

Анализ соотношения компонентов в структуре пористых инструментов на основе абразивных композитов**77-30569/235503****# 10, октябрь 2011****Сагателян Г. Р., Макушина Н. В.****УДК 621.923: 621.922**

МГТУ. Им. Н.Э. Баумана

h.sagatelyan@mail.ru

Разработка новых пористых абразивных инструментов, применяемых в современном приборостроении, требует аналитического обоснования характеристик соответствующего композиционного инструментального материала. [1, 2, 3]. Компонентами пористого абразивного инструмента на основе абразивных композитов являются: 1) зерна абразивного порошка; 2) связующее вещество; 3) поры. Изначально следует отметить, что средний размер пор намного больше среднего размера абразивных зерен.

Вначале рассмотрим суспензию мелких (абразивных) частиц в дисперсионной среде (связующем веществе). Пусть V_A —объем абразивных частиц; V_C —объем связующего вещества. Тогда объемная концентрация Φ_1^* абразивного порошка в связующем веществе запишется следующим образом:

$$\Phi_1^* = \frac{V_A}{V_A + V_C} \quad (1)$$

При внесении пор в суспензию мелких частиц, они воспринимают последнюю как новую дисперсионную среду, состоящую из связующего вещества и абразивных зерен. Объемное содержание Φ_2^* пор составит:

$$\Phi_2^* = \frac{V_n}{V_n + V_A + V_C}, \quad (2)$$

где V_n — объем пор.

Полная объемная концентрация гетерогенной фазы равна:

$$\Phi_r = \frac{V_n + V_A}{V_C + V_n + V_A} \quad (3)$$

Введем понятие предельного наполнения гетерогенной фазой Φ_m . Можно считать, что Φ_m совпадает с объемом гетерогенной фазы при хаотической плотной упаковке объема частицами с данным фракционным составом. Установленным фактом является то, что сферы одинакового объема при хаотической плотной упаковке наполняют объем на 58-62%.

Между величиной предельного наполнения Φ_m , пористостью порошка (ячеистостью пор) ε , коэффициентом пористости (ячеистости) p существует следующая связь:

$$\varepsilon = \frac{p}{1+p}; p = \frac{1-\Phi_m}{\Phi_m}; \Phi_m = \frac{1}{1+p} = 1 - \varepsilon. \quad (4)$$

Для расчета плотности упаковки при произвольном фракционном составе гетерогенной фазы можно использовать обобщение большого опытного материала в виде эмпирических формул, позволяющих вычислять коэффициенты пористости смесей в зависимости от фракционного состава компонентов гетерогенной фазы [4]. В качестве исходных данных при этом задают размеры D_i частиц во фракциях гетерогенных фаз и коэффициенты пористости (для пор — ячеистости) p_i . Анализ структуры абразивных композитов можно производить, рассматривая простейший случай — двухфракционную (абразивный порошок, поры) смесь. Схема расчета коэффициента доли связующего β в структуре абразивного композита следующая:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= x_{\Pi} K_1 p_{\Pi} + x_A p_A; \\ \beta_2 &= x_{\Pi} p_{\Pi} + x_A [K_2 (1 + p_A) - 1]; \\ \beta_3 &= x_{\Pi} p_{\Pi} + x_A p_A - K_3 \frac{p_{\Pi} (1 + p_A)}{(1 + p_A + p_{\Pi})}, \end{aligned} \quad (5)$$

где: x_{Π} , x_A — объемные доли пор и абразива в гетерогенной фазе абразивного композита

($x_{\Pi} + x_A = 1$);

p_A — коэффициент пористости абразивного порошка;

p_{Π} — коэффициент ячеистости пор;

K_1 , K_2 , K_3 — эмпирические коэффициенты, являющиеся функцией отношения

$$\Psi = \frac{D_A}{D_{\Pi}}. \quad (6)$$

и определяемые по следующим формулам:

$$K_1 = \frac{\psi(1+2\psi)}{\psi(1+2\psi) + (1-\psi)^2}; K_2 = \frac{\psi^2(3+\psi)}{\psi^2(3+\psi) + (1-\psi)^3}; K_3 = \frac{(1-\psi)^2}{(1-\psi)^2 + \psi(1+5\psi)}. \quad (7)$$

Исходные данные (D_A , x_A , D_{Π} , x_{Π}) подставляют в формулы (5), (6), (7). За истинное принимают наибольшее из значений коэффициента β , рассчитанных по формулам (5).

Предельное содержание гетерогенной фазы связано с коэффициентом доли связующего следующим соотношением:

$$\Phi_m = \frac{1}{1 + \beta}. \quad (8)$$

Соответственно, максимальная объемная доля абразива в составе абразивного композита может быть определена по следующей формуле:

$$A_m = x_A \cdot \Phi_m \quad (9)$$

Результаты расчетов параметров абразивных композитов для двух компонентов (абразивного порошка и пор) приведены на рис. 1 и 2.

