

Лекция №2

Стружкообразование

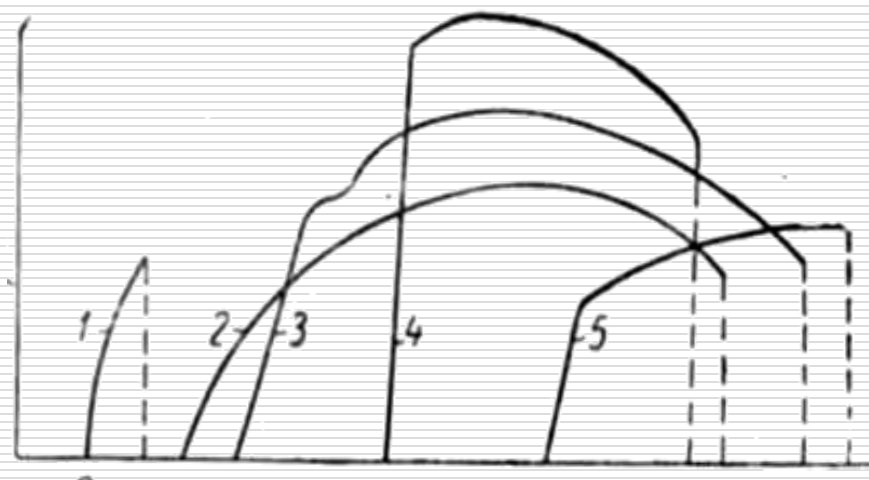
Деформации и силы резания

Процесс резания – процесс глубокого пластического деформирования и разрушения, сопровождаемый трением стружки о переднюю поверхность инструмента и трением задней поверхности инструмента о поверхность резания.

**ВЫСОКИЕ ДАВЛЕНИЯ И
СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ**

Затрачиваемая механическая энергия превращается в теплоту, которая оказывает большое влияние на закономерности деформирования срезаемого слоя, силы резания, износ и стойкость инструмента.

В процессе резания снимаемый слой испытывает как упругие, так и пластические деформации. Соотношение между упругой и пластической деформацией зависит от свойств обрабатываемого металла.

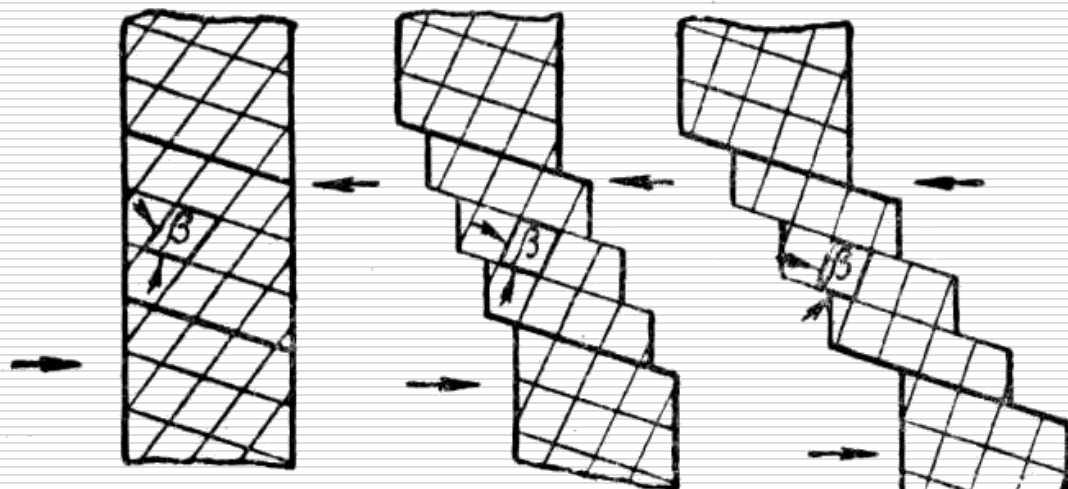


- 1 чугун
- 2 медь
- 3 мягкая сталь
- 4 холодноотянутая сталь
- 5 бронза

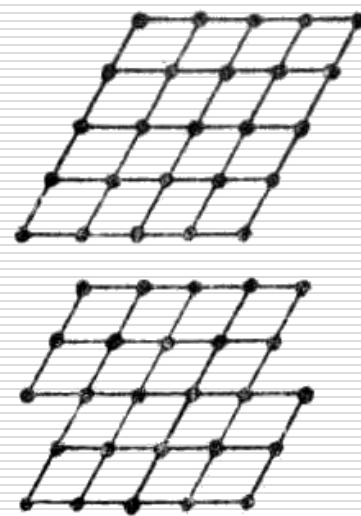
Видно, что если при разрыве чугунного образца имеют место лишь упругие напряжения, то при разрыве медного образца преобладают пластические напряжения.

работа упругой деформации
сравнительно невелика.

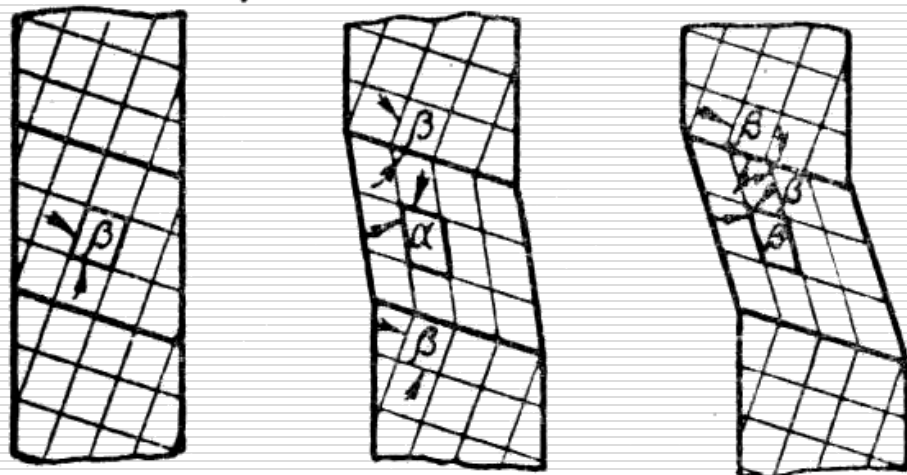
I
Скольжение



II
Скольжение



Двойникование

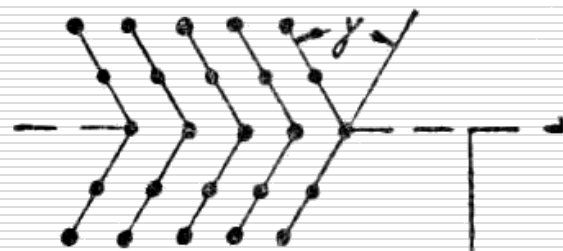
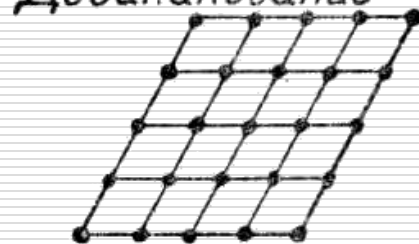


