

Научная статья

УДК 681.518.5

DOI: 10.26730/1999-4125-2024-3-40-48

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРИБОРОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА И ИНСТРУМЕНТА

Савчиц Артем Вячеславович, Маслова Татьяна Александровна,
Шумячер Вячеслав Михайлович

ВолгГТУ, Волжский политехнический институт (филиал)

*для корреспонденции: artem-savchic@yandex.ru



Информация о статье

Поступила:

25 марта 2024 г.

Одобрена после
рецензирования:

29 мая 2024 г.

Принята к публикации:

29 мая 2024 г.

Опубликована:

28 июня 2024 г.

Ключевые слова:

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

Аннотация.

При изготовлении абразивного инструмента наблюдается достаточно высокий процент брака. В основном это связано с тем, что в процессе изготовления инструмента не всегда учитываются исходные свойства абразивных материалов. Так, разные партии одного и того же абразивного зерна могут обладать разными показателями. Например, может измениться зерновой состав, форма и прочность зерен или, куда хуже, может быть поставлена смесь шлифзерна с наполнителем, которой сложно отличить «на глаз», без специального оборудования, от основного абразивного материала.

Аналогичные замечания можно сказать и об изготовленном абразивном инструменте, применяемые методы контроля готового инструмента не всегда дают полную и исчерпывающую информацию о полученных свойствах инструмента.

Все это приводит к нарушению всей технологической цепочки изготовления абразивного инструмента и, как следствие, к повышению производственных издержек.

В качестве выхода из сложившейся ситуации в данной работе предлагается разработка (в некоторых случаях модернизация уже имеющихся) специализированных приборов для контроля свойств абразивных материалов и инструмента с последующей организацией 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 информацию 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.

Для цитирования: Савчиц А.В., Маслова Т.А., Шумячер В.М. Разработка комплекса приборов для информационно-измерительной системы оценки свойств абразивного материала и инструмента // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2024. № 3 (163). С. 40-48. DOI: 10.26730/1999-4125-2024-3-40-48, EDN: FFKSAX

Благодарности

Авторы выражают благодарность анонимным рецензентам данной статьи за их беспристрастную и качественную оценку нашей работы.

Введение

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 [1-8].

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 [2,3].

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 оказывать влияние 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 [9-11].

К основным показателям свойств абразивных материалов, которые желательно контролировать при изготовлении абразивного инструмента, можно отнести зерновой состав, разрушаемость, режущую способность, прочность зерен, износостойкость, полирующую способность. Данные показатели сложно и трудоемко оценить без специальных измерительных приборов, которых на современном рынке не представлено совсем или они представлены 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 во «Всесоюзном научно-исследовательском институте абразивов и шлифования» была разработана серия приборов, таких как ППЗР-2 (оценка прочности зерен), РСЗ-2 (оценка режущей способности зерен), ШЛИФ (оценка износостойкости зерен).

Несмотря на то, что описанное выше 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. Кроме того, 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 прибор ведется уже в НТЦ «Волжский научно-исследовательский институт абразивов и шлифования».

Методы

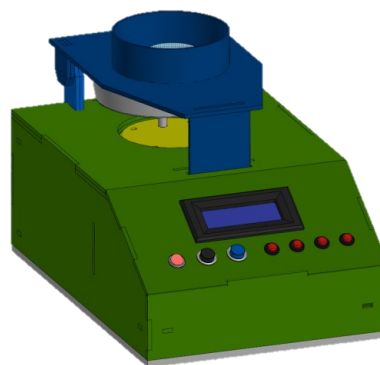
Исходя из вышесказанного, основная задача работы заключается в модернизации существующих и разработке новых приборов, позволяющих производить оценку основных свойств абразивных материалов или уже готовых изделий из них. В каждый прибор будет закладываться возможность контроля параметров, изменяемых в процессе проведения экспериментов по оценке основных показателей. Данные параметры позволят непосредственно оценить необходимые величины (например, вес образца и его размер) или косвенным путем определить расчетные параметры, характеризующие качественные показатели (например, удельную энергию шлифования).



