

КОСТЕНКОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГАЛТОВОЧНЫХ ТЕЛ НА
ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЁРЕН С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ФОРМОЙ**

Специальность

05.03.01 Технологии и оборудование механической
и физико-технической обработки

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Томск 2007

Работа выполнена на кафедре «Металлорежущие станки и инструменты»
Кузбасского государственного технического университета.

Научный руководитель

доктор технических наук,
профессор Коротков А.Н.

Официальные оппоненты

доктор технических наук,
профессор кафедры «Технология
машиностроения» Донского госу-
дарственного технического универ-
ситета Бабичев А.П.

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Технология
машиностроения» Юргинского
технологического института
(филиала) Томского политех-
нического университета,
Моховиков А.А.

Ведущая организация

ООО «Компания НИКО»
г. Кемерово

Защита состоится « 7 » ноября 2007г. в 15 часов на заседании диссертаци-
онного совета Д 212.269.01 Томского политехнического университета по адре-
су: Россия, 634034, г. Томск, пр. Ленина 30.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Томского политехниче-
ского университета.

Автореферат разослан « ____ » октября 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доц.



Костюченко Т.Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Операция галтовки широко используется в машиностроении и приборостроении для безразмерной обработки деталей с целью удаления заусенцев и облоя, округления острых кромок, снятия окалины и ржавчины, получения заданной шероховатости обработанной поверхности, полирования, обезжиривания и очистки поверхностей деталей и т.д. Галтовка применяется главным образом тогда, когда необходимо обработать большое количество однотипных деталей, обеспечивая при этом достижение заданных характеристик поверхностей обрабатываемых изделий и сокращение ручного труда. Для осуществления галтовки в качестве обрабатывающего инструмента применяются галтовочные тела.

Эффективность операции галтовки зависит от её разновидности, режимов обработки, конструктивных особенностей галтовочных устройств и других факторов, среди которых центральное место занимают эксплуатационные свойства галтовочных тел. Важная роль галтовочных тел предопределяется тем, что именно на них возложена основная задача по обработке деталей. Между тем, анализ литературных данных показывает, что эксплуатационные возможности галтовочных тел используются далеко не полностью. Поэтому задача повышения эксплуатационных параметров галтовочных тел является актуальной.

Цель диссертационной работы заключается в повышении работоспособности галтовочных тел на основе применения зёрен с контролируемой формой.

Методики исследований: Работа выполнена на базе основ теории шлифования, теории сепарирования сыпучих масс, теории статистической обработки результатов механических испытаний и теории регрессионного и корреляционного анализа результатов механических испытаний. В работе использовались известные и оригинальные методики определения режущей способности, износа и коэффициента галтования галтовочных тел, оценки шероховатости, измерения микротвёрдости и глубины наклёпанного слоя обработанных поверхностей. Проведение экспериментов осуществлялось в лабораторных и производ-

ственных условиях. Обработка результатов механических испытаний осуществлялась с применением ЭВМ.

Научная новизна работы состоит в:

- в разработке концепции создания новых конструкций галтовочных тел из зёрен с контролируемой формой;
- разработке нового способа изготовления галтовочных тел (положительное решение по заявке на патент РФ №2006106058);
- установлении влияния параметра формы шлифовальных зёрен на режущую способность, износ и коэффициент галтования галтовочных тел, на шероховатость, микротвёрдость и глубину наклёпанного слоя обработанных поверхностей деталей;
- разработке математических моделей, отражающих влияние коэффициента формы (K_ϕ) шлифовальных зёрен на эксплуатационные параметры галтовочных тел и качество обработки, а также позволяющих прогнозировать и целенаправленно изменять работоспособность галтовочных тел и качество обработки в зависимости от формы зёрен.

Практическая ценность работы заключается в:

- разработке новой конструкции сепаратора для разделения шлифовальных зёрен по признаку формы (патент на изобретение РФ №2236303);
- разработке новой конструкции устройства для изготовления галтовочных тел (положительное решение по заявке на патент РФ №2006106044);
- изготовлении опытной партии экспериментальных галтовочных тел из сортированных по форме шлифовальных зёрен, подтвердивших свои преимущества при испытаниях перед галтовочными телами, состоящими из несортированного по форме абразивного материала;
- разработке практических рекомендаций по применению галтовочных тел с контролируемой формой зёрен, по выбору режимов барабанной и вибрационной галтовки ими.

Реализация результатов работы. Опытные образцы галтовочных тел внедрены на ООО «Завод электротехнической аппаратуры»

(г. Кемерово), ОАО «КУЗБАССРАДИО» (г. Белово), ООО «ЭЛЕКТРОПРОМ» (г. Прокопьевск), ООО «Кемеровское УПП ВОС» (г. Кемерово). Кроме того, разработки, выполненные по теме диссертации используются в учебном процессе для студентов специальности 151002 «Металлообрабатывающие станки и комплексы» КузГТУ.

