

УДК 681.518.5

А. В. САВЧИЦ, канд. техн. наук

В. М. ШУМЯЧЕР, д-р техн. наук, проф.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета (Волжский, Россия)

ОЦЕНКА СВОЙСТВ АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА И ИНСТРУМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРИБОРОВ

Аннотация

При изготовлении абразивного инструмента наблюдается достаточно высокий процент брака. В основном это связано с тем, что в процессе изготовления инструмента не учитываются исходные свойства абразивных материалов, что приводит к нарушению всей технологической цепочки. В качестве выхода из сложившейся ситуации предлагается разработка автоматизированной информационно-измерительной системы. Основу системы составляет комплекс измерительных приборов, позволяющих на ранней стадии оценить свойства абразивных материалов и скорректировать рецептуру для достижения наилучших характеристик. Система также включает в себя оборудование для оценки основных свойств готовых абразивных инструментов, что позволяет хранить данные в базе данных и оперативно отслеживать и исправлять любые неточности в рецептуре.

Такая система позволит контролировать весь процесс изготовления абразивного инструмента, что приведет к снижению брака и повышению качества абразивного инструмента.

Ключевые слова:

абразивные материалы, шлифзерно, абразивный инструмент, разрушаемость зерна, режущая способность, информационно-измерительная система, измерительный прибор.

Современное производство трудно представить без использования абразивных инструментов, позволяющих обрабатывать различные материалы (шлифовать, полировать и т. д.). Абразивные инструменты состоят из большого количества абразивных зерен, соединенных специальными связками. Поэтому основные свойства абразивных инструментов определяются типом связки, распределением абразивных зерен по инструменту, технологией изготовления, а также материалом и свойствами абразивных зерен [1].

Технология изготовления абразивного инструмента хорошо изучена и за последние годы не претерпела существенных изменений. Наблюдаются небольшие усовершенствования и технологические разработки, но они не приводят к значительным и кардинальным изменениям [2].

В настоящее время абразивный инструмент изготавливается по рецептурной технологии. Такой подход предполагает использование абразивных материалов с заданными свойствами, однако эти свойства не всегда соответствуют заявленным. Это привело к тому, что при производстве абразивного инструмента 30 %...40 % готовой продукции оказывается бракованной [3].

Как известно, на качество изготовленного абразивного инструмента влияет множество факторов: свойства зерна, форма зерна и его размер, свойства связки и различных наполнителей и т. д. На часть из них можно оказывать целенаправленное влияние, улучшая качественные показатели абразивного инструмента, но на другие, ввиду сложности происходящих физико-химических процессов, а также неконтролируемых характеристик абразивного зерна или связки, – невозможно. Чтобы избежать данной ситуации, необходимо проверять исходные свойства абразивного материала и связки, а при отклонении их от заявленных вносить корректировку в рецептуру и технологию изготовления. Но, увы, это не осуществляется [4].

К основным показателям свойств абразивных материалов, которые желательно контролировать при изготовлении абразивного инструмента, можно отнести: зерновой состав, разрушаемость, режущая способность, прочность зерен, износостойкость, полирующая способность. Данные показатели сложно и трудоемко оценить без специальных измерительных приборов, которых на современном рынке не представлено совсем или в ограниченном количестве. Из всех вышеперечисленных показателей современными приборами можно осуществить контроль прочности и полирующей способности абразивного зерна. К таким приборам относятся серийно выпускаемые лабораторные мельницы (прочность абразивного зерна) и приборы контроля шероховатости (полирующая способность зерна).

Для оценки остальных показателей в НПО «Всесоюзный научно-исследовательский институт абразивов и шлифования» была разработана серия приборов, таких как ППЗР-2 (оценка прочности зерен), РСЗ-2 (оценка режущей способности зерен), ШЛИФ (оценка прочности зерен).

Несмотря на то, что вышеописанное оборудование облегчает процесс контроля свойств абразивных материалов, он остается трудоемким. Весь процесс, вплоть до регистрации показаний и обработки результатов, выполняется вручную. Кроме того, отсутствует возможность хранения и накопления данных, полученных в результате проведенной работы. Приборы ШЛИФ, РСЗ-2, ППЗР-2 и им подобные уже морально и физически устарели и не соответствуют современным представлениям об автоматизированном контроле и анализе. Конструктивные решения, используемые в этих приборах, не позволяют оценивать свойства современных абразивных материалов. Так, РСЗ-2 не может имитировать работу абразивных кругов при скоростях резания свыше 60 м/с. Все приборы громоздки и тяжелы, отсутствует цифровая система сбора и обработки получаемой информации.

Работа по модернизации данных приборов ведется уже в НТЦ «Волжский научно-исследовательский институт абразивов и шлифования».

Исходя из вышесказанного, основная задача работы заключается в модернизации существующих и разработке новых приборов, позволяющих производить оценку основных свойств абразивных материалов или уже готовых изделий из них. В каждый прибор будет закладываться возможность контроля параметров, изменяемых в процессе проведения экспериментов по оценке

основных показателей. Данные параметры позволяют непосредственно оценить необходимые величины (например, вес образца и его размер) или косвенным путем определить расчетные параметры, характеризующие качественные показатели (например, удельную энергию шлифования).