Как следует из рассмотрения рис.1, увеличение размера пор приводит к возрастанию предельного содержания абразива в составе абразивного композита. Поэтому следует стремиться к получению пор крупных размеров. Однако увеличение размера пор свыше значения $D_{\Pi} = 0,5$ мм не приводит к существенному росту предельного содержания абразива A_m , поскольку зависимости параметра A_m от величины D_{Π} носят асимптотический характер. Следовательно, можно утверждать, что для рассмотренного диапазона зернистостей абразива (от 5 до 28 мкм) рациональным размером пор является величина $D_{\Pi} = 0,5$ мм.

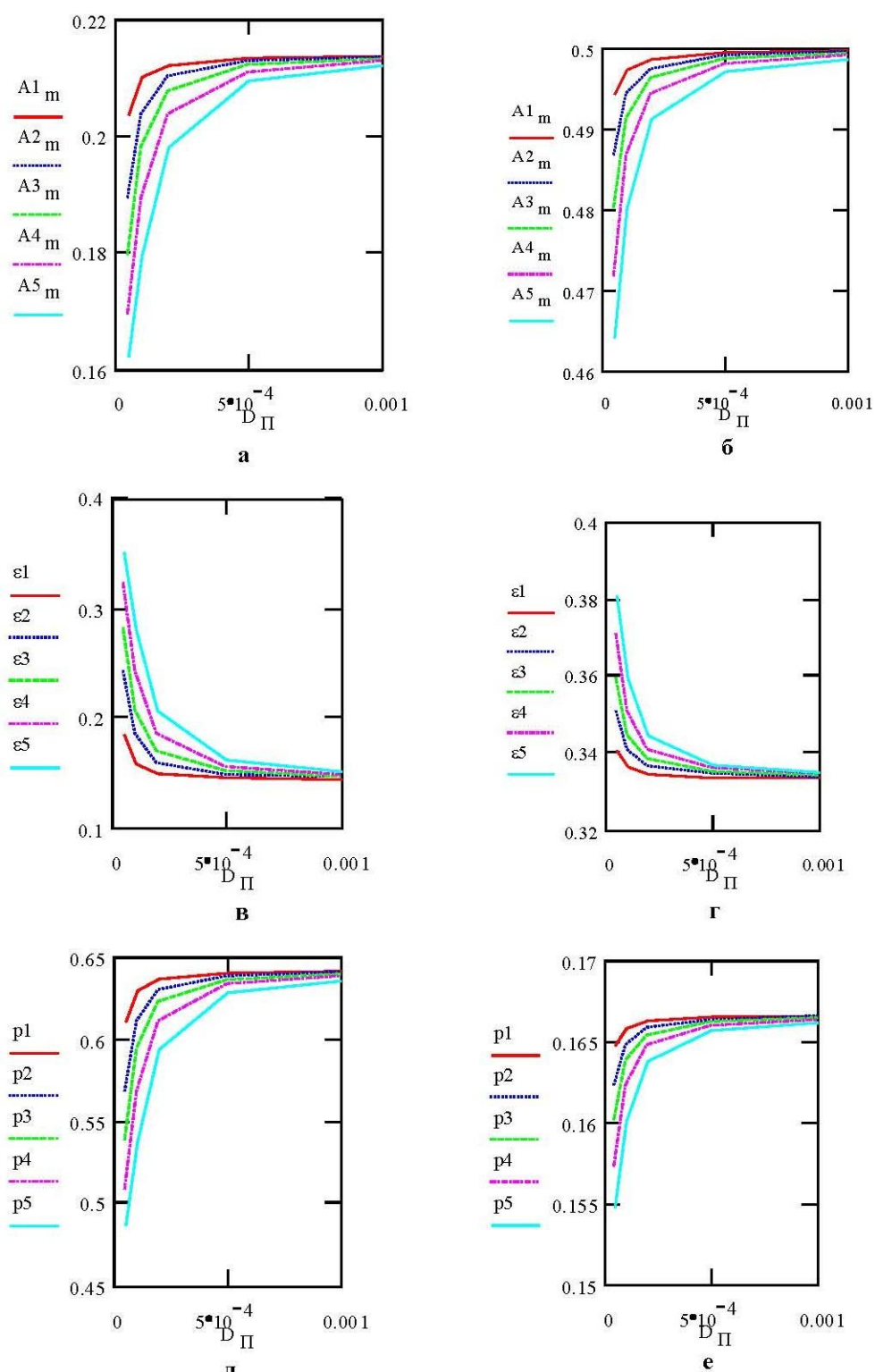


Рис. 1

Зависимости объемного содержания абразива A_m (а, б) и связующего вещества ε (в, г), а также пористости p (д, е) от размера пор D_{Π} для относительной доли абразива $x_A=0,25$ (а, в, д) и $x_A=0,75$ (б, г, е) при зернистости абразива: 1 - 5 мкм; 2 - 10 мкм; 3 - 14 мкм; 4 - 20 мкм; 5 - 28 мкм.

