

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**



**МАТЕРІАЛИ  
І ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ  
КОМПЛЕКСІ»  
ЗА ПІДСУМКАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 2020 РОКУ**



**Мелітополь 2020**

Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали I Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-30 вересня 2020 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - 93 с.

У збірнику представлені матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції за підсумками наукових досліджень 2020 року.

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: Кюрчев В.М., д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; Надикто В.Т., д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності ТДАТУ; Кюрчев С.В. - д.т.н., проф. кафедри "ТКМ"; Пеньов О.В. – к.т.н., доц., завідувач кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Посвятенко Е.К. – д.т.н., проф., кафедри "Виробництва, ремонту та матеріалознавства" НТУ; Сушко О.В. – к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Черкун В.В. – к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Колодій О.С. – к.т.н., ст. викл. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Бакарджиев Р.О.– к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Чернишова Л.М. – к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Мирненко Ю.П. – ст. викл. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Парахін О.О. – асистент кафедри "ТКМ" ТДАТУ.

Адреси для листування:

72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18  
Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/tkm/internet-konferencija/>

© Автори тез, включені до збірника, 2020

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ

Азаров С.О., бакалавр,

Колодий А.С., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет  
имени Дмитрия Моторного, г. Мелитополь, Украина

*Постановка проблемы.* За последнее время развития технологий повышают требования к станкам и способам обработки. Возникла необходимость создание теории резания, которая бы смогла бы связать основные вспомогательные величины способа. Однако в основе всего многообразия форм и методов обработки лежат единые закономерности, связанные с процессами стружкообразования и износа режущего инструмента. В идеале теория должна предсказывать такие факторы как стойкость режущего инструмента, усилие резания и качество обрабатываемой поверхности, при условии, что задают элементы режимов резания и физико-механические свойства детали и режущего инструмента. Данная теория была бы очень полезная при программировании станков с ЧПУ. В данное время эта проблема решается исключительно эмпирическим путем.

Одно из наиболее полных исследований было проведено В.И. Карповым и И.Б. Филипченко в томском политехническом институте. Так же данной проблематикой занимались А.Н. Зелинский и А. К. Назаров [1-3].

*Основная часть.* Один из самых значительных и в большинстве случаев применяемых методов для анализа плоского пластического течения - метод поля линий скольжения. В этом методе решение принимает форму прямоугольной системы кривых (линий скольжения), направления которых в каждой точке пластической зоны изображают направления максимального напряжения сдвига и величин удлинения сдвига (у изотропного материала эти направления совпадают). Для изменений напряжения и скорости вдоль линий скольжения составляются уравнения. В возможном поле линий скольжения

должны соблюдаться все пограничные условия для натяжения и скорости при применении этих уравнений вдоль линий скольжения. Если вместо этого для анализа применяется теория предсказания поля линий скольжения, то необходима последующая проверка, имеет ли величина деформации в пределах пластической зоны всюду положительные значения и не превосходили ли связанные с этим распределения напряжений во взятых неподвижных и упругих зонах, предел текучести при растяжении. Отличное описание метода содержится в книгах Hill и Johnson и Mellor [4-5].

В теории линий скольжения предполагается, что плотность материала во время пластичной деформации остается постоянной (константный объем), что можно выразить величинами растяжения в следующем уравнении:

$$\dot{E}_x + \dot{E}_y + \dot{E}_z = 0$$

где  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $E_z$  – декартовы компоненты величины растяжения. Если состояние плоской деформации так определяется, что  $x$ ,  $y$  – типичная плоскость скольжения и скольжение не зависит от  $z$ , тогда

$$E_z = 0 \text{ и}$$

$$\dot{E}_x = \dot{E}_y \quad (2)$$

Уравнение 2 можно изобразить кругом. Видно, что величина растяжения вдоль линий скольжения равна нулю. Это означает, что при рассмотрении коротких элементов линий скольжения их можно представить как жесткие звенья, так как растяжение вдоль элемента должно быть равно нулю. Другими словами, две соседние точки в пластичной зоне расположены на одной линии скольжения, если их относительные скорости направлены вертикально к их соединительной линии. Это обстоятельство позволяет изобразить поля линий скольжения на основе наблюдаемых картин течения. Его можно использовать путем составления диаграммы скорости для последующей проверки, допустимо ли предложенное поле линий скольжения в отношении скорости.