а

б

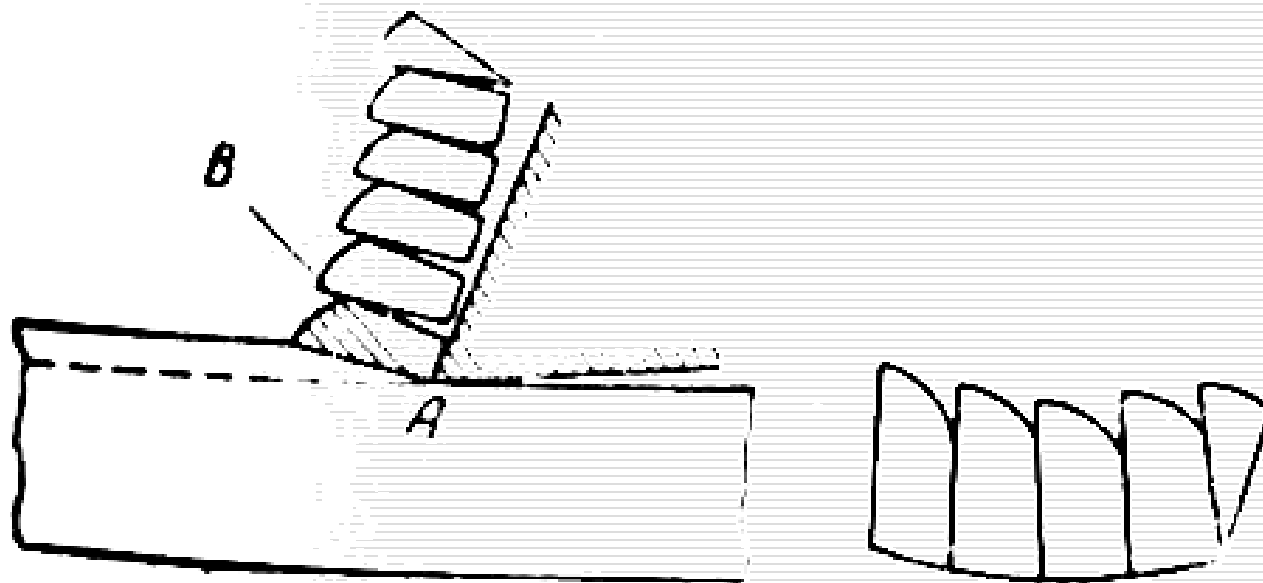
в

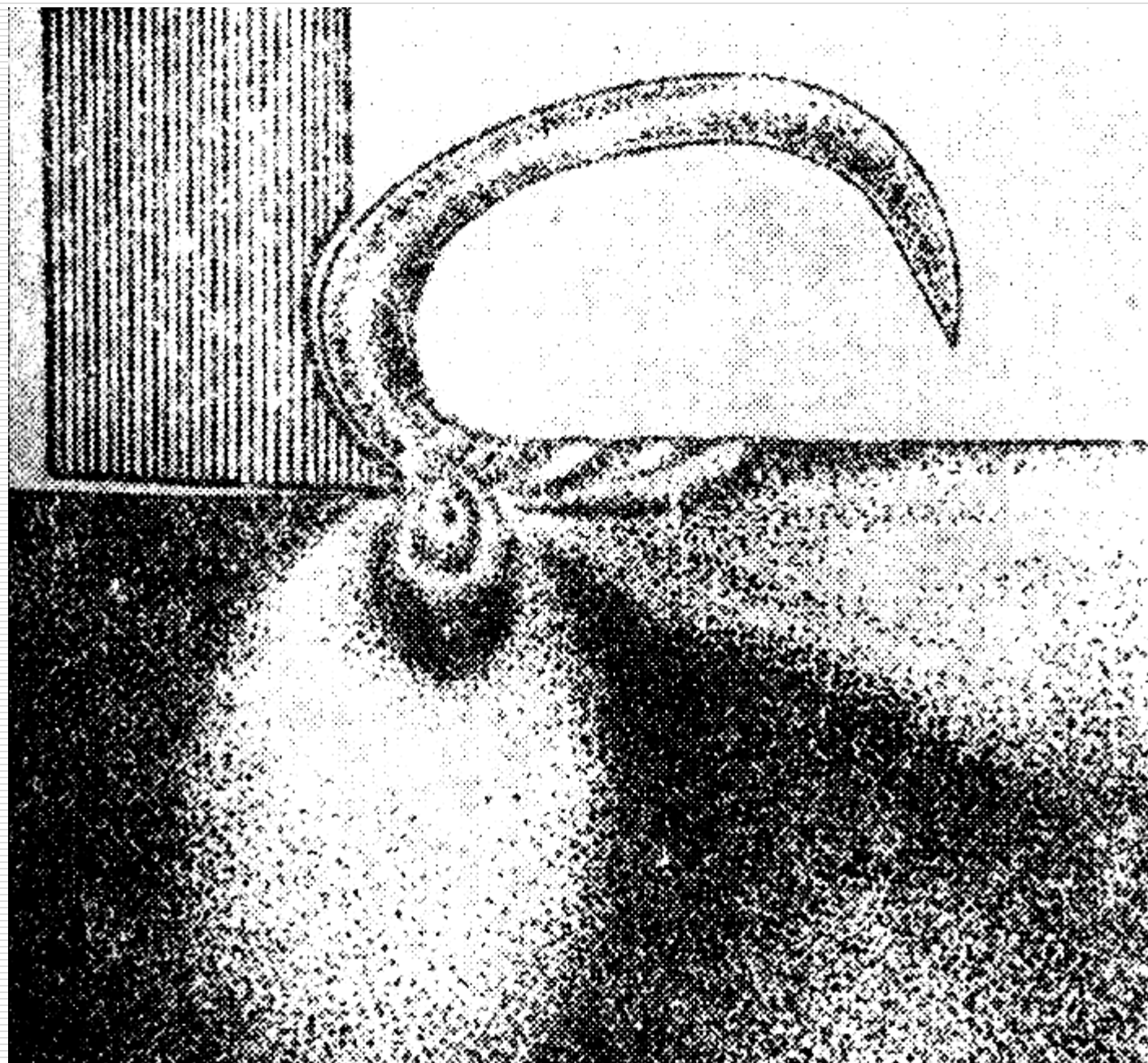
Двойникование

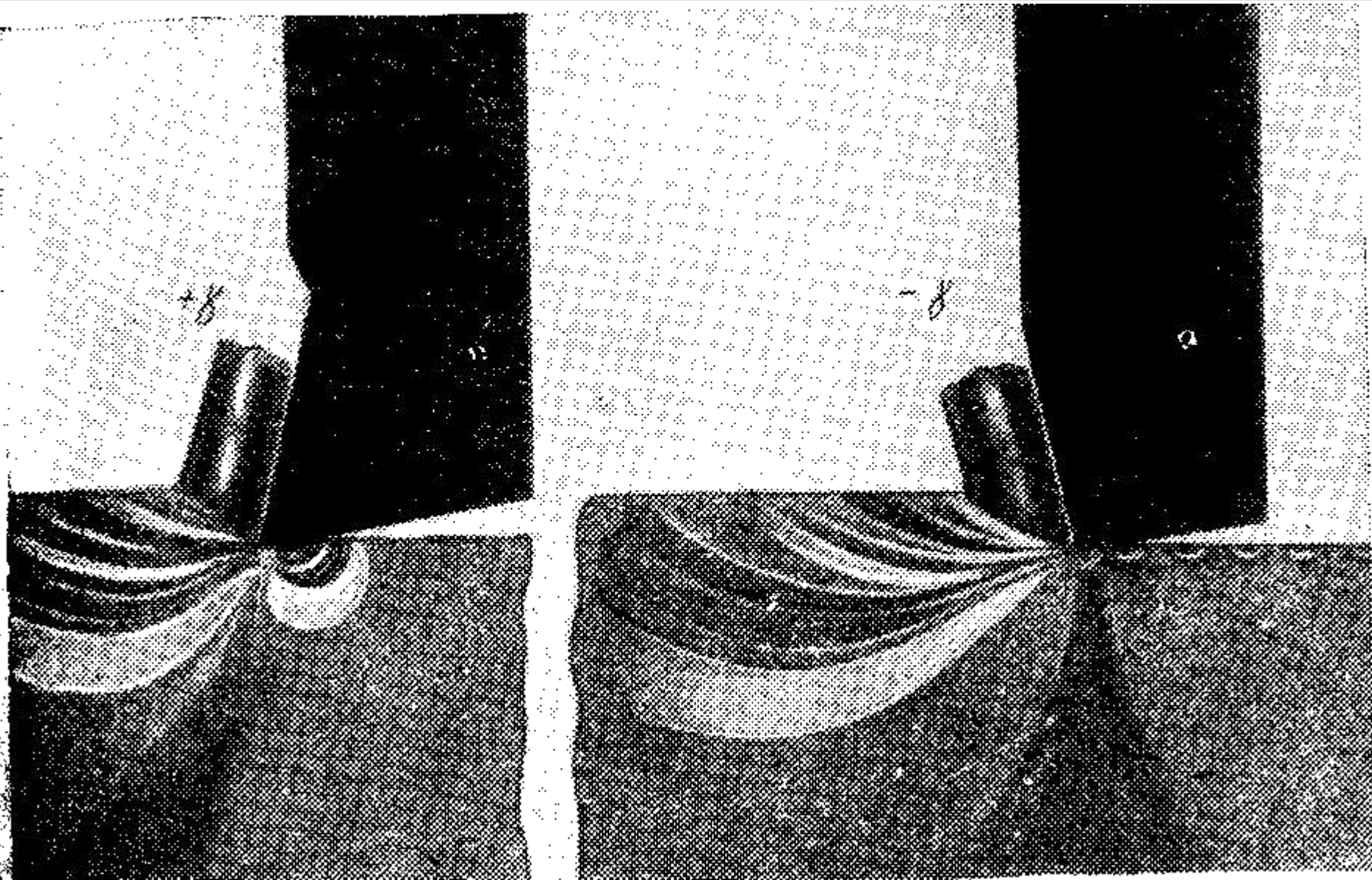


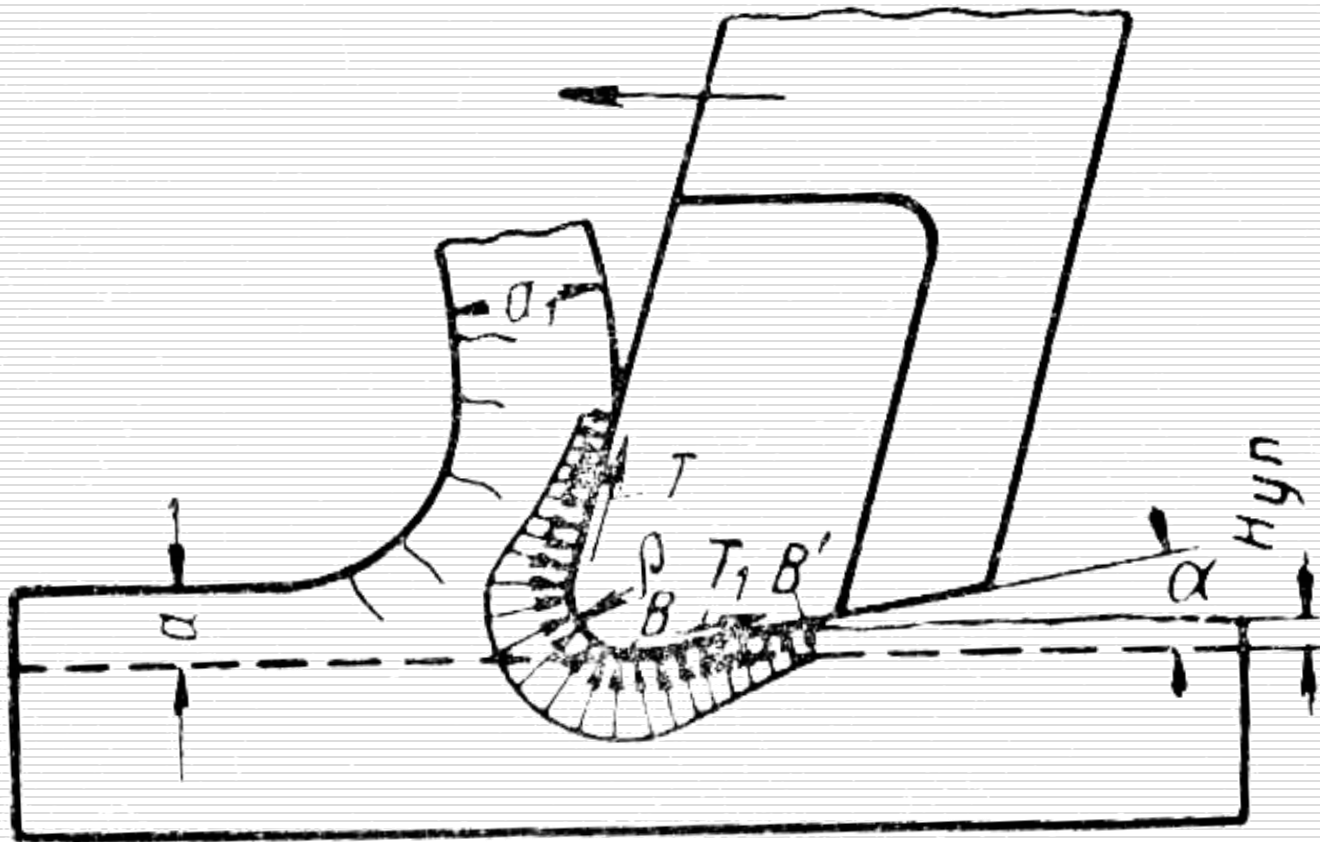
Плоскость
двойникования

Прежде чем отделиться, элемент, подвергающийся сжатию, сильно деформируется. Одновременно с упрочнением металла впереди режущей кромки часть снимаемого слоя, ограниченная плоскостью скалывания, двигаясь по передней грани, подвергается в зависимости от различных условий большей или меньшей степени пластической деформации. Эта деформация характеризуется появлением линий скольжения (сдвигов).