Рис. 1. Структурная схема системы приборов для анализа свойств абразивных материалов
Fig. 1. Block diagram of a system of devices for analyzing the properties of abrasive materials



a)



б)

Рис. 2. Внешний вид прибора «ШЛИФ» до модернизации (а) и после (б)
Fig. 2. Appearance of the "SHLIF" device before modernization (a) and after (b)

Таблица 1. Сравнительная характеристика приборов шлиф старого и нового образца [5, 6, 7]
Table 1. Comparative characteristics of the old and new sample slot devices [5, 6, 7]

Характеристика	ШЛИФ – 2 (старого образца)	ШЛИФ – 3 (модернизированный)
Частота вращения контргела, об/мин	59	1 – 120
Диаметр контргела, мм	110	110
Диаметр испытательного образца, мм	10 – 50	10 – 50
Потребляемая мощность прибором, кВт	0,12	0,07
Габаритные размеры, мм	400 x 235 x 320	360x240x240
Масса, кг	21	5

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 организовать 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.

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.

Результаты исследования

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

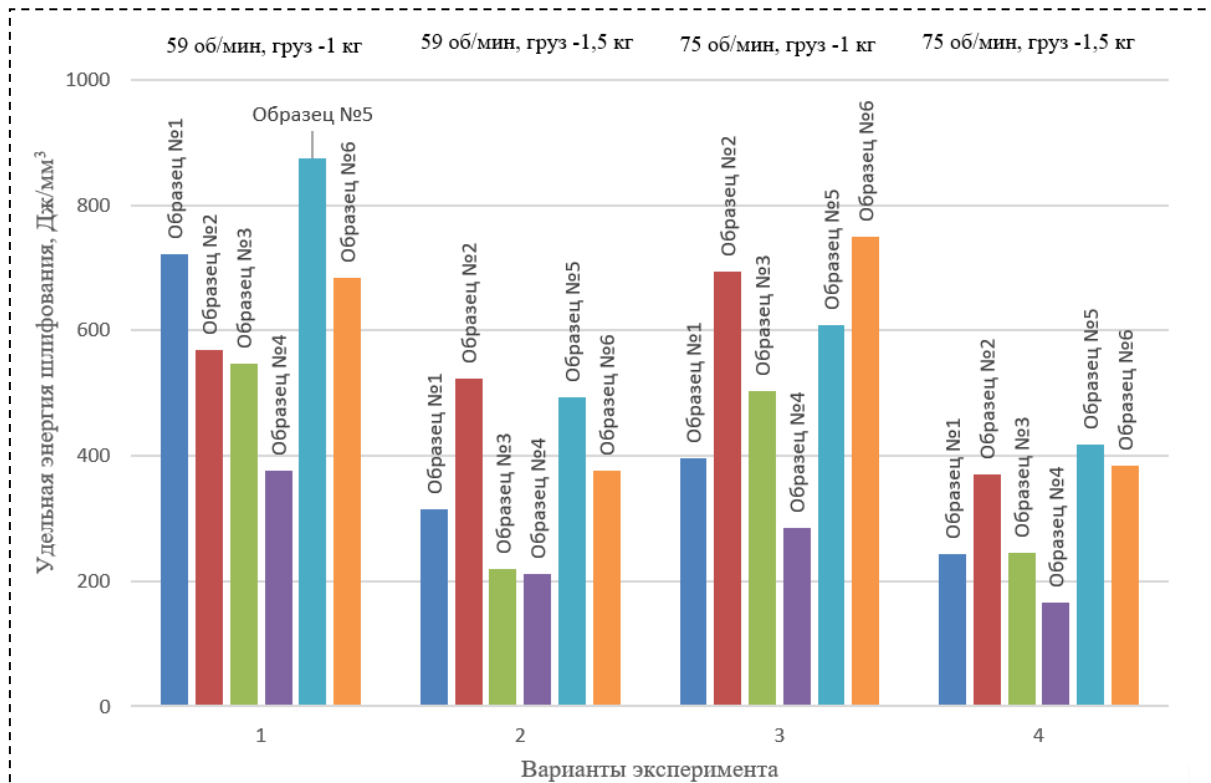


Рис. 3. Удельная энергия шлифования при обработке образцов на приборе «ШЛИФ»
 Fig. 3. Specific grinding energy during sample processing on the "SHLIFF" device

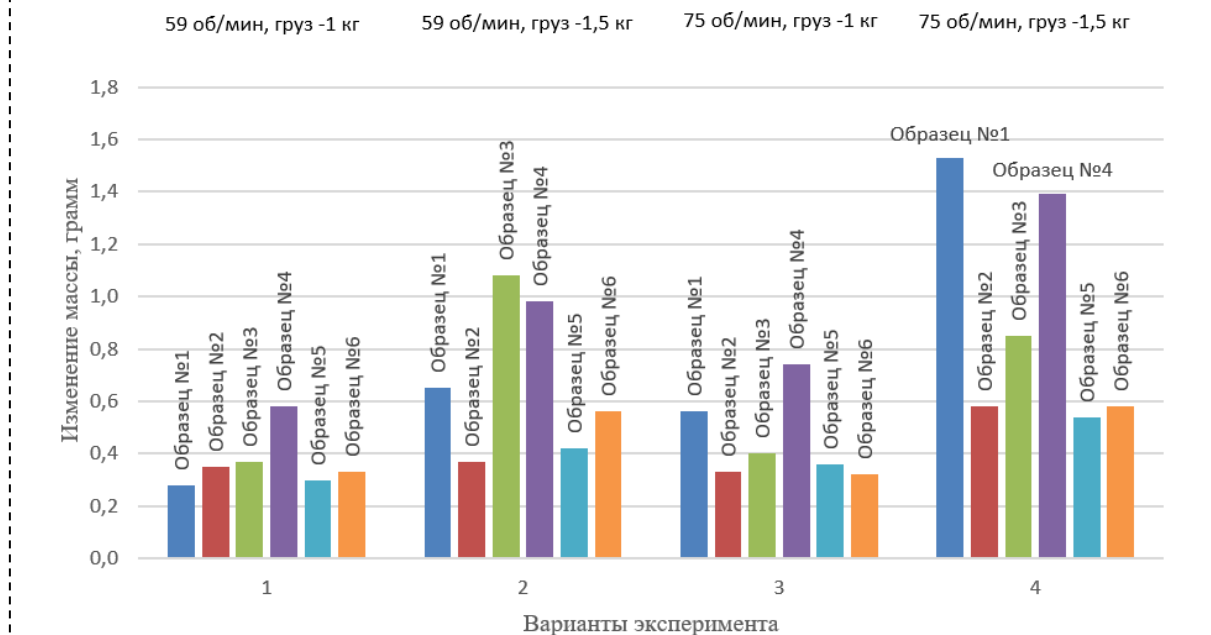


Рис. 4. Изменение массы образцов при проведении экспериментов на приборе «ШЛИФ»
 Fig. 4. The change in the mass of samples during experiments on the "SHLIFF" device

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.

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 [5,6].