Апробация работы. Основные положения работы доложены и обсуждены на I-й Региональной научно-практической конференции «Потенциальные возможности региона Сибири и проблемы современного сельскохозяйственного производства» (г. Кемерово, 2002 г.), на III-й Всероссийской научно-практической конференции «Ресурсосберегающие технологии в машиностроении» (г. Бийск, 2003 г.), на Региональном конкурсе «Инновации и изобретения года» (г. Кемерово, 2005 г.), на Всероссийских научно-практических конференциях «Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе» (г. Новосибирск, 2006, 2007 гг.) где по результатам конференции в 2006 г. был получен Диплом за лучшую научно-исследовательскую работу, на V-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии и экономика в машиностроении» (г. Юрга, 2007 г.), на Международном научно-техническом семинаре по проблеме «Применение низкочастотных колебаний в технологических целях» (г. Днепропетровск, 2007 г.). Результаты диссертационной работы обсуждались также на научных семинарах кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» КузГТУ, в период с 2002 по 2007 гг. Отдельные части работы докладывались на семинарах кафедры «Станкостроение» ТУ Кемнитц (Германия) и на заводе по производству шлифовальных инструментов «Rottluff» (Германия) во время прохождения там научной стажировки по теме диссертации (2003 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 печатных работ, получен патент РФ и два положительных решения по заявкам на патенты.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Она изложена на 183 стра-

ницах машинописного текста, содержит 67 рисунков, 31 таблицу, список литературы из 216 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертационной работы, кратко изложено содержание разделов, сформулирована цель, отражены задачи исследования, научная новизна и практическая ценность.

В первой главе представлен анализ существующих разновидностей операции галтовки, а также приведены классификация и состав галтовочных тел, применяемых для осуществления галтовки. Приведён анализ способов изготовления галтовочных тел и описаны известные пути повышения эксплуатационных возможностей галтовочных тел.

Проведённый патентно-литературный анализ показал, что при изготовлении галтовочных тел практически не уделяется внимание форме и геометрии шлифовальных зёрен. Существующие пути повышения эксплуатационных параметров галтовочных тел тоже пока не охватывают вопросы влияния формы и геометрии шлифовальных зёрен, используемых для изготовления этих инструментов, несмотря на то, что от геометрических характеристик шлифовальных зёрен могут зависеть конечные результаты применения галтовочных тел. Косвенно влияние формы и геометрии шлифовальных зёрен на эффективность процесса абразивной обработки затрагивалось в работах В.Н. Бакуля, Д.Б. Ваксера, Е.Б. Верника, А.М. Вульфа, А.Н. Короткова, С.Н. Корчака, В.Н. Любомудрова, Г.Б. Лурье, Е.Н. Маслова, А.В. Мурдасова, Ю.И. Никитина, Д.А. Плисса, В.Ф. Селеха, В.А. Скрябина, А.В. Якимова и других авторов.

Рассмотрены и проанализированы известные отечественные и зарубежные способы изготовления галтовочных тел. Они имеют в разном сочетании такие недостатки как: высокую трудоёмкость и стоимость, малую производительность, низкое качество и нестабильность процесса изготовления галтовочных тел, а также сложность формирования галтовочных тел заданной формы.

По итогам анализа была намечена цель работы и сформулированы задачи исследований.

Вторая глава посвящена анализу физических основ и способов разделения частиц по форме, а также анализу методов оценки формы шлифовальных зёрен. Здесь представлены результаты рассева абразивов по форме на разработанном сепараторе и описаны разработанные способ и устройство для изготовления экспериментальных галтовочных тел.

Анализ способов сепарации частиц по форме показал, что в настоящее время существует несколько принципиально отличающихся друг от друга технологий сепарации частиц по форме, но для сепарации шлифовальных зёрен не все из них могут быть эффективно использованы. Установлено, что известные способы сепарации частиц по форме имеют ряд недостатков. Поэтому в данной диссертации была поставлена задача разработать новый сепаратор для разделения шлифовальных зёрен по форме, обладающий высокой производительностью, оперативностью настройки параметров сепарации, стабильным процессом сепарации, простотой конструкции и надёжностью в эксплуатации. Схема разработанного сепаратора (патент РФ №2236303) представлена на рис. 1.

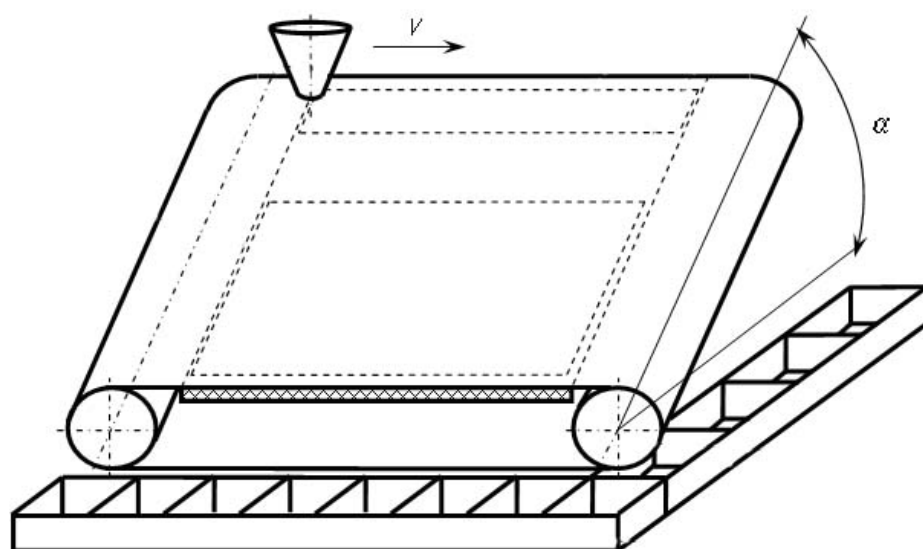


Рис. 1. Схема устройства для сепарации шлифовальных зёрен по форме

В данной работе оценку формы шлифовальных зёрен осуществляли на основе количественного метода с помощью коэффициента формы (K_ϕ). Значение коэффициента формы рассчитывалось как отношение описанной окружности вокруг проекции зерна к вписанной в эту же проекцию зерна окружности по формуле: $K_{\phi i} = D_{on} / D_{en}$.

