

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



Рис. 1. Произвольная группа ансамблей в объеме прессовки в направлении радиуса цилиндрического закрытого объема.

соседними ансамблями в зависимости от размера принятого ансамбля возникнут касательные напряжения корреляционно связанные с разностью амплитуд УЗК этих ансамблей.

Силы, действующие на ансамбли в точках  $M$  и  $M - 1$ , будут:

$F_M = mA_M^2 \cdot \omega^2(\cos \omega t)$ ,  $F_{M-1} = mA_{M-1}^2 \cdot \omega^2(\cos \omega t)$ , где  $m$  – масса условного ансамбля,  $\omega$  – частота УЗК,  $A_M$  и  $A_{M-1}$  – амплитуды УЗК ансамблей в  $M$  и  $M - 1$  равные

$$A_M = AR_M/R, \text{ и } A_{M-1} = AR_{M-1}/R = A \cdot (R_M - 2r)/R; \quad (1, 2)$$

где  $R_M$  и  $R_{M-1}$  соответственно радиус векторы,  $r$  – радиус условного ансамбля.

Следовательно, между отмеченными ансамблями плотностью  $\rho$  будет действовать сила  $\Delta F = m(A_M^2 - A_{M-1}^2) \cdot \omega^2(\cos \omega t)$  и учитывая (1, 2) можно записать, что

$$A_M^2 - A_{M-1}^2 = 4A^2 \cdot r(R_M - r)/R^2, \text{ то есть}$$

$$\Delta F = 4mA^2 r(R_M - r)\omega^2(\cos \omega t)/R^2 = 16\rho r^4 A^2 \omega^2 (R_M - r) (\cos \omega t)/3R^2.$$

Принимая во внимание, что единичный ансамбль материала в проходящей через ось матрицы плоскости находится в окружении себе подобных в итоге сжатия, деформируясь совместно с соседними (рис.2), образует три комплекта парных поверхностей контакта, имеющих реальные площади размером  $S$ .

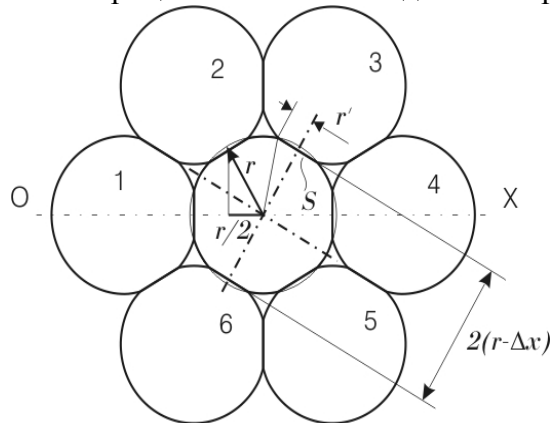


Рис.2 Комплект совместно деформируемых ансамблей материала в матрице

Допустим, что эти площадки малы и явно не влияют на сферическую форму ансамбля, тогда действием силы  $\Delta F$  возникнут касательные напряжения равные  $\tau = \Delta F/bS$ , где  $b$  количество контактов для центрального ансамбля. Как видно на схеме (рис. 2)  $r' = \sqrt{r^2 - (r - \Delta x)^2} = \sqrt{\Delta x \cdot (2r - \Delta x)}$ , где

$\Delta x$  – величина деформации ансамбля в направлении его оси деформирования, которая, по существу, равна  $\Delta x = f(\sigma_N; \sigma_S)$  и зависит от наличия УЗК,  $\sigma_N$  нормальных напряжений и предела упругости материала ансамбля  $\sigma_S$ .

Следовательно, площадка контакта будет равна  $S = \pi(r'^2) = \pi\Delta x(2r - \Delta x)$  и

$$\tau = \frac{16\rho r^4 A^2 \omega^2 (R_M - r) (\cos \omega t)}{3b^2 R^2 \Delta x (2r - \Delta x)}$$

которой в каждой точке порошкового материала в объеме матрицы будут возникать дополнительные касательные напряжения. Так как ансамбли порошка имеют конечные размеры, то между рядом расположенными ансамблями наряду с нормальными напряжениями сжатия возникнут и касательные (рис. 1). Заметим, в контакте между

а необходимым условием сдвига надо считать случай, если  $\tau > \tau_{кр}$ .