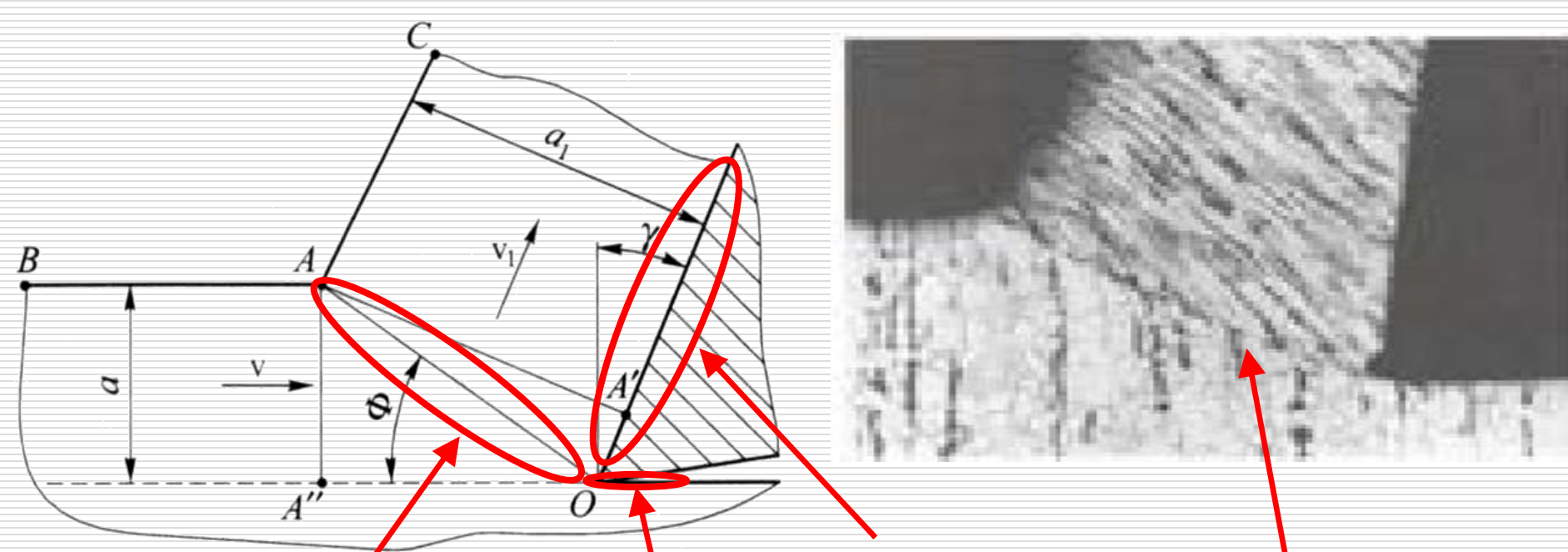








Распределение нормальных давлений в зоне деформации



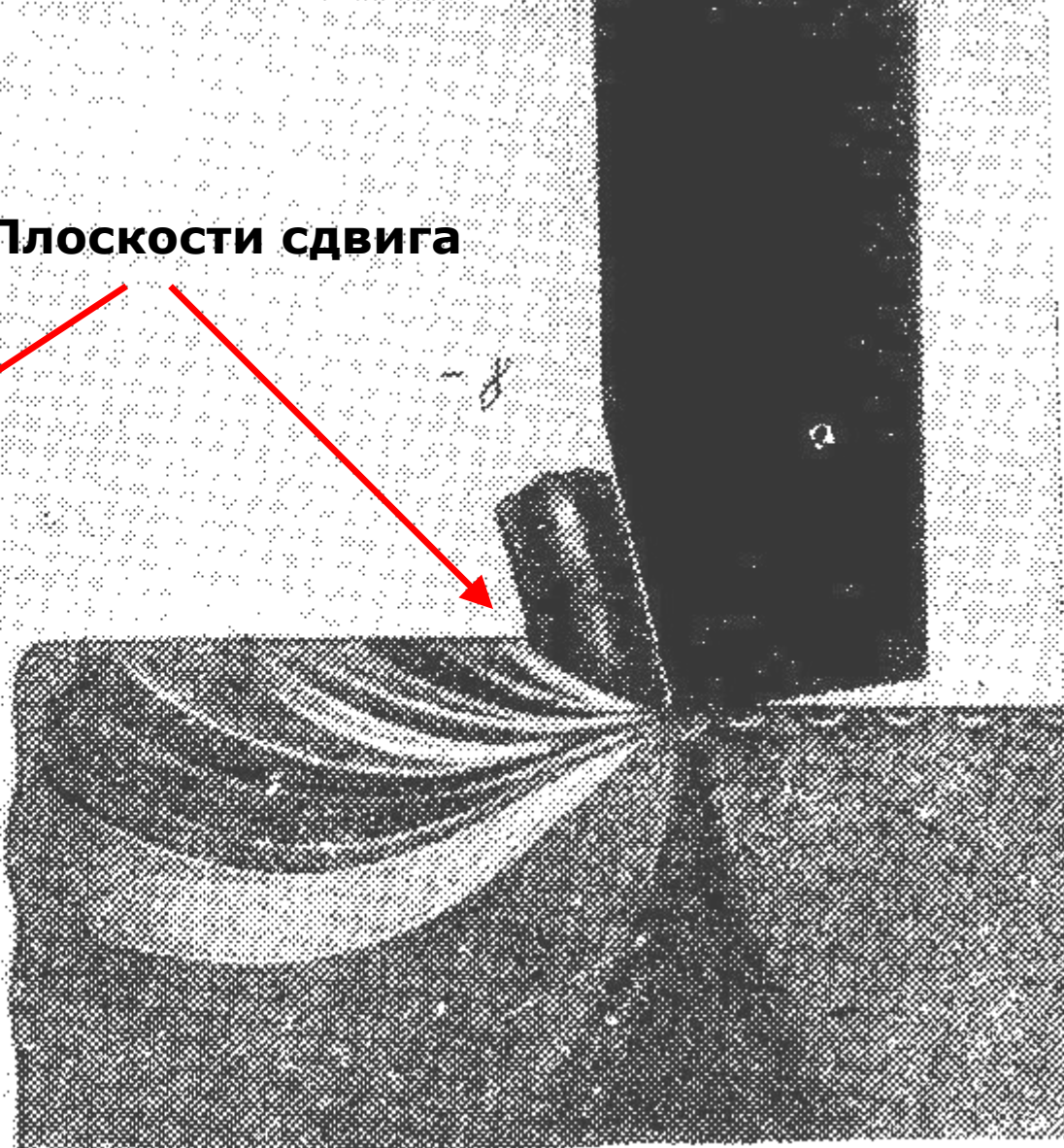
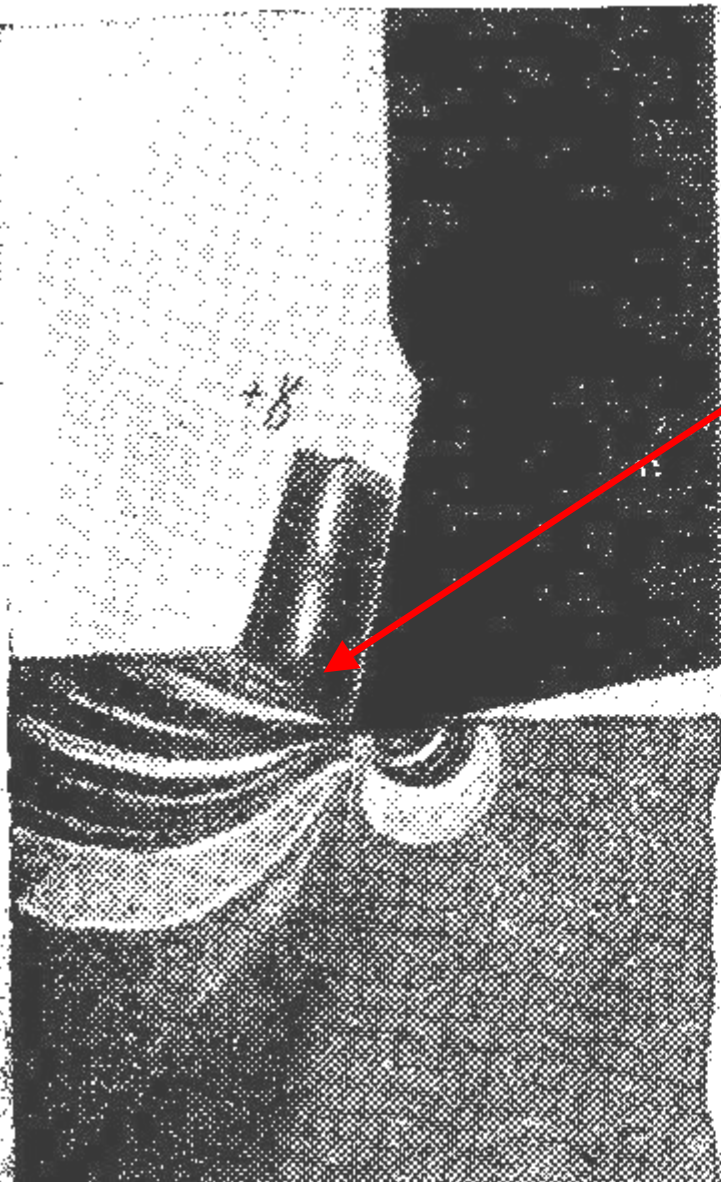
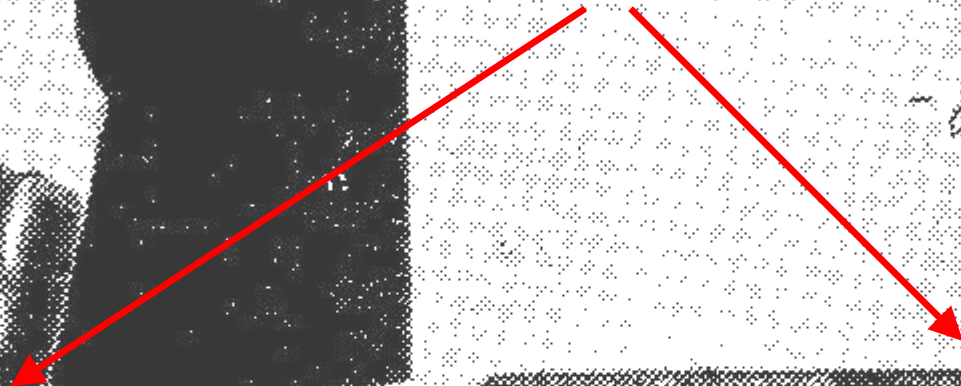
Первичная зона деформации

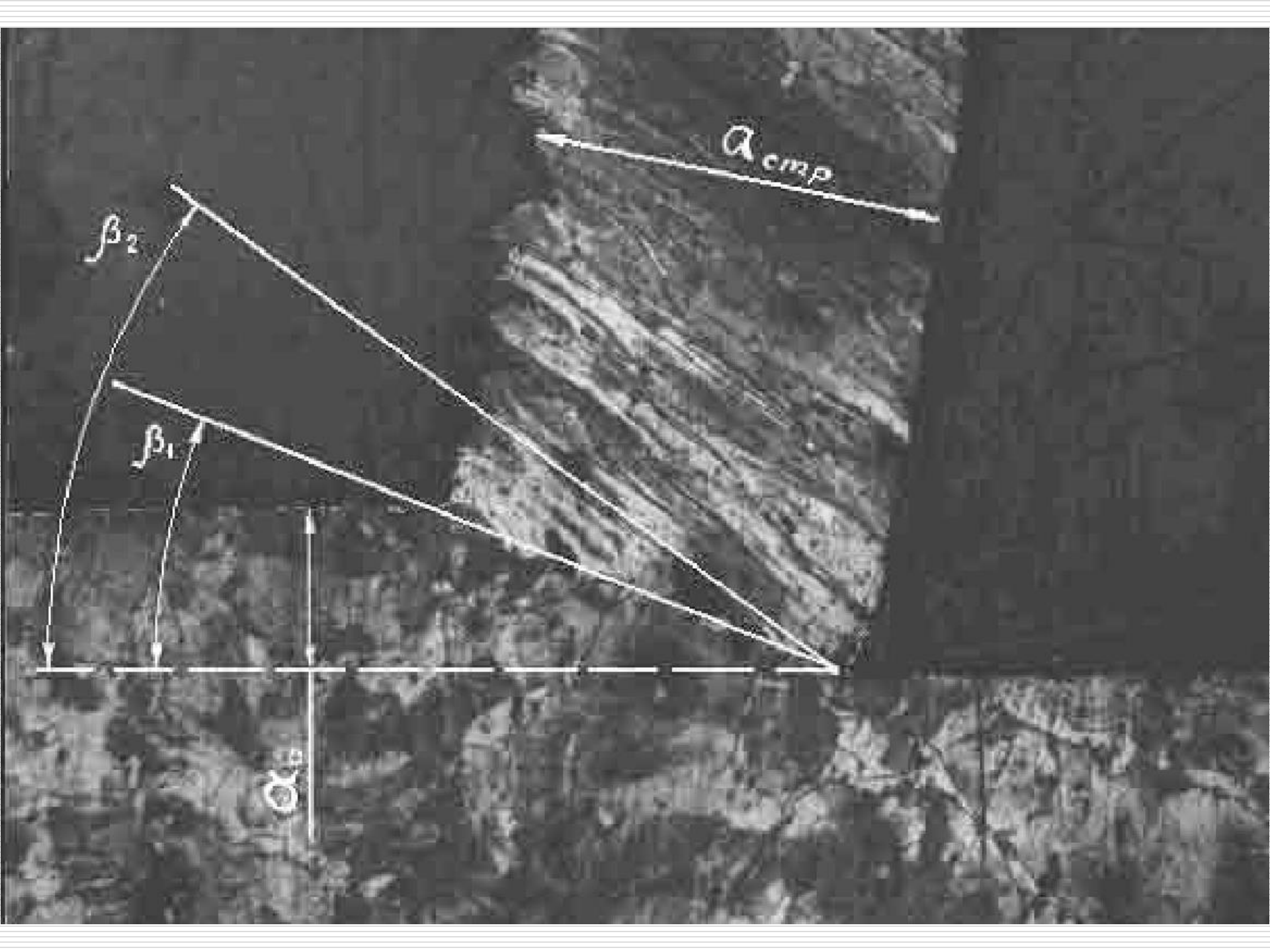
Вторичная зона деформации

Зона деформации на задней поверхности

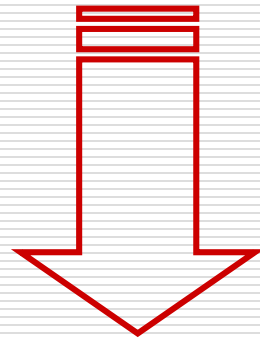
Плоскость сдвига

Плоскости сдвига



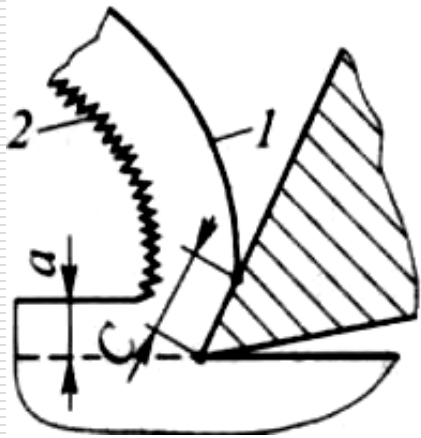


При малых скоростях резания, благодаря образованию меньшего количества плоскостей скольжения, частицы металла проходят относительно большой путь и поэтому снимаемый слой претерпевает большую деформацию. Другая картина наблюдается при высоких скоростях. При таких скоростях образуется большое количество плоскостей.



