

ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ФАДЕЕВ ВАЛЕРИЙ АНДРЕЕВИЧ

АЛМАЗНОЕ ШЛИФОВАНИЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ С ВВЕДЕНИЕМ
В ЗОНУ РЕЗАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ПОСТОЯННОГО
ТОКА

Специальность 05.03.01 - Процессы механической обработки,
станки и инструменты

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических
наук

ХАРЬКОВ 1995

621.7



00754358 (W)

Работа выполнена на кафедре "металлорежущие станки" Харьковской государственного университета и в Харьковском научно-производственном объединении "ФЭД".

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Беззубенко Николай Кириллович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Мовшович Александр Яковлевич

кандидат технических наук, доцент
Федорович Владимир Алексеевич.

Ведущее предприятие: Арендное предприятие Харьковский научно-исследовательский институт технологии машиностроения (АП ХНИИТМ)

Защита состоится "28" 12 1995 г. на заседании специализированного ученого совета Д 02.09.01 в Харьковском государственном политехническом университете по адресу: 310002, г. Харьков, 2, ул. Фрунзе, 21.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Харьковского государственного политехнического университета.

Автореферат разослан "27" 11 1995 г.

Ученый секретарь специализированного совета,
доктор технических наук,
профессор

М.Д.Узунян

Актуальность работ

Изделия из твердых сплавов (режущие инструменты, штампы, втулки, валы и т.д.) получили широкое применение в машиностроении, и решение проблемы их обработки имеет важное народнохозяйственное значение. Доказано, что наиболее эффективным методом обработки изделий из твердых сплавов является шлифование алмазными кругами. Благодаря высокой твердости и теплопроводности синтетических алмазов, возможности длительное время сохранять высокую остроту режущих кромок, алмазные круги обеспечивают снижение силовой и тепловой напряженности процесса резания, способствуют увеличению производительности и повышению качества обработки. Вместе с тем, эффект от их применения достигается в основном на доводочных операциях при съеме небольших припусков, что связано с относительным снижением производительности обработки вследствие повышенного износа. Особенно это относится к процессам внутреннего и круглого наружного шлифования изделий из твердых сплавов, когда имеет место более напряженная работа режущих зерен и повышенный их износ, что ограничивает производительность обработки и не позволяет эффективно использовать алмазные круги на операциях предварительного шлифования с целью повышения качества обработки и улучшения технологической наследственности.

Важным резервом повышения производительности обработки и снижения расхода алмаза является применение алмазных кругов на высокопрочных металлических связках. Однако они быстро затупляются и засаливаются по мере износа, что не позволяет в полной мере использовать их уникальные режущие свойства. Разработка и применение комбинированных методов алмазного шлифования, эффективно сочетающих механическое резание алмазными зернами с электрофизикохимическим воздействием на рабочую поверхность круга и обрабатываемое изделие, расширили возможности использования алмазных кругов на метал-

лических связках. Наиболее перспективным в этом плане является разработанный в Харьковском политехническом институте метод алмазно-искрового шлифования, основанный на введении в зону резания дополнительной энергии в форме электрических разрядов. Процесс обеспечивает непрерывное поддержание "острого" режущего рельефа круга и позволяет наиболее полно использовать высокие режущие свойства алмазного круга на металлической связке за счет более надежного удержания зерен. Это создает объективные предпосылки повышения производительности и качества обработки для решения проблемы перехода на полную алмазную обработку изделий из твердых сплавов. В связи со сказанным, в работе решается актуальная, имеющая важное народно-хозяйственное значение задача разработки высокопроизводительных процессов внутреннего и круглого наружного алмазного шлифования изделий из твердых сплавов на основе введения в зону резания дополнительной энергии в форме электрических разрядов, создаваемых постоянным током.

Цель работы - повышение эффективности процессов внутреннего и круглого наружного алмазного шлифования изделий из твердых сплавов путем введения в зону резания дополнительной энергии в форме постоянного электрического тока.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решены следующие задачи: 1) разработана математическая модель внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов с учетом параметров режущего рельефа круга и на ее основе выявлены и реализованы новые условия повышения производительности обработки с учетом ограничений по износу круга и качеству обработки; 2) разработана методика расчета оптимальных механических и электрических параметров режима алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов с учетом оптимальных параметров режущего рельефа круга; 3) проведены комплексные эксперименталь-

ные исследования внутреннего алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов по основным физическим и технологическим показателям процесса с учетом параметров режущего рельефа алмазного круга с целью выявления особенностей и потенциальных возможностей этих процессов; 4) разработаны высокопроизводительные экономичные технологии внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов; 5) внедрены результаты исследований в производство.

