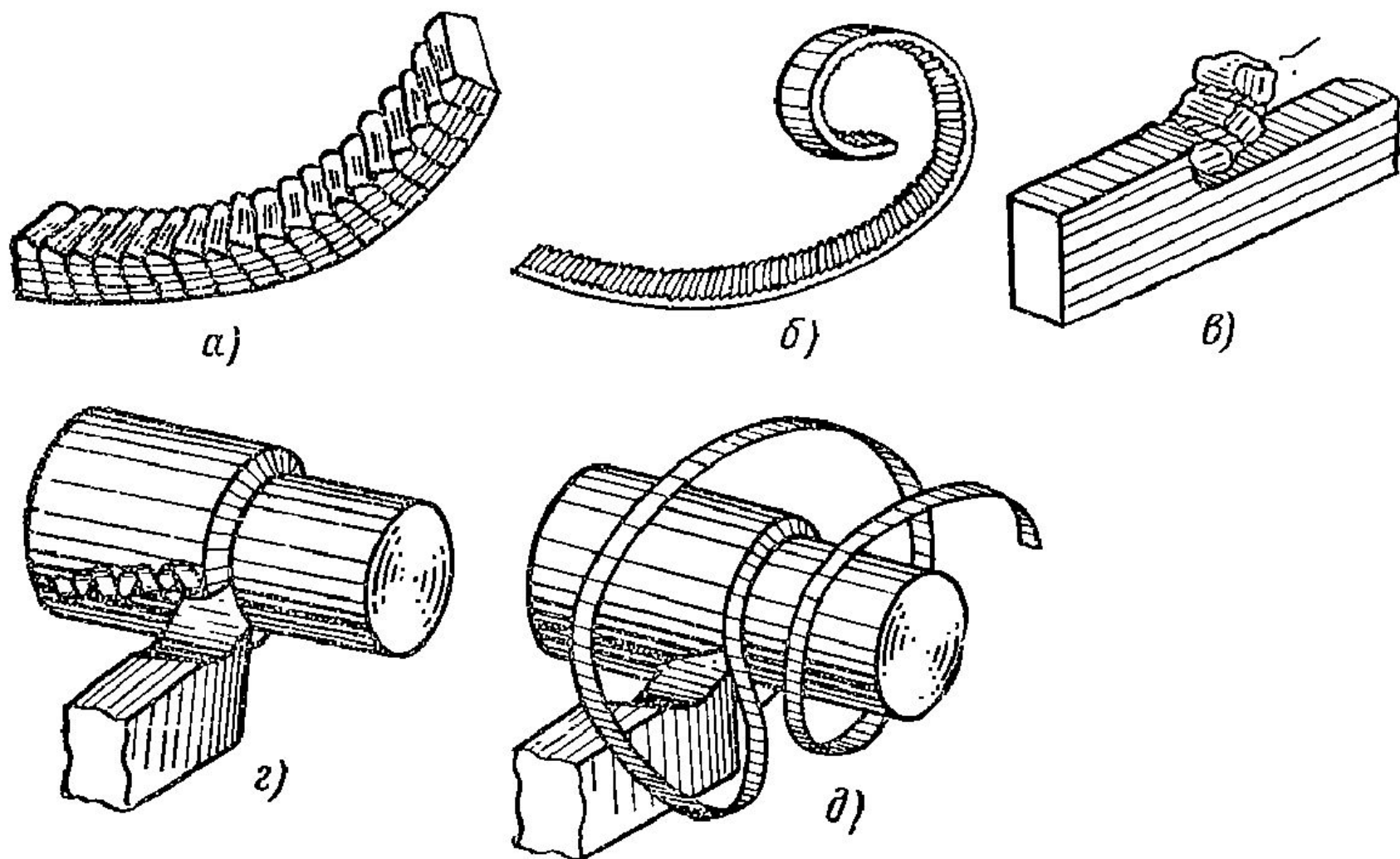


Рис. Типы стружек:

а — суставчатая (скалывания); б, в, д — сливная; в — надлома

2. Deformējamā metāla un instrumenta savstarpēja

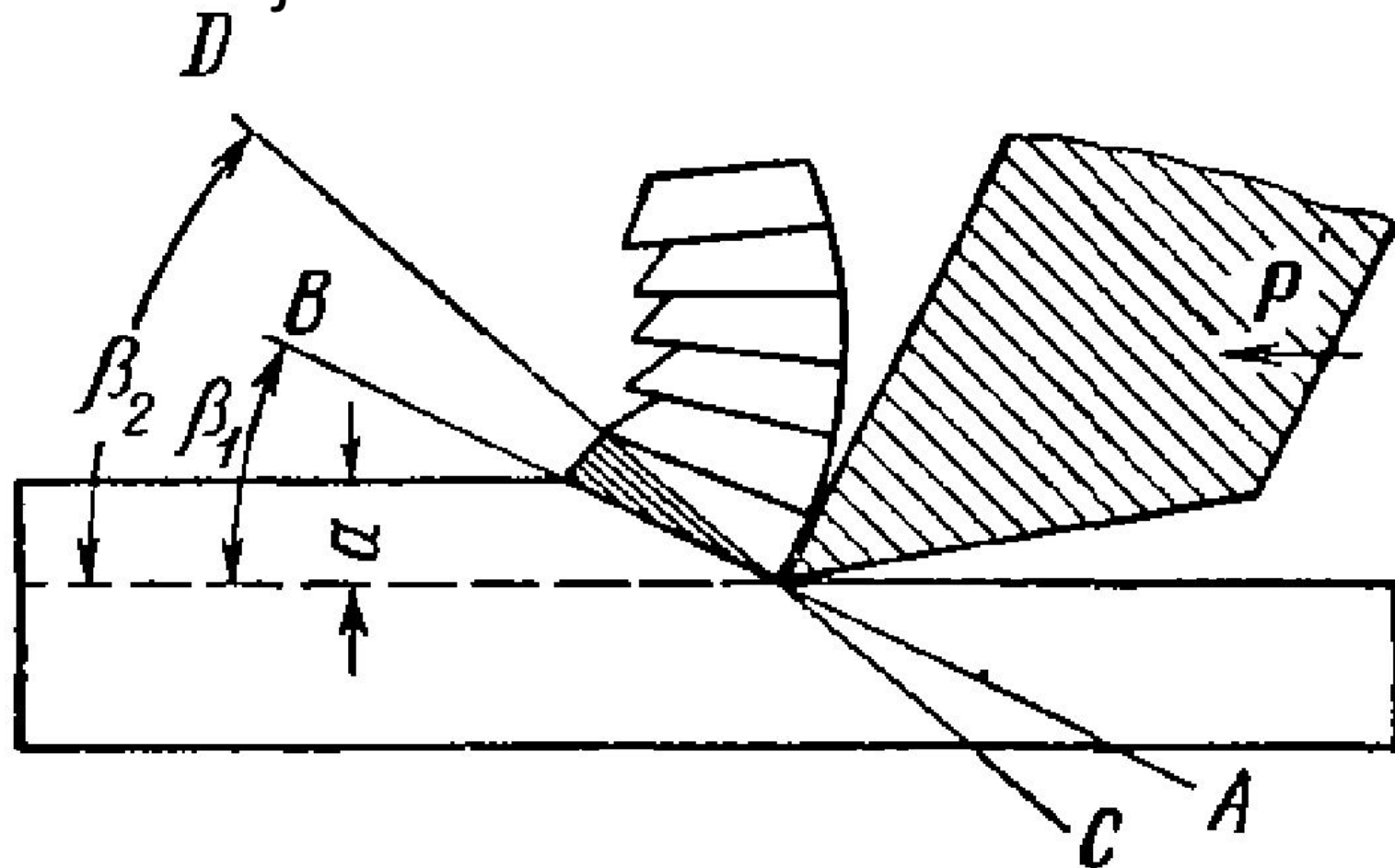
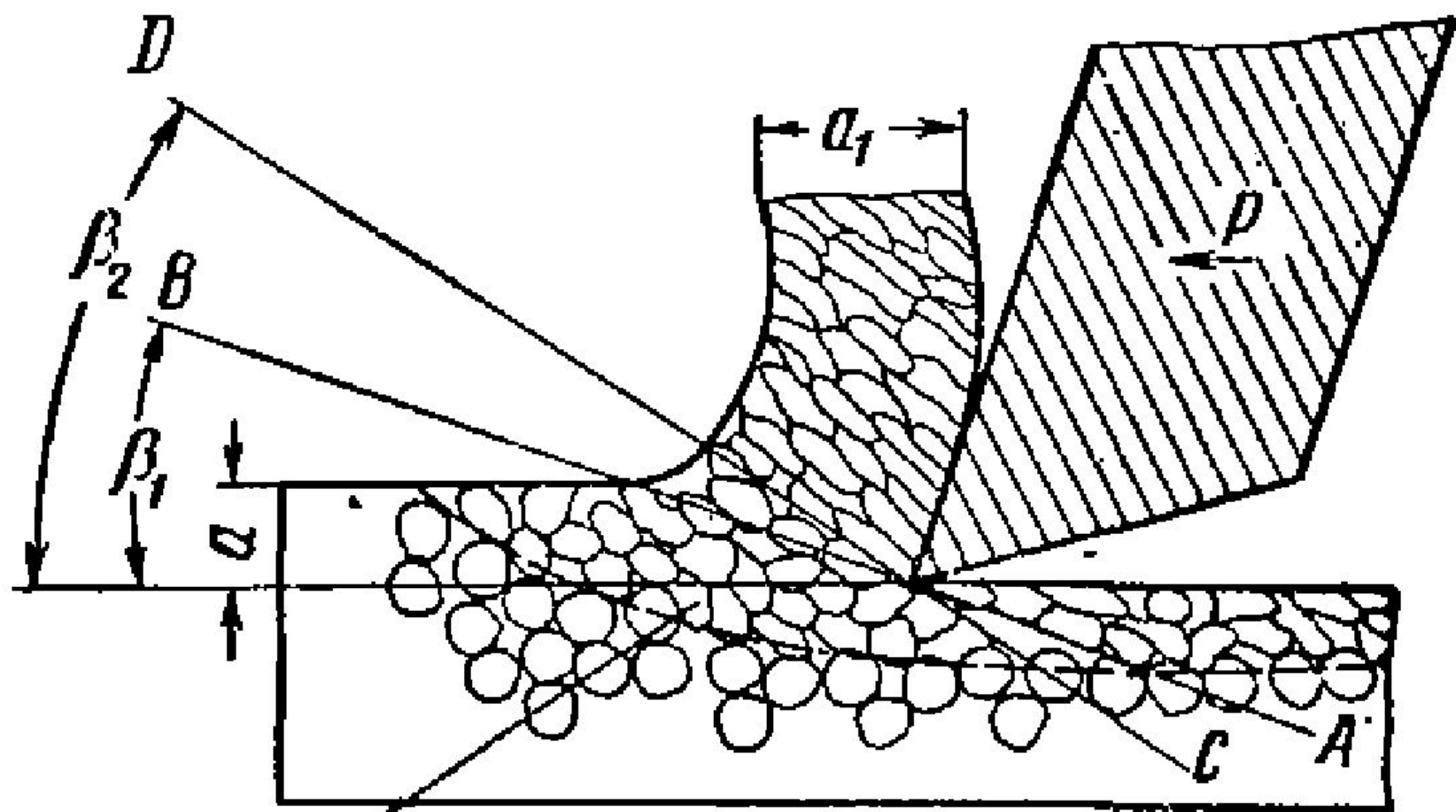


Рис. Схема образования стружки (по Я. Г. Усачеву)