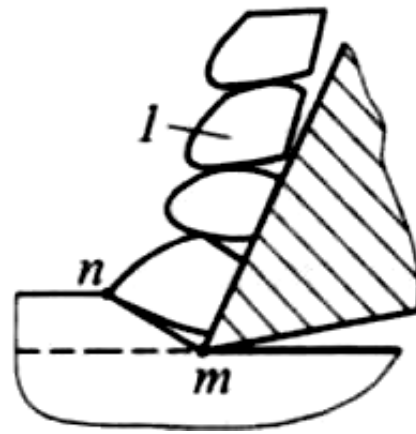
Разные виды стружек

Стружкообразование



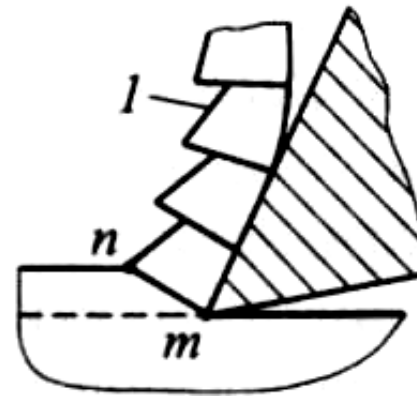
а

а – сливная



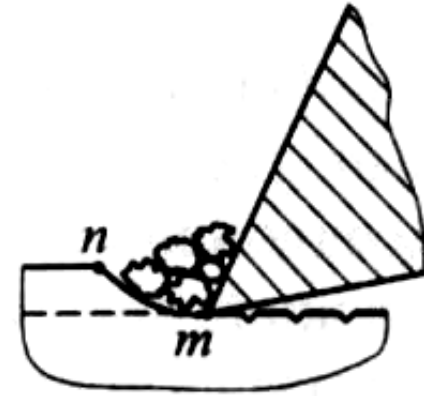
б

б – элементная (скалывания)



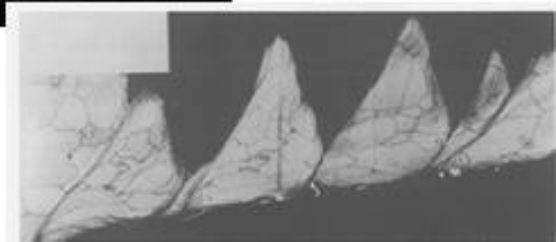
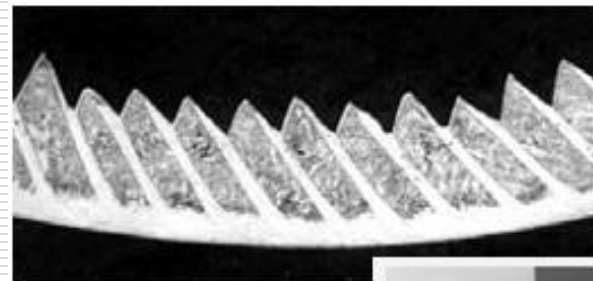
в

в – суставчатая

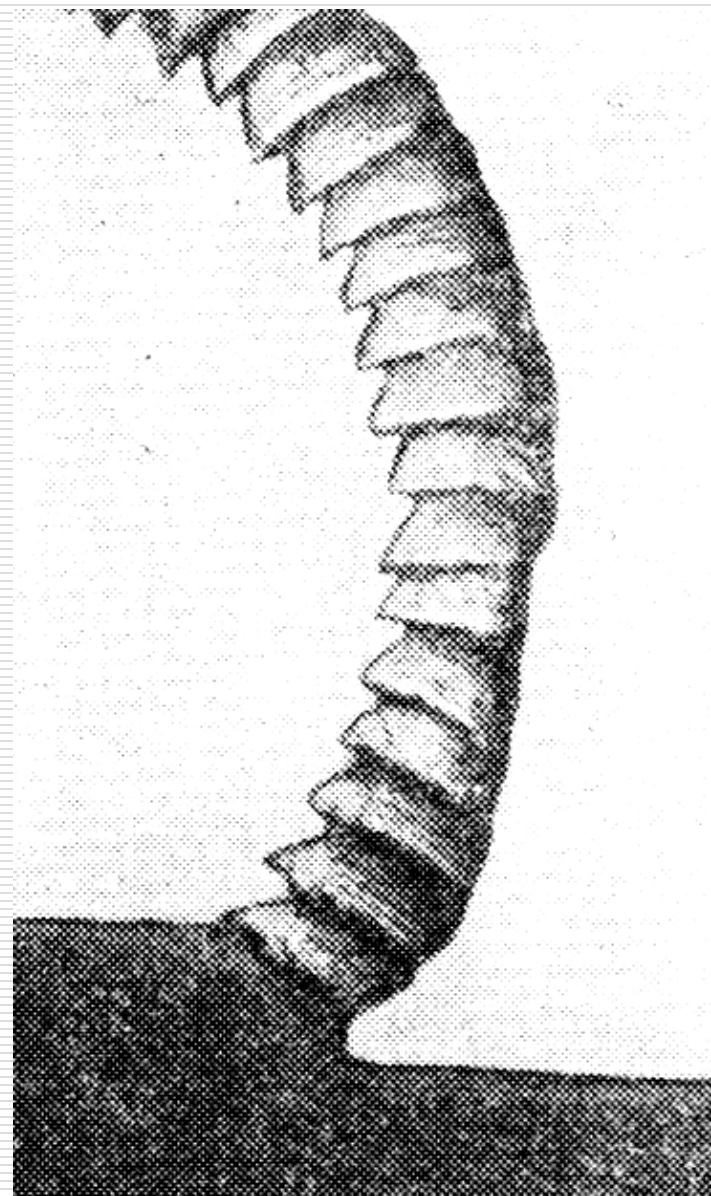


г

г – надлома



Травленные шлифы (деформации)



Сливная стружка – **пластичные** металлы, большие скорости, малые и средние подачи, положительные передние углы

Элементная стружка – хрупкие металлы (чугун, бронза и др.), пластичные металлы на невысоких скоростях, большие толщины срезаемого слоя, малые передние углы, высокая твердость обрабатываемых металлов и других условиях, **затрудняющих пластическую деформацию.**

Суставчатая стружка – **высоколегированные** стали и титановые сплавы. Пластическая деформация и внутренние напряжения неравномерны, напряжения периодически нарастают, приводя к скалыванию

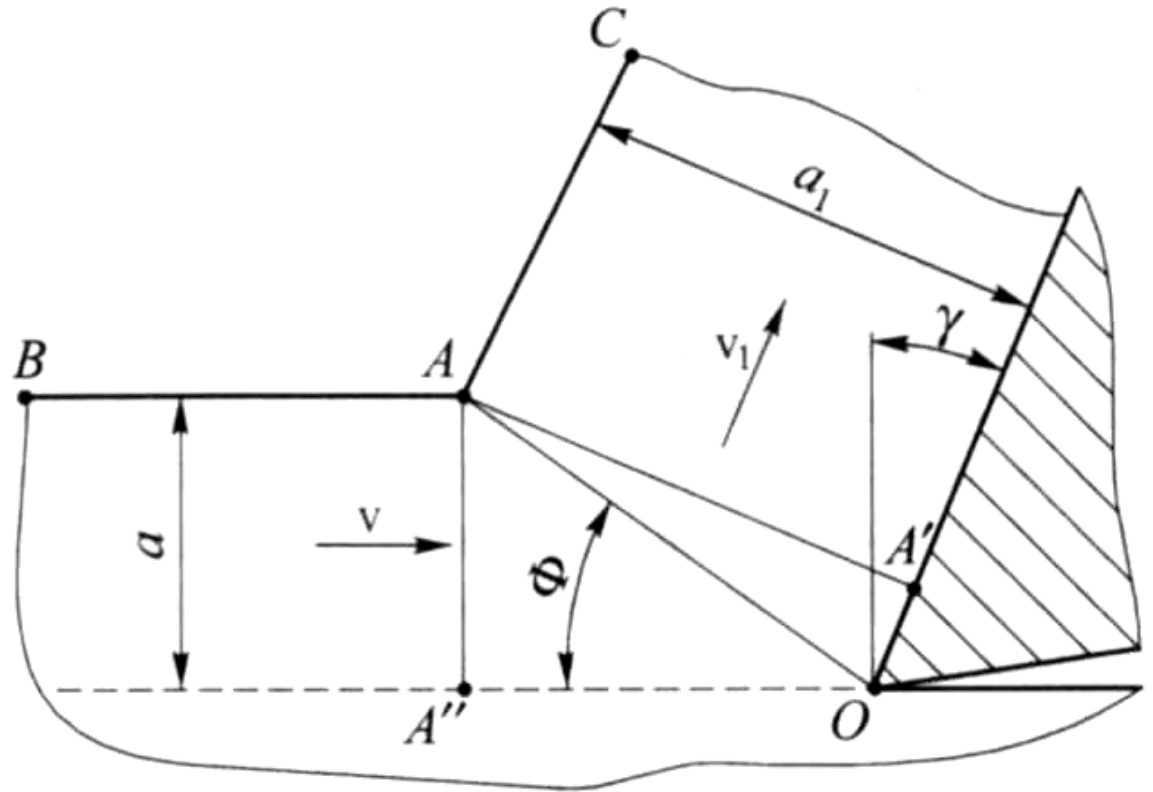
Стружка надлома – **весьма хрупкие** материалы. При этом скол металла происходит по поверхности, часто располагаемой ниже линии среза

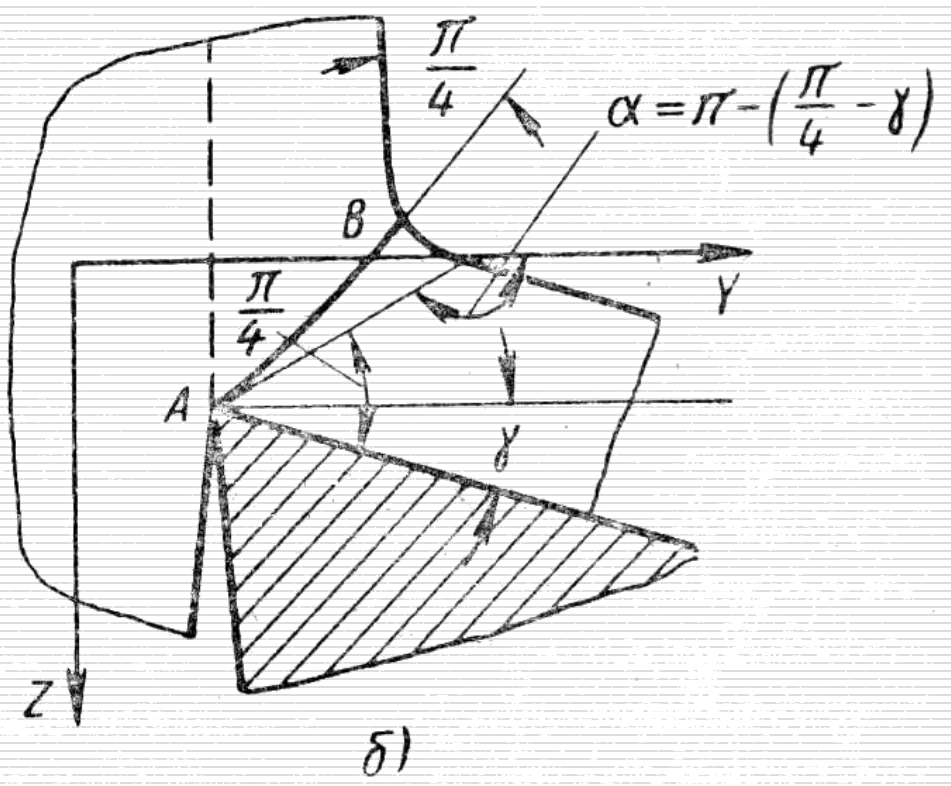
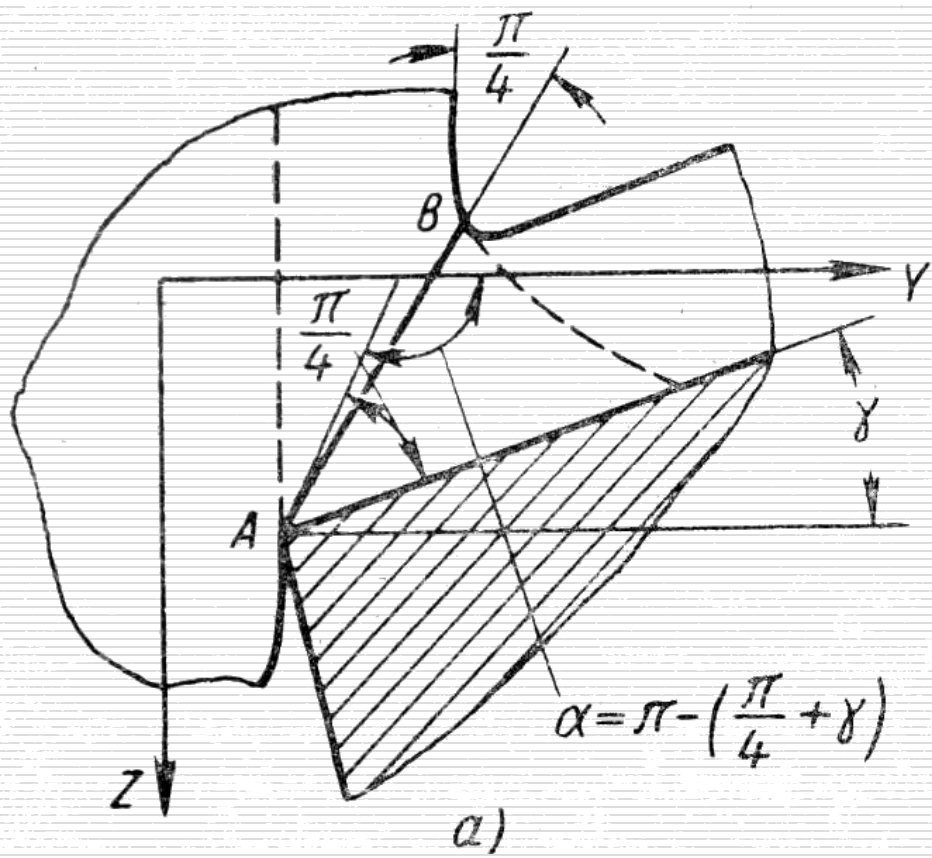
«хорошие» и «плохие»



