

Наукоёмкие технологии в машиностроении. 2022. №10 (136). С. 22-25.
Science intensive technologies in mechanical engineering. 2022. №10 (136). P. 22-25.

Научная статья
УДК 621.921
doi:10.30987/2223-4608-2022-10-22-25

Повышение эффективности шлифовальных кругов на бакелетивой связке путем управления структурообразованием на разных этапах технологического процесса их производства

Вячеслав Михайлович Шумячер¹, д.т.н.,
Сергей Владимирович Медко², главный технолог

¹ Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградский государственный технический университет, г. Волжский, Россия

² ОАО «Волжский абразивный завод», г. Волжский, Россия

¹ vms22@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1495-0691>

² sergey.medko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Аннотация. Представлены результаты исследования влияния структурно механических характеристик абразивных смесей на показатели шлифования. Предложены методы и средства контроля свойств абразивных смесей на разных переделах при производстве бакелитовых шлифовальных кругов.

Ключевые слова: бакелит, шлифование, структура, физико-механические свойства

Для цитирования: Шумячер В.М., Медко С.В. Повышение эффективности шлифовальных кругов на бакелетивой связке путем управления структурообразованием на разных этапах технологического процесса их производства // Наукоёмкие технологии в машиностроении. – 2022. – №10 (136). – С. 22-25. doi: 10.30987/2223-4608-2022-10-22-25.

Original article

Efficiency upgrading of grinding wheels on a resinoid bond by controlling the structure formation at different stages of the technological process of their production

Vyacheslav M. Shumyacher¹, Dr. Sc.Tech.,
Sergey V. Medko², Engineering manager

¹ Volga Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University, Volzhsky, Russia

² JSC "Volga Abrasive Plant", Volzhsky, Russia
¹vms22@yandex.ru, ² sergey.medko@yandex.ru,

Abstract. Research evidence of the influence of structural and mechanical characteristics of abrasive mixtures on grindability index, is presented. Methods and means for controlling the properties of abrasive mixtures at different stages in the production of resinoid wheels, are proposed.

Keywords: bakelite, grinding, structure, physical mechanical properties

For citation: Shumyacher V.M., Medko S.V. Efficiency upgrading of grinding wheels on a resinoid bond by controlling the structure formation at different stages of the technological process of their production. / Science intensive technologies in Mechanical Engineering, 2022, no. 10 (136), pp. 22-25. doi: 10.30987/2223-4608-2022-10-22-25.

В современном машиностроении широкое применение находит абразивный инструмент на бакелитовой связке. Инструмент на органическом связующем в процессе изготовления менее энергозатрачен, чем инструмент на керамическом связующем. Вместе с этим инструмент на органическом связующем при шлифовании минимизирует прижогообразование на обрабатываемой поверхности, обладает высокой прочностью, выдерживает ударные нагрузки.

В этой связи повышение эффективности шлифовальных кругов: режущая способность, износостойкость, а также обеспечение требуемой шероховатости обработанной поверхности является важной технической и экономической задачей.

Абразивный инструмент представляет собой композит, состоящий из связки, абразивного зерна в определенном соотношении и порошкового пространства. С позиций физико-химической механики композитов важное значение имеют эволюционные процессы при формировании системы «абразивное зерно – связка». От их характера зависят показатели прочности удержания абразивного зерна и связки, а следовательно, и эксплуатационные показатели инструмента.

Технологический процесс изготовления шлифовального круга состоит из следующих переделов: смешивание абразивных зерен с жидким бакелитом, с последующим добавлением порошкообразного связующего (СФП) и функциональными наполнителями: криолитом, флюоритом и т.д. Бакелитовые связки имеют следующие разновидности: Б и Б1, изготавливаемые из пульбакелита и Б2, получаемую из жидкого бакелита и специальная Б3, применяемую для изготовления резьбошлифовальных и тонких отрезных кругов.

При производстве абразивного инструмента термин «связующее» применяют для обозначения матрицы дисперсно-наполненных и армированных полимерных композиций. При переработке абразивной смеси количество и характер распределения связующего определяет формуемость, объемную усадку и другие технологические свойства материалов.

Формирование контактной зоны «связка – абразивное зерно» имеет важное значение, т.к. прочность удержания абразива предопределяет важнейшие экспериментальные показатели инструмента.

Перед смешиванием абразивного зерна и жидкого бакелита необходимо должным образом обработать поверхность дисперсной фазы

(абразивное зерно). По данным [1 – 3] термообработка абразивного зерна (Al_2O_3) при температуре ~ 500 °С способствует удалению из микротрещин абсорбируемой влаги, которая препятствует адгезии абразивного зерна и связки. Ранее выполненными исследованиями было показано, что обработка зерен электрокорунда раствором алюмохромофосфатов связующим (АХФГС) с последующей сушкой при температуре ~ 700 °С обеспечивает устранение дефектов их поверхности.

Химико-термическая обработка абразивного зерна (ХТО) повышает \sim в 2 раза её режущую способность [4].