Зона пластического деформирования

Рис. Схема изменения структуры обрабатываемого металла при резании

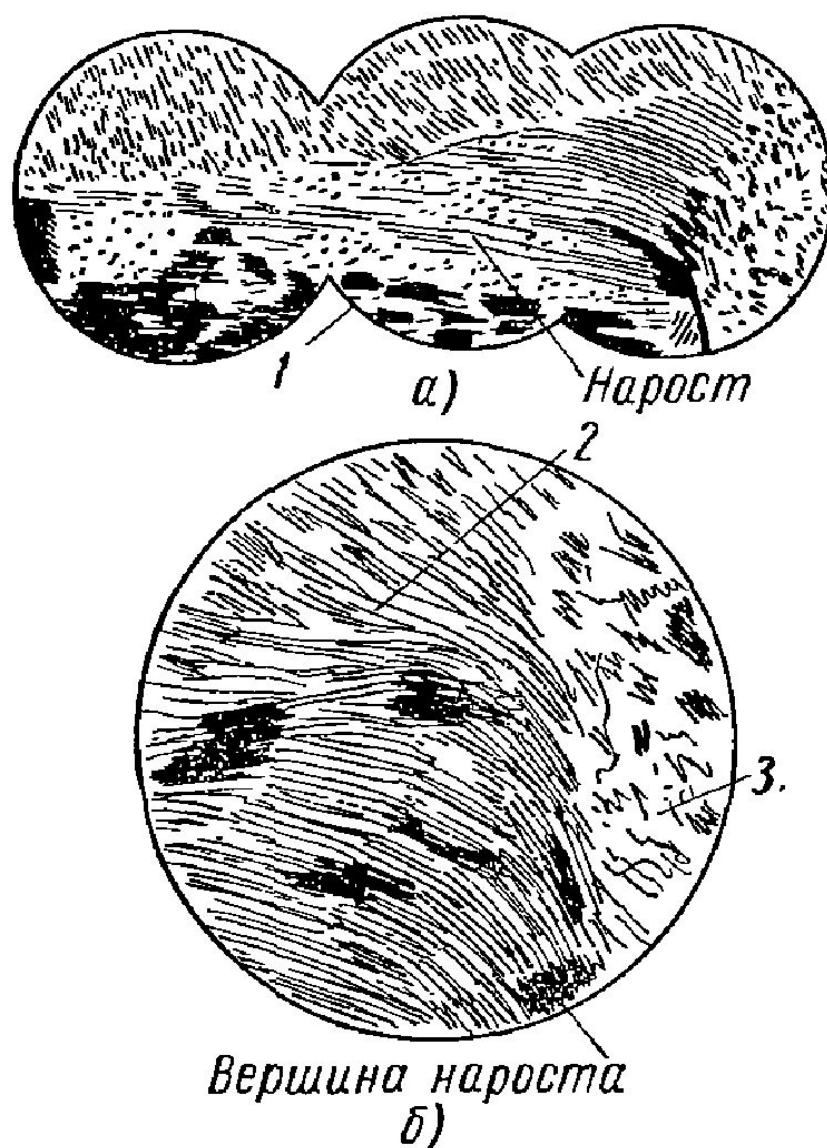


Рис. Микроструктура нароста (по А. И. Исаеву):

a — микроструктура нароста; *б* — микроструктура вершины нароста (увеличено $\times 250$); 1 — резец; 2 — стружка; 3 — заготовка