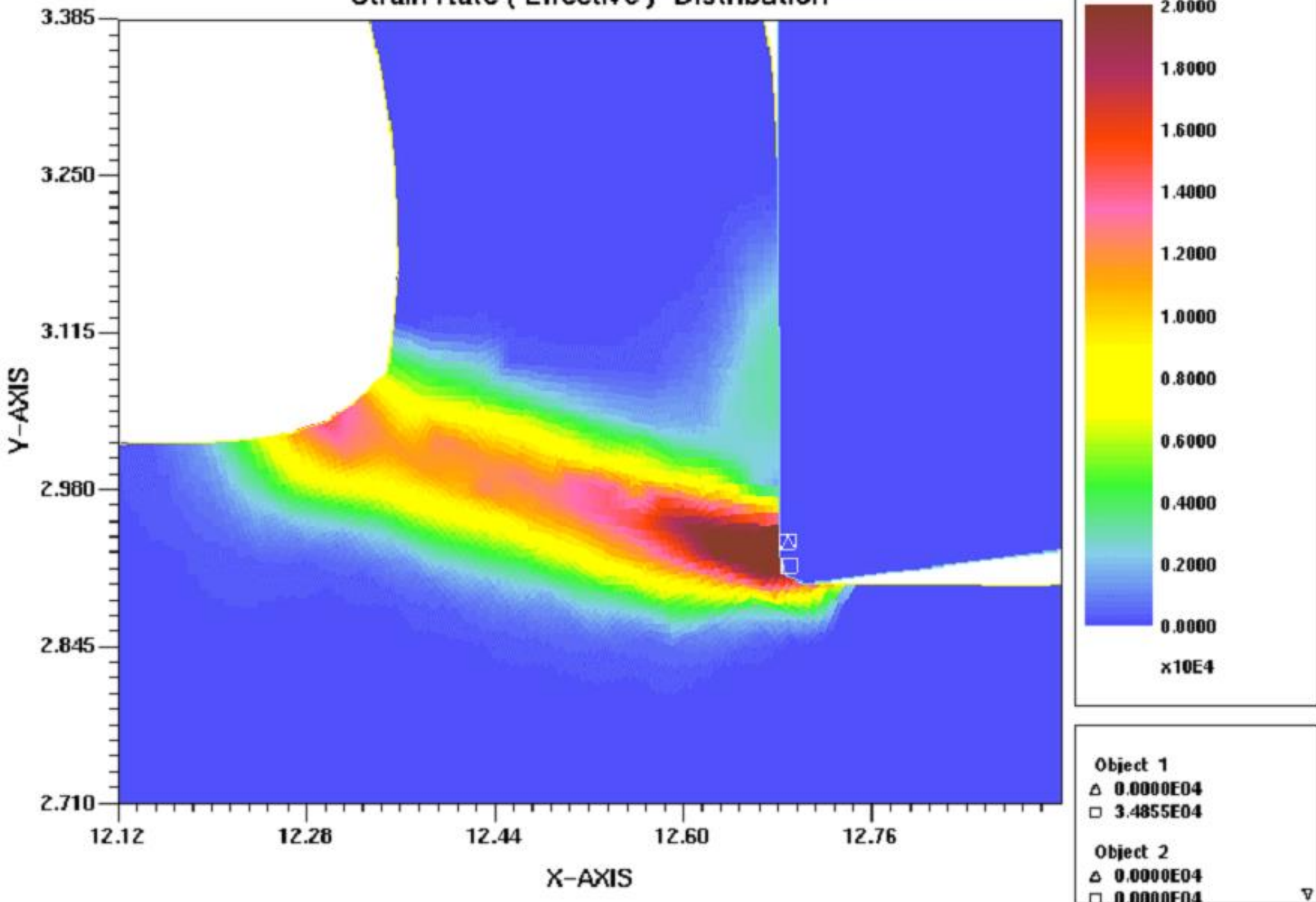
swf

срезаемый слой толщиной a превращается в стружку толщиной a_1 путем сдвига бесконечно тонких слоев материала в плоскости OA , расположенной к плоскости резания под **углом наклона условной плоскости сдвига Φ**





Strain Rate (Effective) Distribution





В результате деформации обрабатываемого материала при его переходе в стружку толщина последней становится больше толщины срезаемого слоя, а ее длина короче пути, пройденного резцом. Это явление И.А. Тиме назвал **усадкой стружки**.



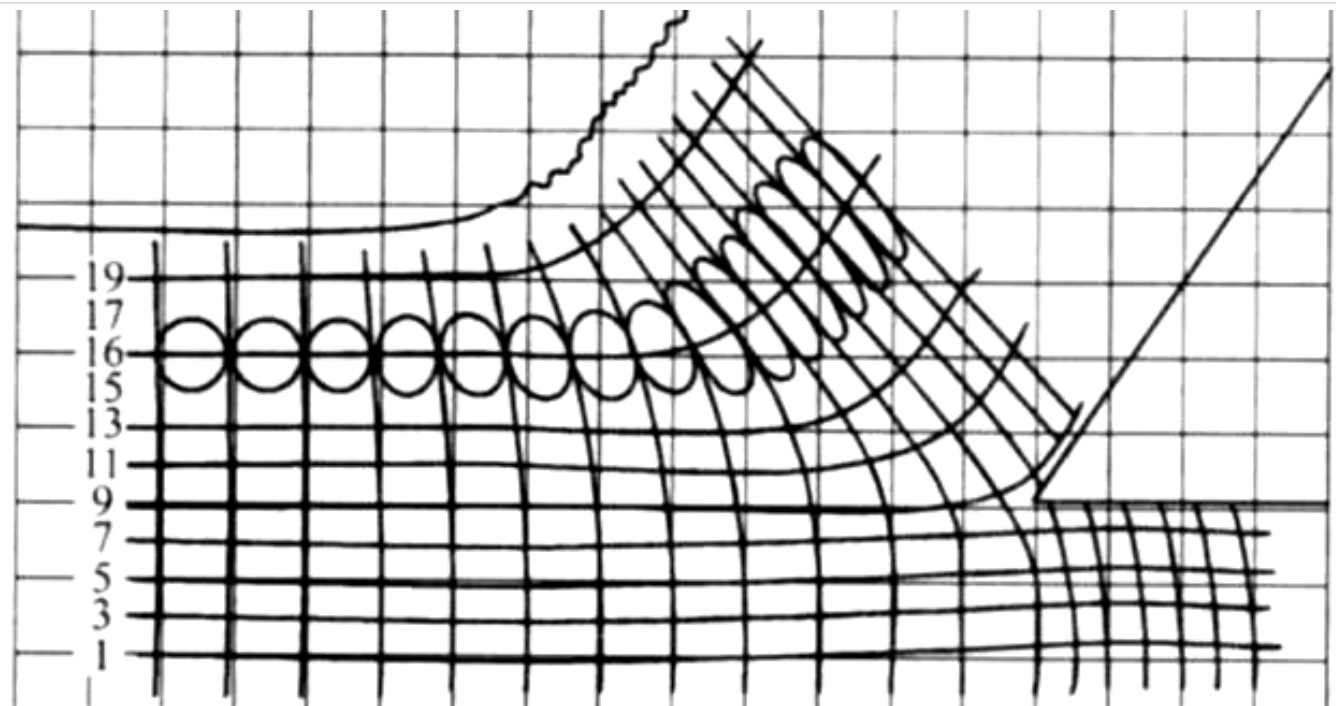
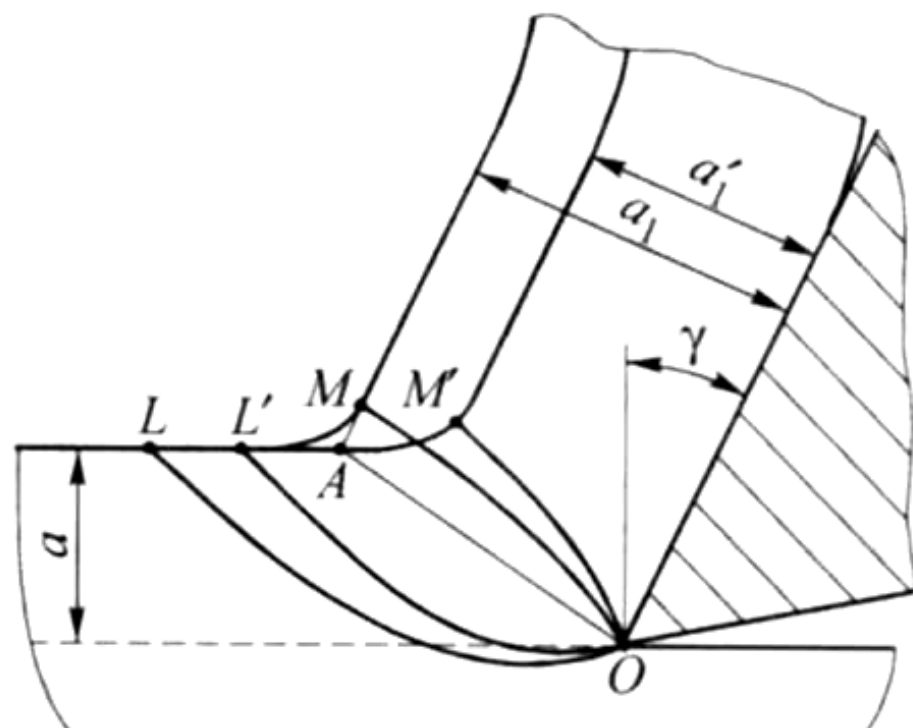
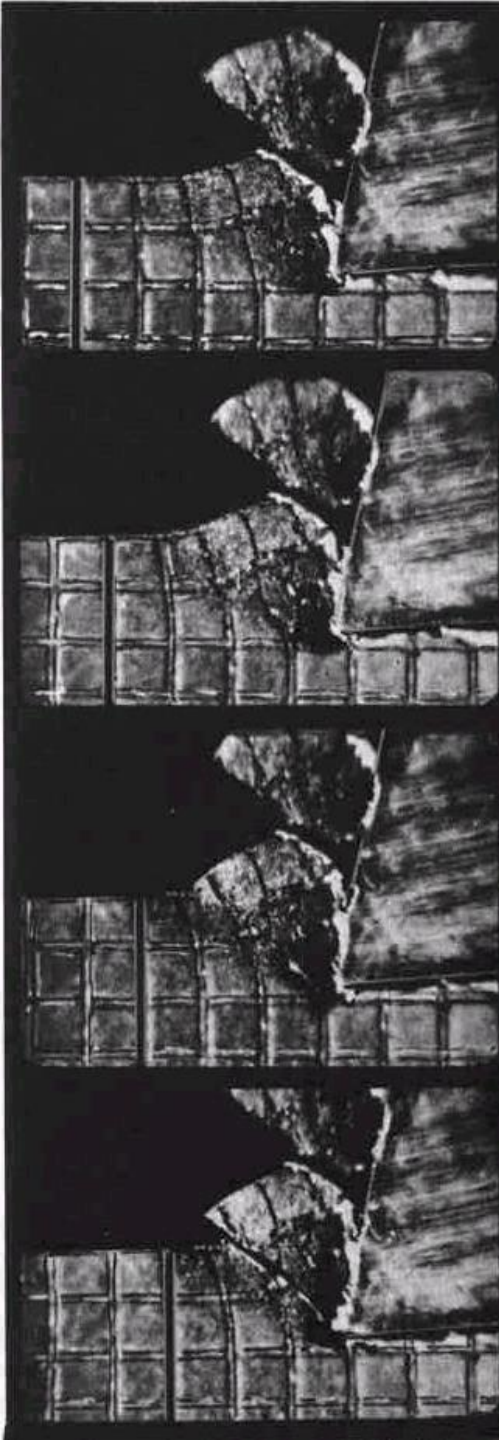
swf

