

**ШЛИФОВАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ
С НАПОЛНИТЕЛЯМИ
И ИЗ СМЕСЕЙ АБРАЗИВОВ
РАЗНЫХ ПО ФОРМЕ И ЗЕРНИСТОСТЯМ**

Учебное пособие



**ШЛИФОВАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ
С НАПОЛНИТЕЛЯМИ
И ИЗ СМЕСЕЙ АБРАЗИВОВ
РАЗНЫХ ПО ФОРМЕ И ЗЕРНИСТОСТЯМ**

Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры

Под общей редакцией
директора НТЦ «ВНИИАШ»
В. М. Шумячера

Санкт-Петербург
Научно-технологические
2018

УДК 621.922
ББК 35.46
Ш 69

Авторы: Крюков С. А., Байдакова Н. В., Мироседи А. И., Ревзина Е. М.

Рецензенты:

Тамаркин Михаил Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

Бочкарев Петр Юрьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Проектирование технических и технологических комплексов» СГТУ им. Гагарина.

Ш 69 **Крюков С. А., Байдакова Н. В., Мироседи А. И., Ревзина Е. М.**
Шлифовальные инструменты с наполнителями и из смесей абразивов разных по форме и зернистостям: учебное пособие. – СПб.: Научное издание, 2018. – 155 с.

ISBN 978-5-6041427-3-8

В учебном пособии рассмотрены вопросы использования наполнителей и смесей из абразивов разных зернистостей и формы для совершенствования шлифовальных кругов. Дан анализ состояния проблемы повышения эксплуатационных показателей абразивных инструментов, освещены пути повышения эффективности шлифования. Представлены методики, модели и функциональные зависимости по определению рациональных размеров частиц наполнителей и содержания в кругах, оптимизации формовочных смесей из абразивов разной зернистости и формы. Приведен анализ составов импрегнаторов и их влияние на структурные и эксплуатационные показатели. Рассмотрены технологические регламенты по проектированию и изготовлению модифицированных шлифовальных кругов. Данное пособие является хорошей базой для изучения курса, освоения профессиональных навыков и подготовки к текущей и итоговой аттестации по изучаемой дисциплине.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, аспирантов и преподавателей, а также для инженеров и технологов машиностроительной отрасли промышленности.

ISBN 978-5-6041427-3-8

УДК 621.922
ББК 35.46
© Авторы, 2018

Сведения об авторах:

Крюков Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство, технологические процессы и машины» Волжского политехнического института – филиала Волгоградского государственного технического университета, г. Волжский.

Байдакова Наталья Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника» филиала НИУ МЭИ в г. Волжском.

Мироседи Александр Ильич – кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по науке ООО «НПКО «Маштехсервис», г. Волжский.

Ревзина Елена Мстиславовна – кандидат физико-математических наук, заведующая кафедрой инноватики на базе АО "НЕФТЕМАШ" – САПКОН, СГУ им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов.

Предисловие

В условиях современной экономики эффективность и качество шлифовальных инструментов (ШИ) предопределяет их конкурентоспособность.

Решение задач дальнейшего совершенствования существующих ШИ реализовывалось путем использования разного типа наполнителей, классифицированного по форме шлифзерна и смесей абразивов, отличающихся между собой зернистостью и формой зерна.

Несмотря на то, что к настоящему времени накоплен большой и обширный теоретический и экспериментальный материал по абразивной обработке, в частности по шлифованию, созданию и совершенствованию ШИ, до сих пор недостаточно уделялось внимания вопросам оптимального выбора зерновых составов абразивных материалов и формовочных смесей с различными наполнителями для изготовления ШИ и изыскания оптимальных путей их совершенствования, а также недостаточно освещены вопросы, касающиеся влияния этих наполнителей и смесей на свойства и показатели работы серийных инструментов. При отсутствии теоретических работ и практики в данном направлении существуют сложности в повышении эффективности, стабильности и качества абразивной обработки.

В связи с этим проблема создания теоретических основ, разработки методик, расчетных моделей и технологий по совершенствованию структур существующих ШИ до сих пор является актуальной и значительной научной проблемой, имеющей и важное хозяйственное значение. Для решения этой проблемы возникает острая необходимость подготовки высококвалифицированных кадров, владеющими знаниями, умениями и навыками разработки перспективных технологий производства инновационных шлифовальных инструментов.