Методы исследований. Работа выполнена с использованием методов математического моделирования процесса алмазного шлифования и экспериментальных исследований основных физических и технологических параметров шлифования с учетом особенностей строения режущего рельефа круга. Исследование параметров рельефа круга производилось на основе профилографирования и фотографирования различных участков рабочей поверхности круга. Опыты выполнялись на специальных установках и стендах, созданных на базе шлифовальных станков, реализующих возможности подвода дополнительной электрической энергии в зону резания. Для измерений использовались современные приборы и аппаратура: профилограф-профилометр, электронные микроскопы и рентгеноструктурный дифрактометр. Теоретические исследования выполнены на основе теории резания материалов, положений технологии машиностроения, математического анализа с использованием ЭВМ.

Научная новизна. Разработаны научно обоснованные принципы создания технологий высокопроизводительного внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования с введением в зону обработки постоянного тока при обработке изделий из твердого сплава, которые базируются: 1) на разработанной математической модели внутреннего и круглого наружного шлифования изделий из твердых сплавов, учитывающей особенности образования режущего рельефа алмазного круга на металлической связке за счет введения в зону резания дополни-

тельной энергии в форме постоянного электрического тока; 2) на теоретически выявленных и обоснованных новых физических условиях повышения производительности алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов, состоящих в поддержании в процессе обработки двух параметров: оптимальной величины линейного износа зерен и увеличенной высоты их выступания над уровнем связки; 3) на выявленной и подтвержденной высокой эффективности внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов с использованием постоянного электрического тока с инициированием электрических разрядов в зоне резания образующимися стружками и частичками диспергированного материала, перемыкающими межэлектродный промежуток; 4) на экспериментальных исследованиях технологических параметров шлифования твердых сплавов с учетом изменения режущего рельефа алмазного круга, в результате которых установлено, что основной эффект алмазно-искрового шлифования состоит в возможности более глубокого внедрения режущих зерен в обрабатываемый материал, свободного размещения стружек в межзеренном пространстве круга, лучшего подвода технологической жидкости в зону резания, исключения контакта связки с обрабатываемым материалом и за счет этого - облегчения процесса шлифования; 5) на разработанной методике расчета оптимальных параметров алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов с учетом оптимальных параметров режущего рельефа алмазного круга (величины линейного износа зерен и максимальной высоты выступания зерен над уровнем связки).

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов и выводов, полученных в работе, обосновывается корректностью постановок математических задач и их решений, современными подходами к постановке и проведению экспериментов, использованием новейшей измерительной аппаратуры, приборов и методов исследований, проверенных методов статистической обработки результатов экспери-

ментальных исследований и промышленной проверкой результатов внедрений с получением обоснованного эффекта.

Практическая ценность работы состоит в разработке высокопроизводительных процессов внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования с постоянным электрическим током изделий из твердых сплавов и на этой базе создание новых эффективных технологий; разработке рекомендаций по выбору оптимальных характеристик алмазных кругов и источников технологического тока для реализации алмазно-искрового шлифования; разработке научно обоснованных рекомендаций по выбору оптимальных параметров режима шлифования с постоянным электрическим током с учетом теоретических положений, разработанных автором; разработке методик расчета оптимальных параметров режима резания при алмазно-искровом шлифовании.

Реализация результатов работы. Разработанные технологии внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования с введением постоянного электрического тока изделий из твердых сплавов (многолезвийных режущих инструментов, деталей типа "втулка"), обеспечивающие увеличение производительности обработки в 2 ... 5 раз, снижение износа алмазного круга в 2 ... 3 раза и исключающие образование прижогов, микротрещин и сколов на обработанных поверхностях, внедрены на ХНПО "ФЭД" (Харьковский машиностроительный завод "ФЭД", Волчанский агрегатный завод, Первомайский машиностроительный завод Луганской области) и других предприятиях с общим экономическим эффектом 1,2 млн. рублей в год (в ценах 1991 года). Кроме того, создана специальная установка для реализации процесса алмазно-искрового шлифования на заточном станке с использованием дополнительной энергии электрических разрядов и других видов энергии. Разработана и изготовлена специальная установка для предварительной подготовки алмазных кругов на металлических связках к работе на основе электроимпульсного воздействия на их рабочую поверх-

ность (А.С. № 1563058). Разработан новый состав технологической жидкости для эффективного шлифования (А.С. № 1347433).

Апробаций работ. Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на:

- международных конференциях "Компьютер: наука, техника, технология, образование, здоровье", Харьков - Мишколец, 1994; "Высокие технологии в машиностроении: моделирование, оптимизация, диагностика", Харьков - Алушта, 1994; "Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье", Харьков, 1995;
- Всесоюзных и республиканских конференциях "Проблемы подготовки кадров для работы в условиях рыночной экономики", Харьков, 1992; "Технологические методы повышения эксплуатационных свойств деталей машин", Севастополь, 1992; "Маркетинг и управление инновациями", Харьков, 1993.

В полном объеме диссертация доложена и одобрена на заседании кафедры "Технология машиностроения и металлорежущие станки" Харьковского государственного политехнического университета

Публикации. По материалам диссертации опубликована 21 работа, в том числе 2 монографии и 2 авторских свидетельства.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 215 страницах машинописного текста, содержит 59 рисунков, 16 таблиц, список литературы из 136 наименований.