Среднее значение коэффициента формы шлифовальных зёрен для исследуемой марки абразива рассчитывалось по формуле:

$$\overline{K_\phi} = (K_{\phi 1} + K_{\phi 2} + K_{\phi 3} + \dots + K_{\phi i} + \dots + K_{\phi n}) / n,$$

где $K_{\phi i}$ – коэффициент формы i -го шлифовального зерна, n – число исследуемых абразивных зёрен (как правило, не менее 100 штук).

По итогам сепарации стандартных зёрен марки 25A40, 13A40, 13A63 и 13A80 производства ОАО «Юргинские абразивы» по форме были сделаны следующие выводы: наибольшая доля в общей массе абразивов – это осколочные зёрна с $K_\phi=1,4\div2,6$, меньшую долю составляют игольчатые зёрна с $K_\phi>2,6$ и изометрические зёрна с $K_\phi=1,0\div1,4$. Отмечена также закономерность, что с увеличением зернистости абразивного материала увеличивается доля изометрических и осколочных шлифовальных зёрен и уменьшается доля игольчатых.

Рассмотрение известных способов изготовления галтовочных тел показало, что они обладают рядом недостатков. Поэтому в данной работе была поставлена задача – разработать новый способ для изготовления экспериментальных галтовочных тел, обладающий высокой производительностью, надёжностью в эксплуатации и способностью изготавливать галтовочные тела такой формы, которая будет обеспечивать максимальную эффективность выполнения операций галтовки. Такой способ был разработан (получено положительное решение по заявке на патент РФ №2006106058). Схема устройства для осуществления разработанного способа показана на рис. 2 (получено положительное решение по заявке на патент РФ №2006106044).

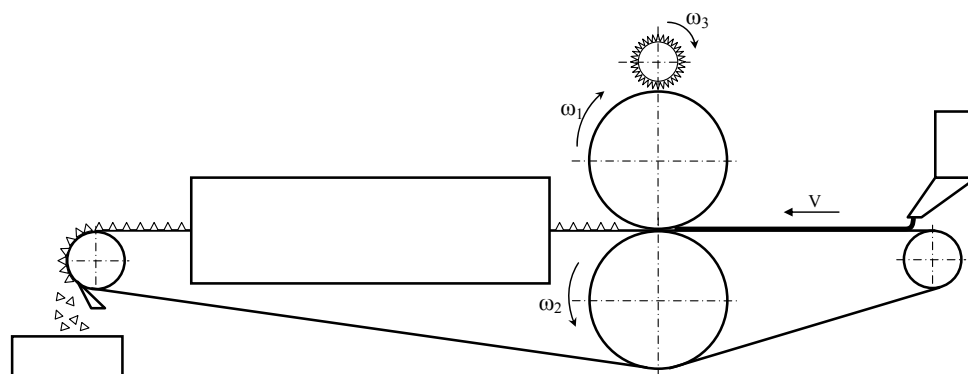


Рис. 2. Устройство для изготовления галтовочных тел

На разработанном устройстве из сортированного по форме и стандартного абразивного зерна марок 25A40, 13A40, 13A63 и 13A80 были изготовлены экспериментальные галтовочные тела на эпоксидной связке в виде конусов, треугольных и четырёхугольных пирамид, с габаритными размерами 10×10 мм и 15×15 мм. Экспериментальные галтовочные тела изготавливались из изометрических шлифовальных зёрен ($K_\phi=1,3$), осколочных ($K_\phi=2,0$), игольчатых ($K_\phi=2,8$) и стандартных шлифовальных зёрен с произвольной формой ($K_\phi=1,8$). На рис. 3 показаны, разделённые на сепараторе, шлифовальные зёрна 13A63 изометрической, осколочной и игольчатой формы.

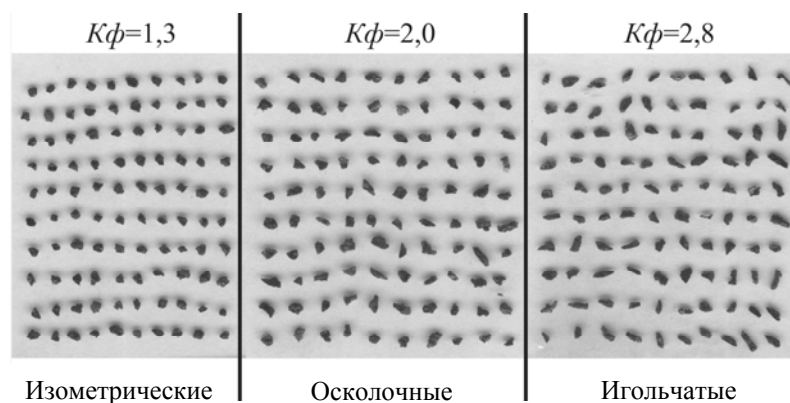


Рис. 3. Шлифовальные зёрна марки 13A63, разделённые по форме

В третьей главе изложены методики проведения исследований по установлению влияния формы шлифовальных зёрен на показатели работоспособности галтовочных тел. Приведено описание оборудования для проведения экспериментов. Описаны методики обработки результатов экспериментов и построения математических моделей влияния формы шлифовальных зёрен на эксплуа-

тационные показатели галтовочных тел.