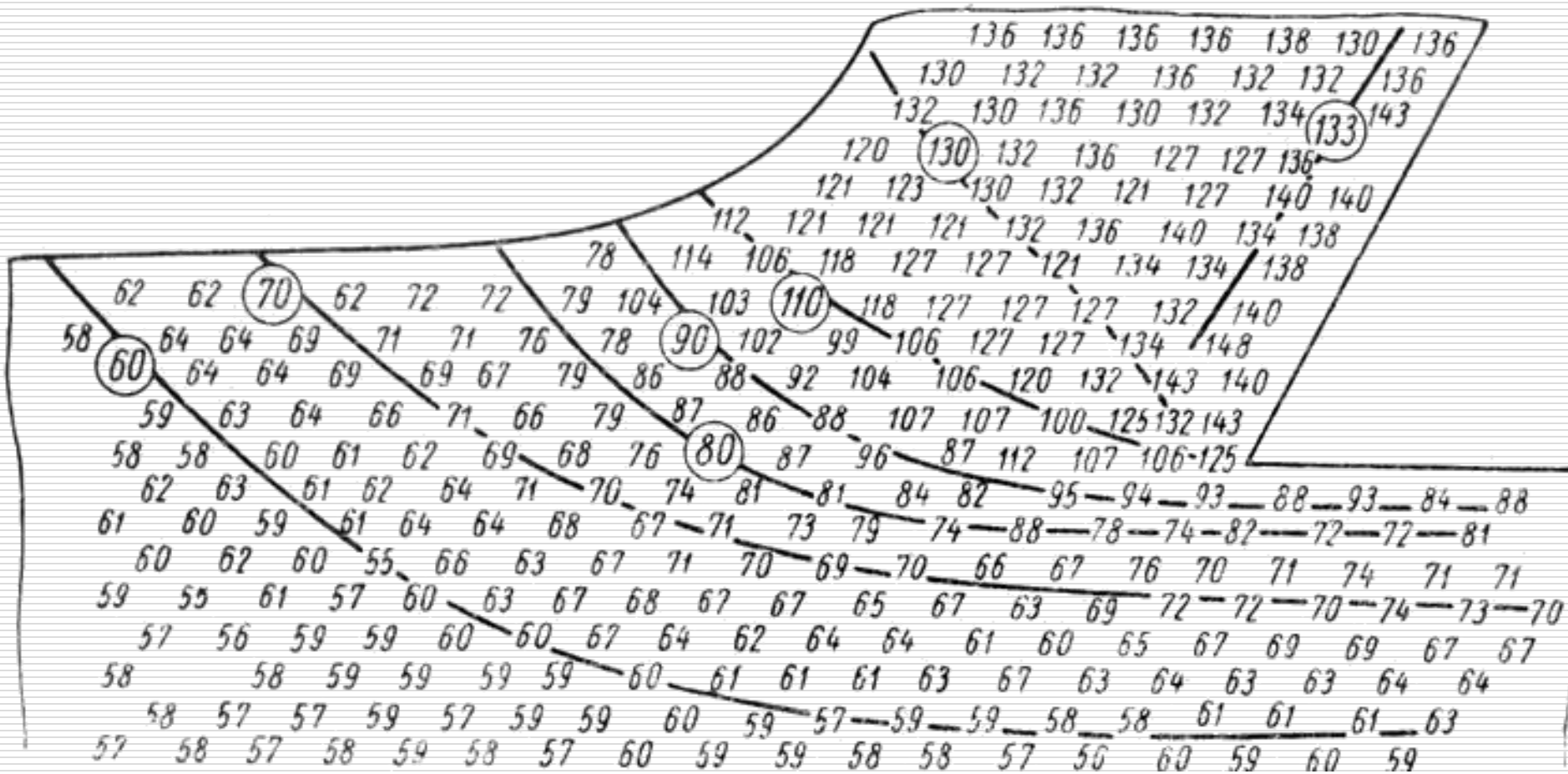
Недостаток схемы Тиме: единственная плоскость деформирования срезаемого слоя

В плоскости сдвига OA скорость перемещения частиц материала должна изменяться мгновенно от скорости резания v до скорости перемещения стружки.

Тогда в условной плоскости сдвига OA должны иметь место бесконечно большие градиенты напряжения и ускорения, что противоречит законам механики.

Дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования доказали существование переходной зоны между срезаемым припуском и стружкой. Так было доказано существование зоны стружкообразования клинообразной формы, имеющей начальную OL и конечную OM границы.





Микротвердость в зоне деформации

Было установлено, что процесс пластической деформации начинается впереди резца на границе OL , имеющей криволинейную форму, которая в некоторых случаях располагается ниже линии среза. Степень деформации ε , рассчитанная по искажению делительной сетки, а также путем измерения микротвердости в точках срезаемого слоя от линии OL к линии OM возрастает сначала медленно, а затем в зоне AOM с большей скоростью.

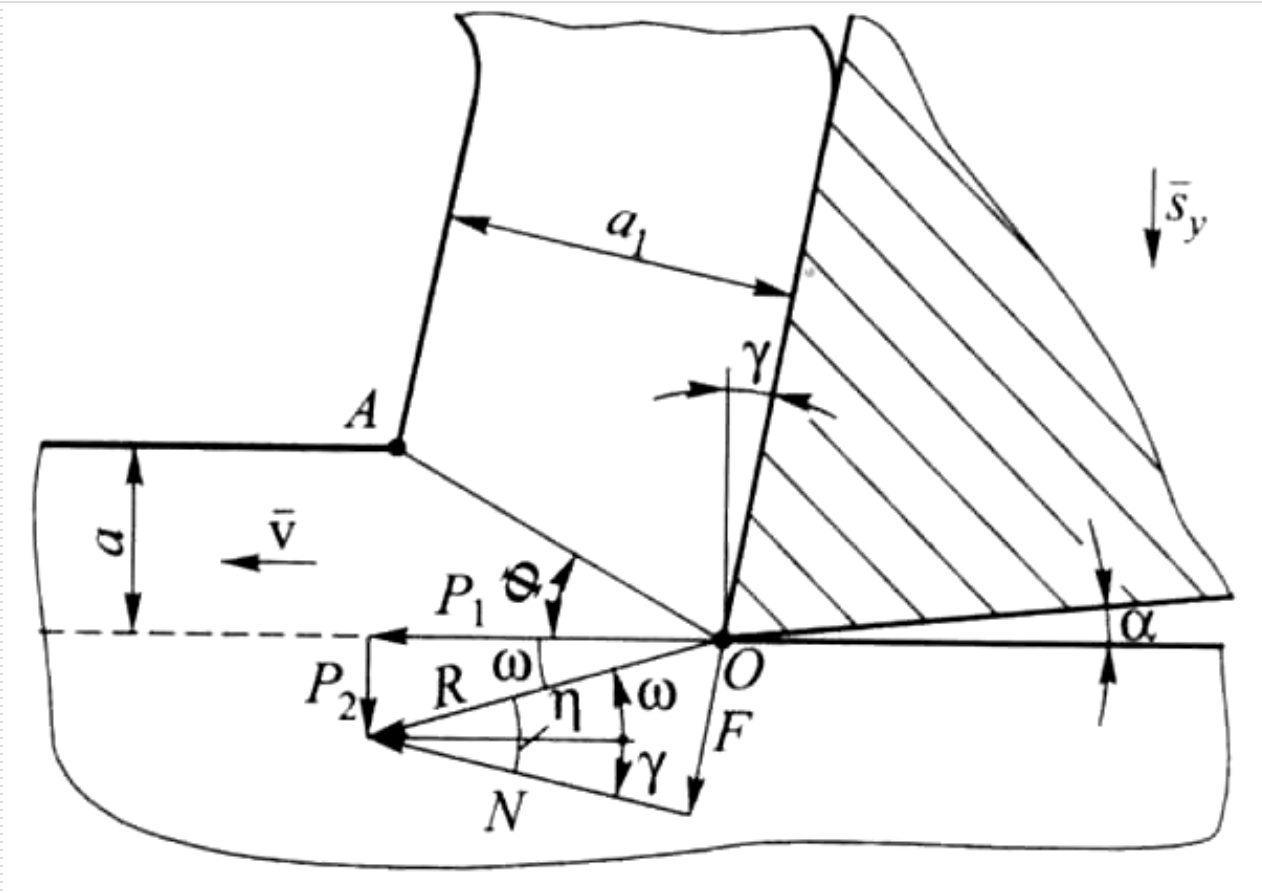
В отличие от обработки на микроскоростях, при резании на скоростях, обычно применяемых в практике, усадка стружки уменьшается, а границы зоны OL и OM поворачиваются по ходу часовой стрелки и сближаются, занимая соответственно положения OL' и OM' .

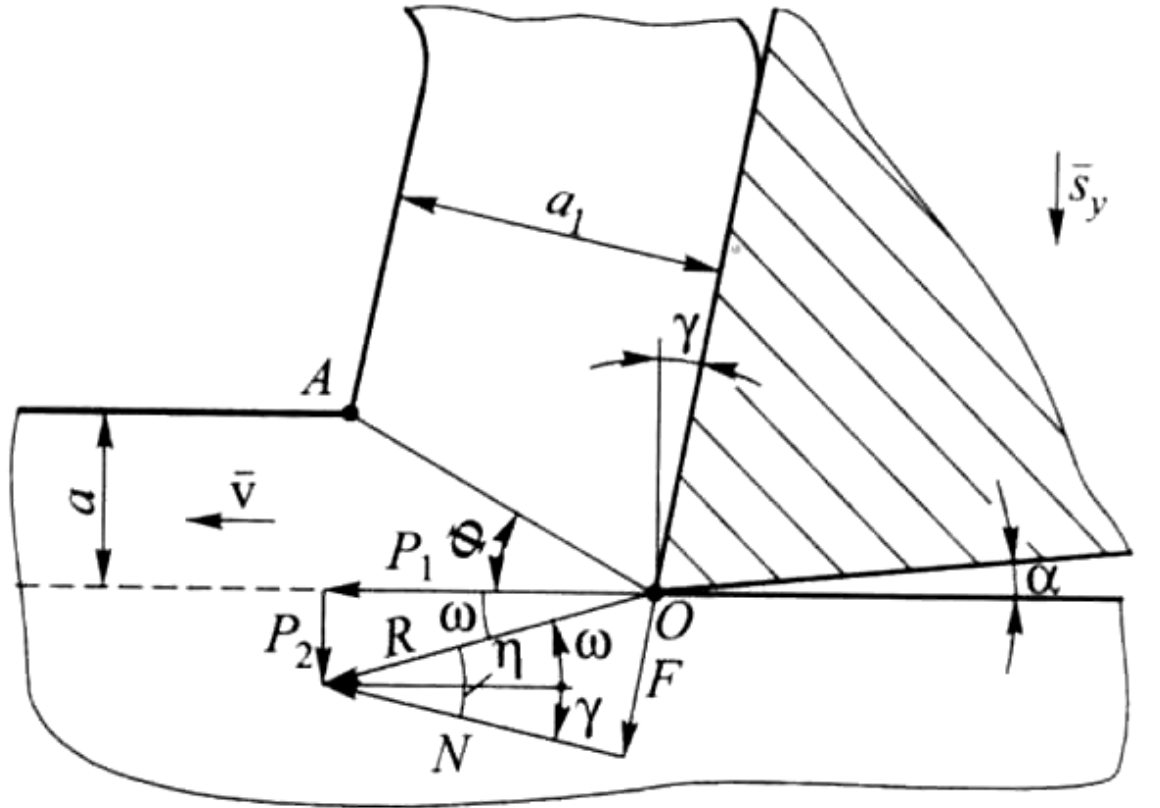
Сужение зоны деформации при резании объясняется тем, что с увеличением скорости резания от микроскоростей до скоростей, применяемых на практике, резко возрастает скорость деформации, вследствие чего происходит запаздывание пластических деформаций.