Автор защищает следующие основные положения и результаты, полученные им лично: 1) разработанную математическую модель внутреннего и круглого наружного шлифования изделий из твердых сплавов, учитывающую особенности образования режущего рельефа алмазного круга на металлической связке за счет введения в зону резания дополнительной энергии в форме постоянного электрического тока; 2) сформулированное теоретическое положение о возможности повышения произво-

дительности обработки алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов путем поддержания в процессе обработки оптимальной величины линейного износа зерен и увеличенной высоты их выступания над уровнем связки; 3) положение о возможности реализации оптимального сочетания необходимой высоты выступания зерен над уровнем связки и экономически обоснованного линейного износа зерен за счет выбора оптимальных механических и электрических режимов обработки; 4) положение об эффективности применения постоянного тока при алмазно-искровом шлифровании изделий из твердых сплавов, базирующееся на возможности инициирования электрических разрядов перемыкающимися стружками при постоянном напряжении; 5) положение об устранении контактно-фрикционного взаимодействия связки с обрабатываемым материалом в условиях инициирования электрических разрядов под действием постоянного тока и снижении силовой и тепловой напряженности процесса; 6) научно обоснованную методику расчета оптимальных параметров режимов шлифования при внутреннем и круглом наружном алмазно-искровом шлифровании изделий из твердых сплавов; 7) разработанные высокопроизводительные процессы внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования с постоянным электрическим током изделий из твердых сплавов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Работа посвящена решению актуальной задачи повышения производительности обработки при круглом наружном и внутреннем алмазном шлифровании изделий из твердых сплавов. Необходимость ее решения связана с относительно высоким уровнем износа алмазного круга, который вследствие повышенной силовой нагруженности зерен и их износа значительно выше, например, чем при плоском шлифровании и заточке инструментов.

Разработанные в последние годы прогрессивные процессы глубин-

ного двойного скоростного, алмазно-искрового шлифования располагают значительными технологическими возможностями в плане повышения производительности обработки и снижения износа круга. Однако отсутствие общего теоретического решения о максимально возможной производительности обработки, обусловленной параметрами режущего рельефа круга, не позволяет научно обоснованно подойти к установлению оптимальных режимов шлифования и решению указанной выше задачи. В связи с этим в работе аналитически определены производительность обработки Q и реализующая ее поперечная подача $S_{\text{поп}}$ с учетом параметров режущего рельефа круга, а также определены основные физические параметры шлифования: максимальная глубина внедрения обрабатываемого материала в рабочую поверхность круга H (отсчитывая ее от вершины неизношенного максимально выступающего над связкой зерна, рис. 1), максимальная толщина среза H_{max} и величина линейного износа зерна X :

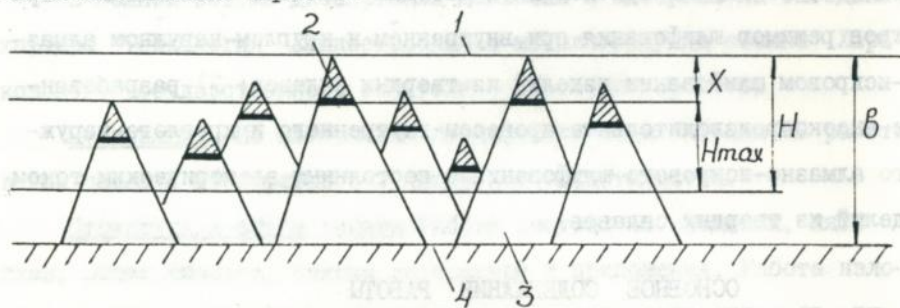


Рис. 1. Расчетная схема параметров , и :

1 - уровень максимальной высоты выступания зерен над связкой;
2 - изношенная часть зерна; 3 - режущее зерно; 4 - уровень связки круга.

$$Q = \frac{S_0 \cdot \text{tg}^2 \gamma \cdot m \cdot (1 - \varepsilon)^6 \cdot \sqrt{K_P} \cdot (1 - \eta^2)^2}{4 \cdot 10^5 \cdot \pi^2 \cdot \rho \cdot V_{\text{заг}}} \quad (1)$$

$$S_{\text{поп}} = \frac{\text{tg}^2 \gamma \cdot m \cdot (1 - \varepsilon)^6 \cdot \sqrt{K_P} \cdot (1 - \eta^2)^2}{4 \cdot 10^5 \cdot \pi^3 \cdot \rho \cdot D_{\text{заг}} \cdot V_{\text{заг}}} \quad (2)$$

$$H = \bar{X} \cdot \sqrt[3]{\frac{630 \cdot \pi \sqrt{\pi \cdot \rho \cdot D_{\text{заг}} \cdot S_{\text{ноч}} \cdot V_{\text{заг}}}}{\text{tg } \gamma \cdot m \cdot V_{\text{кр}} \cdot (1 - \eta^2)}} \quad (3)$$