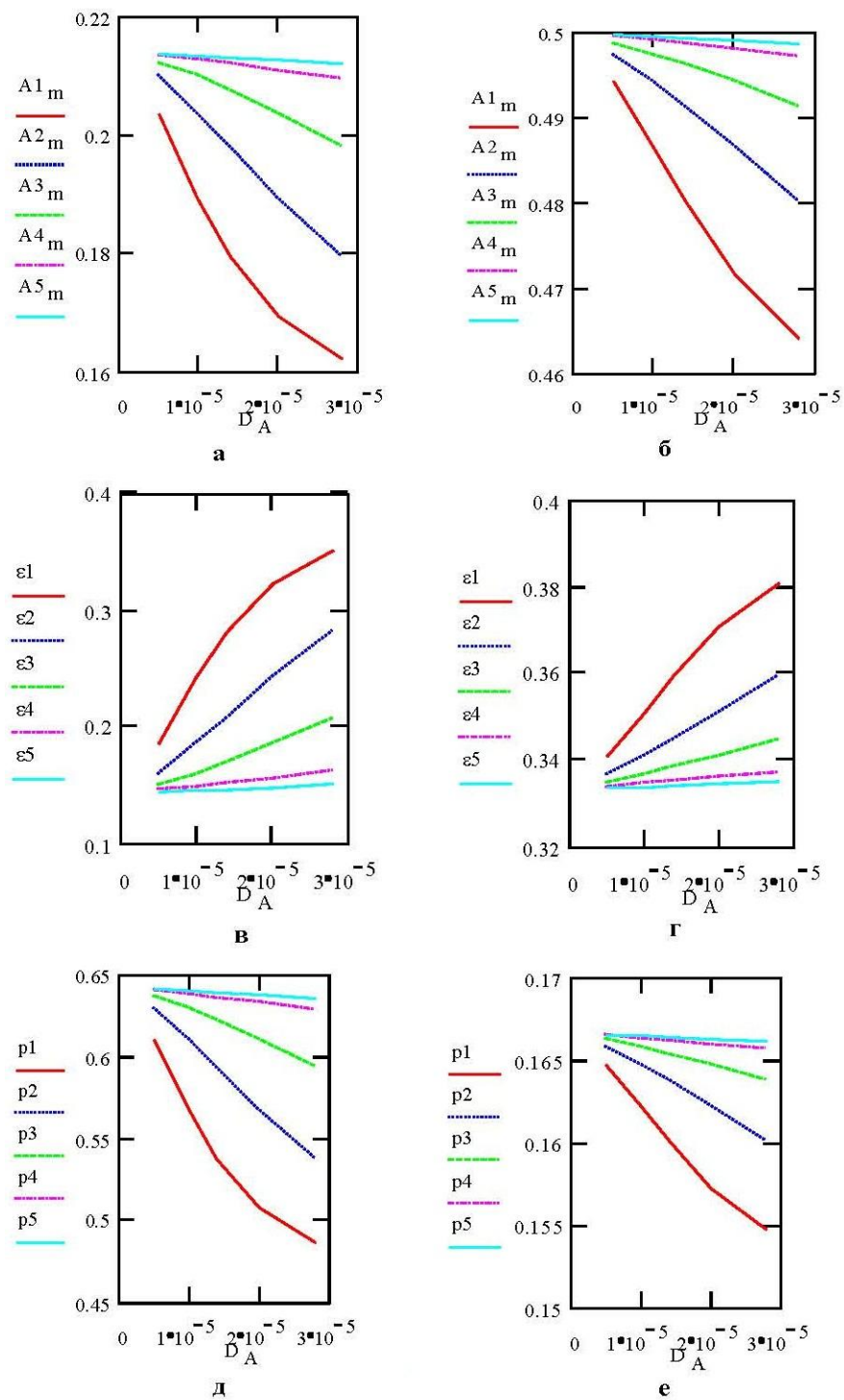


Рис. 2

Зависимости объемного содержания абразива A_m (а, б) и связующего вещества ε (в, г), а также пористости p (д, е) от размера зерна абразива D_A [м] для относительной доли абразива $\chi_A=0,25$ (а, в, д) и $\chi_A=0,75$ (б, г, е) при размерах пор: 1 - 50 мкм; 2 - 100 мкм; 3 - 0,2 мм; 4 - 0,5 мм; 5 - 1 мм.

В то же время увеличение размеров пор приводит к уменьшению относительного содержания связующего материала ε . Из представленных зависимостей видно, что уменьшение

параметра ε также носит асимптотический характер. При достижении порами размера $D_{\Pi} = 0,5$ мм дальнейшее увеличение размеров пор не приводит к значимому уменьшению относительного содержания связующего материала ε .