Полученные данные, после анализа приборами, будут отображаться на самом приборе или передаваться по промышленным сетям (проводной или беспроводной) на компьютер, планшет или смартфон. Такой подход дает возможность организовывать информационно-измерительную сеть из приборов, тем самым позволяя производить оперативный анализ полученных результатов, формировать отчеты и корректировать рецептуру производимого абразивного инструмента. Пример структурной схемы информационно-измерительной системы представлен на рис. 1.

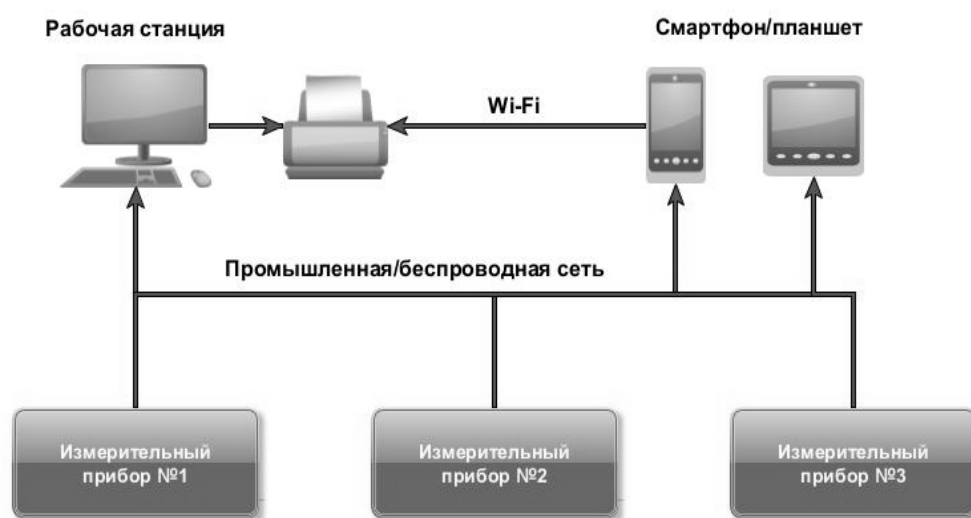


Рис. 1. Структурная схема информационно-измерительной системы

Система будет работать следующим образом: оператор загружает необходимые образцы, например абразивное зерно или связку, в измерительный прибор и запускает его в работу. После анализа прибор передает информацию по проводному или беспроводному интерфейсу в персональный компьютер, планшет или смартфон. В специально разработанном приложении выводится вся необходимая информация о проведенном анализе, а также автоматически корректируется рецептура изготовления абразивного инструмента. При проведении анализа свойств готового абразивного инструмента будет формироваться отчет о его годности или браке партии. На данный момент готовый абразивный инструмент пока что анализируется только на твердость и соответствие его данной группе. Результаты могут быть отправлены на печать.

В настоящее время проведена модернизация прибора ШЛИФ. На рис. 2 представлен вид прибора до (а) и после (б) модернизации. Основные технические характеристики приборов приведены в табл. 1.

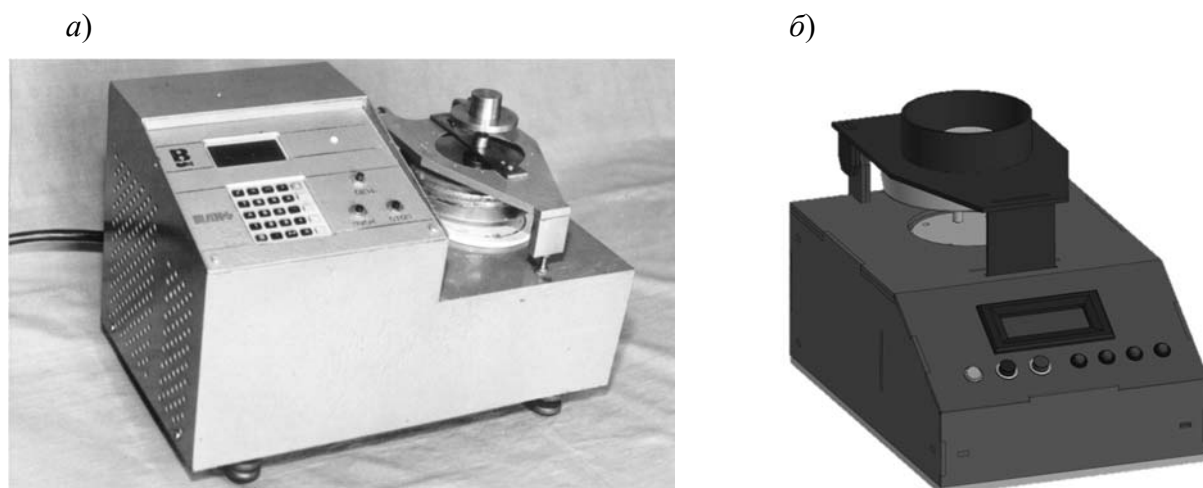


Рис. 2. Структурная схема информационно-измерительной системы

Ключевой особенностью модернизированного прибора стала возможность изменения, в широком диапазоне, скорости и времени вращения контртела. Прибор старого образца такой возможностью не обладал. Модернизация позволила снизить массогабаритные показатели прибора и потребляемую мощность.