С помощью модернизированного прибора были проведены «слепые» испытания износостойкости образцов абразивных кругов. Образцы были представлены одним из заводов г. Волжского. Образцы представляли собой пластинки размером 40x30x5 мм. На момент написания статьи нам не были известны характеристики анализируемых образцов кругов. Испытания проводились путем трения исследуемого образца об абразивный диск из белого электрокорунда, находящийся в чашке контртела прибора. Скорость вращения контртела составляла 59 об/мин и 75 об/мин. Сами образцы во время испытаний были нагружены грузами массой в один и полтора килограмма. На каждый образец проводилось по 5 опытов с разными начальными условиями. В общей сложности каждый образец был обработан 20 раз. После каждого опыта осуществлялось измерение массы образца на весах с точностью 0,01 г. Остальные показатели (мощность и удельные энергии) рассчитывались автоматически на основе измеренных прибором данных (напряжение и ток). В качестве основного показателя оценки эффективности исследуемых образцов использовалась удельная энергия шлифования [3-5], так как основным требованием к абразивному инструменту является максимальный сьем металла в единицу времени, то есть его режущая способность; показатель «удельная энергия шлифования» характеризует степень совершенства этого инструмента.

Обсуждение

Исходя из анализа диаграмм, представленных на Рис. 3 и 4, видно, что с повышением скорости вращения контртела и увеличения массы груза происходит уменьшение удельной энергии шлифования. Следовательно, такой процесс становится менее энергозатратным и более оптимальным относительно других рассматриваемых вариантов. Используя такой подход к анализу процессов обработки различных образцов на рассматриваемом

приборе, не только сочетаний «абразивный инструмент-абразивный инструмент», а «абразивный инструмент-материал (металл, сплав)», можно разрабатывать технологии и оснастку для обработки различных материалов с минимальными временными и экономическими затратами.

Также, если дополнительно рассмотреть диаграмму (Рис. 4) изменения веса образцов, станет видно, что образцы №2, №5, №6 являются самыми устойчивыми к износу. И они же обеспечивают наименьшую удельную энергию шлифования.

Выводы

Применение приборов для оценки свойств абразивных материалов и инструмента, а также информационно-измерительной системы позволит значительно снизить трудозатраты и брак при производстве абразивного инструмента. Сбор и использование измерительной и расчетной информации с приборов анализа (например, ШЛИФ-№3), входящих в информационно-измерительную систему, позволит совершенствовать технологию изготовления абразивного инструмента. Таким подходом можно добиться постоянного улучшения качественных показателей производимого абразивного инструмента.

Список литературы

1. Евсеев Д. Г., Сальников А. Н. Модели шлифования [Текст]: теория и эксперимент. Министерство транспорта Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский университет транспорта (МИИТ). Москва : Известия, 2018. 311 с.
2. Пушкарев О. И. Разработка системы мониторинга технологий шлифовальных материалов для обеспечения их качества по физико-механическим характеристикам и эффективности процессов абразивной обработки: дисс. докт. технических наук. Саратов, 2006. С. 101–110.
3. Пушкарев О. И., Назаренко В. А., Гончарова А. В. Контроль качества шлифовальных материалов по прочностным характеристикам их зерен: (статья) // СТИН. 2009. №7. С. 26–29.
4. Пушкарев О. И., Кулик О. Г., Пузырькова В. Е. Мониторинг качества шлифовальных материалов в процессах абразивной обработки // Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы. Шлифабразив-2019 : сборник статей XVII Международной научно-технической конференции, Волжский, 24–26 сентября 2019 года / под общей редакцией Шумячера В. М. Волжский : Волгоградский государственный технический университет, 2019. С. 144–149. EDN MQWBHO.

5. Шепелев И. В., Крюков С. А., Байдакова Н. В. Влияние формы зерен на эксплуатационные свойства абразивного инструмента // Инновации в машиностроении : Сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Кемерово, 26–29 ноября 2019 года / Под редакцией Блюменштейна В. Ю. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2019. С. 842–847. EDN GPDSNW.

6. Чаплыгин Б. А., Шеркунов В. Г., Судаков Н. В. [и др.] Разработка методики и оборудования для исследования реологических свойств абразивных материалов на вулканитовой связке // Инновационные технологии в металлургии и машиностроении : материалы международной молодежной научно-практической конференции «Инновационные технологии в металлургии и машиностроении», посвященной памяти чл.-корр. РАН, почетного доктора УрФУ В. Л. Колмогорова. Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. С. 62–73.