С целью оценки эксплуатационных возможностей галтовочных тел была разработана методика проведения испытаний и создан испытательный комплекс, состоящий из устройств для барабанной и вибрационной галтовки и измерительных приборов.

Испытательный комплекс позволил определять такие параметры галтовочных тел, как:

- режущую способность, Q (интенсивность съёма металла);
- удельный износ галтовочных тел, q ;
- коэффициент галтования, K_g ;

и параметры обработанных поверхностей деталей экспериментальными галтовочными телами:

- шероховатость, R_a ;
- микротвёрдость поверхностного слоя, H_μ ;
- глубину наклёпанного слоя, h .

В качестве обрабатываемых деталей использовались металлические образцы призматической формы с габаритными размерами $15 \times 15 \times 45$ из сталей Ст3кп (HB 111 кг·с/мм²), 20Х13 (HB 225), ШХ15 (HRC 65) и цветных сплавов Л90 (HB 60), АК6 (HB 128).

Для обработки образцов методами барабанной и вибрационной галтовки, с учётом рекомендаций, выявленных в ходе патентно-литературного обзора и полученных опытным путём, были подобраны условия проведения испытаний, которые оставались постоянными в течение всего цикла экспериментов:

- частота вращения барабана N – 63 об/мин;
- частота (f), и амплитуда колебаний (A) бункера вибрационной установки выбраны соответственно $f=50$ Гц, $A=3$ мм;
- время обработки (t), при барабанной и вибрационной галтовке составляло 180 мин;
- объёмное соотношение галтовочных тел и обрабатываемых деталей при

барабанной галтовке было выбрано 15:1, а при вибрационной – 10:1;

– форма галтовочных тел: треугольная пирамида с габаритными размерами 15×15 мм, марка абразивного материала 13А63.

Методика построения математических моделей базируется на теориях статистической обработки и теории регрессионного и корреляционного анализа результатов механических испытаний. Математическое моделирование позволяет установить характер взаимосвязи формы шлифовальных зёрен с их режущей способностью (Q), износом (q) и коэффициентом галтования (K_g) галтовочных тел, а также шероховатостью (R_a), микротвёрдостью (H_μ) и глубиной наклёпанного слоя (h) обработанной поверхности. При построении моделей адекватность получаемых уравнений регрессии проверялась при помощи критерия Фишера и коэффициента корреляции.

Четвертая глава посвящена исследованию влияния формы шлифовальных зёрен на эксплуатационные параметры галтовочных тел и параметры обработанных ими поверхностей деталей. Здесь же представлены математические модели для исследуемых зависимостей.

Режущая способность (Q) галтовочных тел (рис. 4) при переходе от стандартных абразивных зёрен с произвольной формой к игольчатым возрастает на 25-33% при барабанной и на 25-45% – при вибрационной галтовке для взятых обрабатываемых материалов.

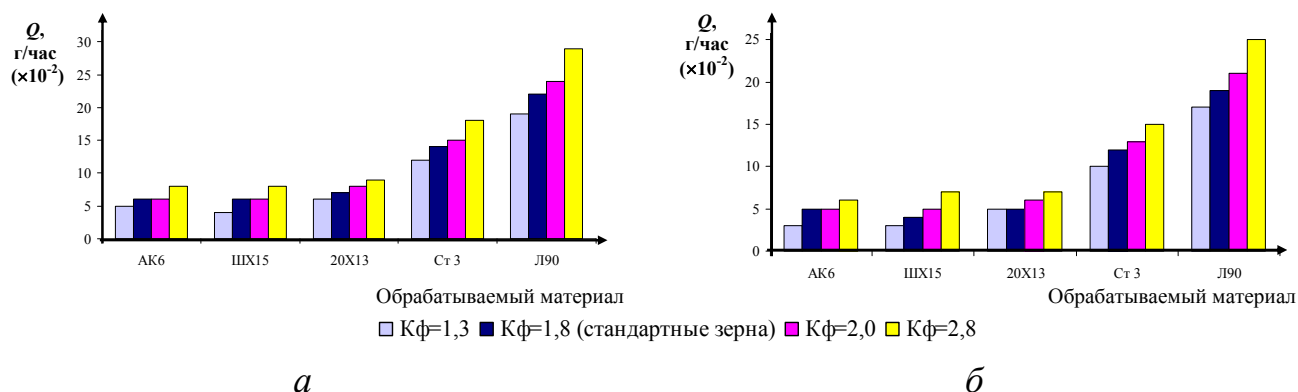


Рис. 4. Режущая способность галтовочных тел:

а – при барабанной галтовке, *б* – при вибрационной галтовке

Переход от стандартных шлифовальных зёрен к изометрическим сопровождается уменьшением режущей способности галтовочных тел на 14-27% при барабанной и на 11-25% - при вибрационной галтовке для взятых обрабатываемых материалов. Математические модели зависимостей режущей способности галтовочных тел от коэффициента формы зерна $Q(K_\phi)$ для разных марок обрабатываемых материалов адекватно описываются полиномами второго порядка.

При барабанной галтовке математическая модель зависимости режущей способности от параметра формы (K_ϕ) для стали Ст3кп имеет вид: $Q = -21,4 \cdot 10^{-3} K_\phi^2 + 1,3 \cdot 10^{-2} K_\phi - 0,1 \cdot 10^{-2}$. Для других испытуемых сталей и цветных сплавов математические модели имеют аналогичный вид и они приведены в диссертации.

