

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АБРАЗИВНЫХ СМЕСЕЙ

**Б.А. Чаплыгин, В.В. Широков**

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

Качество абразивного инструмента формируется на всех стадиях технологического процесса. Особое место в производстве абразивного инструмента занимает операция приготовления абразивных смесей из многих компонентов. Затраты на ее производство в значительной мере определяют себестоимость и качество готовой продукции. Вместе с тем процесс приготовления смесей является узким местом в производстве инструмента, одной из наиболее трудоемких и энергоемких операций. Отсутствие научно-обоснованных методов прогнозирования качества смесей, а также надежных оперативных методов контроля качества смесей сдерживает разработку эффективных технических решений, позволяющих реализовать возможности процесса валкового смешения. Абразивную смесь, представляющую механическую композицию с разным долевым отношением вулканитовой связки и абразивного материала, получают методом валкового смешения с использованием прокатного оборудования. Используемый в настоящее время способ контроля готовности (однородности) смеси носит субъективный характер и имеет значительные погрешности. А резонансный и ультразвуковой импульсный контроль качества готовых изделий применительно к сырым абразивным смесям не пригоден.

Широкое распространение в настоящее время в разных сферах производства получают методы контроля свойств изделий, использующие возможности цифровой съемки и компьютерной обработки цветового содержания снимка с помощью программ компьютерной графики.

Цифровая фотосъемка поверхности абразивной смеси и анализ изображения с помощью программ компьютерной графики позволяют оценить содержание твердой и вязкой фаз в пробах на разных участках перерабатываемого объема смеси и судить об однородности смеси. Это, в свою очередь, позволит обеспечить оперативный и надежный контроль качества смеси и более эффективно реализовать возможности процесса изготовления шлифовальных изделий из абразивных смесей.

*Ключевые слова: качество, однородность смеси, фотометрический метод.*

Абразивная смесь, из которой с использованием операций обработки давлением изготавливают шлифовальные изделия, включает в себя упруго-вязкую связку и несжимаемый абразивный материал в разных соотношениях [1]. Степень однородности смеси определяет эксплуатационные свойства абразивного инструмента и затраты на производство смеси. По результатам оперативного контроля качества смеси определяется ее готовность либо необходимость продолжения операции смешивания.

Простейшие оценки однородности смеси в производственных условиях делаются визуально по блеску среза смеси и степени неровности ее поверхности на ощупь. При этом субъективная информация об однородности

смеси имеет большую погрешность. Для более корректной оценки качества смеси используется акустический метод с использованием прибора «Звук» [2]. Опыт использования прибора «Звук» в условиях абразивного производства показал, что показания прибора зависят от силы удара, формы и размеров изделия, то есть от факторов, не определяющих механические характеристики материала изделия [3].

В руководстве по методике определения механических свойств уже готового (термообработанного) абразивного изделия по скорости распространения акустических волн для устранения указанных недостатков метода вводятся поправочные коэффициенты [4, 5]. Особенности метода дают основание пола-

гать, что для исследования свойств вязкой среды резонансный метод частоты собственных колебаний неприемлем. С помощью другого прибора «Индекс», в основе которого лежит ультразвуковой импульсный метод, контролируется твердость только отдельных видов инструмента, при этом мощность импульса зачастую оказывается недостаточной, да и такие факторы, как размеры и форма испытуемого изделия влияют на контролируемый параметр [5–8].

Производством выпускаются сотни марко-типо-размеров абразивных кругов, которые формируются в процессе изготовления за счет разных упруговязких связей, марок абразивного материала и различного их соотношения.

При этом различие цвета абразивного материала и связки дает основание полагать, что в качестве оперативного метода контроля качества смесей может быть использован широко применяемый в разных сферах деятельности цифровой фотометрический метод [9], опыт применения которого в инструментальной отрасли отсутствует.

В основу метода положена цифровая фотосъемка исследуемого объекта и анализ снимка с помощью программ компьютерной графики [10, 11]. При этом можно выделить требуемый для просмотра участок изображения в удобном для анализа масштабе. Достоинством этого метода является невысокая стоимость приборного обеспечения, надежность в эксплуатации, простота в пользовании рабочим, оперативность получения результата. В итоге оптимизируется время операции подготовки абразивной массы, из которой далее формируется готовое изделие, достигается стабильное качество массы в объеме, повышается точность попадания в заданные механические характеристики изготавливаемых изделий, снижается пересортица изготовленных кругов и повышается производительность процесса получения готовой продукции, и как следствие – снижение затрат на ее производство. Результаты внедрения фотометрического метода исследования качества смеси на предприятии по производству шлифовального инструмента подтвердили изложенные достоинства и рекомендованы для применения на других инструментальных заводах и отраслях промышленности.

