

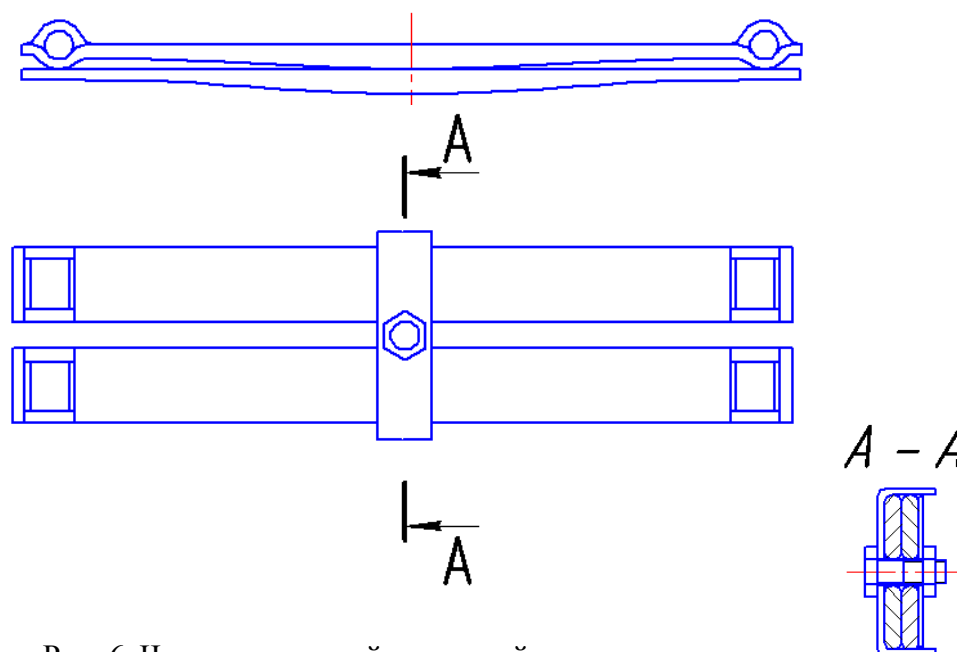


Рис. 6. Четырехлистовой защитный элемент

Использование для изготовления предохранительных элементов корпусов плугов листов переменного профиля позволит, при сохранении всех эксплуатационных характеристик, снизить их вес на 15...30 %.

**Список литературы:** 1. Марголис С.Я. Мосты автомобилей и автопоездов: Расчет, конструкции и испытания. - М.: Машиностроение, 1983. - 159 с. 2. Савец В.Е. Производство и применение экономичных профилей проката. - М.: Металлургия, 1967. - 76 с. 3. Периодические профили продольной прокатки / Н.М. Воронцов, В.Т. Жадан, Н.Ф. Грицук и др. - М.: Металлургия, 1978. - 232 с.

Сдано в редакцию 08.12.07

## О ПРИРОДЕ САМОВОЗНИКНОВЕНИЯ СТРУКТУРЫ РЕЗАНИЯ

**Христафорян С.Ш.** (ГИУА, Ереван, РА)

*Are examined questions of nature of appearance in the workable material with the cutting of the special structure of the cutting region and special features of its further behavior from the positions of self-organizing and stability of the material structures in the supercritical parametric domain, and also questions of the influence of different fluctuations on the behavior of the cutting structure with the formation of shaving.*

При вхождении режущего клина в контакт с обрабатываемым материалом уже в самом начале процесса резания в ней формируется некоторая область резания, область, в которой осуществляется структурирование материала её деформированием и которая функционирует в качестве таковой до конца процесса резания. Возникновение области резания, конечно, зависит от пространства параметров, определяющих конкретный процесс резания, однако само явление является полной прерогативой материала, находящегося в пространстве сжимающих напряжений, обусловленных самим

процессом резания. Иначе говоря, область резания, со всей присущей ей сингулярностью, является самовозникающей структурой, такой, которая для конкретного случая резания имеет присущие лишь данному случаю особенные параметры и при этом, мгновенно реагируя на любые изменения во внешнем пространстве параметров резания, меняет свои параметры или “приспосабливается” к новым условиям резания. Заметим, практика резания имеет возможности направленного воздействия на процесс резания с целью улучшения определенных параметров процесса, однако при любом таком воздействии, по существу извне, на область резания, улучшающей условия пластического деформирования материала и трения в зонах контактов и облегчающей процесс резания, область резания процесс “приспособления” к внешним условиям проводит исключительно самостоятельно и без каких-либо “консультаций” с нами, проектирующими и осуществляющими процесс резания в общем понимании технологического процесса.