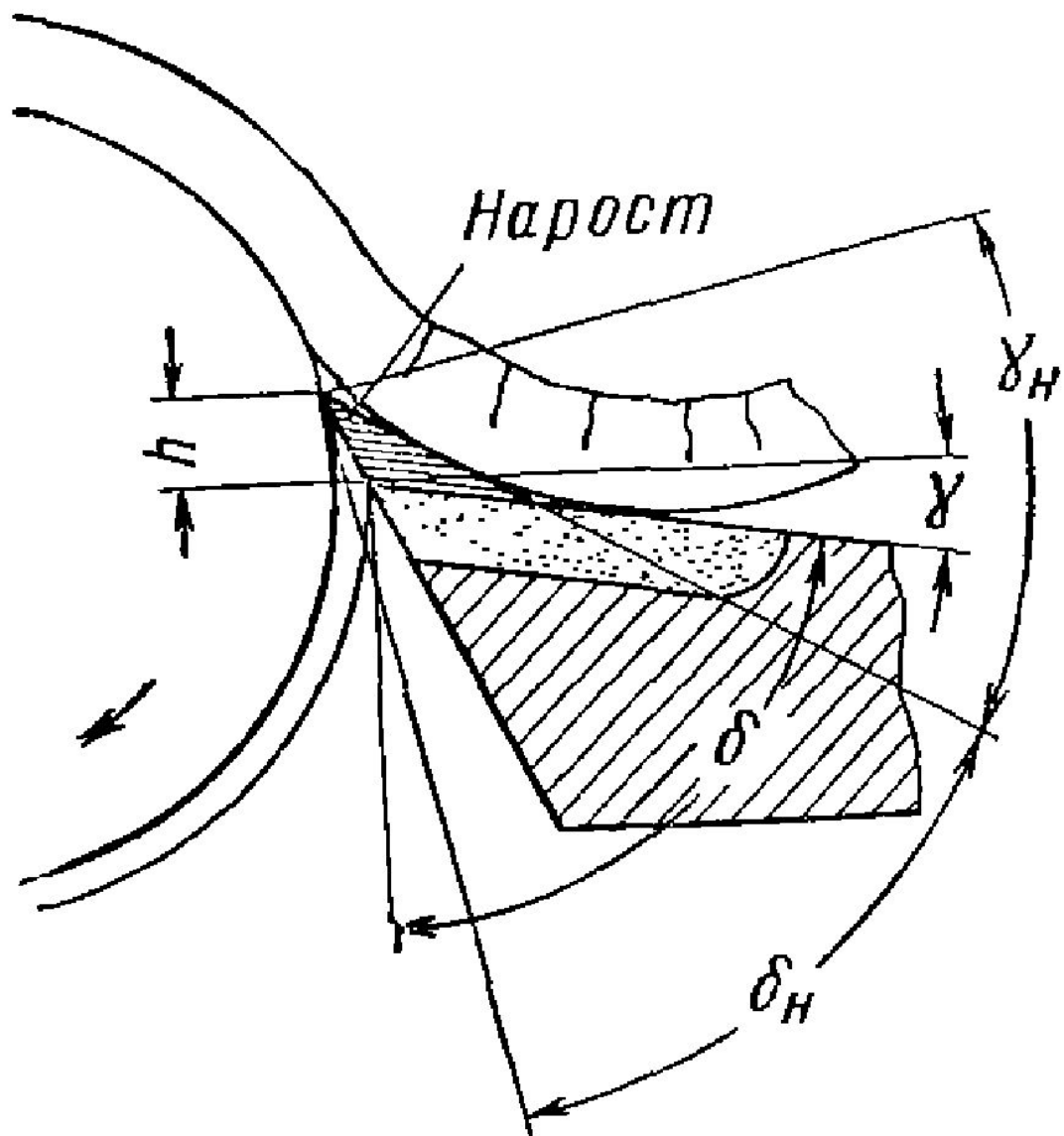
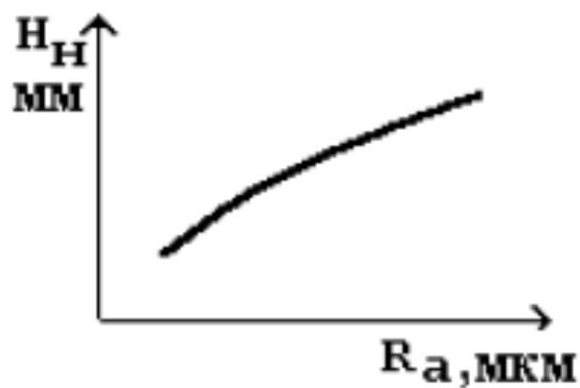
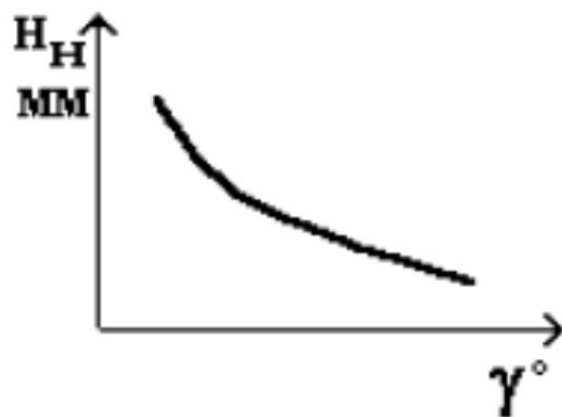
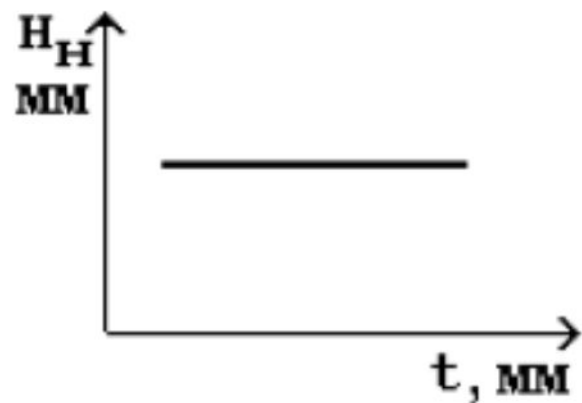