При вибрационной галтовке математическая модель зависимости режущей способности от параметра формы (K_ϕ) для стали Ст3кп имеет вид: $Q = -11,9 \cdot 10^{-3} K_\phi^2 + 8,2 \cdot 10^{-2} K_\phi + 1,3 \cdot 10^{-2}$. Полный вид математических моделей для других сталей и сплавов отражён в диссертации.

Износ галтовочных тел (q) при переходе от игольчатых шлифовальных зёрен к изометрическим уменьшается в среднем на 39% для обоих видов галтовки (рис. 5), а при переходе от стандартных шлифовальных зёрен произвольной формы к изометрическим – в среднем на 23%.

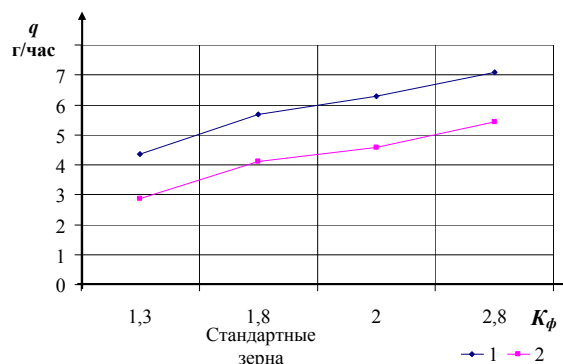


Рис. 5. Зависимость износа галтовочных тел от формы шлифовальных зёрен при обработке стальных деталей:

1 – при галтовке в барабане, 2 – при галтовке в вибрационной установке

Математические модели зависимости износа галтовочных тел от коэффициента формы шлифовальных зёрен $q(K_\phi)$ адекватно описываются полиномами

второй степени: при галтовке в барабане: $q = -1,2K_{\phi}^2 + 6,6K_{\phi} - 2,3$, при галтовке на вибрационной установке: $q = -0,9K_{\phi}^2 + 5,4K_{\phi} - 2,7$.

Полученные значения коэффициента галтования показывают, что галтовочные тела, состоящие из изометрических шлифовальных зёрен (рис. 6) имеют коэффициент галтования на 9-14% выше, чем тела, состоящие из стандартных шлифовальных зёрен произвольной формы и на 18-24% выше, чем тела из игольчатых шлифовальных зёрен.

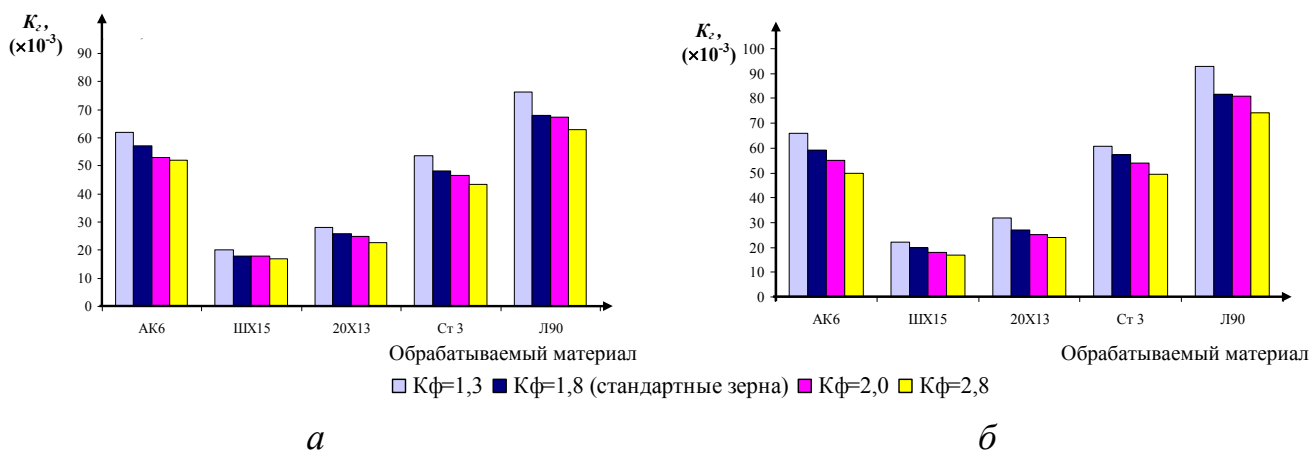


Рис. 6. Коэффициент галтования:

а – при барабанной галтовке, б – при вибрационной галтовке

Математическая модель зависимости коэффициента галтования от формы шлифовальных зёрен $K_z(K_{\phi})$ при галтовке деталей из стали Ст3кп адекватно выражается уравнением регрессии в виде полинома второй степени. При барабанной галтовке: $K_z = 3,9 \cdot 10^{-3} K_{\phi}^2 - 2,3 \cdot 10^{-2} K_{\phi} + 7,6 \cdot 10^{-2}$ и вибрационной галтовке: $K_z = 2,6 \cdot 10^{-3} K_{\phi}^2 - 1,8 \cdot 10^{-2} K_{\phi} + 8,0 \cdot 10^{-2}$. Подобные модели построены и для других сталей и сплавов.

Полученные результаты по оценке шероховатости обработанной поверхности деталей экспериментальными галтовочными телами показывают, что галтовочные тела, состоящие из изометрических шлифовальных зёрен, позволяют формировать поверхности с шероховатостью на 8-12% меньше (рис. 7), чем галтовочные тела, состоящие из стандартных шлифовальных зёрен произвольной формы и на 52-55% меньше, чем галтовочные тела, состоящие из игольчатых шлифовальных зёрен.