$$H_{\text{max}} = \bar{X} \cdot \sqrt[3]{\frac{630 \cdot \pi \sqrt{\pi \cdot \rho \cdot D_{\text{заг}} \cdot S_{\text{ноч}} \cdot V_{\text{заг}} \cdot (1 - \eta^2)}}{\text{tg } \gamma \cdot m \cdot V_{\text{кр}} \cdot (1 + \eta)}} \quad (4)$$

$$\chi = \bar{X} \cdot \sqrt[3]{\frac{630 \cdot \pi \sqrt{\pi \cdot \rho \cdot D_{\text{заг}} \cdot S_{\text{ноч}} \cdot V_{\text{заг}} \cdot \eta^3}}{\text{tg } \gamma \cdot m \cdot V_{\text{кр}} \cdot (1 - \eta^2)}} \quad (5)$$

где S_0 - продольная подача, м/об; $V_{\text{кр}}$, $V_{\text{заг}}$ - скорости круга и заготовок, м/с; \bar{X} - зернистость круга, м; m - объемная концентрация круга; $(1 - \varepsilon) = \frac{\delta}{X}$ - коэффициент, учитывающий степень выступления зерен над уровнем связки; δ - максимальная высота выступления зерен, м; 2γ - угол при вершине зерна; $\rho = \frac{2}{D_{\text{кр}}} + \frac{2}{D_{\text{заг}}}$; $D_{\text{кр}}$, $D_{\text{заг}}$ - диаметры круга и заготовки, м; $\eta = \frac{\chi}{H}$ - безразмерный параметр, учитывающий степень затупления зерен, 0 ... 1.

Следуя зависимости (I), наибольшее влияние на Q оказывают параметры ε и η , т.е. добиться существенного увеличения можно прежде всего за счет изменения параметров режущего рельефа круга: обеспечения увеличенного выступления зерен над уровнем связки и их высокой "остроты", применяя для этого процесс алмазно-искрового шлифования.

Учитывая то, что основным ограничением увеличения производительности является износ круга, в работе получена аналитическая зависимость для определения удельного расхода алмаза:

$$q = \frac{10^3 \cdot \rho_a \cdot d \cdot \Delta i \cdot V_{\text{кр}} \cdot S_0}{\rho_m \cdot Q \cdot \eta} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot \pi^2 \cdot \rho_a \cdot d \cdot \Delta i \cdot \rho \cdot V_{\text{заг}}}{\rho_m \cdot \text{tg } \gamma \cdot m^2 \cdot (1 - \varepsilon)^6 \cdot V_{\text{кр}} \cdot \eta \cdot (1 - \eta^2)^2} \quad (6)$$

где ρ_a , ρ_m - плотности алмаза и обрабатываемого материала, кг/м³; \mathcal{L} - коэффициент, учитывающий плотность связки в зависимости от концентрации алмазных зерен в круге; Δi - линейный износ зерна за одно касание с обрабатываемым материалом, м.

Установлено, что в общем случае q от η изменяется по

экстремальной зависимости, проходя точку минимума ($\eta_{\text{экстр}} = 0,45$).
Условие $q \rightarrow \infty$ при $\eta \rightarrow 1$ обусловлено тем, что зерна разрушаются и выпадают из связки практически не претерпев линейного износа (ресурс работы зерна равен нулю). Условие $q \rightarrow \infty$ при $\eta \rightarrow 1$ обусловлено тем, что $Q \rightarrow 0$ (в соответствии с зависимостью (I)). Данная аналитическая зависимость согласуется с многочисленными экспериментальными данными, согласно которым удельный расход алмаза с изменением электрических параметров правки круга, а также производительности обработки изменяется по экстремальной зависимости, проходя точку минимума. Таким образом установлено, что реализация максимально возможной производительности обработки Q требует увеличения $(I - \xi)$ и поддержания в процессе шлифования оптимального значения.

Обобщенно условия повышения производительности обработки, вытекающие из зависимости (I) представлены на рис. 2. Выявленные теоретические закономерности шлифования подтверждены экспериментально. Установлено, что с увеличением силы тока J при внутреннем алмазно-искровом шлифовании твердого сплава производительность обработки возрастает, а удельный расход алмаза уменьшается, (рис. 3). Это связано с увеличением высоты выступания зерен над уровнем связки (при алмазно-искровом шлифовании она достигает 40 мкм, а при обычном алмазном - составляет всего до 10 мкм), что согласуется с расчетной зависимостью (I).

С увеличением поперечной подачи производительность обработки и сила тока, при которой происходит стабилизация во времени производительности, возрастает. Так, для реализации $S_{\text{ном}} = 0,1$ мм/мин необходимо устанавливать $J = 15$ А, для $S_{\text{ном}} = 0,2$ мм/мин - $J = 20$ А, для $S_{\text{ном}} = 0,3$ мм/мин - $J = 30$ А. Рост производительности обработки происходит за счет увеличения высоты выступания зерен, т.е. параметра $(I - \xi)$, входящего в зависимость (I).