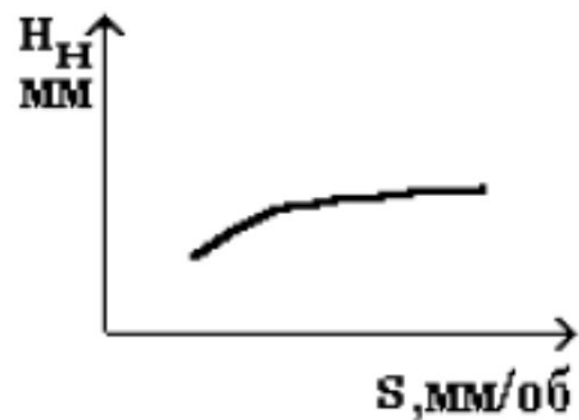
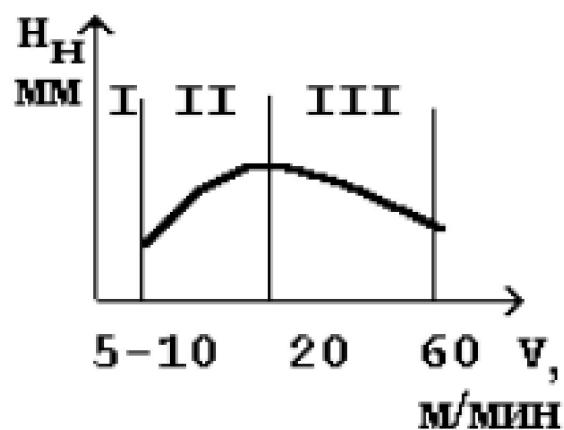
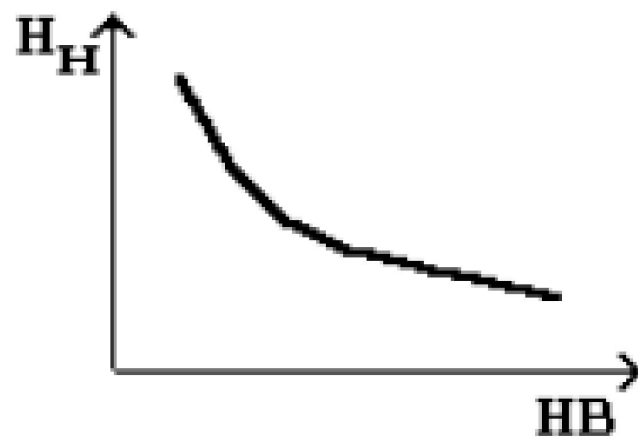
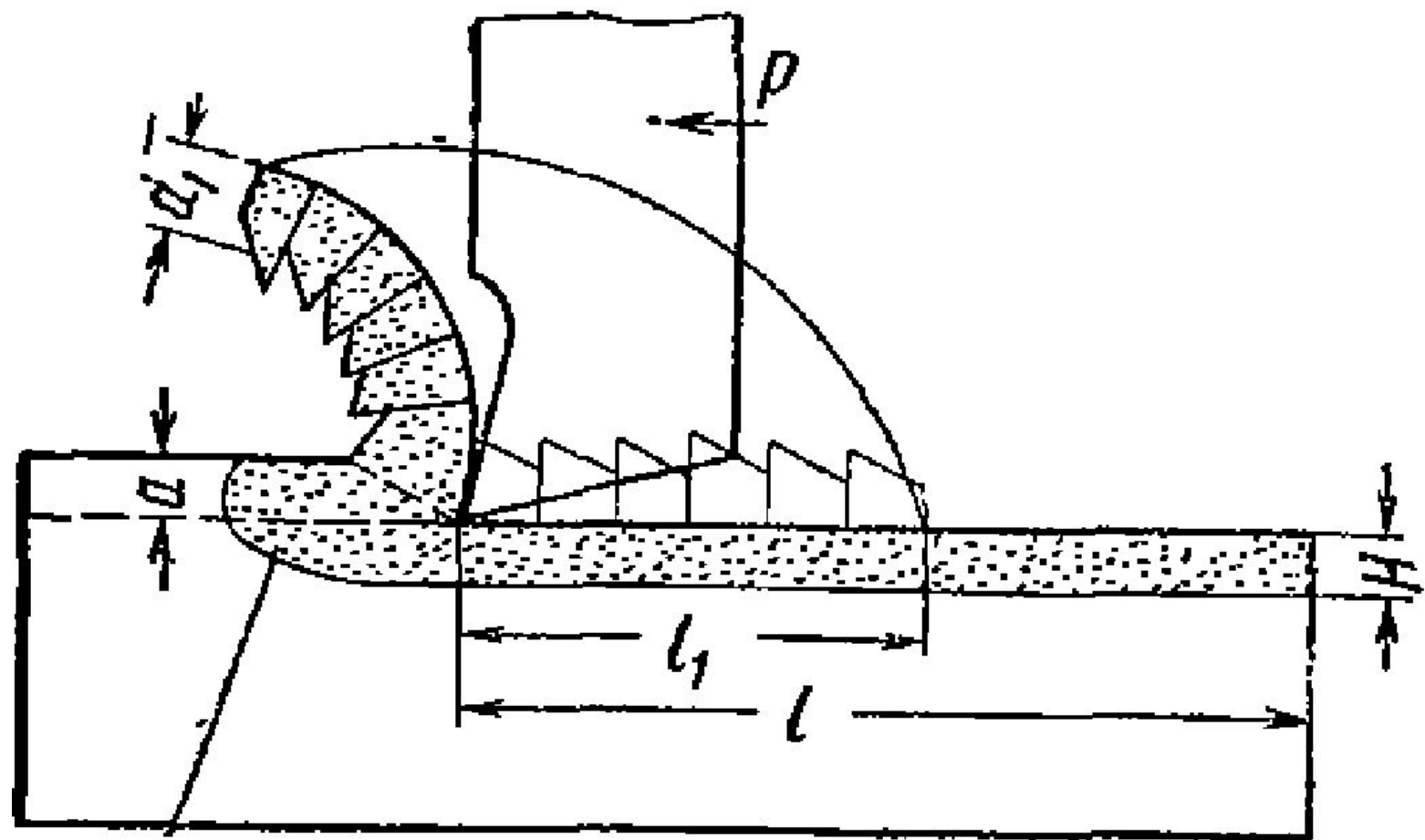