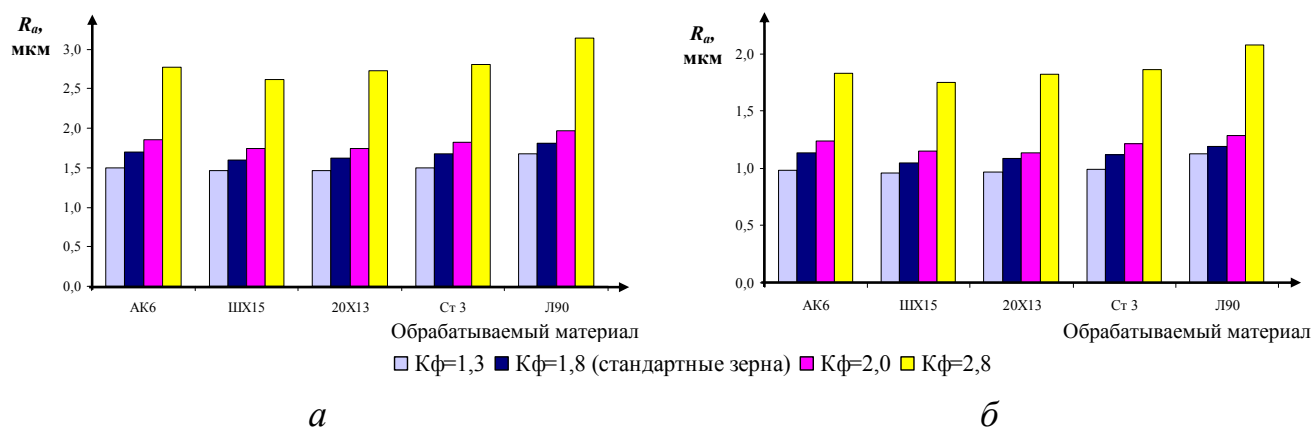


Рис. 7. Шероховатость обработанных поверхностей деталей:

а – при барабанной галтовке, б – при вибрационной галтовке

Математическая модель зависимости шероховатости обработанной поверхности от формы шлифовальных зёрен $R_a(K_\phi)$ при галтовке деталей из стали Ст3кп адекватно выражается уравнением регрессии в виде полинома второй степени. При барабанной галтовке: $R_a = 0,51K_\phi^2 - 1,23K_\phi + 2,23$, при вибрационной галтовке: $R_a = 0,32K_\phi^2 - 0,73K_\phi + 1,40$. Аналогичные уравнения получены и для других сталей и сплавов.

Исследование влияния формы шлифовальных зёрен в галтовочных телах на микротвёрдость поверхности, обработанной вибрационным способом, показывает, что микротвёрдость поверхности, обработанной галтовочными телами, состоящими из изометрических шлифовальных зёрен, в 1,15-1,30 раза выше (рис. 8), чем микротвёрдость поверхности, обработанной галтовочными телами, состоящими из игольчатых шлифовальных зёрен для взятых обрабатываемых материалов.

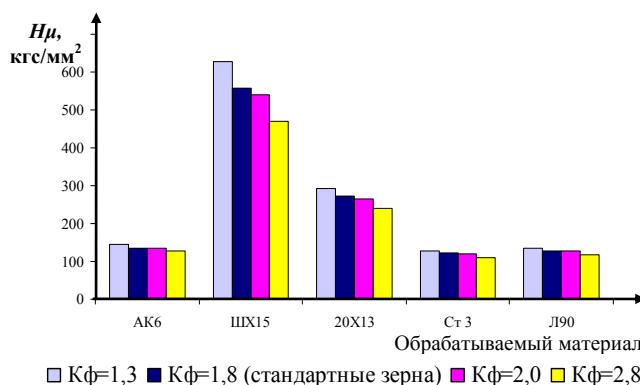


Рис. 8. Зависимость микротвёрдости поверхностей деталей после обработки на вибрационной установке галтовочными телами с разной формой шлифовальных зёрен

Микротвёрдость поверхности, обработанной галтовочными телами, состоящими из стандартных шлифовальных зёрен в 1,05-1,13 раза меньше, чем после обработки галтовочными телами из изометрических шлифовальных зёрен и в 1,06-1,18 раза выше, чем из игольчатых для взятых обрабатываемых материалов.

На основании полученных данных были построены логарифмические математические модели зависимости микротвёрдости обработанной вибрационным способом поверхности от коэффициента формы шлифовальных зёрен $H_\mu(K_\phi)$ для деталей из сталей Ст3кп, 20Х13, ШХ15 и цветных сплавов Л90, АК6. Для деталей из стали Ст3кп математическая модель имеет следующий вид: $H_\mu = -35,99 \ln(K_\phi) + 132,47$.

Исследование глубины наклёпанного слоя после вибрационной галтовки (рис. 9) показывает, что при переходе от изометрической формы зёрен к игольчатым в галтовочных телах глубина наклёпанного слоя уменьшается в 1,7-2,8 раза. При переходе от стандартных шлифовальных зёрен в галтовочных телах к изометрическим зёрнам глубина наклёпанного слоя увеличивается в 1,2-1,4 раза, а при переходе к игольчатым уменьшается в 1,4-2,0 раза.