Учитывая, что деформационные площадки могут составить некоторый угол  $\alpha$ , т.е. безусловно, что в реальности симметрия свойств любых ансамблей исключается, то,

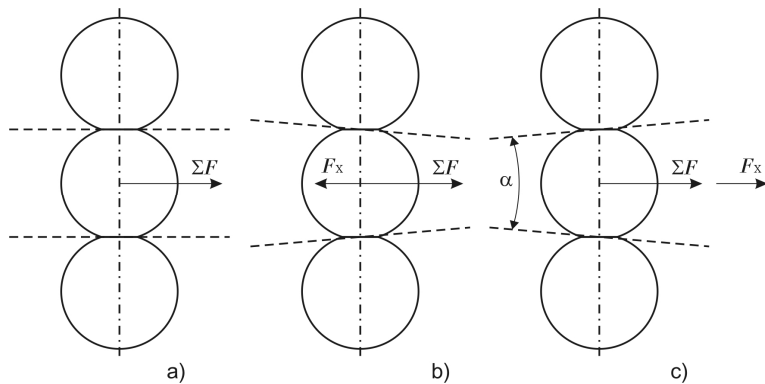


Рис.3. Формирование сужающихся структур в контакте ансамблей в результате их деформирования

следовательно, ансамбль материала будет находиться в условиях, подобных коническому сужающемуся каналу, при этом на ансамбль, имеющего упругость будет действовать выталкивающая сила  $F_x$  и, следовательно, в зависимости от величины угла  $\alpha$ , составленного площадками и его положения относительно направления вектора силы [1,2].

На рис 3 представлены варианты формы и расположения сужающихся каналов – нейтральный  $\alpha = 0, F_x = 0$  (а); активный  $\alpha > 0, F_x \neq 0$ , положительно (с); активный,  $\alpha > 0, F_x \neq 0$ , отрицательно (b). Учитывая, что сила  $F_M$  имеет быструю переменную составляющую, обусловленную УЗК, и её величина иная, то логично, что  $\Sigma F = F_M + F_{МУЗК} \cos \omega t$ , а также то, что ось сужающегося канала может составить некоторый угол с суммарной силой, следовательно, итоговая сила, действующая на ансамбль будет

$$F^l = \Sigma F \pm F_M \cos \beta \pm F_x; F_x = 4 \cdot c \cdot \int_0^x [f(x)]^2 dx,$$

где  $f(x)$  – описывающая стенку симметричного, составленного двумя площадками, сужающегося канала,  $c$  – упругость ансамбля, находящегося в канале [1,2].

Допуская, что отмеченные площадки в приближении являются плоскостями, т.е. в сечении (рис.3) на участке контактов площадки прямолинейны и расположены симметрично относительно оси ансамбля сила выталкивания и заталкивания ансамбля при координате ансамбля на оси канала в точке соответственно будут [1,2]

$$F_x = 4 \cdot c \cdot x \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot (1 - f \operatorname{ctg} \alpha) / (1 + f \operatorname{tg} \alpha), \text{ при } X \rightarrow X_{\max}$$

$$F_x = 4 \cdot c \cdot x \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot (1 + f \operatorname{ctg} \alpha) / (1 - f \operatorname{tg} \alpha), \text{ при } X \rightarrow 0.$$

где  $f$  – коэффициент трения между ансамблем и стенками сужающегося канала.