Можно сделать вывод о том, что в композите с порами чрезвычайно малого размера относительное содержание связующего вещества оказывается большим, и, вследствие этого, предельное содержание абразива уменьшается. В композитах, характеризующихся чрезвычайно большими размерами пор, относительные содержания абразива и связующего вещества стабилизируются. В качестве оптимального следует принять тот размер пор D_{Π} , который находится в точке перехода от излишнего относительного содержания связующего вещества к стабильному соотношению компонент. Для показанного на рис. 1 варианта оптимальным следует считать размер пор $D_{\Pi} = 0,5$ мм.

Из рассмотрения влияния размера зерна абразива на параметры композитов (рис. 2) видно, что при относительно малых размерах пор ($D_{\Pi} = 50-200$ мкм) и изменении размера зерен в пределах 10-20 мкм это влияние существенно. При этих условиях увеличение размера зерна абразива приводит к снижению максимального содержания абразива A_m и к увеличению относительного содержания связующего вещества ε .

При достижении порами размера $D_{\Pi} = 0,5$ мм изменение размеров зерен абразива в исследованном диапазоне не приводит к значимому изменению параметров A_m и ε разрабатываемых абразивных композитов. Можно сделать вывод о том, что при мелкопористой структуре абразивного композита ($D_{\Pi} < 200$ мкм) применение более крупнозернистых абразивных порошков, приводящее к увеличению шероховатости обработанной поверхности, может и не обеспечить адекватного повышения производительности вследствие уменьшения общего количества абразивных зерен в зоне контакта заготовки с инструментом.

Перейдем к расчету предельного объемного наполнения абразивных композитов для случая непрерывного распределения частиц гетерогенных фаз по размерам. Задача сводится к обобщению методики расчета предельного наполнения на случай нескольких фракций с непрерывным распределением частиц по размерам в каждой.

Фракцией i (моnofракцией) будем называть совокупность частиц с одинаковыми приведенными диаметрами D_i , выражаемыми через объем частицы V_i как

$$D_i = \sqrt[3]{\frac{6V_i}{\pi}}. \quad (10)$$

Объемная доля данной фракции x_i — есть отношение объема i -той гетерогенной фазы (абразива или пор) данной фракции V_{Γ_i} к полному объему гетерогенной фазы смеси V_{Γ} :

$$x_i = \frac{V_{Fi}}{V_F}. \quad (11)$$

Отсюда следует, что

$$\sum_i x_i = \frac{\sum_i V_{Fi}}{V_F} = 1. \quad (12)$$

Применяя результаты большого объема экспериментальных исследований к структуре абразивных композитов, получаем для коэффициента доли связующего вещества в смеси нескольких монофракций следующее выражение:

$$\beta = \sum_{i=1}^{\delta-1} K_{1i\delta} p_i x_i + x_\delta p_\delta + \sum_{\delta+1}^N x_i [K_{2i\delta} (p_i + 1) - 1], \quad (13)$$

где: p_i — коэффициенты пористости (для абразива) или ячеистости (для пор) монофракций, составляющих смесь;

p_δ — коэффициент пористости (ячеистости) базовой монофракции;

$K_{1i\delta}, K_{2i\delta}$ — эмпирические коэффициенты, являющиеся функциями величин

$$\Psi_{i\delta} = \frac{D_\delta}{D_i} \quad (i = 1, 2, \dots, \delta-1, \delta); \quad (14)$$

$$\Psi_{i\delta} = \frac{D_i}{D_\delta}, \quad (i = \delta, \delta+1, \dots, N).$$

Фракции нумеруются в порядке убывания диаметров. Под D_δ понимается диаметр частиц базовой фракции.

Для коэффициентов $K_{1i\delta}$ и $K_{2i\delta}$ применяются следующие выражения:

$$K_{1i\delta} = \frac{\Psi_{i\delta} (1 + 2\Psi_{i\delta})}{\Psi_{i\delta} (1 + 2\Psi_{i\delta}) + (1 - \Psi_{i\delta})^2};$$

$$K_{2i\delta} = \frac{\Psi_{i\delta}^2 (3 + \Psi_{i\delta})}{\Psi_{i\delta}^2 (3 + \Psi_{i\delta}) + (1 - \Psi_{i\delta})^3}. \quad (15)$$

Расчет следует вести по уравнениям (13), последовательно перебирая все фракции в качестве базовых. Из полученных значений коэффициента доли связующего истинным является максимальное значение β . После этого можно определить величину предельного наполнения (плотность упаковки) композиционного материала гетерогенной фазой по формуле:

$$\Phi_m = \frac{V_F}{V_F + V_c}, \quad (16)$$

где V_c — объем, занимаемый связующим веществом.

Пусть $f(D)$ — плотность вероятности распределения частиц в данной гетерогенной фазе по диаметрам. Под D понимается приведенный диаметр, рассчитываемый по формуле

(10). Зная плотность вероятности распределения по диаметрам, можно определить число частиц dN_D , имеющих диаметры в пределах от D до $D+dD$:

$$\frac{dN}{N} = f(D)dD, \quad (17)$$

где N — полное число частиц в данной гетерогенной фазе.