Табл. 1. Сравнительная характеристика приборов ШЛИФ старого и нового образца [5–7]

Характеристика	ШЛИФ-2 (старого образца)	ШЛИФ-3 (модернизированный)
Частота вращения контртела, об/мин	59	1...120
Диаметр контртела, мм	110	110
Диаметр испытательного образца, мм	10...50	10...50
Потребляемая мощность прибором, кВт	0,12	0,07
Габаритные размеры, мм	400 × 235 × 320	360 × 240 × 240
Масса, кг	21	5

Модернизированной прибор позволяет выводить на встроенном дисплее или передавать по сети Wi-Fi информацию об эффективности шлифования при использовании различных абразивных материалов. Расчет данного показателя осуществляется на основе потребляемой мощности прибора при работе с разными материалами [8, 9].

Применение приборов для оценки свойств абразивных материалов и инструмента, а также информационно-измерительной системы позволит значительно снизить брак при производстве абразивного инструмента и трудозатраты. Сбор данных с такой системы позволит совершенствовать технологию изготовления, постоянно улучшая качественные показатели производимого абразивного инструмента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Shumyacher, V. M.** Monitoring of grinding process with help of automatic measuring complex / V. M. Shumyacher, A. V. Slavin, P. I. Bochkarev // *Proceedings of the 4th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2018. Lecture Notes in Mechanical Engineering.* – Springer, Cham, 2019.
2. **Евсеев, Д. Г.** Модели шлифования: теория и эксперимент / Д. Г. Евсеев, А. Н. Сальников. – Москва : Известия, 2018. – 311 с.
3. **Shumyacher, V. M.** Monitoring operating parameters of abrasive materials / V. M. Shumyacher, S. A. Krukov, N. V. Baydakova // *Procedia Engineering* 206, 2017. – P. 232–235.
4. **Krukov, S. A.** Determining the Volume-size Pore Space Parameters in the Grinding Wheels Mechanical Engineering and Computer Science / S. A. Krukov, N. V. Baydakova, V. M. Shumyacher // *Mechanical Engineering and Computer Science* 5. – 2018. – P. 1–8.
5. **Пушкарев, О. И.** Методы и средства контроля физико-механических характеристик абразивных материалов / О. И. Пушкарев, В. М. Шумячер. – Волгоград: Альянс Югполиграфиздат, 2004. – 142 с.
6. **Пушкарев, О. И.** Контроль качества шлифовальных материалов по прочностным характеристикам их зерен / О. И. Пушкарев, В. А. Назаренко, А. В. Гончарова // *СТИН.* – 2009. – № 7. – С. 26–29.
7. **Пушкарев, О. И.** Мониторинг физико-механических и эксплуатационных характеристик шлифматериалов / О. И. Пушкарев, В. М. Шумячер // *СТИН.* – 2006. – № 10. – С. 24–27.
8. **Shumyacher, V. M.** Express control of abrasive tool operational characteristics / V. M. Shumyacher, S. A. Kryukov, O. G. Kulik // *Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering.* – Springer, Cham, 2020.
9. **Shumyacher, V. M.** On the mechanism of interaction of abrasive tools and a workpiece at grinding / V. M. Shumyacher, A. V. Slavin, B. M. Brzhozowski // *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2016. Lecture Notes in Mechanical Engineering.* – Springer, Cham, 2016.

Контакты:

artem-savchic@yandex.ru (Савчиц Артем Вячеславович);

vms22@yandex.ru (Шумячер Вячеслав Михайлович).

A. V. SAVCHITS, V. M. SHUMYACHER

EVALUATION OF THE PROPERTIES OF ABRASIVE MATERIAL AND TOOL USING A COMPLEX OF AUTOMATED DEVICES

Abstract

In the manufacture of abrasive tools, there is a fairly high percentage of defects. This is mainly due to the fact that the tool manufacturing process does not take into account the initial properties of abrasive materials, which leads to disruption of the entire technological chain. As a way out of this situation, this paper proposes the development of an automated information-measuring system. The basis of the system is a set of measuring instruments that allow at an early stage to assess the properties of abrasive materials and adjust the formulation to achieve the best performance. The system also includes equipment for evaluating the basic properties of finished abrasive tools, which allows you to store data in a database and quickly track and correct any inaccuracies in the recipe. Such a system will make it possible to control the entire process of manufacturing an abrasive tool, which will lead to a reduction in rejects and an increase in the quality of the abrasive tool.

Keywords:

abrasive materials, grinding grain, abrasive tool, grain destructibility, cutting ability, information-measuring system, measuring device.