Отметим, что множество процессов структурирования материала в различных технологических процессах однозначно подтверждают изложенное – материальная структура в пространстве внешних параметров самостоятельно находит оптимальную траекторию развития, скорее поведения, в фазовом пространстве состояний. Если оценить такие процессы как: волочение, осадка, прокатка, экструзия и др., то можно отметить, что во многих из них характеристики формообразующей системы во многом определяют, а может, ограничивают возможности материальной структуры в вопросе трансформации старой структуры в новую. При резании эти условия практически отсутствуют, если учесть, что по существу квазиизотропный в узком понимании обрабатываемый материал структурируется в стружку непрогнозируемой формы и текстуры с непредсказуемой траекторией перемещения в пространстве, причем благодаря области резания, возникающей в обрабатываемом материале самостоятельно. Безусловно отмеченные особенности стружкообразования исключительно своеобразны, а явления, определяющие процесс относятся к классу самоорганизационных [1,5,6].

Состоящая из множества компонент различной природы и различного уровня факторов область резания, как система подверженная воздействию, должна иметь безграничные возможности с позиций появления какого-то качества и характера поведения при нарушении условий равновесия. В реальности система резания самостоятельно находит единственно возможную конфигурацию для данного пространства параметров, а затем, при отсутствии ощутимых флуктуаций, к которым структура резания не безразлична, эта конфигурация устойчиво функционирует как область резания. На самом деле, в начале процесса резания в контакт с инструментом непрерывно поступает исходное вещество, которое в процессе деформирования накапливая энергию и отклоняясь от равновесного состояния, доходит до критического состояния и при этом формируются и начальная структура будущей стружки и специальная структура области резания.

До начала деформирования обрабатываемого материала, когда внешнее пространство параметров еще не проявляет свои особенности, возможно появление любой из равновероятных конфигураций области резания, но уже в первое мгновение контакта инструмента и материала с началом деформирования формируется единственная и определенная начальная конфигурация, которая в процессе эволюции неизбежно достигнет опять-таки единственно возможной конечной конфигурации, характерной для данного пространства параметров резания и функционирующей в за критической области параметров в качестве области резания. Материалы исследований области резания подтверждают, что подобные конфигурации здесь однозначно

отсутствуют, несмотря на то, что все они масштабно подобны. Процесс самовозникновения конфигурации области резания представляется как чередование структур, возникающих в интервалах времени  $\Delta t \rightarrow 0$ , в которых непрерывно количественные изменения сменяются качественными, и образуется конечная возможная для этих условий функциональная конфигурация по структурированию материала в стружку.

Допуская, что система резания состоит из  $n$  различных компонент, отличающихся свойствами хотя бы по одному параметру, например степенью сжатия или пространственной формой или количеством дефектов кристаллической структуры, и взаимодействующих с исходным, поступающим в область резания, материалом или сырьем, в итоге чего появляется аналогичное свойство, то для такой системы с учетом скоростей созидания  $k_i$  и уничтожения  $k'_i$  можно записать схему конкурентного поведения, описывающего одновременно производство и разрушение компонентов  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$ ,

$$(A+x_1 \xrightarrow{k_1} 2x_1; x_1 \xrightarrow{k'_1} F_1); (A+x_2 \xrightarrow{k_2} 2x_2; x_1 \xrightarrow{k'_2} F_2); \dots \dots (A+x_n \xrightarrow{k_n} 2x_n; x_n \xrightarrow{k'_n} F_n);$$

Решение такой конкурентной системы при  $i=1,2,\dots,n$  представляется как

$$\dot{C} = \Phi_A - C_A \sum_{i=1}^n k_i C_i; \quad \dot{C}_i = \Phi_i + E_i \cdot C_i; \quad E_i = k_i C_A - k'_i, \quad (1)$$

где  $E_i$  – скорость производства,  $\Phi_k = d_e C_k / dt$  приток  $k$ -го компонента в систему ( $k=1, 2, \dots, n$ ),  $C_i$  – концентрация компонента.