Все прочие методы требуют длительной процедуры исследования образцов и не могут претендовать на роль оперативных.

Точность фотометрического метода исследовали путем многократной съемки одного и того же объекта с одного положения. Результаты статистической обработки снимков показывают относительное отклонение в процентах математических ожиданий цветового содержания отдельных снимков от математического ожидания всей серии снимков [11]. Ошибка измерений не выходит за пределы интервала  $\pm 10\%$ . Исследование цветового содержания снимка от расстояния до объекта при съемке позволяет сделать вывод, что чем ближе расстояние до объекта, тем точнее информация относительно однородности цветового содержания снимка. Действительно, при увеличении плотности изображения, что в частности достигается уменьшением расстояния до объекта съемки, по существу уменьшается масштаб пробы, а при увеличении расстояния масштаб пробы увеличивается. Исследованиями влияния масштаба [9] проб на статистические критерии качества смесей установлено, что статистические критерии качества являются необходимыми, но недостаточными для однозначной оценки качества смеси, и в итоге введены понятия критического масштаба проб и глубины однородности смеси. А это в свою очередь позволило предложить критерии однозначной оценки качества смесей.

Таким образом, предложенный фотометрический метод адаптирован для промышленного производства и рекомендован для использования на промышленных предприятиях.

### Литература

1. Чаплыгин, Б.А. Создание прогрессивного производства вулканитового инструмента на основе моделирования процессов обработки давлением, новых способов и устройств: дис. ... д-ра техн. наук / Б.А. Чаплыгин. – Магнитогорск, 1999. – 229 с.
2. Акустические методы контроля и звуковой индекс (ЗИ) абразивного инструмента // Абразивное производство: сб. науч. тр. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – С. 102–104.
3. Борисов, Ю.А. Ультразвук настоящего и будущего / Ю.А. Борисов, Л.О. Макаров. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 88 с.
4. Контроль качества абразивного инструмента акустическим методом: метод. рекомендации / УралВНИИАШ. – 1984. – 60 с.

5. Ультразвуковой контроль абразивного инструмента: метод. рекомендации / УралВНИИАШ, ВНИИТЭРМ. – 1988. – 28 с.

6. Чаплыгин, А.Б. Разработка и исследования ультразвукового метода контроля качества абразивных смесей / А.Б. Чаплыгин, В.Г. Шеркунов, С.В. Марченко // *Абразивное производство: сб. науч. тр.* – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – С. 29–38.

7. Чаплыгин, А.Б. Исследование влияния содержания абразивного зерна на скорость ультразвукового импульса / А.Б. Чаплыгин, В.Г. Шеркунов, А.А. Дьяконов // *Абразивное производство: сб. науч. тр.* – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – С. 38–41.

8. Марченко, С.В. Исследование ультразвукового метода контроля механических характеристик абразивного инструмента //

С.В. Марченко, А.Б. Чаплыгин // *Абразивное производство: сб. науч. тр.* – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – С. 106–118.

9. Шеркунов, В.Г. Фотометрический метод контроля качества абразивных смесей / В.Г. Шеркунов, А.Б. Чаплыгин, А.А. Дьяконов // *Наука и технология. Избранные труды Российской школы. Серия «Технологии и машины обработки давлением.* – М.: РАН, 2005. – С. 167–170.

10. Карасева, Э.В. *Photoshop CS* // Э.В. Карасева, И.Н. Чумаченко. – М.: ООО «Издательство АСТ»; Изд-во «НТ Пресс», 2004. – 384 с.

11. Гутер, Р.С. *Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта* / Р.С. Гутер, Б.В. Овчинский. – М.: Наука, 1970. – 432 с.

**Чаплыгин Борис Александрович**, д-р техн. наук, профессор кафедры машин и технологий обработки материалов давлением, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; chba51@mail.ru.

**Широков Вячеслав Вячеславович**, канд. техн. наук, доцент кафедры машин и технологий обработки материалов давлением, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; shirokovvv@susu.ru; ORCID ID: 0000-0003-1663-9362.