Рис. Влияние нароста на передний угол





Зона деформации

Рис. Схема распространения пластической деформации при резании

$$a_1 b_1 l_1 = abl,$$

где a_1 — толщина стружки в мм;

b_1 — ширина стружки в мм;

l_1 — длина стружки в мм;

a — толщина срезаемого слоя
в мм;

b — ширина срезаемого слоя в мм;

l — длина пути инструмента в мм.

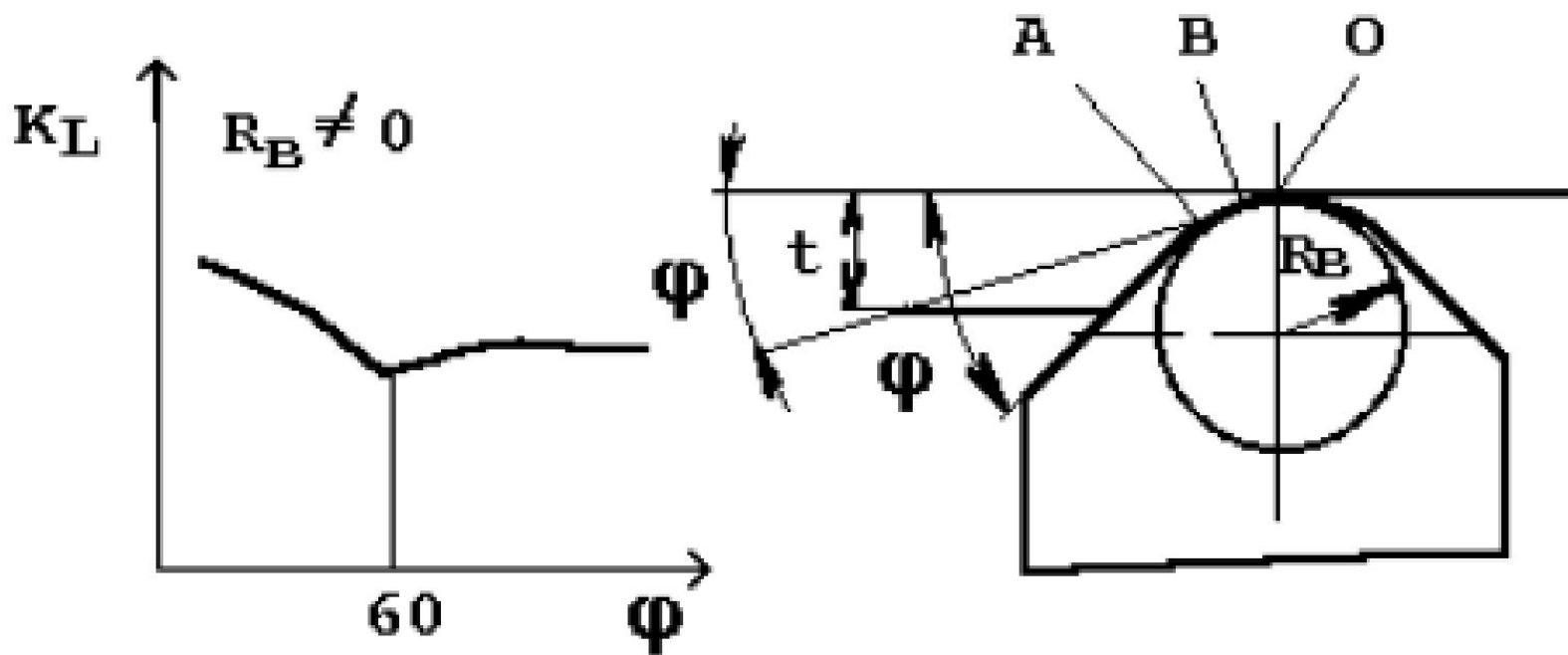
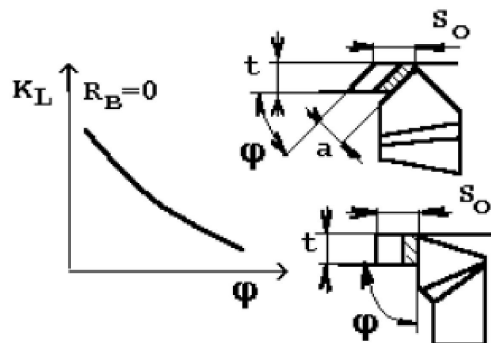
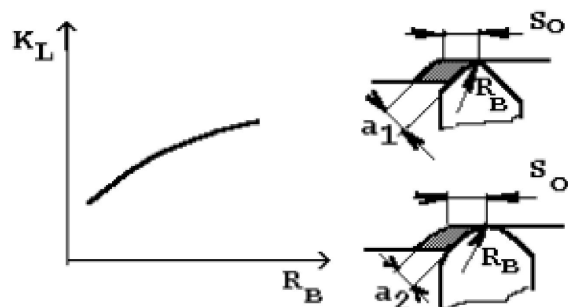
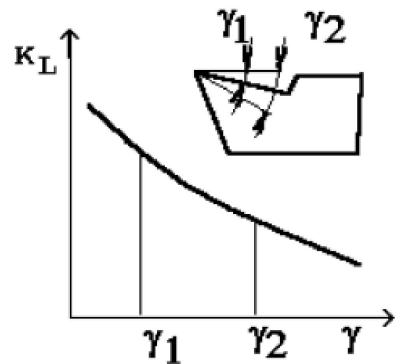
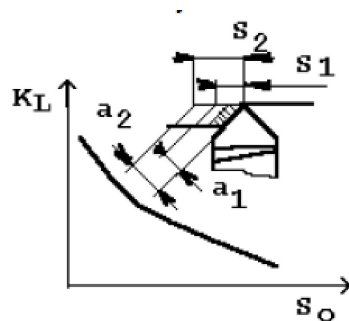
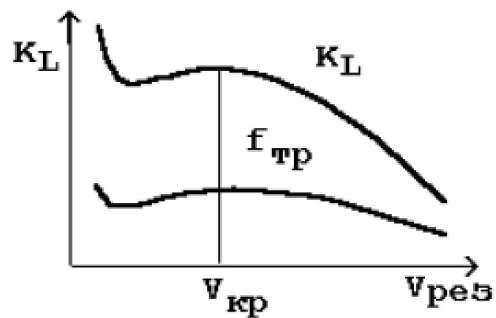
Считая $b_1 = b$, можно написать:

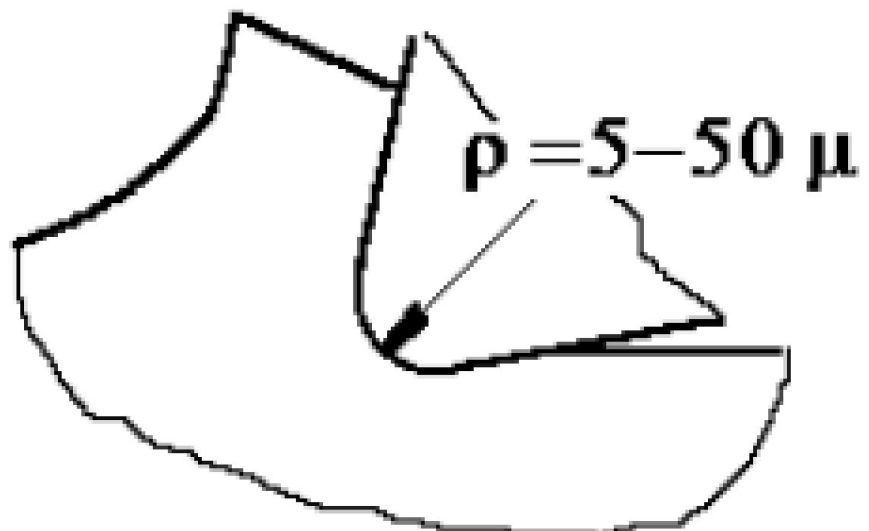
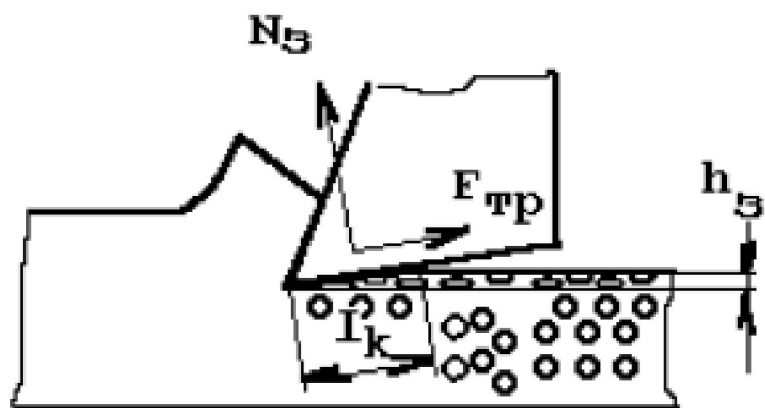
$$\frac{a_1}{a} = \frac{l}{l_1} = \xi,$$