7. Шатыко Д. Б., Люкшин В. С. Исследование прочности шлифовальных зерен // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 4(158). С. 26–35. DOI: 10.26730/1999-4125-2023-4-26-35. EDN PNMRIС.

8. Граблин В. А., Крюков С. А. Влияние внешних факторов на физико-механические свойства абразивных композитов // 26-я межвузовская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых г. Волжского : Посвящается Году науки и технологий в РФ, Волжский, 24–28 мая 2021 года. Волжский : Волгоградский государственный технический университет, 2021. С. 178–180. EDN GTVXYW.

9. Савчиц А. В., Шумячер В. М. Оценка свойств абразивного материала и инструмента с использованием комплекса автоматизированных приборов // Инновационные технологические системы и процессы в машиностроении: Сборник статей I Международной научно-технической конференции, Могилев, 23–24 ноября 2023 года. Могилев : Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-

Российский университет», 2023. С. 154–158. EDN NVNAAU.

10. Savchits A., Grablin V. Methods and instruments used for control of operational properties of abrasive tools and materials. AIP Conference Proceedings 14 June 2023; 2507 (1): 020006. DOI: 10.1063/5.0110386.

11. Шумячер В. М., Крюков С. А. Использование данных автоматизированного мониторинга процесса шлифования для проектирования абразивного инструмента // XI Форум вузов инженерно-технологического профиля Союзного государства : сборник трудов конференции, Минск, 12–16 декабря 2022 года. Минск : Белорусский национальный технический университет, 2023. С. 25–27. EDN SKZVNI.

12. Назаренко В. А., Башкирцева И. В., Пушкарев Д. О. Автоматизированный прибор для комплексной оценки структурно-механических характеристик абразивных материалов // СТИН. 2017. №4. С. 38–40. EDN YKVDBF.

13. Ягьяев Э. Э., Богуцкий В. Б., Шрон Л. Б. Разработка системы управления с обратной связью на основе анализа динамики процесса плоского шлифования // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2021. № 4(74). С. 291–296. DOI: 10.34771/UZCEPU.2021.4.74.059. EDN TZYBVP.

14. Дуличенко И. В., Кудрявцева Н. Н., Орлова Т. Н. Методика определения механической прочности // Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы: Сборник статей Международной научно-технической конференции, Волгоград-Волжский, 30-31 января 2011 года; под ред. Шумячер В. М. Волгоград-Волжский : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. С. 23–26.

15. Богуцкий В. Б., Шрон Л. Б. Изменение характеристик рабочей поверхности шлифовального круга за период его стойкости // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. 2019. Т. 19. № 2. С. 66–74. DOI: 10.14529/engin190206. – EDN EXAFOD.

© 2024 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Савчиц Артем Вячеславович, кандидат техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника», Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета (404121, г. Волжский, Волгоградская обл., ул. Энгельса, 42А), e-mail: artem-savchic@yandex.ru.

Маслова Татьяна Александровна, ассистент кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника», Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета (404121, г. Волжский, Волгоградская обл., ул. Энгельса, 42А), e-mail: maslova_t_a@bk.ru.

Шумячер Вячеслав Михайлович, доктор техн. наук, профессор, профессор кафедры «Строительство, технологические процессы и машины», Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета (404121, г. Волжский, Волгоградская обл., ул. Энгельса, 42А), e-mail: vms22@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

Савчиц Артем Вячеславович – концептуализация исследования; написание текста, сбор и анализ данных; обзор соответствующей литературы; выводы.

Маслова Татьяна Александровна – обзор соответствующей литературы, сбор и анализ данных.