Данное учебное пособие будет полезно студентам, обучающимся по программе бакалавриата и магистратуры по направлению «Технология машиностроения», а также научным работникам, аспирантам, преподавателям, инженерам и технологам металлообрабатывающей промышленности.

В результате освоения дисциплины «Металлорежущие инструменты», в частности по разделу «Абразивные инструменты», студент должен:

Знать:

- основные положения технологий производства абразивных инструментов;
- перспективные пути и направления создания новых и модификации существующих шлифовальных кругов;
- теоретические основы формирования внутреннего строения шлифовальных инструментов;
- теоретические основы и технологические принципы создания высокоэффективных шлифовальных инструментов;
- основные положения по разработке технико-технологических инновационных решений по модификации шлифовальных инструментов.

Уметь:

- формировать и решать задачи по модификации шлифовальных инструментов;
- использовать в своей деятельности основные понятия, терминологию, закономерности, модели процессов формирования внутреннего строения шлифовального инструмента на всех стадиях его изготовления;
- перерабатывать информацию в базах данных;
- проектировать и корректировать рецепты формовочных смесей для изготовления шлифовальных инструментов в зависимости от целей и задач их модификации;
- обосновывать технико-технологические решения при разработке инновационных проектов и технологий модифицирования шлифовальных инструментов;
- пользоваться нормативными документами, регламентирующими методы контроля структурно-механических характеристик инструментов.

Владеть:

- навыками расчета рационального размера и оптимального содержания частиц наполнителя в формовочной смеси в зависимости от структурных характеристик шлифовальных инструментов;
- навыками моделирования пористых композиционных структур шлифовальных инструментов;
- навыками классификации способов, наполнителей, различных смесей и т.п.;
- навыками расчета температурно-временных показателей термообработки готовых шлифовальных инструментов;
- навыками разработки технологических регламентов проектирования и изготовления шлифовальных инструментов.

1 Состояние проблемы повышения функционально-эксплуатационных показателей абразивных инструментов

1.1 Пути повышения эффективности шлифования

Вопросами повышения эффективности шлифования занимаются ученые всего мира с момента создания первого шлифовального станка. В технологии изготовления деталей различного назначения методы абразивной обработки широко применяются для повышения качества их поверхностного слоя. Шлифование является в большинстве случаев завершающим этапом изготовления деталей. Цель такой обработки придать обрабатываемой поверхности требуемые эксплуатационные свойства, которые в значительной мере определяются геометрическими и физико-механическими параметрами. К таким параметрам можно отнести, в первую очередь, шероховатость, микротвердость, остаточные напряжения поверхностного слоя деталей.

Абразивная обработка, как показывают многочисленные исследования [67, 69, 74, 77, 100, 104, 109 и др.], может решать такие технологические задачи, как повышение микротвердости поверхностного слоя, создание сжимающих остаточных напряжений или снижение растягивающих напряжений, уменьшение шероховатости поверхности деталей.

В случаях недостаточного качества деталей происходят нежелательные процессы ускоренного их изнашивания в условиях соединения машин и оборудования. Это обуславливает необходимость в более качественной обработке поверхностей деталей, достижение чего неразрывно связано, в первую очередь, с разработкой технологических принципов и регламентов, обеспечивающих создание высокоэффективных шлифовальных инструментов.

Вопросам повышения эффективности и качества шлифования посвящены многочисленные работы как отечественных [3, 15, 25, 45, 60, 69, 113 и др.], так и зарубежных [115, 120, 121, 122] исследователей. Эти работы явились большим вкладом в научные основы технологического обеспечения и теорию качества и точности шлифования и позволяют разрабатывать методы управления и оптимизации режимов шлифования с учетом заданных параметров качества обработки деталей.

В общем случае можно выделить четыре основных пути повышения эффективности шлифования за счет:

- модернизации шлифовальных станков;
- оптимизации режимов обработки;
- выбора рациональных смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС);
- совершенствования абразивных инструментов.