При любом характере затухания амплитуды УЗК в объеме в направлении оси объема при наложении на процесс крутильных УЗК [3] величина  $\Delta F$ , в сущности, будет характеризовать разность сил, действующих на ансамбль в двух противоположных точках контакта с ансамблями  $M + 1$  и  $M - 1$ , следовательно на ансамбль находящийся в контакте с подобными будет действовать вращающий момент (рис.1, 2)

$$M_M = 2\Delta F(r - \Delta x) = 16\pi r^4 A^2 \omega (R_M - r) \omega^2 (\cos \omega t) (r - \Delta x) / 3R^2,$$

следовательно, учитывая то, что в объеме прессовки возможно наличие радиально направленных УЗК, как результат несовершенства акустической системы для осуществления крутильных УЗК, которые будут не одинаковыми в различных точках объема можно утверждать, что ансамбли вещества в объеме прессовки будут далеки от состояния равновесия, скорее, ансамбли вещества в объеме прессовки будут находиться в различных, зависящих от координаты ансамбля в объеме, напряженных состояниях, т.е. будут

иметь предрасположенность к активному поиску состояний, соответствующих меньшим напряженным состояниям и при УЗК должны помочь. Отмеченное будет явным, если на обусловленное крутильными УЗК напряженное состояние, наложить дополнительно напряжения, за счет осевых колебаний пуансона, которые ввиду релаксации по-тока энергии УЗК в объеме прессовки в направлении оси, приведут к переменному напряженному состоянию по высоте прессуемой таблетки. Отметим, что все напряженные состояния в объеме прессовки ввиду наличия УЗК будут периодически переменными.

В случае наличия одновременных крутильных и осевых УЗК в объеме прессовки они, разумеется, исходя из того, что они будут вызваны одной акустической системой будут синфазными, однако эллипс радиально-крутильных УЗК может иметь и различные параметры и, связанный с ними, различный угол наклона эллипса относительно

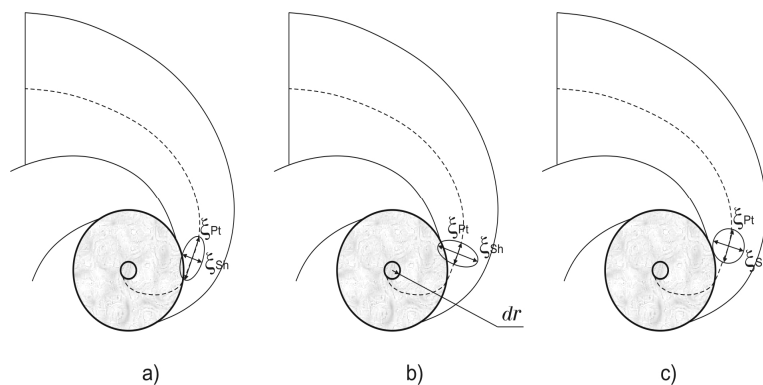


Рис.4. Схемы перехода крутильныхУЗК в крутильно-радиальные.

оси прессовки (рис. 4). Анализ вариантов показывает, что крутильные УЗК системы могут привести появлению и радиальной составляющей, сжимающей прессформу, причем при крутильных УЗК по часовой стрелке происходит кручение и радиальное сжатие объема прессовки, а в обратном случае кручение и радиальное растяжение. Можно считать, что при наличии осевых УЗК в перпендикулярном оси сечении прессовки возникают напряжения и деформации сжатия и растяжения, приводящие к снижению трения между ансамблями и в итоге совместного действия силы  $\Delta F$  и момента  $M_M$  один из ансамблей сечения приобретет возможность сдвига, если такую возможность предоставят соседние, и при этом освободится свободное пространство для других, куда потянутся остальные по определенному сценарию.

Нет сомнений в том, что при огромнейшем числе  $n$  ансамблей

$$n = 3R^2 H_k / 4r^3 (1 + K_M),$$

где  $K_M$  - коэффициент зависящий от объемов полостей и ансамблей порошка,  $H_k$  – высота брикета, при конкретном  $K_M$ , найдется хоть один ансамбль или некоторая группа ансамблей, для сдвига которого необходимые условия будут достаточны, т.е. напряжения сжатия и угол разориентации хотя бы двух их поверхностей. Такое состояние вызовет сдвиг ансамблей и при этом возникнет новое пространство напряжений, для которого описанное повторится, до тех пор, пока в объеме прессовки такое состояние не возникнет. При этом УЗК окажут положительное действие, приводящее к неизбежному повышению плотности прессовки, в сравнении с традиционной прессовкой.