Шумячер Вячеслав Михайлович - постановка исследовательской задачи; научный менеджмент.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DEVELOPMENT OF A SET OF DEVICES FOR AN INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM FOR EVALUATING THE PROPERTIES OF ABRASIVE MATERIAL AND TOOLS

Artem V. Savchits, Tatyana A. Maslova, Vyacheslav M. Shumyacher

VSTU, Volzhsky Polytechnic Institute (branch)

*for correspondence: artem-savchic@yandex.ru

Abstract.

In the manufacture of abrasive tools, a fairly high percentage of defects is observed. This is mainly due to the fact that the initial properties of abrasive materials are not always taken into account in the tool manufacturing process. Thus, different batches of the same abrasive grain may have different characteristics. For example, the grain composition, shape and strength of the grains may change, or much worse, a mixture of grinding grain with filler may be supplied, which is difficult to distinguish "by eye", without special equipment, from the main abrasive material.

Similar remarks can be said about the manufactured abrasive tool, the applied methods of control of the finished tool do not always provide complete and exhaustive information about the obtained properties of the tool.

All this leads to disruption of the entire technological chain of manufacture of abrasive tools and, as a result, increased production costs.

As a way out of this situation, this paper proposes the development (in some cases, modernization of existing) specialized devices for monitoring the properties of abrasive materials and tools, followed by the organization of an automated information and measurement system. The system is based on a set of measuring instruments that allow to assess the properties of abrasive materials at an early stage and adjust the formulation to achieve the best characteristics. The system also includes equipment for evaluating the basic properties of finished abrasive tools, which allows you to store information in a database and promptly track and correct any inaccuracies in the formulation.

Such a system will allow you to control the entire process of manufacturing an abrasive tool, which will lead to a reduction in scrap and an improvement in the quality of the abrasive tool.



Article info

Received:

25 March 2024

Accepted for publication:

29 May 2024

Accepted:

29 May 2024

Published:

28 June 2024

Keywords: Keywords

Abrasive materials, grinding, abrasive tools, grain destructibility, cutting ability, information and measuring system, measuring device

For citation: Shumyacher V.M., Khudolei A.L., Kryukov S.A. Development of a set of devices for an information and measurement system for evaluating the properties of abrasive material and tools. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2024; 3(163):40-48. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2024-3-40-48, EDN: FFKSAX

Acknowledgements

The authors express their gratitude to the anonymous reviewers of this article for their unbiased and qualitative assessment of our work.