Заменим число частиц на объемные доли частиц, вычисляемые по формуле (11). Объемные доли частиц dx_D , диаметры которых лежат в пределах от D до $D+dD$, выражается через функцию распределения следующим образом:

$$dx_D = \frac{\pi \cdot D^3}{6 \cdot \bar{V}} f(D)dD, \quad (18)$$

где $\bar{V}$ — средний объем одной частицы в данной гетерогенной фазе.

Рассмотрим одну гетерогенную фазу с непрерывным распределением как многокомпонентную «смесь» очень большого числа «монофракций», каждая из которых характеризуется объемной долей dx_D , приведенным диаметром D и коэффициентом пористости (ячеистости) $p(D)$. Коэффициент пористости (ячеистости) может зависеть от величины приведенного диаметра D .

Условие (12) запишется в виде:

$$\int dx_D = \frac{\pi}{6\bar{V}} \int_0^\infty D^3 f(D)dD = 1. \quad (19)$$

Из условия (19) выводится выражение для среднего объема одной частицы в данной гетерогенной фазе:

$$\bar{V} = \frac{\pi}{6} \int_0^\infty D^3 f(D)dD. \quad (20)$$

Обобщая выражения (11)-(15) на случай одной гетерогенной фазы с непрерывным распределением, получаем:

$$p = \frac{\pi}{6\bar{V}} \int_0^{D_\delta} \left[\frac{D^2(3D_\delta + D)[p(D) + 1]}{D^2(3D_\delta + D) + (D_\delta - D)^3} - 1 \right] D^3 f(D)dD + \frac{\pi}{6\bar{V}} \int_{D_\delta}^\infty \frac{p(D)(D + 2D_\delta)D_\delta D^3 f(D)dD}{D(D + 2D_\delta) + (D - D_\delta)}, \quad (21)$$

где D_δ — базовый диаметр гетерогенной фазы.

Значение D_δ должно определяться из условия, что истинным является максимальное значение коэффициента доли связующего вещества p . Если функции $p(D)$ и $f(D)$ известны, то путем перебора, задавая различные значения базового диаметра D_δ , определяют максимальное значение p .

Если коэффициент пористости (для пор — ячеистости) не зависит от величины приведенного диаметра, то $p(D) = p_0 = const$, и выражение (21) преобразуется к виду:

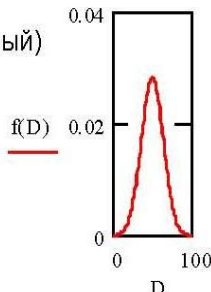
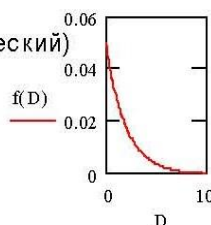
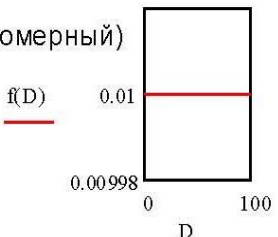
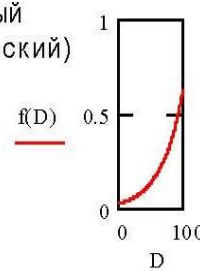
$$p = p_0 - \frac{(p_0 + 1)\pi}{6\bar{V}} \int_0^{D_\delta} \frac{(D_\delta - D)^3 D^3 f(D) dD}{D^2(3D_\delta + D) + (D_\delta - D)^3} - \frac{p_0\pi}{6\bar{V}} \int_{D_\delta}^{\infty} \frac{(D - D_\delta)^2 D^3 f(D) dD}{D_\delta(D + 2D_\delta) + (D - D_\delta)^2} . \quad (22)$$

В качестве примера рассмотрим формирование структуры абразивного инструмента при вспенивании абразивно-полимерной композиции, находящейся в жидком состоянии. Здесь исследуемым параметром является ячеистость пористой структуры. Нами рассмотрены четыре различных закона распределения размера пор: нормальный, геометрический, обратный геометрический, равномерный.

Результаты компьютерного анализа пористой структуры инструмента в соответствии с формулой (22) приведена в табл. 1. Эти результаты получены для того условия, что если бы все поры были бы одного размера, то ячеистость пор составила бы $\beta_0 = 0,67$.

Таблица 1.

Результаты расчета пористой структуры вспененной абразивно-полимерной композиции.