Анализ однозначно показал, что при наведении любой конической структуры в материале в пространстве сжимающих напряжений происходит естественный отбор [1,5] предпочтительного, единственно возможного направления сдвига ансамблей материала, что обусловлено отсутствием симметрии в конфигурации и свойствах ансамблей порошковых материалов и наличием неизбежных дефектов структуры самих

ансамблей, в том числе и в реальных материалах, и в этом проявляется целесообразность поведения материала. В контексте отмеченного, заметим, что реальные материалы обладают свободными полостями на микроуровне и различными дефектами на границах зерен, что предполагает отсутствие симметрии сил сопротивления сдвигу, т.е. наличие развиваемых в сужающихся каналах сил и направления с минимумом сопротивления сдвигу четко и безальтернативно определяет и направление сдвига, т.е. явления самоорганизации материала в пространстве сжимающих напряжений полностью реально и обосновано, и это действие должно явно улучшиться при наличии периодических быстрых сил, обусловленных УЗК.

**Список литературы:** 1. Христафорян С.Ш. Теоретические и технологические основы повышения эффективности обработки материалов использованием УЗК. //Авто-реф. на соиск.уч.ст. д.т.н., - Ереван,-1996. 2. Христафорян С.Ш., Артунян А.В. и др. Синергетическая модель пластического деформирования материала при резании. Межд. сб. науч.тр. - Донецк: ДонНТУ, 2007, Вып.34, с.238-244. 3. Христафорян С.Ш., Баласа-нян Б.С., Артунян А.В. Повышение эффективности процесса прессования деталей в закрытых объемах применением сложных схем наложения УЗК.// Межд. науч. жур. Проблемы прикладной механики. - Тбилиси, 2004, N2,с.74-78. 4. Христафорян С.Ш., Артунян А.В. Особенности процесса прессования материалов в закрытых объемах с использованием различных схем наложения УЗК. Межд. сб.науч.тр. -Донецк: ДонНТУ, 2006, Вып.31, с.305-311. 5. Христафорян С.Ш., Саакян С.Г. и др. Особенности структуры свободной поверхности области деформирования материала при резании. Межд.сб. науч.тр. – Донецк: ДонНТУ, 2007, Вып.33, С.318-322.

Сдано в редакцию 16.01.08

## ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ МАТЕРИАЛА В ПРОСТРАНСТВЕ ОБЛАСТИ РЕЗАНИЯ

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

*Are examined questions of the kinematics of material in the field of the material plastic deformation in the cutting process from the positions of material self-organizing, which is been in a state of plasticity far from temperatures of phase transitions in the space of the high hydrostatic pressure, caused by the stresses, created in the very process of cutting. It is shown that the true shrinkage of shaving with the cutting considerably lower than that, which is determined by known procedures.*

Процесс резания характерен тем, что в обрабатываемом материале при воздействии режущим клином возникает вполне определенная структура - область резания и тут протекают процессы, в итоге которых вовлекаемый в процесс резания материал претерпевая весьма солидную деформацию приобретает структуру стружки, которая не только по текстуре сильно отличается от сырья (обрабатываемого материала), она еще и обладает особенной кинематикой движения, за счет которой формируется своеобразный его вид и трудно предсказуемая траектория его перемещения. Обрабатываемый материал в случае свободного резания поступает в область резания имея вполне конкретную скорость для всех вступающих в процесс деформирования своих ансамблей, однако на выходе из области резания скорости этих ансамблей, как правило, отличны по сечению стружки, причем не только своеобразно распределены, но и вполне конкретно, иначе твердое тело стружки не состоится.