Таким образом, с целью повышения качества шлифовальных кругов на бакелитовой связке целесообразно обрабатывать абразивные зерна алюмохромофосфатным связующим (АХФГС), предварительно выполнив их термообработку при температуре ~ 500 °С в течение 30 мин.

Формирование структуры будущего инструмента начинается в момент смешивания компонентов: абразивное зерно; жидкий бакелит; пульвербакелит; функциональные наполнители (креолит; флюориты и т.д.). При введении в смеситель абразивного зерна на него подается жидкий бакелит, формирующий слой, который за счет адгезии удерживает пульвербакелит и частицы функциональных наполнителей, контроль снижения процесса смешивания абразивной смеси осуществляет путем измерения пластической прочности [5], сущность метода заключается в применении конического пластомера. Пластическая прочность определяем из зависимости:

$$P_m = k_\alpha \frac{F'}{h^2} \quad (1)$$

где F' – сила, действующая на конус при внедрении его в абразивную смесь; $k_\alpha = 0,959$ ($\alpha = 60^\circ$); h – глубина отпечатка конуса.

Данный метод позволяет оценить слеживаемость абразивной смеси.

Предварительный анализ физико-механических свойств дисперсных систем показывает, что их нельзя оценить одной характеристикой, например, твердостью.

Карра показал, что оценивать сыпучесть дискретных материалов можно суммой баллов по пяти показателям: угол естественного откоса; коэффициент уклонения; угол обрушения; коэффициент внутреннего трения. Данные показатели являются характеристикой абразивной смеси – комкуемости, которая является комплексным показателем, определяющим основ-

ные физико-химические свойства: степень уплотнения ($\Delta\rho$); сопротивление одноосному сжатию ($\sigma_{сж}$); сопротивление вдавливанию конуса (h) и времени прохождения сквозь вибросито (T). Комкуемость смеси зависит от зернистости абразивного материала (Z); удельного содержания связи (K_c). Комкуемость определяется из зависимости:

$$K_{ф.с} = 0,05 \cdot \Delta\rho + 0,5 \sigma_{сж} + (2,5 - 0,125h) + 0,001T.$$

Комкуемость $K_{ф.с}$ формовочной смеси оценивается 10 баллами. При этом чрезвычайно комкующаяся – 8...10 баллов; сильно комкующаяся – 6...8 баллов; средне-комкующаяся – 4...6 баллов; слабо комкующаяся – 2...4 балла; некомкующаяся – 0...2 балла.

В ходе проведения исследований были приготовлены формовочные смеси следующих составов (табл. 1).

1. Состав формовочных смесей

$K = \frac{V_c}{V_3}$	Объемы содержания компонентов смесей, %					БЖ-3 (расч. факт.)	ПБ (расч. факт.)	Криолит
	V_3	V_c	$V_{БЖ}$	$V_{ПБ}$	$V_{кр}$			
Карбид кремния черный, 80, 40, 20								
0,20	83,330	16,667	3,958	11,860	0,833	1,809	5,655	0,952
0,20	83,330	16,667	3,950	11,250	1,667	1,714	5,387	1,905
0,20	83,330	16,677	3,542	10,625	2,500	1,619	5,060	2,857
0,45	68,966	31,040	7,371	22,111	1,552	4,072	12,723	2,143
0,45	68,966	31,040	6,983	20,948	3,103	3,857	12,053	4,285
0,45	68,966	31,040	6,595	19,874	4,655	3,643	11,384	6,428
0,70	58,824	41,176	9,779	29,339	2,059	6,330	19,791	3,334
0,70	58,824	41,176	9,265	27,794	4,117	6,000	18,750	6,666
0,70	58,820	41,176	8,750	26,250	6,176	5,667	17,708	9,998

Приведенные в табл. 1 составы формовочных смесей были исследованы с целью определения и

физико-механических показателей (табл. 2).

2. Физико-механические показатели смесей разных рецептов

Рецептурный параметр смеси			Физико-механические показатели смеси							
K	H , %	СВ ПБ, %	угол сползания, °	время истечения, с	высота обрушения, мм	степень уплотнения, %	Насыпной вес, г/см ³	время прохождения через сито, с	прочность на сжатие	комкообразование
0,20	5	0,41	31,6	3,0	99	6,42	1,55	35	0,00	0,0067
0,20	10	0,58	29,3	7,0	9	7,35	1,59	13	0,08	
0,20	15	0,42	27,8	15,7	20	5,78	1,60	115	0,36	
0,45	5	0,70	27,1	18,9	25	11,84	1,39	255	1,58	0,0032
0,45	10	0,33	27,2	4,2	99	10,60	1,48	288	1,69	
0,45	15	0,43	27,5	5,9	96	11,83	1,47	387	1,67	
0,70	5	0,23	27,6	6,0	99	14,95	1,30	561	2,95	0,0042

Как следует из анализа табл. 2 степень уплотнения смеси, ее твердость, время прохождения через сито, прочность сжатия пригодны для замеров степени комкуемости абразивной смеси на основе бакелитовой связи.