Разумеется, образовавшиеся компоненты  $F_i$  в определенных условиях при взаимодействии с компонентой  $X_j$  могут привести к умножению количества некоторой компоненты  $X_g$  вписывающейся в общий сценарий развития системы, что говорит о том, что какая-то компонента системы будет иметь возможность повышения темпа развития ввиду активации за счет вновь образовавшихся компонент  $F_i$ . Следовательно, в начале процесса резания уже начинает проявляться конкуренция в сценарии развития системы и выборе траектории развития к конечной конфигурации, которая именуется областью резания, при этом не исключается возможность за счет промежуточных компонент ускорить развитие системы. В начале резания система подвергается непрерывному давлению исходного сырья при непрерывном её притоке в систему, т.е.  $\Phi_A = \text{const}$  и  $\Phi_i = 0$ . Приняв  $A$  за независимую переменную и не нарушая общности  $n$  компоненты по соотношению скоростей созидания и уничтожения можно расположить в ряд

$$(k_1/k'_1) < (k_2/k'_2) < \dots < (k_i/k'_i) < \dots < (k_n/k'_n). \quad (2)$$

Нетрудно убедиться, что  $n$ -ый компонент имеет наиболее выгодное соотношение скорости созидания к скорости уничтожения. Нужно заметить, что реальные материалы, в частности поликристаллы, никогда не бывают изотропными, а условно допускаемое понятие квазиизотропность зависит от масштаба и уровня выбранного характерного параметра. Например, одинаковые: размеры и форма кристаллитов, их расположение относительно направления сжимающих напряжений, количество и вид дефектов кристаллической решетки и др. в поликристалле просто исключаются по природе своей. Более того, исключается и всякая вероятность постоянства параметров резания, что обусловлено материальностью обрабатываемой структуры, т.е. явлениями инерции, трения и изнашивания, реальной переменностью скорости, подачи и глубины резания, вибрациями и многими др. Следовательно, в

столь насыщенном параметрическом, скорее переменнопараметрическом, пространстве характеристик процесса резания вероятность того, что встретятся одинаковые условия для  $i$ -ой и  $j$ -ой компонент стремится к нулю, и симметрии в пространстве параметров не может быть, т.е. сценарий развития системы единственный и он же непрерывно корректируется в каждой точке траектории развития, причем на основе вышеприведенного неравенства.

Стационарное решение уравнений (1) показывает, что каждое решение будет соответствовать наличию одной из  $n$  конкурирующих компонент или структур. Используя известные методы, можно найти корни  $n$ -го стационарного состояния и убедиться, что только  $n$ -е стационарное состояние будет устойчивым, остальные же будут неустойчивы. Можно утверждать, что система выберет единственное устойчивое состояние текущего равновесия, соответствующее некоторому  $n$ -му состоянию, в котором компонент, структура имеет наиболее выгодное соотношение скоростей созидания и уничтожения, что, само собой, приводит к подавлению всех остальных возможных состояний. Происходит характерный отбор наибольшей целесообразности, благодаря которой область резания формируется именно в такой конфигурации, а не иной, а резание протекает по неизбежному сценарию, а не иначе, т.е. наблюдаемая масштабная конфигурация области резания единственно целесообразная и проявляется через процесс отбора в конкурентной борьбе. В ходе развития системы структура с наивысшей выживаемостью или отношением  $k_n/k'_n$  берет “верх” над другими и этот процесс неизбежен. Рассуждения можно представить графически (рис.1), например для 4-х начальных структур.