№ варианта распределения	Наименование распределения и формула плотности вероятности	График для плотности вероятности	Ячеистость структуры	Предельное наполнение порами	Содержание абразивного полимерного связующего
			β	Φ_m	ε
1.	Нормальное $f(D) = \frac{1}{2\pi\sqrt{\sigma}} \cdot e^{-\frac{(D-D_{cp})^2}{2\sigma^2}}$ где: $\sigma = 14$ — дисперсия $D = 50$ — среднее	(нормальный) 	0,656	0,604	0,396
2.	Геометрическое $f(D) = q(1-q)^D$ где $q = 0,05$ — вероятность успеха в отдельном испытании	(геометрический) 	0,598	0,626	0,394
3.	Равномерное $f(D) = \frac{1}{b-a}$ где $b = 100$ — верхний предел; $a = 0$ — нижний предел	(равномерный) 	0,647	0,607	0,393
4.	Геометрическое обратное $f(D) = q(1-D)^{-D}$ где $q = 0,055$ — вероятность успеха в отдельном испытании	(обратный геометрический) 	0,66	0,602	0,398

Из рассмотрения данных, приведенных в табл. 1 следует, что наибольшей ячеисто-

стью, т.е. наименьшим наполнением порами обладают структуры, в которых размеры пор подчиняются обратному геометрическому закону распределения: мелких пор мало, а крупных — много. В этом случае относительное содержание абразивно-полимерного связующего композиционного материала максимально, что позволит при прочих равных условиях иметь в составе инструмента в целом большее количество абразива. Поэтому для абразивных инструментов, получаемых способом вспенивания жидкой абразивно - полимерной композиции, можно рекомендовать производить вспенивание с обеспечением обратного геометрического закона распределения размеров пор.

Рассмотрим случай, когда имеется смесь N гетерогенных фаз, в каждой из которых имеется свое непрерывное распределение частиц по размерам. Пусть $f_1(D), f_2(D), \dots, f_N(D)$ — плотности распределения для отдельных гетерогенных фаз абразивного композита. Объемная доля частиц i -той гетерогенной фазы dx_{iD} , диаметры которых лежат в пределах от D до $D + dD$, выражается через функцию распределения

$$dx_{iD} = x_i \left[\frac{\pi \cdot D^3}{6\bar{V}_i} \right] f_i(D) dD, \quad (23)$$

где: x_i — объемная доля i -той гетерогенной фазы в соответствии с выражением (11);

$\bar{V}_i$ — средний объем одной частицы i -той гетерогенной фазы.

Диапазоны изменения размеров для различных гетерогенных фаз могут перекрываться.

Для коэффициента доли связующего вещества в абразивном композите, содержащем несколько гетерогенных фаз, получаем:

$$p = \sum_{i=1}^N x_i \left[p_{0i} - \frac{\pi \cdot (p_{0i} + 1)}{6\bar{V}_i} \int_0^{D_\delta} \frac{(D_\delta - D)^3 D^3 f_i(D) dD}{D^2 (3D_\delta + D) + (D_\delta - D)^3} - \frac{p_{0i} \pi}{6\bar{V}_i} \int_{D_\delta}^{\infty} \frac{(D - D_\delta)^2 D^3 f_i(D) dD}{D_\delta (D + 2D_\delta) - (D - D_\delta)^2} \right], \quad (24)$$

где: x_i — это объемная доля i -той гетерогенной фазы;

$\bar{V}_i$ — средний объем одной частицы в i -той гетерогенной фазе.

Величина $\bar{V}_i$ вычисляется по соотношению (20), если вместо $f(D)$ подставить $f_i(D)$. Под p_{0i} понимается коэффициент пористости (ячеистости — для пор) фазы «монофракции», составленной из частиц i -той гетерогенной фазы. Предполагается, что величины p_{0i} для разных гетерогенных фаз могут быть различными, но от приведенного диаметра они не зависят.

Зная плотности распределения частиц в «монофракциях», коэффициенты пористости (ячеистости) «монофракций» p_{0i} и объемные доли гетерогенных фаз в составе абразивных композитов x_i , можно определить коэффициент доли связующего вещества. Базовый диаметр, как и для одной гетерогенной фазы, определяется путем перебора. Задаваясь различ-

ными значениями базового диаметра, находят зависимость $p(D_{\delta})$. Истинным является максимальное значение коэффициента доли связующего вещества.

Результаты расчетов структуры абразивных композитов при нормальном и геометрическом законах распределения пор и нормальном законе распределения абразивного порошка показывают, что максимальное содержание абразива в объеме инструмента составляет 15-16 % и не зависит от зернистости абразива. Эта величина определяется возможностями материала связки удерживать абразивные зерна, что характеризуется коэффициентом χ_A .

Для того, чтобы была обеспечена целостность инструмента и его минимально допустимая прочность, количество связки должно быть не менее некоторой величины B , определяемой следующим образом:

$$B = \frac{V_a + V_n}{V_c} \quad (25)$$

где V_a , V_c , V_n —объемы соответственно абразива, связки, пор.

Величина B носит пороговый характер и является своеобразным критерием: если $B > [B]$, то изготовление такого инструмента невозможно; если же $B < [B]$, то инструмент будет сформирован. Поскольку всегда следует стремиться к минимизации количества связки, то можно в расчетах применять величину $[B]$, определяемую экспериментальным путем.