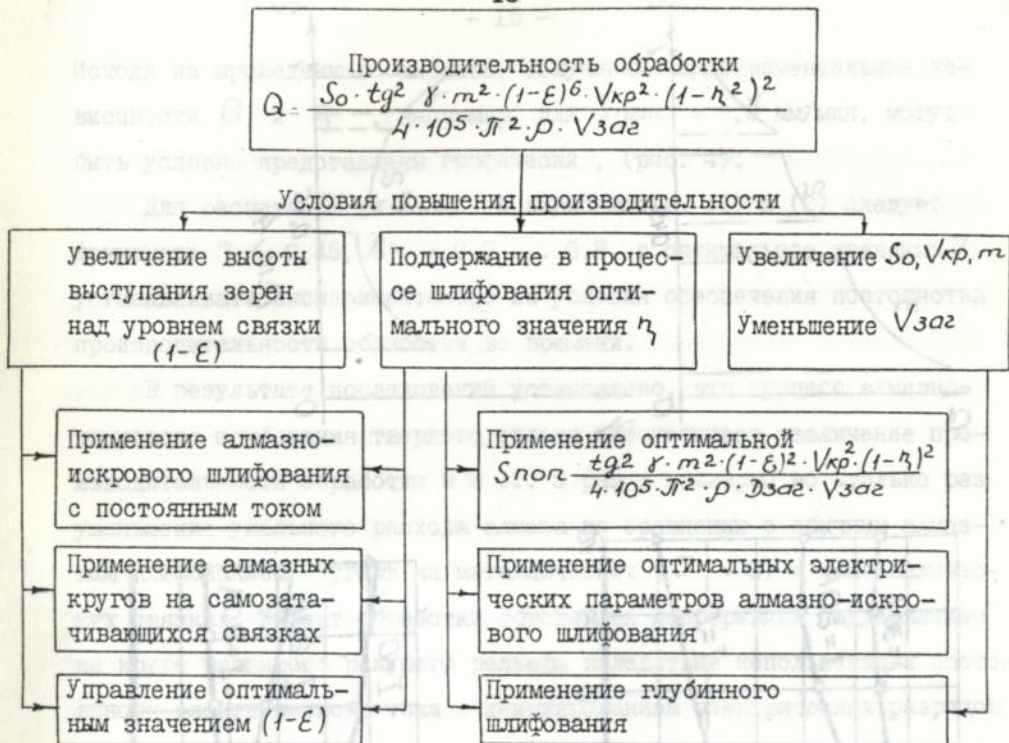


Рис. 2. Условия повышения производительности обработки

При этом удельный расход алмаза уменьшается, что согласуется с расчетной зависимостью (6).

Экспериментально установлено, что с течением времени обработки по мере затупления зерен круга производительность уменьшается, а удельный расход алмаза (в зависимости от поперечной подачи и силы тока) или возрастает, или снижается. Следуя зависимости (6), это обусловлено пределами изменения параметра η . Очевидно, рост удельного расхода алмаза q происходит в результате увеличения параметра η в пределах $\eta = 0,45$, а уменьшение q - в результате увеличения параметра η в пределах $\eta < 0,45$. Так, для $S_{opt} = 0,2$ мм/мин условие $\eta < 0,45$ выполняется при силе тока $I = 20$ А, а для $S_{opt} = 0,3$ мм/мин - при $I = 30$ А.