Для всего сценария формирования области резания в каждое мгновение создаются приведенные условия, решение которых обеспечит отбор наибольшей целесообразности поведения структуры в данных условиях на траектории эволюции, скорее единственно целесообразной. Нужно уточнить условия, обеспечивающие сохранение самой конфигурации структуры области резания после её отбора в конкурентной борьбе. Чтобы конфигурация области резания функционировала столь угодно долго, когда есть выход их структуры резания стружки или “продукта” резания, т.е. для селективного поведения системы в ней должны существовать строго определенные соотношения концентраций компонент или пространственных форм, пластических и упругих областей, более того, необходимо постоянство суммарной концентрации компонент системы и исходного сырья, что реализуется за счет отвода целевых продуктов резания из системы, происходящего для всех компонент с одинаковой скоростью  $k_0$ , т.е. при

$$\sum_{i=1}^n C_i(t) = C = const, \quad C_A = const; \quad \Phi_i = -k_0 C_i, \quad \text{и} \quad \Phi_A = C_A \sum_{i=1}^n k_i C_i \quad (3,4)$$

кинетическое уравнение процесса примет вид:  $C_i = E_i C_i - k_0 C_i$  из которого вытекает

$$\sum_{i=1}^n E_i C_i = k_0 C, \quad C = \sum C_i, \quad k_0 = \frac{\sum E_i C_i}{C}$$

Решение нелинейной системы дифференциальных уравнений

$$C_i = (E_i - \langle E \rangle) C_i, \text{ упрощаемое подстановкой}$$

$C_i = C \cdot C_i(0) \exp(E_i t) / \sum C_k(0) \exp(E_k t)$ , показывает, что из  $n$  стационарных решений в отношении неизбежных при резании флуктуаций устойчиво то решение, которое будет соответствовать максимальной скорости производства  $E_n$  и

$$C_1^{(n)} = C_2^{(n)} = \dots = C_{n-1}^{(n)} = 0, C_n^{(n)} = C, E_n = \max. \quad (5)$$

Анализ уравнений показывает, что любое состояние системы экспоненциально движется к текущему равновесию (5) и компонент с наивысшей скоростью производства, со временем, подавляет конкурентов, а величина  $\langle E \rangle$  выполняет роль пороговой величины, указывающей на то, что существование сохраняет только тот компонент, для которого производство  $E_i$  превышает пороговую величину. В ходе конкурентного отбора пороговое значение производства растет приближаясь к максимальному значению скорости производства  $E_n$ . При этом компонент с наивысшей скоростью производства захватывает все имеющиеся области становясь единственным, удовлетворяющим всем условиям процесса резания в данный момент времени. Таким компонентом можно считать и реальную модель процесса резания [2] или конфигурацию области резания [3] и единственно возможную конфигурацию деформированных кристаллитов в области резания, обеспечивающую кооперированный сдвиг материала в ней и целостность области резания [4] или некоторый иной определяющий параметр или фактор.

Надо полагать, что этот компонент, обеспечивающий кооперативное поведение системы резания, представляет собой явно определенное состояние и соотношение групп ансамблей различного уровня в области резания, от которого будут зависеть и закономерности поведения всей системы, обеспечивающие определенную конфигурацию на всех уровнях описания.

Разумеется в зависимости от уровня ансамблей (макро-, микро- и мезо- например: какой-то комплект зерен материала, сами зерна, дефекты кристаллической решетки или границы зерен) процессы должны протекать в соответствии с объективными закономерностями материального мира. Обратим внимание на следующее. Система резания отличается принудительностью и конкурентностью конфигураций, а для конкурентных конфигураций в принудительных условиях неизбежен отбор, практически подчинённый дарвиновскому закону выживания наиболее приспособленных видов, в нашем случае конфигураций, т.к. даже для обсуждаемого случая при этом проявляются, такие удивительные свойства как: самовоспроизводство – способность вещества  $x_i$  размножаться за счет сырья и энергии (в контексте конфигурации области резания - непрерывное образование области резания из прибывающего в неё материала); обмен веществ – постоянное использование сырья (обрабатываемый материал) для создания нового вещества, с более совершенной пространственно-временной структурой (стружка с сингулярной кинематикой, текстурой и др.); отбор или селекция – конкурентное поведение компоненты  $x_i$  (безусловная рациональность конфигурации области резания). Заметим, система резания отличается от живых тем, что лишена способности к непредсказуемым мутациям и дальнейшему развитию и поведение системы представлено лишь реализацией изначально заложенных возможностей в зависимости от пространства параметров – простая эволюция до