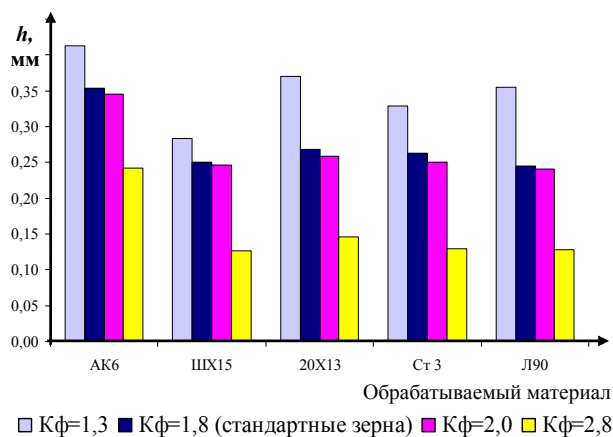


Рис. 9. Зависимость глубины наклёпанного слоя от формы шлифовальных зёрен в галтовочных телах

По результатам вибрационной галтовки деталей из стали Ст3кп, 20Х13, ШХ15 и цветных сплавов Л90 и АК6 построены математические модели зависимости глубины наклёпанного слоя от коэффициента формы шлифовальных

зёрен в виде полинома второго уровня. Для деталей из стали Ст3кп математическая модель имеет следующий вид: $h_{\max} = -26,5 \cdot 10^{-3} K_{\phi}^2 - 23,8 \cdot 10^{-3} K_{\phi} + 40,4 \cdot 10^{-2}$.

Таким образом, проведённые исследования показывают, что эксплуатационные характеристики галтовочных тел, изготовленных из разных по форме шлифовальных зёрен существенно различаются. Следовательно, для повышения эффективности операции галтования целесообразно использовать галтовочные тела из шлифовальных зёрен той формы, при которых эффективность обработки будет максимальной. Под эффективностью обработки можно понимать различные критерии. Так, в случае, если требуется повысить производительность обработки, то целесообразно применять галтовочные тела, состоящие из зёрен игольчатых и пластинчатых разновидностей. Если же требуется получать поверхности с возможно меньшей шероховатостью, то целесообразно применять галтовочные тела, состоящие из изометрических шлифовальных зёрен. Такие галтовочные тела обладают, кроме того, и наименьшим износом, что является дополнительным положительным фактором.

В пятой главе изложены методики проведения производственных испытаний и приведён расчёт экономической эффективности от внедрения галтовочных тел с контролируемой формой зёрен в технологический процесс реального производства.

Методики проведения производственных испытаний были максимально приближены к методикам проведения лабораторных испытаний с целью получения сопоставимых результатов.

Проведение производственных испытаний осуществлялось на ряде предприятий Кемеровской области:



ООО «ЗАВОД ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ»,
(г. Кемерово)



ОАО «КУЗБАССРАДИО», (г. Белово)



ООО «ЭЛЕКТРОПРОМ», (г. Прокопьевск)



ООО «КЕМЕРОВСКОЕ УПП ВОС», (г. Кемерово)

При проведении производственных испытаний галтовочных тел с контролируемой формой зёрен подтвердились закономерности, полученные в лабораторных условиях.

В результате внедрения экспериментальных галтовочных тел на предприятиях Кемеровской области был получен положительный эффект, что подтверждает преимущества галтовочных тел, состоящих из сортированных по форме шлифовальных зёрен.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Для изготовления обычных галтовочных тел применяются абразивные материалы, форма зёрен которых произвольно изменяется от изометрических до игольчатых разновидностей, формируя произвольную геометрию их режущих микроклиньев и снижая, тем самым, их потенциальные режущие возможности.

2. Патентно-литературный анализ показал, что характер и особенности влияния формы шлифовальных зёрен на эксплуатационные возможности галтовочных тел пока не установлены. Для идентификации формы зёрен целесообразно использовать количественный метод, точно характеризующий форму зёрен.

3. Разработана новая конструкция сепаратора для разделения шлифовальных зёрен по форме (патент РФ №2236303).

4. Разработаны способ изготовления галтовочных тел и устройство для его осуществления (положительные решения по заявкам на патенты РФ №2006106058 и №2006106044).

5. Разработан испытательный комплекс для исследования эксплуатационных возможностей галтовочных тел.

6. Установлено влияние формы шлифовальных зёрен галтовочных тел на их режущую способность (Q), износ (q) и коэффициент галтования (K_2), а также

оценена шероховатость (R_a), микротвёрдость (H_μ) и глубина наклёпанного слоя (h) обработанной поверхности.

7. Установлено, в частности, что при увеличении коэффициента формы (K_ϕ) шлифовальных зёрен на 0,1 режущая способность галтовочных тел увеличивается в среднем на 5%. Стойкость галтовочных тел, состоящих из изометрических шлифовальных зёрен в среднем на 23% выше, чем стойкость галтовочных тел, состоящих из стандартных шлифовальных зёрен произвольной формы. Шероховатость поверхностей деталей, обработанных галтовочными телами, состоящими из изометрических шлифовальных зёрен, на 8-12% меньше, чем обработанных галтовочными телами, состоящими из стандартных шлифовальных зёрен. Микротвёрдость поверхности, обработанной галтовочными телами, состоящими из стандартных шлифовальных зёрен в 1,05-1,13 раза меньше, чем после обработки галтовочными телами из изометрических шлифовальных зёрен и в 1,06-1,18 раза выше, чем галтовочными телами из игольчатых зёрен. При переходе от стандартных шлифовальных зёрен в галтовочных телах к изометрическим зёрнам глубина наклёпанного слоя увеличивается в 1,2-1,4 раза, а при переходе к игольчатым уменьшается в 1,4-2,0 раза.