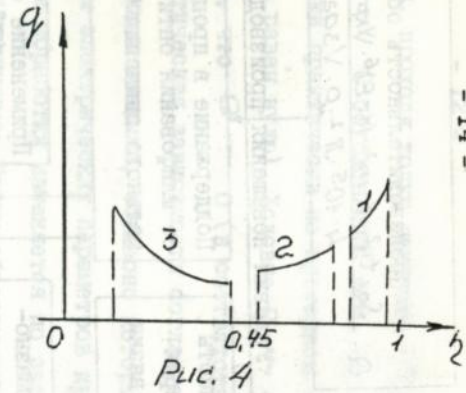
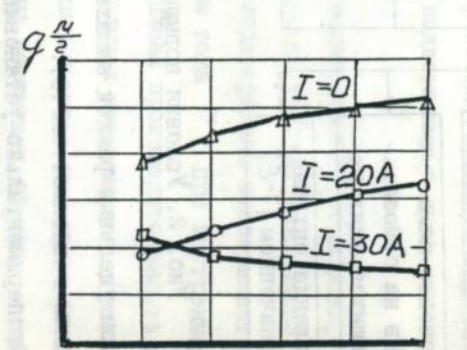
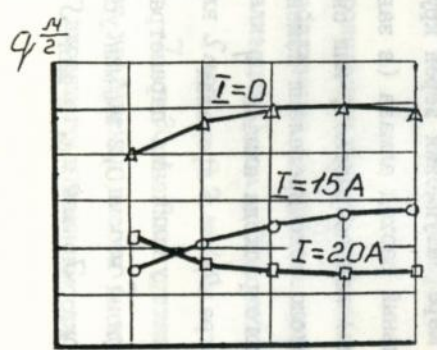
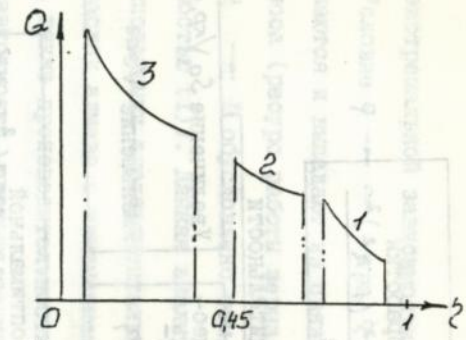
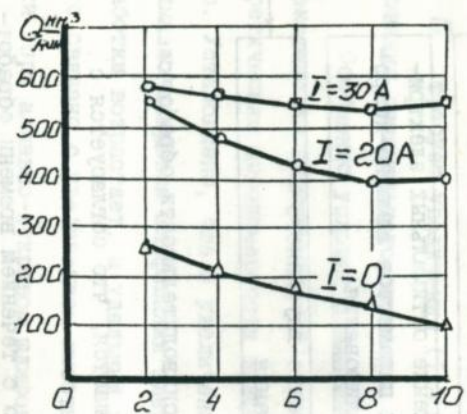
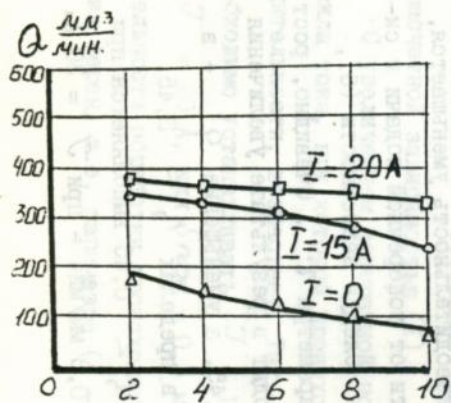


Рис. 3

Рис. 4

Исходя из проведенного анализа, полученные экспериментальные зависимости Q и q , например, для $S_{пол} = 0,3$ мм/мин, могут быть условно представлены графически, (рис. 4).

Для расчета Q и $S_{пол}$ в зависимостях (1) и (2) следует принимать $\eta < 0,45$, $\xi = 0,7 \dots 0,8$, а оптимальное значение J устанавливать экспериментально из условия обеспечения постоянства производительности обработки во времени.

В результате исследований установлено, что процесс алмазно-искрового шлифования твердого сплава обеспечивает увеличение производительности обработки в 2 ... 5 раз и примерно во столько раз уменьшение удельного расхода алмаза по сравнению с обычным алмазным шлифованием кругами на металлических ($J = 0$) и неметаллических связках. Эффект обработки обусловлен непрерывным поддержанием на круге развитого режущего рельефа вследствие использования постоянного электрического тока с иницированием электрических разрядов образующимися стружками и частичками диспергированного материала, перемыкающими межэлектродный промежуток. Выполненные исследования механизма износа алмазного круга на металлической связке М2-01 при $J = 0$ показали, что в связи с небольшой высотой выступания зерен над уровнем связки происходит интенсивное трение обрабатываемого твердого сплава со связкой. Это приводит к увеличению сил и температуры резания.

При алмазно-искровом шлифовании в связи с увеличенным выступанием зерен над уровнем связки практически исключено трение обрабатываемого твердого сплава с металлической связкой круга. Так, наблюдения под микроскопом и сделанные микрофотографии различных участков рабочей поверхности круга подтвердили отсутствие механического повреждения связки, т.е. разрушение связки происходит за счет действия возникающих в межэлектродном зазоре электрических разрядов. Этим обусловлено то, что при алмазно-искровом шлифова-

нии параметр шероховатости обработки R_a меньше, чем при шлифовании с $J = 0$.

Проведенные рентгеноструктурные исследования обработанной поверхности показали, что при алмазно-искровом шлифовании формируются благоприятные сжимающие напряжения, которые значительно выше, чем при обычном алмазном шлифовании ($J = 0$). Это указывает на преобладание при алмазно-искровом шлифовании силового фактора, т.е. роль температурного фактора незначительна вследствие исключения контакта связки с обрабатываемым материалом.