Промышленное производство базируется, как правило, на серийно выпускаемых шлифовальных станках, поэтому повышение их эффективности относится в большей степени к области инженерных изысканий.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. Состояние проблемы повышения функционально-эксплуатационных показателей абразивных инструментов	6
1.1. Пути повышения эффективности шлифования	6
1.2. Особенности гранулометрии абразивных материалов и способы оптимизации их зерновых составов	10
1.3. Способы оптимизации зерновых составов	16
2. Совершенствование структуры инструментов с использованием мелкодисперсных абразивных наполнителей.	22
2.1. Состояние вопроса использования мелкодисперсных наполнителей в формовочных смесях	22
2.2. Стохастическое моделирование структуры абразивного инструмента	24
2.2.1. Современные представления о моделировании композиционных материалов	24
2.2.2. Моделирование пористого черепка абразивного инструмента	26
2.2.3. Исследование влияния мелкозернистого наполнителя на прочность и твердость инструмента	34
2.3. Зависимости для определения размеров и содержания частиц мелкодисперсных наполнителей в формовочных смесях	38
2.4. Экспериментальная оценка эффективности шлифования инструментами с мелкодисперсным наполнителем	43
3. Использование порообразующих наполнителей для повышения эксплуатационных показателей абразивных инструментов.	51
3.1. Классификация порообразующих наполнителей и их использование в производстве шлифовальных кругов	51
3.2. Исследование напряжений вокруг пор в черепке абразивных инструментов	56
3.3. Зависимости для определения размера частиц прочного и огнеупорного наполнителя и его содержания в инструменте	58
3.4. Экспериментальная оценка эффективности шлифования высокопористыми кругами с «закрытой» пористостью	62
4. Использование наполнителей-импрегнаторов для совершенствования шлифкругов на керамической связке	66
4.1. Состояние вопроса использования наполнителей для импрегнирования абразивных инструментов	66
4.2. Способы импрегнирования инструментов расплавом серы	71
4.3. Экспериментальная оценка эксплуатационных показателей инструментов, импрегнированных по разработанной технологии	77
5. Использование классифицированного по форме шлифзерна для совершенствования абразивных инструментов	81
5.1. Анализ состояния научных исследований по использованию классифицированного шлифзерна при абразивной обработке	81
5.2. Методика проведения экспериментальных исследований	88
5.3. Влияние формы абразивного зерна на режущую способность шлифовальных кругов	90
5.4. Влияние формы абразивного зерна на интенсивность съема металла	92

5.5. Влияние формы абразивного зерна на износ кругов	94
5.6. Результаты испытания шлифовальных кругов в производственных условиях	97
5.7. Испытания шлифовальных ШИУрок, изготовленных из пластинчатого зерна	100
6. Использование смесей из абразивов разной зернистости для повышения эффективности шлифования	103
6.1. Анализ существующих абразивных масс и смесей, используемых для совершенствования инструментов	103
6.2. Теоретическое обоснование использования смесей из абразивов разной зернистости	105
6.3. Зависимости для определения оптимальных составов смесей абразивов разной зернистости	110
6.4. Экспериментальная оценка эффективности шлифовальных кругов из смесей абразивных материалов различной зернистости	114
7. Технологические регламенты проектирования и изготовления модифицированных шлифовальных кругов	117
7.1. Исходные данные и справочные источники информации	117
7.2. Проектирование и расчет рецептур для шлифкругов на керамической связке	120
7.2.1. Шлифкруги высокой структуры с мелкодисперсным абразивным наполнителем	120
7.2.2. Высокопористые шлифкруги с прочным огнеупорным порообразующим наполнителем	121
7.2.3. Шлифкруги из абразивных материалов разных зернистостей	123
7.3. Подготовительные и основные работы по изготовлению шлифовальных кругов с использованием наполнителей	125
7.4. Технологический процесс пропитывания шлифовальных кругов расплавом серы с предварительной их термопрокалкой	127
7.5. Расчет параметров термообработки шлифкругов перед их импрегнированием	129
7.6. Технологическая себестоимость операций шлифования при использовании модифицированных кругов.	130
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	133
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	134
ПРИЛОЖЕНИЯ	141
СОДЕРЖАНИЕ	153

Учебное издание

Крюков Сергей Анатольевич
Байдакова Наталья Васильевна
Мироседи Александр Ильич
Ревзина Елена Мстиславовна

**ШЛИФОВАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ
И ИЗ СМЕСЕЙ АБРАЗИВОВ РАЗНЫХ ПО ФОРМЕ И ЗЕРНИСТОСТЯМ**

Учебное пособие

Издательство «Наукоемкие технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
<http://publishing.intelgr.com>
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: (812) 945-50-63

Подписано в печать 03.09.2018.
Формат 60×84/16
Объем 9,7 п.л.
Гарнитура PT Astra Serif
Тираж 500 экз.