Было исследовано влияние предварительно нагретого абразивного зернового материала на комкуемость формовочных смесей. Установлено, что при нагреве абразивного зерна до 60 °С формовочная смесь обладает высокой сыпучестью и низкой комкуемостью.

Определялось влияние времени смешивания формовочной смеси на комкуемость.

Установлено, что для зерна абразива 400 мкм время смешивания 15 мин, а для абразива с размером 200 мкм – 20 мин. Увеличение поверхности абразивных зерен (уменьшение зернистости) требует более продолжительного времени смешивания компонентов бакелитовой смеси.

Для оценки комкуемости формовочной смеси были приняты: коэффициент комкуемо-

сти; угол естественного откоса; насыпная плотность; степень уплотнения; коэффициент внутреннего трения; начальное сопротивление сдвигу; твердость уплотненной смеси; прочность смеси при одноосном сжатии; время прохождения смеси через вибросито; высота столба обрушения свободно насыпной смеси.

Экспериментально было установлено, что с повышением комкуемости абразивной смеси снижается однородность структуры заготовки (отформованной) шлифовального круга, что выражается в уменьшении его стойкости при обработке заготовок и коэффициента шлифования.

Из табл. 1 и табл. 2 была выбрана рецептура абразивной смеси имеющей показатели – $H = 10 \%$; свободные пульвербакелит – $0,58 \%$; угол естественного откоса – $29,3 \%$; время истечения через воронку – $7,0$ с; степень уплотнения – $7,35 \%$; насыпная плотность – $1,59$ г/см³; твердость при нагрузке на конус – $40 H_h - 17,36$ мм; время прохождения через сито – 13 с; прочность при сжатии $0,08$ Н/м²; коэффициент внутреннего трения смеси – $0,097$. Из смеси данного состава был изготовлен опытный круг $1300 \times 127 \times 20$ 25А, которым шлифовался валик из стали ШХ15 ($58...60$ HRC₇).

Коэффициент шлифования составил $0,77$. В сравнении с серийным инструментом обеспечен рост коэффициента шлифования ~ на 45% .

Заключение

На основании проведенных исследований можем отметить следующее:

– использование предложенной методологии подбора компонентов смеси и режимов их смешивания позволяет управлять ее структурообразованием на каждом из переделов;

– предложенные методы и средства контроля смеси позволяют добиться высокой вос-

производимости эксплуатационных характеристик абразивного инструмента при его производстве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Эйдельштейн, Ф.И., Хижняк, Н.П., Коршун, О.А. Влияние термообработки и условий хранения на прочность шлифовального зерна // Сборник научных трудов ВНИИАШ. – 1983. – С. 20-27.

2. Лавров, И.В., Лабес, В.И., Филимонов, Л.Н., Приемышев, А.В. Воздействие термоудара на износостойкость шлифовального зерна белого электрокорунда // Науч.-техн. ред. сборник «Абразивы». – 1980. – вып. 12. – С. 10-11.

3. Есикава, Х. Изменение прочности абразивных зерен вследствие нагревания. – Семицу Кикай, 1963. – Т. 29. – №2-3. – С. 225-231.

4. Ярков, В.С., Закирова, А.К., Калинина, В.Н. Производство шлифовального зерна с покрытием для изготовления высококачественного абразивного инструмента // Сборник научных трудов ВНИИАШ. – 1983. – С. 28-32.

5. Панасевич, А.А., Овчаренко, Ф.Д., Никитина, Т.М. Применение конического пластомера как экспресс-метода при оценке реологических свойств модифицированных грунтов. – Киев, 1972. – С. 252-255.

REFERENCES

1. Edelstein, F.I., Khizhnyak, N.P., Korshun, O.A. Heat treat process effect and influence of holding conditions on abrasive grain strength / Collection of scientific papers of VNIASH, 1983, pp. 20-27.

2. Lavrov, I.V., Labes, V.I., Filimonov, L.N., Priemyshev, A.V. Impact of thermal shock on wear resistance of grinding grain of white electrocorundum / Scientific and Technical ed. collection «Abrasives», 1980, vol. 12, pp. 10-11.

3. Yoshikawa, H. Changes in Strength of Abrasive Grains by High-Temperature Heating. Semitsu Kikai, 1963, vol. 29, no. 2-3, pp. 225-231.

4. Yarkov, V.S., Zakirova, A.K., Kalinina, V.N. Production of grinding grain with coatings for high-quality abrasive tools manufacturing / Collection of scientific papers of VNIASH, 1983, pp. 28-32.

5. Panasevich, A.A., Ovcharenko, F.D., Nikitina, T.M. The use of a conical plastomer as an express method for assessing the rheological properties of modified soils. Kiev, 1972, pp. 252-255.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.04.2022; одобрена после рецензирования 06.05.2022; принята к публикации 15.06.2022.

The article was submitted 21.04.2022; approved after reviewing 06.05.2022; assepted for publication 15.06.2022.