Выражение (25) можно записать в следующем виде:

$$B = \frac{V_a}{V_c} + \frac{V_n}{V_c} . \quad (26)$$

Входящие в формулу (26) объемы могут быть выражены через соответствующие массы и плотности:

$$V_a = \frac{M_a}{\rho_a}; V_c = \frac{M_c}{\rho_c} , \quad (27)$$

где M_a , M_c —массовые доли абразива и связки в рецептуре инструмента;

ρ_a , ρ_c —плотности материалов абразива и связующего вещества.

Рецептура инструмента предполагает наличие соотношения между количествами компонент, т.е.

$$\frac{M_a}{M_c} = \eta . \quad (28)$$

По аналогии вводится другая безразмерная величина

$$\xi = \frac{\rho_a}{\rho_c} . \quad (29)$$

Тогда первое слагаемое в формуле (26):

$$\frac{V_a}{V_c} = \frac{\eta}{\xi}. \quad (30)$$

Второе слагаемое в формуле (26) определяется пористостью композиционного материала. Можно считать, что

$$V_n = \varepsilon V, \quad (31)$$

где ε — пористость композиционного материала абразивного инструмента.

Итоговая пористость в инструменте, получаемом способом вспенивания, возникает после того, как вся рабочая полость пресс-формы оказывается заполненной композиционным материалом.

Введем понятие коэффициента исходного заполнения пресс-формы K . При этом:

$$\varepsilon = 1 - K, \quad (32)$$

где K — коэффициент заполнения пресс-формы, причем

$$K = \frac{\rho_a V_a + \rho_c V_c}{\rho V}, \quad (33)$$

где ρ — плотность беспористого композиционного материала, определяемая следующим образом:

$$\rho = \frac{1}{\frac{m_a}{\rho_a} + \frac{m_c}{\rho_c}}, \quad (34)$$

где m_a и m_c — массовые доли абразива и связки, выраженные в долях единицы, причем

$$m_a + m_c = 1. \quad (35)$$

Подставляя выражения (30), (31) и (35) в формулу (34), имеем:

$$\rho = \frac{(1 + \eta)\xi}{\eta + \xi} \rho_c. \quad (36)$$

Для критерия формуемости (26) имеем:

$$B = \frac{\eta}{\xi} + \frac{V}{V_c} (1 - K). \quad (37)$$

Переходя к рецептурным параметрам, т.е. выражая массовые количества компонент в долях единицы, и учитывая, что

$$V_c = \frac{m_c}{\rho_c}, V = \frac{1}{\rho}, m_c + m_a = 1, \quad (38)$$

(где m_a — массовое количество абразива в долях единицы; m_c — массовое количество связки в долях единицы), окончательно можно записать:

$$B = \frac{\eta}{\xi} + \frac{\rho_c}{\rho \cdot m_c} (1 - K), \quad (39)$$

или

$$B = \frac{\eta}{\xi} + (1 + \xi)(1 - K), \quad (40)$$

Величину K , входящую в выражение (40), определяют по следующей формуле:

$$K = \frac{M}{\rho \cdot V}, \quad (41)$$

где: M и V — масса и объем полученного образца абразивного композита;

ρ — плотность беспористого абразивного композита, рассчитываемая по формуле (34).

Подстановка экспериментально полученного значения K в формулу (39) дает то значение критерия формируемости B , которое может быть принято за предельное, т.е. $B=[B]$.

Графическая интерпретация выражения (39) приведена на рис. 3. Пользуясь графиками на рис. 3 как номограммой, можно для конкретного значения η_k определить пористость структуры абразивного композита, характеризуемую конкретным значением величины K_k . При этом ордината зависимости $B=B(\eta_k, K_k)$ не должна находиться выше, чем $[B]$.