Конечная степень деформации, рассчитанная по искажению делительной сетки, практически совпадает со степенью деформации, рассчитанной по схеме с единственной плоскостью сдвига, что дает основание в дальнейших расчетах использовать последнюю как более простую и удобную.

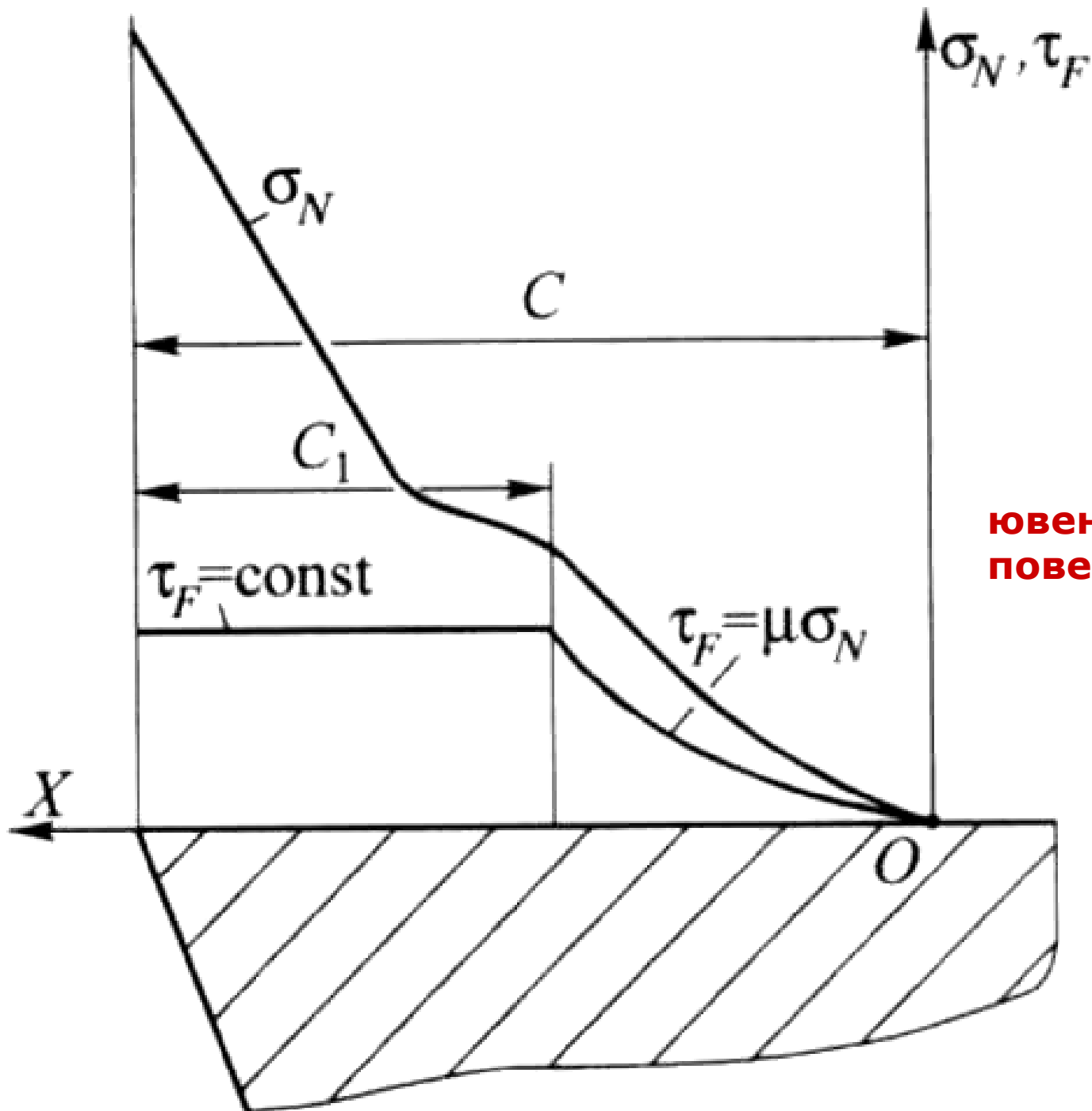
Знание величины пластической деформации необходимо для расчета силовой и тепловой нагрузки режущего клина инструмента, а также производительности процесса резания.

Напряжения и силы при стружкообразовании

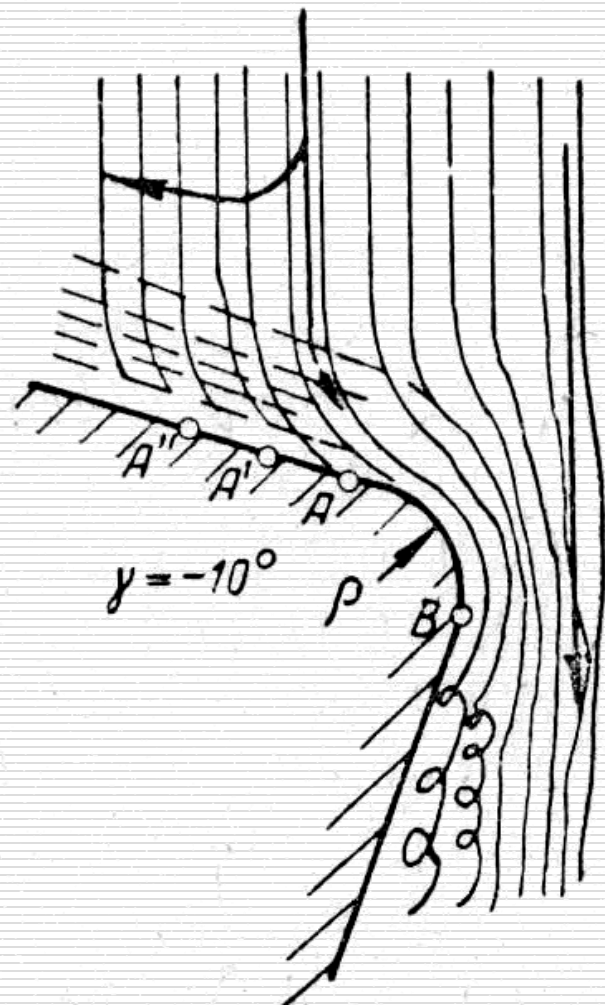
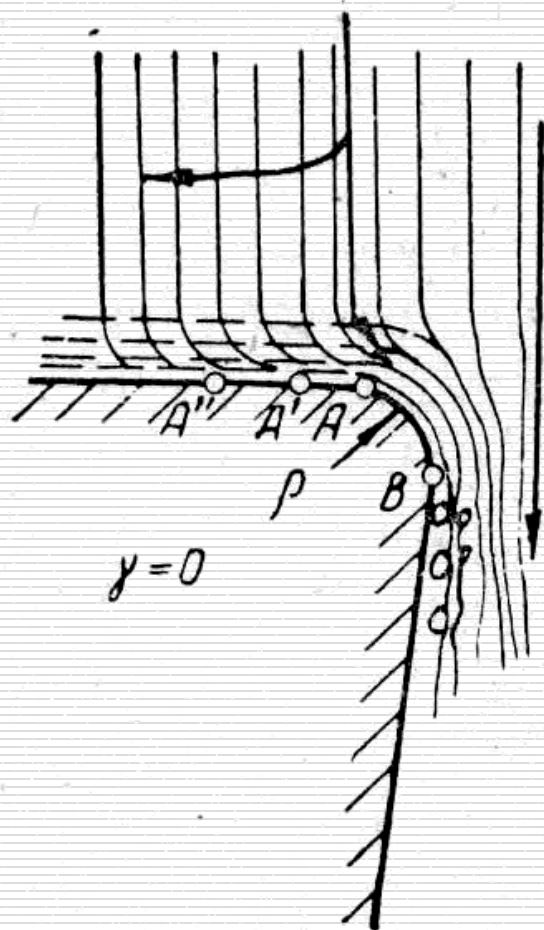
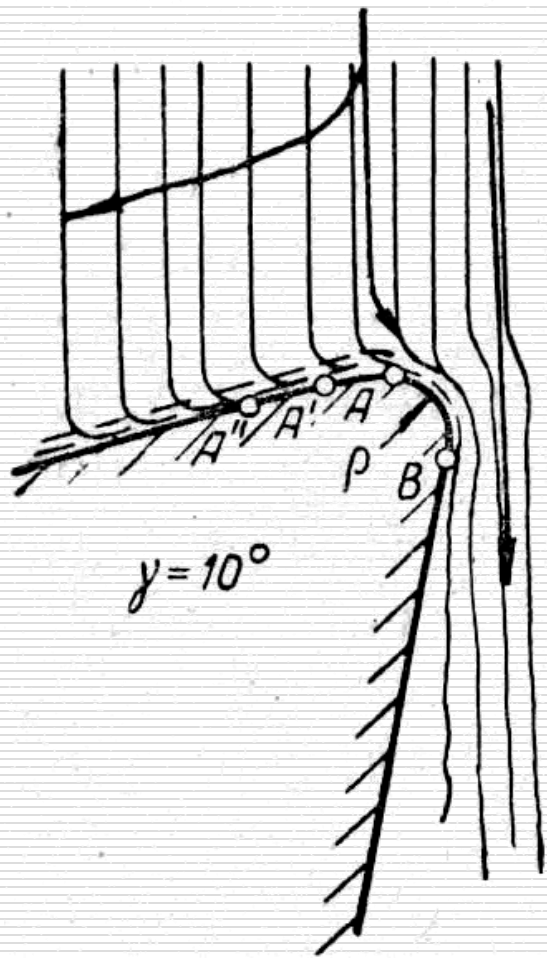