В результате оптимизации параметров внутреннего алмазно-искрового шлифования твердых сплавов с учетом ограничений по удельному расходу алмаза и качеству обработки достигнута экономически обоснованная производительность 1 тыс. мм³/мин и выше. При круглом наружном шлифовании (при съеме припусков до 0,3 мм) она составила 10 ... 12 тыс. мм³/мин, что выше производительности известных процессов алмазного шлифования. Для реализации внутреннего алмазно-искрового шлифования силу тока J необходимо увеличить до значений 50 ... 70 А, скорость круга устанавливать в пределах до 35 м/с, скорость заготовки - 60 ... 120 м/мин, продольную подачу - 3 ... 4 м/мин, поперечную подачу - до 0,4 мм/мин. Рекомендуется использовать специальные или модернизированные станки, алмазные круги на прочных металлических связках типа М2-01 зернистостью I60/I25 и выше, те же смазочно-охлаждающие жидкости, что и при обычном алмазном шлифовании.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В диссертационной работе решена актуальная для машиностроения задача повышения эффективности алмазного шлифования на основе введения в зону резания дополнительной энергии в форме постоянного электрического тока для разработки и внедрения высокопроизводи-

тельных технологий внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов.

1. Разработана математическая модель внутреннего и круглого наружного алмазного шлифования изделий из твердого сплава, учитывающая особенности формирования режущего рельефа круга при введении в зону резания дополнительной энергии в форме постоянного электрического тока. Получены аналитические зависимости для определения основных физических параметров (максимальной глубины внедрения обрабатываемого материала в рабочую поверхность круга и максимальной вероятностной толщины среза), производительности обработки и удельного расхода алмаза, которые наряду с традиционными параметрами режима шлифования и характеристик круга содержат новые параметры: максимальную высоту выступания зерен над уровнем связки и величину линейного износа зерна.

2. На основе разработанной математической модели процесса шлифования сформулированы физические условия повышения производительности обработки, состоящие в поддержании в процессе шлифования оптимальной величины линейного износа зерен и увеличенной высоты выступания зерен над уровнем связки, что наиболее эффективно реализуется путем применения алмазно-искрового шлифования с постоянным электрическим током.

3. На основе проведенных экспериментальных исследований технологических параметров алмазного шлифования изделий из твердых сплавов с учетом изменения режущего рельефа круга установлено, что основной физический эффект алмазно-искрового шлифования состоит в возможности обеспечения увеличенного выступания режущих зерен над уровнем связки и поддержания в процессе оптимальной величины линейного износа зерен, в реализации более глубокого внедрения обрабатываемого материала и свободного размещения образующихся стружек в межзеренном пространстве круга.

4. Установлено, что при алмазно-искровом шлифовании в связи с увеличенным выступанием режущих зерен практически исключено трение обрабатываемого твердого сплава со связкой круга. Разрушение связки происходит за счет ударно-термического воздействия в результате образования в межэлектродном промежутке электрических разрядов.

5. Сравнение алмазно-искрового и обычного алмазного шлифования алмазными кругами на самозатачивающихся связках показало, что процесс алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов позволяет увеличить производительность и уменьшить удельный расход алмаза. Причем, с увеличением поперечной подачи (производительности обработки) эффект от применения алмазно-искрового шлифования увеличивается.

6. Теоретически установлено, что удельный расход алмаза с изменением величины линейного износа зерен изменяется по экстремальной зависимости (проходя точку минимума). Это позволило расчетным путем определить оптимальные механические параметры режима алмазно-искрового шлифования и разработать методику выбора оптимальных электрических параметров.


7. Экспериментально установлено, что наличие интенсивного трения обрабатываемого твердого сплава с металлической связкой круга при обычном алмазном шлифовании приводит к существенному увеличению параметра шероховатости обработки R_a во времени. При алмазно-искровом шлифовании, исключая трение обрабатываемого материала со связкой круга, параметр шероховатости R_a ниже и с течением времени обработки остается неизменным.

8. При алмазно-искровом шлифовании в поверхностном слое материала формируются благоприятные сжимающие остаточные напряжения, которые выше, чем при обычном алмазном шлифовании. Это обусловлено исключением контакта связки с обрабатываемым материалом и уменьшением сил и температуры резания.

9. Разработаны высокопроизводительные процессы внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов, обеспечивающие увеличение производительности обработки в 2 ... 5 раз, снижение износа круга в 2 ... 3 раза и исключаящие образование прижогов, микротрещин на обработанных поверхностях.

Внедрение результатов работы на предприятиях отрасли обеспечило годовой экономический эффект 1,2 млн. рублей (в ценах 1991 года). Результаты внедрения имеют важное теоретическое значение.