где ξ — коэффициент усадки стружки.

$\frac{l}{l_1}$ — коэффициент продольной усадки

$\frac{a_1}{a}$ — коэффициентом поперечной усадки





$$C_{\text{н}} = \text{HV}_{\text{h}} / \text{HV}_{\text{o}},$$

где

HV_{h} - микротвердость поверхностного (наклепанного) слоя;

HV_{o} - микротвердость металла основы.

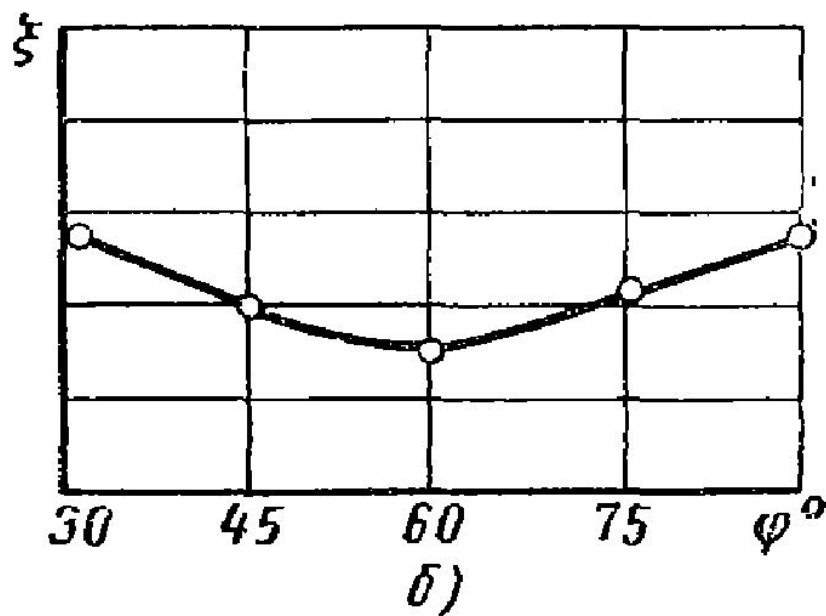
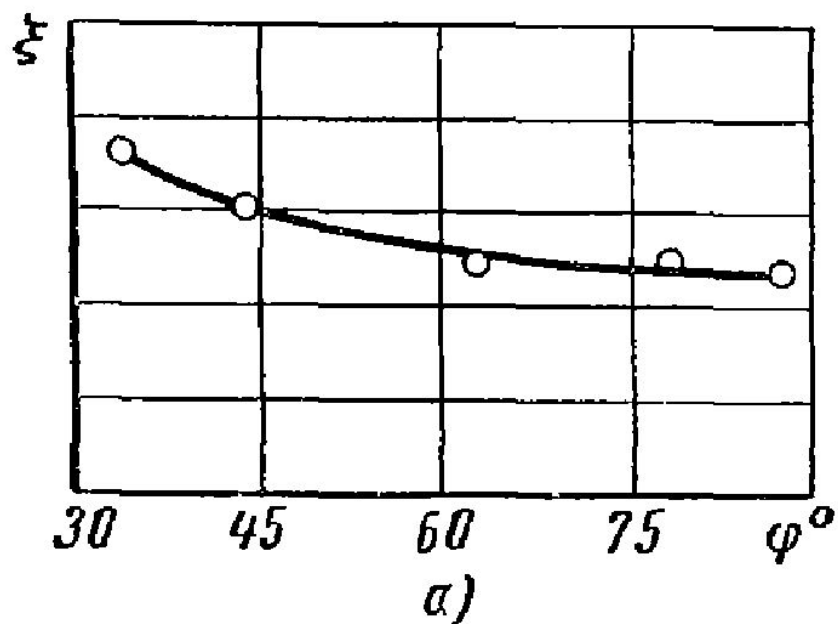


Рис. Зависимость коэффициента усадки стружки от главного угла в плане:

a — при $r = 0$; b — при $r \neq 0$

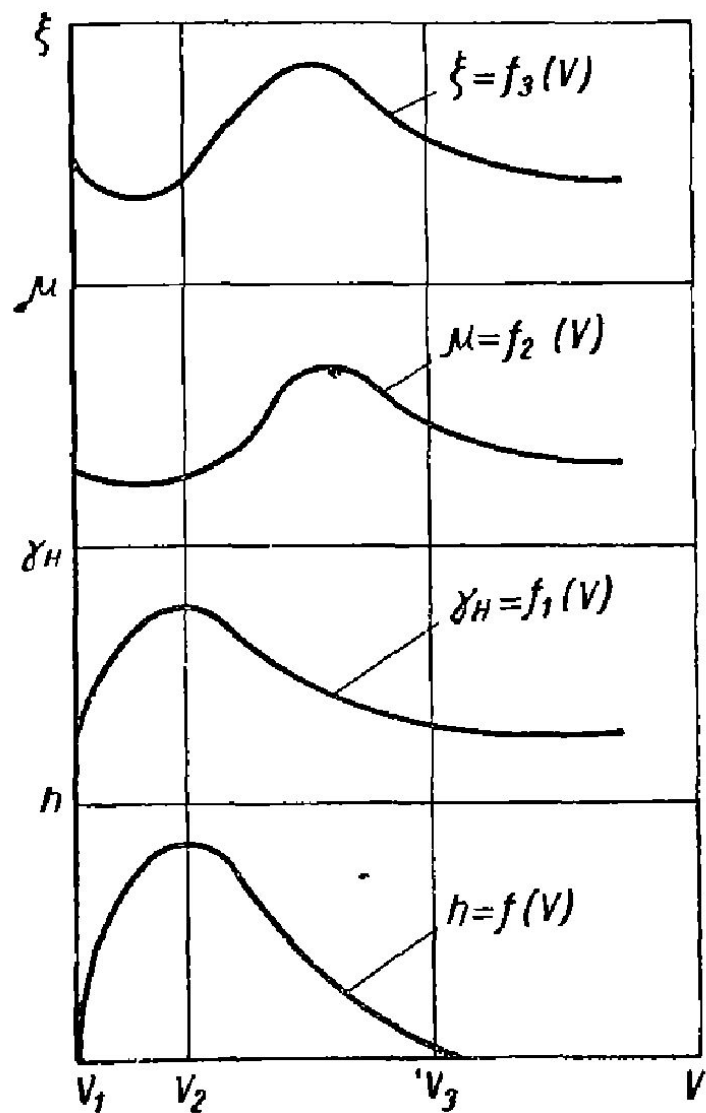


Рис. Зависимость высоты нараста h , фактического переднего угла γ_H , коэффициента трения μ и коэффициента усадки стружки ξ от скорости резания

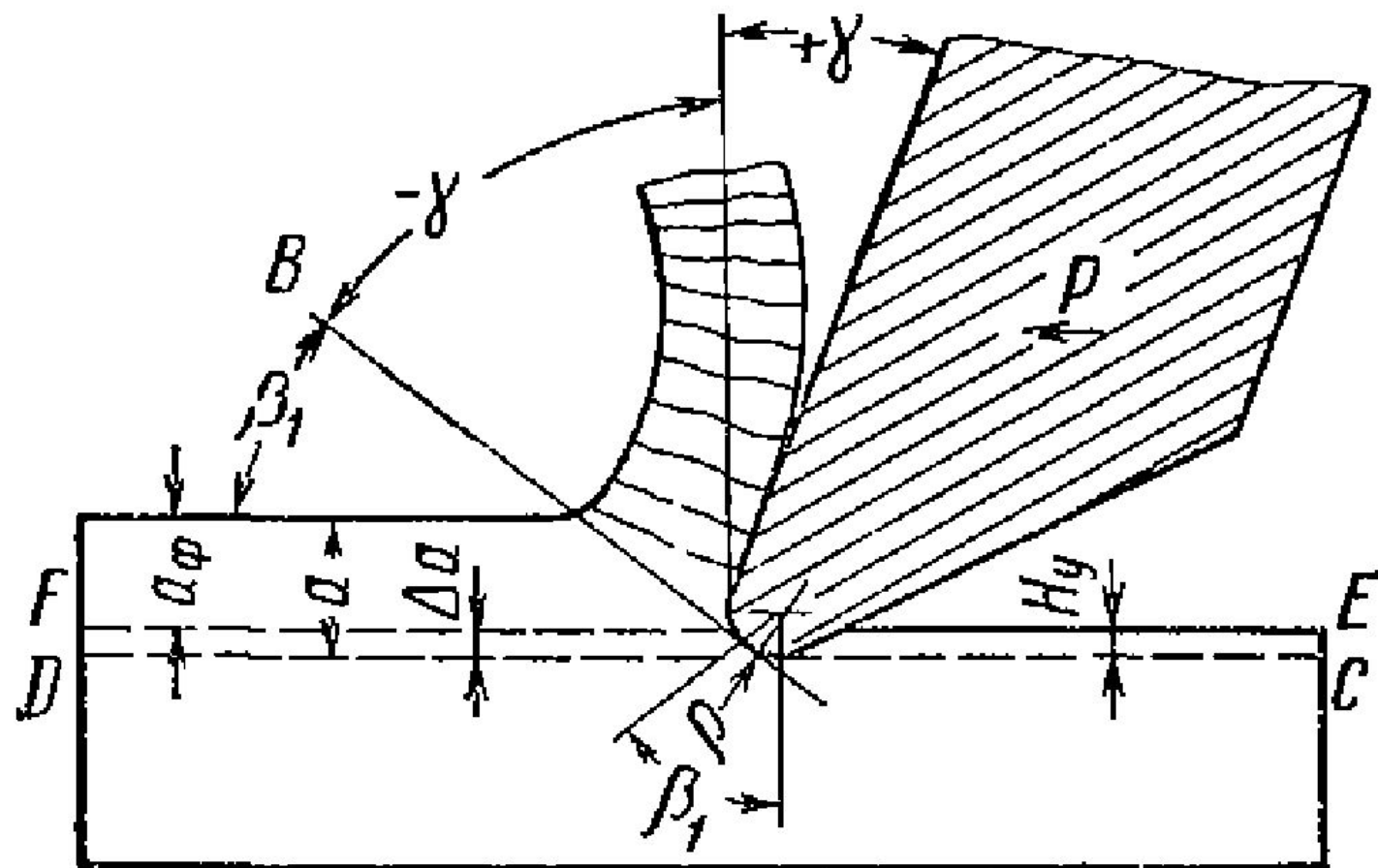


Рис. . Схема образования поверхностного слоя при резании (упругое восстановление металла)