8. Построены математические модели, отражающие влияние формы шлифовальных зёрен в галтовочных телах на их режущую способность (Q), износ (q) и коэффициент галтования (K_g), а также шероховатость (R_a), микротвёрдость (H_μ) и глубину наклёпанного слоя (h) обработанной поверхности.

9. Построенные модели позволяют прогнозировать и целенаправленно задавать требуемую работоспособность галтовочных тел и параметры качества обработки деталей за счёт изменения формы зёрен.

10. Сформулированы рекомендации по применению новых галтовочных тел, состоящих из сортированных по форме шлифовальных зёрен. Критериями для выбора зёрен могут быть производительность обработки (в этом случае целесообразно применять для изготовления галтовочных тел зёрна пластинчатых разновидностей), наименьший износ галтовочных тел и наименьшая шероховатость обработанных поверхностей (зёрна изометрических разновидностей).

11. Экспериментальные галтовочные тела прошли производственные испытания и были внедрены на ряде предприятий Кемеровской области: ООО «ЗАВОД ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ» (г. Кемерово), ОАО «КУЗБАССРАДИО» (г. Белово), ООО «ЭЛЕКТРОПРОМ» (г. Прокопьевск), ООО «Кемеровское УПП ВОС» (г. Кемерово), где подтвердили свои повышенные эксплуатационные возможности.

12. Результаты научных исследований и оборудование, входящее в состав испытательного комплекса, внедрены в учебный процесс на кафедре «Металло-режущие станки и инструменты» КузГТУ.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Коротков А.Н., Люкшин В.С., Прокаев Н.В., Костенков С.А. Сепарация абразива по форме // Потенциальные возможности региона Сибири и проблемы современного сельскохозяйственного производства: Материалы 1-й региональной научно-практической конференции, 6-7 июня, 2002г. – Кемерово: АНО ИПЦ «Перспектива», 2002. – С. 235–238.

2. Коротков А.Н., Люкшин В.С., Костенков С.А. Сепарация шлифовальных зерен по признаку формы // Ресурсосберегающие технологии в машиностроении: Матер. Всеросс. науч. практич. конф. 25-26.09.2003 – Бийск: Изд-во Алт. Гос.техн.ун-та, 2003. – С.52–55.

3. Пат. 2236303 Российская Федерация, МПК⁷ В 03 С 7/08. Устройство для сепарации шлифовальных зерен по форме / Коротков А.Н., Костенков С.А., Люкшин В.С., Прокаев Н.В.; заявитель и патентообладатель Коротков А.Н., Костенков С.А., Люкшин В.С., Прокаев Н.В. – № 2003113373; заявл. 06.05.03; опубл. 20.09.04, Бюл. № 26.

4. Коротков А.Н., Костенков С.А., Люкшин В.С., Прокаев Н.В. Устройство для сепарации шлифовальных зерен по форме // Инновации и изобретения года: Материалы регионального конкурса. – Кемерово. – 2005. С. 40.

5. Коротков А.Н., Костенков С.А. Абразивные зерна заданной формы //

Обработка металлов. –2006.–№2 (31).– С.17.

6. Коротков А.Н., Костенков С.А. Разработка технологии изготовления шлифовальных зёрен заданной формы // Сборник лучших докладов студентов и аспирантов Кузбасского государственного технического университета. Доклады 51-й научно-практической конференции, 17-21 апр. 2006 г. / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006. С. 170-172.

7. Коротков А.Н., Костенков С.А. Совершенствование галтовочных тел за счёт применения шлифовальных зёрен с контролируемой формой // Обработка металлов. – 2007. – №2 (35). – С. 17-18.

8. Коротков А.Н., Костенков С.А. Вибрационная установка для исследования эксплуатационных характеристик экспериментальных галтовочных тел // Сборник докладов студентов и аспирантов Кузбасского государственного технического университета. Доклады 52-й научно-практической конференции, 16-20 апр. 2007. / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2007. – С. 207-209.

9. Костенков С.А., Сазонов А.А. Определение оптимальных режимов обработки деталей в барабане с новыми наполнителями // Сборник докладов студентов и аспирантов Кузбасского государственного технического университета. Доклады 52-й научно-практической конференции, 16-20 апр. 2007. / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2007. – С. 213-215.

10. Коротков А.Н., Костенков С.А. Влияние формы шлифовального зерна на качество обработанной поверхности методом галтовки // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: Труды V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 14-15 сентября 2007 г. – ЮТИ ТПУ, Юрга: Изд. ТПУ, 2007. – С. 271-274

11. Положительное решение по заявке на патент РФ №2006106058. Способ изготовления абразивных частиц заданной формы. Коротков А.Н., Костенков С.А. заявл. 26.02.2006.

12. Положительное решение по заявке на патент РФ №2006106044. Устройство для изготовления абразивных частиц заданной формы. Коротков А.Н., Костенков С.А. заявл. 26.02.2006.

Костенков Сергей Александрович

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГАЛТОВОЧНЫХ
ТЕЛ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЁРЕН С
КОНТРОЛИРУЕМОЙ ФОРМОЙ**

Подписано в печать __.__.200_ Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. __. Тираж __ экз. Заказ ____.

ГУ КузГТУ. 650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография ГУ КузГТУ. 650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4 а.