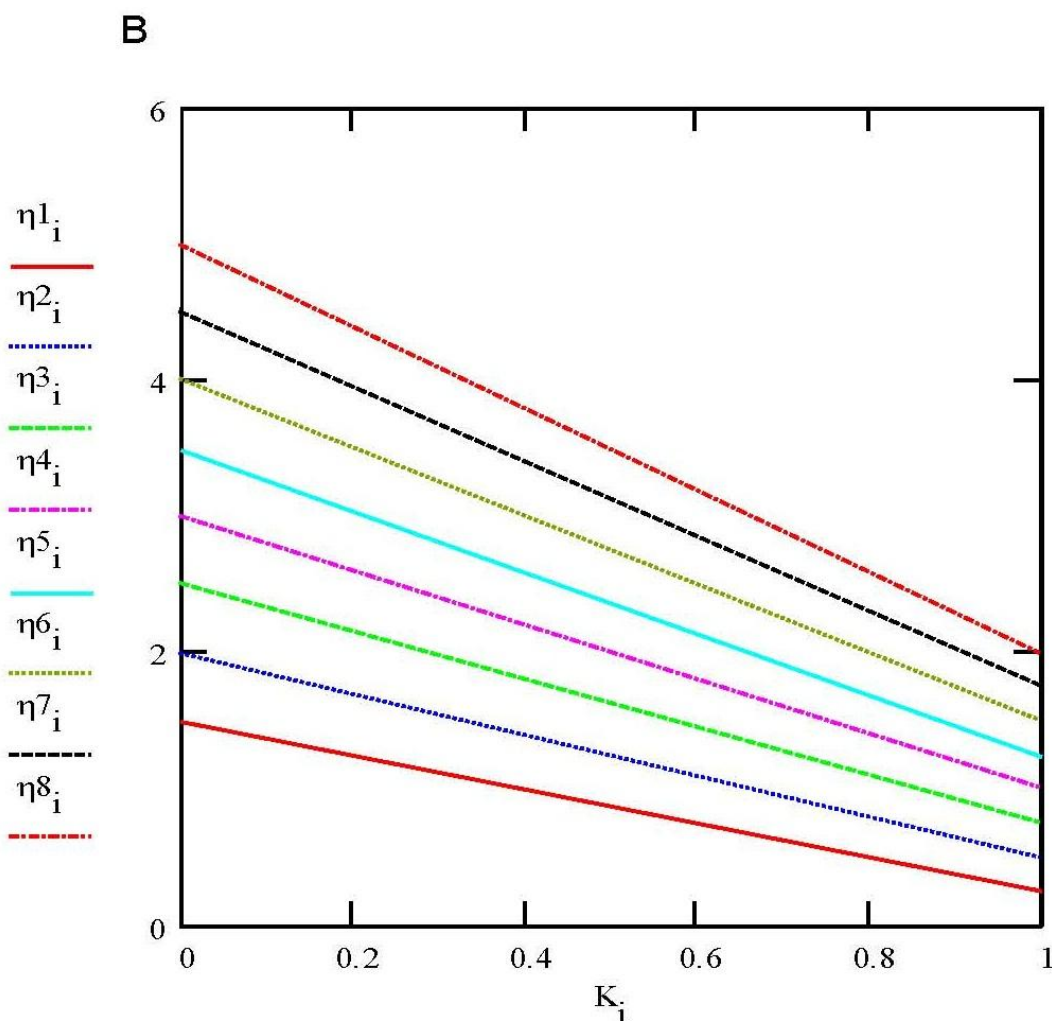


Рис. 3

Зависимости критерия формируемости абразивных композитов B от коэффициента запол-

нения пресс-формы K для различных значений величины отношения η ($\eta_{1_i} - \eta_{8_i}$ — соответствуют изменению соотношения η в диапазоне $\eta = 1-8$) при $\xi = 4$: η_{1_i} — нижний график.

Литература

1. Масса для получения пористого абразивного инструмента и способ его изготовления: Патент 2064856 РФ / Ю.М. Михайлов, Н.А. Плишкин, Л.В. Кармон, Е.М. Батурин. Оpubл. 10.08.1996.
2. Состав для алмазного инструмента: Патент 2169658 РФ / В.С. Кондратенко. Оpubл. 27.06.2001.
3. Абразивно-полимерная композиция для изготовления пористого шлифовально-полировального инструмента: Патент 2393954 РФ / А.А. Агич, С.А. Агич. Оpubл. 10.07.2010.
4. Мошев В.В., Иванов В.А. Реологическое поведение концентрированных неньютоновских суспензий. М.: Наука, 1990. – 88 с.

Analysis of components ratio in the structure of porous tools made of abrasive composites

77-30569/235503

10, October 2011

Authors: Saghatelyan G.R., Makushina N.V.

Bauman Moscow State Technical University

h.sagatelyan@mail.ru

The article covers potential ratios of abrasive powder, pores and couplant in the composite material of an abrasive tool. Analytical relations for calculating maximum fillings by a heterogeneous phase were obtained. The optimal composite structure is the structure which has a maximum proportion of the abrasive material in the tool. It is shown that for abrasive grain the size of which is less than 30 microns an optimal size of pores is 0,5 mm. Maximum volume filling of abrasive composites at continuous distribution of particles of heterogeneous phases according to sizes was calculated. It is shown that the maximum content of abrasive in the tool volume accounts for 15-16%. The authors describe an empirically defined criterion of tool formability characterizing the binder's ability to keep abrasive grains.

Publications with keywords: [ABRASIVE](#), [tool](#), [BINDER](#), [PORES](#), [composite](#), [volume](#), [proportion](#)

References

1. Mass for the porous abrasive tool and method of fabrication lines: The patent 2064856 RF / YM Mikhailov, N. Plishkin, L. Carmon, EM Baturin. Publ. 10.8.1996.
2. Ingredients for the diamond tool: Patent 2169658 RF / V.S. Kondratenko. Publ. 27.6.2001.
3. Cutting-polymer composition for the manufacture of porous grinding and polishing tools: Patent 2393954 RF / A.A. Agich, C.A. Agich. Publ. 10.7.2010.
4. Moshev V.V., Ivanov V.A. Non-Newtonian rheological behavior of concentrated suspensions. Moscow: Nauka, 1990. - 88.