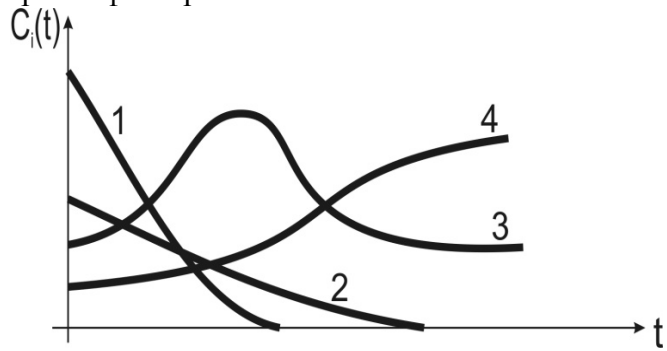


Рис. 1. Возможные траектории развития системы при соотношениях

$$k_1/k'_1 < k_2/k'_2 < k_3/k'_3 < k_4/k'_4$$

конечной конфигурации в весьма узком смысле, это говорит о том, что система изначально предсказуема и определима, если о ней накоплены достаточные знания.

Достижения теории резания на сегодняшний день настолько незначимы, несмотря на огромные масштабы реализации процессов резания в практике мирового производства, что уверенно констатировать достаточность наших знаний об одном из сложнейших процессов материального мира мы не в праве, т. е. все попытки в разработке адекватной физической модели стружкообразования не только оправданы, но и необходимы, т.к. о рациональном резании не может быть и речи до тех пор, пока мы не разберемся в объективных закономерностях процесса стружкообразования при резании.

**Список литературы:** 1. Христафорян С.Ш. Теоретические и технологические основы повышения эффективности обработки материалов использованием УЗК. //Автореф. на соис. уч.ст. д.т.н.,- Ереван,-1996. 2 Христафорян С.Ш., Христафорян Э.С., Саакян С.Г. Особенности структуры свободной поверхности области деформирования материала при резании. // Межд. сб. науч.тр. – Донецк: ДонНТУ,2007, Вып.33, с.318-322. 3. Христафорян С.Ш. Влияние УЗК на процесс пластического деформирования при высоких скоростях резания. //Эл-физ и эл-хим методы обработки, - М.; НИИМАШ,-1983, N4, с.9-12. 4. Христафорян С.Ш. и др. Синергетическая модель пластического деформирования материала при резании. Межд. сб. науч.тр. – Донецк: ДонНТУ, 2007, Вып.34, с. 238-244. 5. Христафорян С.Ш. О процессе резания материалов как самоорганизующейся структуре по переработке вещества. //Изв. НАН РА, сер. ТН, 1999, том 2, -с145-152. 6. Пригожин И. От существующего к возникающему. - М.: Наука.1985.-327 с.

Сдано в редакцию 16.01.08

## О ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ КОМПАКТИРОВАНИЯ ПОРОШКОВ ПРИ НАЛИЧИИ ПЕРЕМЕННО-ПЕРИОДИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Христафорян С.Ш., Баласанян Б.С., Артунян А.В. (ГИУА, Ереван, РА)

*Are examined questions of an improvement in the conditions of compacting powders with the pressing in the closed volumes as a result of imposition on the process of the ultrasonic complex-dimensional fluctuations, which increase the possibilities of the oriented behavior of the ensembles of material in the self-organizing process in the space of compressive stresses.*

Качество прессовок из различных порошков однозначно определяется степенью компактирования или величиной пористости. Однако, если в некоторых случаях достаточно, чтобы пористость была меньше предельно допустимой, то в других желательно достигнуть её минимального значения, как, например, при подготовке прессованного порошкового материала для выращивания искусственных кристаллов, т. к. в зависимости от пористости определится и объем полученного кристалла, который в общем случае зависит от объема реактора выращивания. Рассмотрим напряженное состояние в группе ансамблей порошка, находящихся в непосредственной близости от стенки матрицы на расстоянии  $dR$  и высоте  $Z$  от нижнего пуансона, тогда амплитуда крутильных УЗК в данной точке  $M$  при допущении, что амплитуда  $A$  крутильных УЗК на границе стенки матрицы, относительно оси матрицы, снижается в направлении оси матрицы по линейной зависимости, будет равна  $A_M = A(R - dR)$ , соответственно