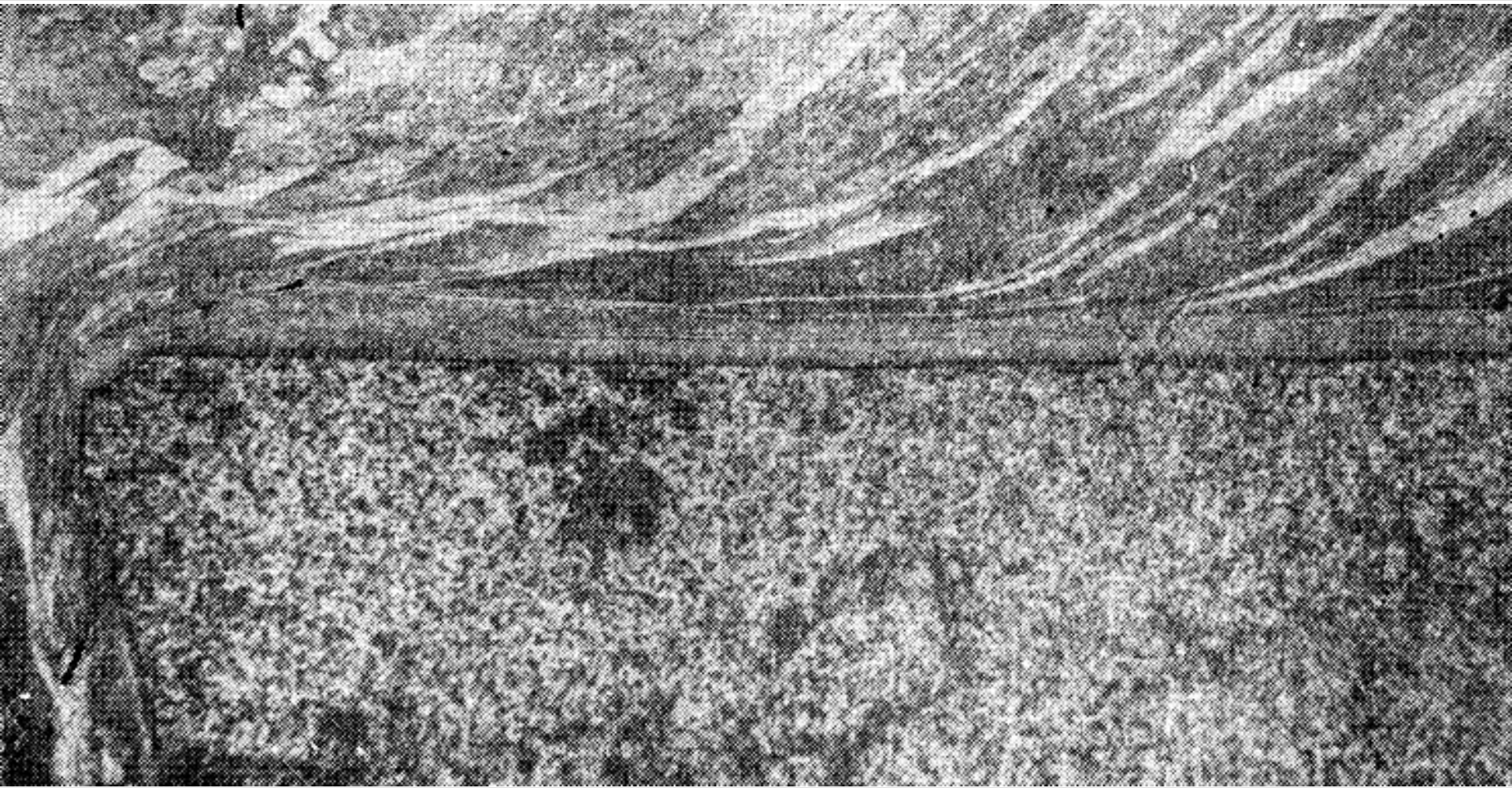


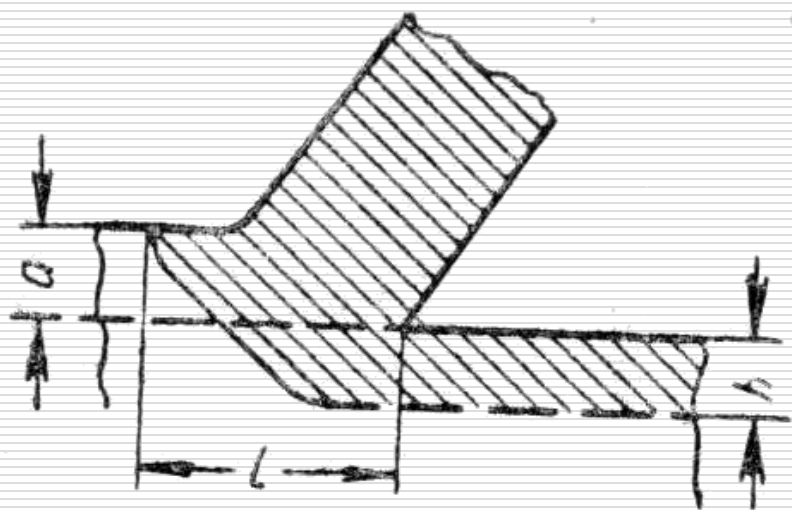
Угол действия ω определяет положение условной плоскости сдвига и направление силы резания (стружкообразования) R . При увеличении этого угла и повороте вектора силы R против часовой стрелки усадка стружки K и относительный сдвиг ε увеличиваются, а угол Φ и составляющая P_1 уменьшаются.



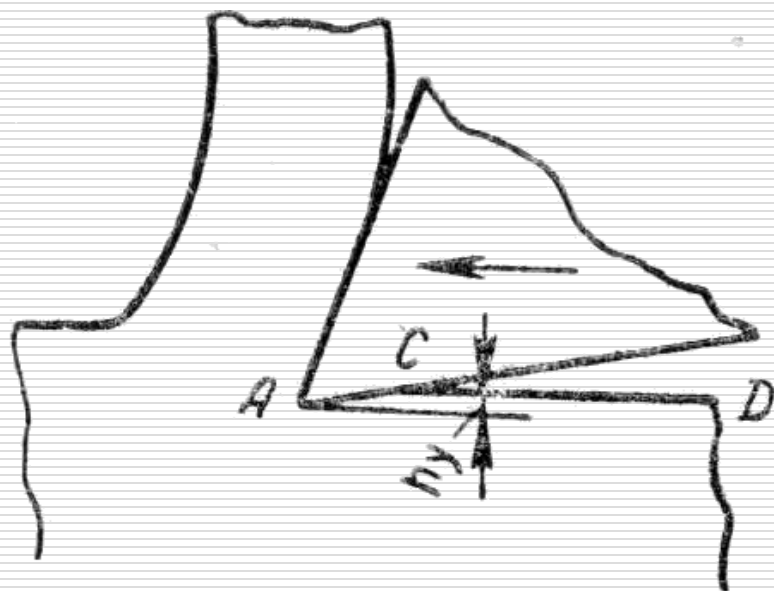
**ювенильные
поверхности**



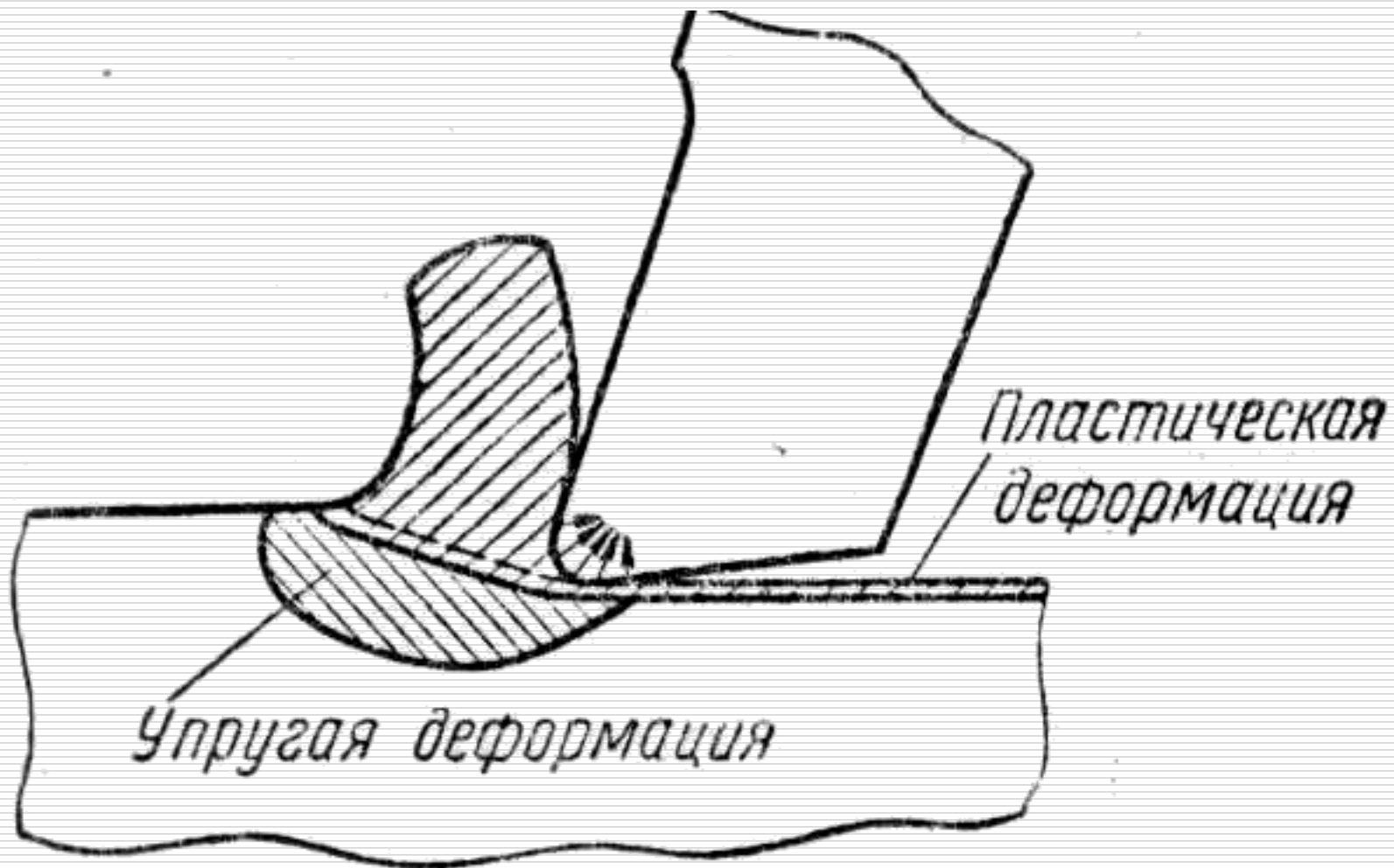


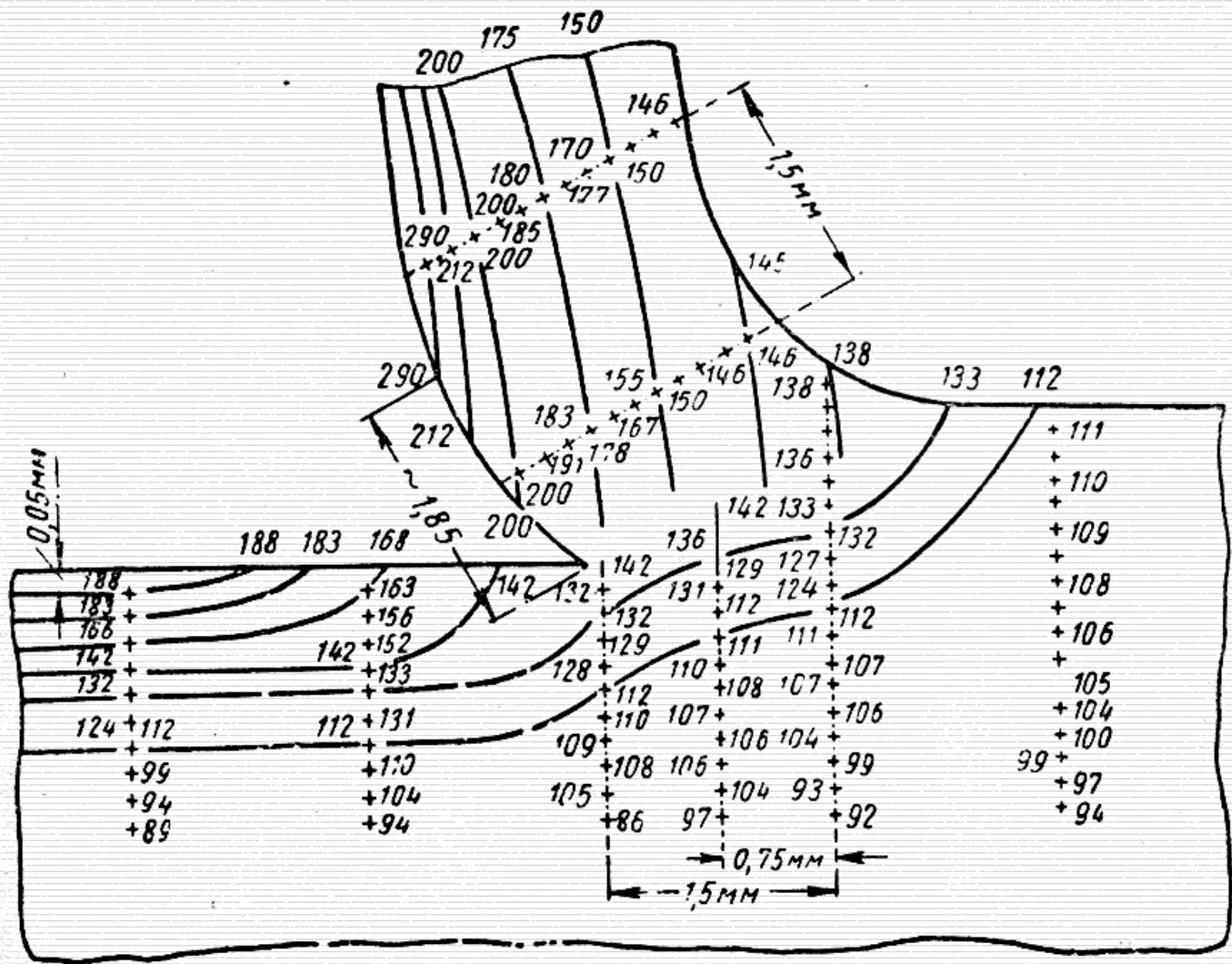


Фиг. 73. Распространение пластической деформации при резании.



Фиг. 74. Упругое последствие.





Микротвердость в зоне деформации

Нормальные напряжения σ_n сильно зависят от условий резания. По длине контакта они распределены неравномерно, монотонно возрастают в направлении к режущей кромке. В свою очередь касательные напряжения не зависят от условий резания V , γ , a , θ и на длине C_1 остаются примерно постоянными, снижаясь до нуля на участке внешнего трения длиной $(C-C_1)$.

 **ДЕФОРМАЦИИ РЕЗАНИЯ**
ТЕПЛОВОЫДЕЛЕНИЕ

Следующая лекция «**Тепловые явления при резании**»