Результаты работы отражены в следующих основных публикациях:

1. Кобзарь Л.Е., Фадеев В.А., Беззубенко Н.К. Прогрессивное алмазно-искровое шлифование. Харьков, 1995. - 52 с.
 2. Новиков Г.В., Фадеев В.А. Механика и теплофизика шлифования. Харьков, 1995. - 185 с.
 3. Фадеев В.А. Интенсификация процесса шлифования алмазными кругами. *Borsodi Maszaki gorzda sagi elet. Miskolc-Budapest*, 1994. p. 4 - 5, 148 - 155.
 4. Беззубенко Н.К., Сальтеевский И.С., Фадеев В.А. Состояние режущей поверхности круга при алмазно-искровом шлифовании // Маркетинг и управление инновациями. Тез. докл. Украинской научн. - практ. конф. Харьков. 1993. С. 12 - 17.
 5. Фадеев В.А. Рельеф алмазного круга // Резание и инструмент. - 1994, Вып. 49. С. 156 - 158.
 6. Фадеев В.А. Процесс шлифования с введением постоянного тока // Высокие технологии в машиностроении: моделирование, оптимизация, диагностика. Интерпартнер-94. Матер. междунар. научн.-техн. сем. Алушта. С. 222 - 224.
 7. А.С. № 1347433 БИ № 7, 1987. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки.
 8. А.С. № 1563058 БИ № 3, 1990. Термоимпульсная установка для удаления заусенцев.
- 

АННОТАЦІЯ

УДК 621.923

Алмазное шлифование твердых сплавов с введением в зону резания дополнительной энергии постоянного тока.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 - "Процессы механической обработки; станки и инструменты".

Фадеев Валерий Андреевич, Харьковский государственный политехнический университет, Харьков, 1995.

Работа посвящена решению актуальной задачи повышения эффективности внутреннего и круглого наружного шлифования изделий из твердых сплавов путем использования метода алмазно-искрового шлифования с постоянным электрическим током. На основе разработанной математической модели процесса и результатов экспериментальных исследований выявлены и обоснованы физические условия повышения производительности обработки, состоящие в поддержании в процессе шлифования оптимальной величины линейного износа зерен и увеличенной высоты выступания зерен над уровнем связки, что позволило разработать и внедрить высокопроизводительные технологии внутреннего и круглого наружного алмазно-искрового шлифования изделий из твердых сплавов.

Ключевые слова: производительность обработки, алмазно-искровое шлифование, рельеф круга, оптимизация шлифования.

Алмазне шлифування твердих сплавів з введенням в зону різання додаткової енергії постійного струму.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.03.01 - "Процеси механічної обробки; верстати та інструменти".

Фадєєв Валерій Андрійович, Харківський державний політехніч-

ний університет, Харків, 1995.

Робота присвячена рішення актуальної задачі підвищення ефективності внутрішнього та круглого зовнішнього шліфування виробів з твердих сплавів шляхом використання методу алмазно-іскрового шліфування з постійним електричним струмом. На основі розробленої математичної моделі процесу і результатів експериментальних досліджень виявлені та обгрунтовані фізичні умови підвищення продуктивності обробки складаючі у підтриманні у процесі шліфування оптимальної величини лінійного зносу зерен і збільшеної висоти виступання зерен над рівнем зв'язки, що дозволило розробити і впровадити високопродуктивні технології внутрішнього і круглого зовнішнього алмазно-іскрового шліфування виробів з твердих сплавів.

Diamond polishing of hard alloys with introduction of additional DC energy into zone of cutting.

Dissertation for seeking Candidate of Technical Sciences Degree on speciality 05.03.01. - "Mechanical treatment processes; tools and instruments".

" " Fadeyev Valery Andreevich, Kharkov State Polytechnical University, Kharkov, 1995.

The work deals with matters of efficiency increase of internal and circular-external polishing of hard alloy details by using method of diamond-sparkle polishing with DC. On a base of developed mathematical model of the process and results of experimental tests the physical conditions of the increase of treatment productivity were found and proved. They consist in keeping the optimum value of linear wear of seeds and increased height of the seeds over the binder. This allows to develop and inculcate high-productive technologies of internal and circular external diamond-sparkle polishing of hard alloy details.

Харків, 1998.

Робота присвячена дослідженню впливу різних факторів на процес формування структури організації підприємства. У роботі розглянуто основні етапи формування структури організації підприємства, а також вплив різних факторів на цей процес. Вислідом дослідження є висновки про те, що структура організації підприємства повинна відповідати його специфіці та змінюватися в процесі розвитку.

Важливим аспектом дослідження є вплив організаційної культури на формування структури організації підприємства. Організаційна культура впливає на те, як працівники сприймають свою роботу та взаємодіють між собою. Це, в свою чергу, впливає на ефективність роботи організації та її здатність адаптуватися до змін.

Дослідження показує, що структура організації підприємства повинна бути гнучкою та здатною до змін. Це означає, що організація повинна мати можливість швидко реагувати на зміни в середовищі та адаптуватися до них. Для цього важливо мати чіткі механізми управління та комунікації.

Висновки дослідження свідчать про те, що структура організації підприємства повинна відповідати його специфіці та змінюватися в процесі розвитку. Важливо врахувати вплив організаційної культури на формування структури організації підприємства. Для цього необхідно мати чіткі механізми управління та комунікації.

Подписано к печати 09.11.95 г. Формат 60x84 1/16 Бумага тип.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,5 Уч.-изд. л. 1,35

Тираж 100. Зак. 1359

Типография завода ФЭД. З10023, г. Харьков, ул. Сумская, 132

152500

Ab 33.953

AB 33.953