REFERENCES

1. Evseev D.G., Salmikov A.N. Grinding models [Text]: theory and experiment / Ministry of Transport of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian University of Transport (MIIT). Moscow: Izvestia; 2018.
2. Pushkarev O.I. Development of a system for monitoring technologies of grinding materials to ensure their quality in terms of physical and mechanical characteristics and efficiency of abrasive processing processes: diss. doct. of Technical Sciences. Saratov, 2006. Pp. 101–110.
3. Pushkarev O.I., Nazarenko V.A., Goncharova A.V. Quality control of grinding materials according to the strength characteristics of their grains: (article). *STIN*. 2009; 7:26–29.
4. Pushkarev O.I., Kulik O.G., Bubyakova V.E. Monitoring of the quality of grinding materials in the processes of abrasive processing. *Processes of abrasive processing, abrasive tools and materials. Shlifabraziv-2019 : collection of articles of the XVII Scientific and Technical International Conference*. Volzhsky, September 24–26, 2019 / under the general editorship of Shumyacher V.M. Volzhsky: Volgograd State Technical University; 2019. EDN MKVBHO.
5. Shepelev I.V., Kryukov S.A., Baidakova N.V. The influence of grain shape on the performance properties of an abrasive tool. *Innovations in mechanical engineering : Proceedings of the x Scientific and Practical International Conference*. Kemerovo, November 26–29, 2019 / Edited by Blumenstein V.Y. Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2019. EDN GPDSNW.
6. Chaplygin B.A., Sherkunov V.G., Sudakov N.V. [et al.] Development of methods and equipment for the study of rheological properties of abrasive materials on a vulcanite bundle. *Innovative technologies in metallurgy and mechanical engineering : materials of the international youth scientific and practical conference "Innovative technologies in metallurgy and mechanical engineering", dedicated to the memory of chl.-Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honorary Doctor of UrFU V. L. Kolmogorov*. Yekaterinburg : Ural University Press; 2014.
7. Shatko D.B., Lyukshin V.S. The study of the strength of grinding grains. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2023; 4(158):26–35. DOI: 10.26730/1999-4125-2023-4-26-35. ELECTRONIC number: PNMERIC.
8. Grablin V.A., The influence of external factors on the physico-mechanical properties of abrasive composites. *26th interuniversity scientific and practical conference of students and young scientists of Volzhsky : Dedicated to the Year of Science and Technology in the Russian Federation*. Volzhsky: Volgograd State Technical University; 2021. EDN GTVXYW.
9. Savchits A.V., Shumyacher V.M. Assessment of the properties of an abrasive material and a tool using a complex of automated devices. *Innovative systems and technological processes in mechanical engineering: Collection of articles at the International Scientific and Technical Conference*. Mogilev: Interstate Educational Institution of Higher Education "Belarusian-Russian University"; 2023. EDN NVNAAU.
10. Savchits A., Grablin V. Methods and devices used to control the performance properties of abrasive tools and materials. *Proceedings of the AIP Conference*. 2023; 2507(1):020006. DOI: 10.1063/5.0110386.
11. Shumyacher V.M., Kryukov S.A. The use of data from automated monitoring of the grinding process for the design of an abrasive tool. *Materials of the XI Forum of universities of engineering and technological profile of the Union State : proceedings of the conference*. Minsk: Belarusian National Technical University; 2023. EDN SKZVNI.
12. Nazarenko V.A., Bashkirtseva I.V., Pushkarev D.O. Automated device for complex assessment of structural and mechanical characteristics of abrasive materials. *STIN*. 2017; 4:38–40. EDN YKVDDBF.
13. Yagyaev E.E., Bogutsky V.B. Shron L.B. Development of a feedback control system based on the analysis of the dynamics of the flat grinding process. *Scientific notes of the Crimean Engineering Pedagogical University*. 2021; 4(74):291–296. DOI: 10.34771/UZCEPU.2021.4.74.059. THE EDITORIAL BOARD OF TZYBVP.
14. Dulichenko I.V., Kudryavtseva N.N., Orlova T.N. Methods for determining mechanical strength. *Abrasive processing processes, abrasive tools and materials: Collection of articles of the International Scientific and Technical Conference*. Volgograd-Volzhsky, January 30–31, 2011; ed. Shumyacher V.M. Volgograd-Volzhsky: Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering; 2012.
15. Bogutsky V.B., Shron L.B. Change in the characteristics of the working surface of the grinding wheel during the period of its durability. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Mechanical Engineering*. 2019; 19(2):66–74. DOI: 10.14529/engin190206. SOURCE TEXT.

© 2024 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Artem V. Savchits, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation, Electronics and Computational Engineering, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University (42A Engels str., Volzhsky, Volgograd region, 404121), e-mail: artem-savchic@yandex.ru .

Tatyana A. Maslova, Assistant of the Department of Automation, Electronics and Computer Engineering, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University (42A Engels str., Volzhsky, Volgograd region, 404121), e-mail: maslova_t_a@bk.ru .

Vyacheslav M. Shumyacher, Dr. Sc. in Engineering, Professor, Professor of the Department of Construction, Technological Processes and Machines, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University (42A Engels str., Volzhsky, Volgograd region, 404121), e-mail: vms22@yandex.ru

Contribution of the authors:

Artem V. Savchits – conceptualization of research; writing text, data collection and analysis; review of relevant literature; conclusions.

Tatyana A. Maslova – review of relevant literature, data collection and analysis.

Vyacheslav M. Shumyacher - setting a research task; scientific management.

All authors have read and approved the final manuscript.