Изменение среднего (гидростатического) напряжения сжатия вдоль линий скольжения можно вычислить на основе известного уравнения, которое выражает равновесие напряжения в отношении линий скольжения:

$$p + 2k\phi = 0 \quad (3)$$

При этом  $p$  - гидростатическое напряжение, которое действует перпендикулярно по отношению к линиям скольжения,  $k$  - напряжение передачи усилий сдвига (при выведении этих уравнений принято постоянным), действующее параллельно линиям скольжения и  $\psi$  - направление вращения против часовой стрелки по отношению к неподвижной оси. Из уравнений (3) видно, что изменение  $p$  прямо зависит от угла, около которого колеблется линия скольжения. Если  $k$  не принимается постоянным, тогда уравнения для равновесия напряжения в отношении линий скольжения выглядят так:

$$\frac{\delta p}{\delta s_1} + 2k \frac{\delta \varphi}{\delta s_1} - \frac{\delta k}{\delta s_2} = 0 \quad (4)$$

При этом  $S_1$  и  $S_2$  означают расстояния, которые измеряются вдоль линий скольжения I или II. Уравнения (4) были описаны сначала Christopherson [6] в статье об анализе ортогонального способа обработки. Если  $k$  изменяется во время деформации, уравнения (6) показывают, что изменение  $p$  вдоль линии скольжения зависит не только от угла, около которого колеблется линия скольжения, но и от величины изменения,  $k$  вдоль линии скольжения. Отсюда имеем, что непрерывности скорости, как плоскость АВ на рис. 1 только тогда имеют место, когда  $k$  - постоянная, и что при действительных соотношениях эта плоскость должна быть заменена ограниченной пластичной зоной (рис. 1).

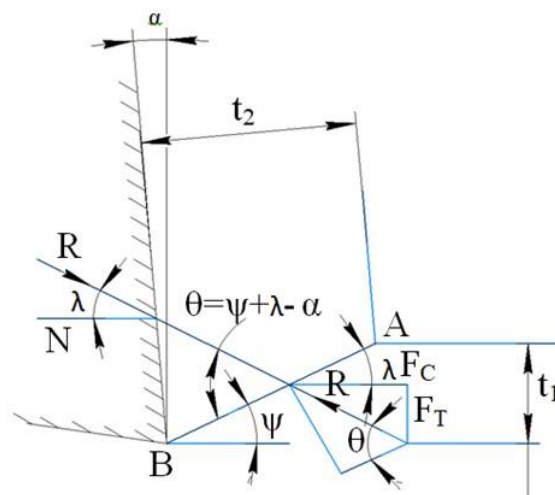


Рис.1. Модель поверхности стружкообразование

*Вывод.* Плохое согласование теории поверхности сдвига с экспериментальными результатами связано, в основном, с тем, что модель поверхности сдвига требует упрощения со связанным с этим предположением,

что материал деформируется с постоянным напряжением течения. Это условие, хотя и редко сформулированное, присутствует во всех анализах, которые опираются на модель поверхности сдвига. Исследования поля линий скольжения экспериментальных картин показали, что только с учетом переменного  $k$  можно получить согласование между опытом и практикой.

*Список литературы.*

1. М.Е. Merchant. Mechanics of Metal Cutting Process. J. Appl. Phys, 1945. – 267
2. Е.Н. Lee. The Theory of Plasticity Applied to a Problem of Machining, J. Appl. Mech. Trans. A.S.M.E. 1951. – 405
3. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов. М.: Машиностроение. 1979. 152с.
4. Автоматичне управління процесами обробки металів різанням / Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2020. 136 с.
5. O.V. Sushko, O.S. Kolodii, O.V. Penyov. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv. 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.
6. O. Sushko, S. Kiurchev, O.S. Kolodii and oth. Grains Dynamic Strength Determination and the Optimal Combination of Components of a Diamondiferous Layer of Grinding Wheels. Modern Development Paths of Agricultural Production. Trend and Innovations. Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2019. P. 259-266.
7. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання; Вип. 19, т. 4 С. 253-259
8. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плинину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.