*Поступила в редакцию 15 декабря 2018 г.*

---

DOI: 10.14529/met190111

## IMPROVEMENT OF METHODS OF QUALITY CONTROL OF ABRASIVE MIXTURES

**B.A. Chaplygin**, chba51@mail.ru,  
**V.V. Shirokov**, shirokovvv@susu.ru

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

Quality of the abrasive tool is formed at all stages of technological process. The special place in production of the abrasive tool is taken by operation of preparation of abrasive mixtures from many components. Costs of its production considerably define prime cost and quality of finished goods. At the same time process of preparation of mixtures is a bottleneck in production of the tool, one of the most labor-consuming and power-intensive operations. Lack of scientifically based methods of forecasting of quality of mixtures, and also reliable operational methods of quality control of mixtures constrains development of the effective technical solutions allowing to realize possibilities of process of roll mixture. The abrasive mixture representing mechanical composition with the different share relation of a vulkanitovy sheaf and abrasive material is received by method of roll mixture with use of the rolling equipment. The mode of control now in use of readiness (uniformity) of a mixture has subjective character and has considerable errors. And resonant and ultrasonic pulse quality control of finished products in relation to crude abrasive mixtures isn't suitable.

Now in different spheres of production the control methods of properties of products using possibilities of digital shooting and computer processing of the color maintenance of a picture by means of programs of computer graphics are widely adopted.

Digital photographing of a surface of an abrasive mixture and the analysis of the image by means of programs of computer graphics allow to estimate the maintenance of solid and viscous phases in tests on different sites of the processed volume of a mixture and to judge uniformity of a mixture. It is the turn will allow to provide expeditious and reliable quality control of a mixture, and more effectively to realize possibilities of process of production of grinding products of abrasive mixtures.

*Keywords: quality, uniformity of a mixture, photometric method.*

### References

1. Chaplygin B.A. *Sozdaniye progressivnogo proizvodstva vulkanitovogo instrumenta na osnove modelirovaniya protsessov obrabotki davleniyem, novykh sposobov i ustroystv*. Dokt. Diss. [Creation of a Progressive Production of a Vulcanite Tool Based on the Modeling of Forming, New Methods and Devices]. Magnitogorsk, 1999. 229 p.
2. [Acoustic Control Methods and Sound Index of an Abrasive Instrument]. *Abrazivnoye proizvodstvo: sb.nauch. trudov*. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2004, pp. 102–104. (in Russ.)
3. Borisov Yu.A., Makarov L.O. *Ul'trazvuk nastoyashchego i budushchego* [Ultrasound of the Present and the Future]. Moscow, AN SSSR Publ., 1960. 88 p.
4. *Kontrol' kachestva abrazivnogo instrumenta akusticheskimi metodami: metodicheskiye rekomendatsii* [Quality Control of the Abrasive Instrument Using the Acoustic Method: Methodical Recommendations]. UralVNIASH, 1984. 60 p.
5. *Ul'trazvukovoy kontrol' abrazivnogo instrumenta: metodicheskiye rekomendatsii* [Ultrasonic Control of the Abrasive Tool: Methodical Recommendations]. UralVNIASH, VNIITRM, 1988. 28 p.
6. Chaplygin A.B., Sherkunov V.G., Marchenko S.V. [Development and Research of Ultrasonic Method of Quality Control of Abrasive Mixtures]. *Abrazivnoye proizvodstvo*. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2005, pp. 29–38. (in Russ.)
7. Chaplygin A.B., Sherkunov V.G., D'yakonov A.A. [Investigation of the Effect of Abrasive Grain Content on the Speed of an Ultrasonic Pulse]. *Abrazivnoye proizvodstvo*. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2005, pp. 38–41. (in Russ.)
8. Marchenko S.V., Chaplygin A.B. [Study of the Ultrasonic Method of Controlling the Mechanical Characteristics of an Abrasive Tool]. *Abrazivnoye proizvodstvo*. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2005, pp. 106–118. (in Russ.)
9. Sherkunov V.G., Chaplygin A.B., D'yakonov A.A. [Photometric Method for Quality Control of Abrasive Blends]. *Nauka i tekhnologiya. Izbrannyye trudy Rossiyskoy shkoly. Seriya "Tekhnologii i mashiny obrabotki davleniyem"*. Moscow, RAN Publ., 2005, pp. 167–170. (in Russ.)
10. Karaseva E.V., Chumachenko I.N. *Photoshop CS*. Moscow, OOO "Izdatel'stvo AST"; NT Press Publ., 2004. 384 p. (in Russ.)
11. Guter R.S., Ovchinskiy B.V. *Elementy chislennogo analiza i matematicheskoy obrabotki rezul'tatov opyta*. [Elements of Numerical Analysis and Mathematical Processing of the Results of Experience]. Nauka Publ., 1970. 432 p.

*Received 15 December 2018*

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Чаплыгин, Б.А. Совершенствование методов контроля качества абразивных смесей / Б.А. Чаплыгин, В.В. Широков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 88–91. DOI: 10.14529/met190111

### FOR CITATION

Chaplygin B.A., Shirokov V.V. Improvement of Methods of Quality Control of Abrasive Mixtures. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Metallurgy*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 88–91. (in Russ.) DOI: 10.14529/met190111