М261790

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Министерство высшего и среднего специального образования СС

М о с к о в с к о е
ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им.Н.Э.Баумана

АБАСОВ Вагиф Абас оглы

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА Э А Ш ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

(Специальность 05.03.03 - Обработка материалов резанием ")

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1975

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище им. Н.Э. Баумана.

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Л.М.ТРЕЩЕНКО

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Ф.В.СЕДЫКИН

кандидат технических наук, доцент С.А. ПОПОВ

Ведущее предприятие - АвтоЗ И Л.

Автореферат разослан " " _____ 1975 г.

Защита диссертации состоится " " июня 1975 г. на заседании Совета факультета "Автоматизация и механизация производства" Московского высшего технического училища имени Н.Э.Баумана по адресу:

Моск

С дис лища.

Отзы ые пе-
чатью, пр

М261790

У

ОВ

Актуальность проблемы. Повседневная забота КПСС и правительства об ускорении развития социалистической индустрии тесно связана с увеличением объема производства в области машиностроения и инструментальной промышленности.

Эффективность использования твердосплавных инструментов во многом определяется методом их обработки.

Одним из прогрессивных методов обработки в настоящее время является электролитическое алмазное шлифование (ЭАШ), которое имеет некоторые преимущества по сравнению с алмазным, в частности, позволяет повысить режущую способность алмазного круга, увеличить производительность шлифования и улучшить качество обработанной поверхности.

ЭАШ представляет собой, главным образом, сочетание двух различных технологических процессов: электрохимической и механической (алмазной) обработки. Процесс снятия припуска сопровождается сложными физико-химико-механическими явлениями. Некоторые из этих явлений (выбор конструкции алмазного круга, температурные явления при ЭАШ, выбор состава электролита и др.), недостаточно исследованы до нашего времени, что сдерживает эффективное внедрение в производство процесса ЭАШ.

Цель исследования. Целью данной работы являются исследование и установление технологических параметров процесса торцового ЭАШ твердого сплава ВК20, исследование тепловых явлений процесса жесткого ЭАШ твердых сплавов, изыскание путей повышения эффективности процесса ЭАШ, путем создания новой конструкции круга, определение оптимального состава электролита для основных типов применяемых твердых сплавов.

Методы исследования. Результаты экспериментальных исследований оценивались по показателям удельного расхода алмаза, динамических характеристик процесса, качества обработанной поверхности, экономическим показателям.

Научная новизна. Исследована обрабатываемость твердого сплава ВК20 в условиях ЭАШ чашечными кругами. Проведено исследование по изучению тепловых явлений процесса ЭАШ твердых сплавов. Предложена новая конструкция алмазного чашечного круга для ЭАШ и исследована его работа в условиях ЭАШ; установлено, что круг новой конструкции значительно повышает эффектив-

№261790

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана

ность процесса ЭАШ.

В работе проведено исследование влияния состава и концентрации электролита на некоторых показателях процесса ЭАШ твердых сплавов.

Практическая ценность. В результате проведенных исследований разработаны рекомендации по выбору характеристики кругов и технологических параметров обработки твердого сплава ВК20. Даны рекомендации по выбору конструкции алмазного чашечного круга для ЭАШ. Установлены оптимальные составы электролитов для обработки твердых сплавов ВК20, ВК8, ВК8+сталь 45, Т15К6.

Разработанный круг новой конструкции внедрен на Запорожском моторостроительном заводе, где получен годовой экономический эффект в сумме 30 тыс.руб.

Апробация работы. По основным разделам работы сделано два доклада на научных семинарах кафедры "Теория механической обработки и инструмента" МВТУ им.Баумана в течение 1973-1975гг; доклады на семинаре в Доме Пропаганды г.Киев, 1974; на конференции молодых специалистов завода "ЗИЛ", 1975, на IУ Межвузовской конференции в МВТУ им.Баумана, 1975.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 220 стр. из них 149 составляют текст, включающий в себя введение, восемь глав, выводы по главам и общие выводы по работе, приложение из трех страниц. Содержит 18 таблиц и 79 рисунков, список литературы из 95 наименований.

Первая глава посвящена особенностям процесса электролитического алмазного шлифования. ЭАШ обусловлено электрохимическими, химическими, электроэрозионными, термическими и механическими явлениями. На основании анализа существующих работ с целью повышения эффективности применения ЭАШ при обработке твердосплавных инструментов и деталей были поставлены задачи: разработать и исследовать в условиях ЭАШ работу кругов новой конструкции с торцевой режущей поверхностью, на которой спирально расположен алмазосодержащий слой; исследовать износостойкость кругов новой конструкции при ЭАШ твердых сплавов по "жесткой"и"упругой" схемам обработки; иссле-

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
МВТУ им. Н. Э. Баумана БИБЛИОТЕКА

довать в условиях "упругого" ЭАШ интенсивность съема кругами различных конструкций; исследовать тепловые явления, сопровождающие процесс ЭАШ по "жесткой" схеме обработки; определить оптимальный состав электролита при обработке твердых сплавов, применяемых для изготовления металлорежущего и штампового инструмента, а также для совместной обработки твердого сплава и стали; определить оптимальные режимы электролитического алмазного шлифования твердого сплава ВК20; определить влияние режимов обработки, характеристик и конструкции алмазного инструмента на шероховатость обработанной поверхности; оценить экономическую эффективность применения новой конструкции алмазного круга при электролитическом алмазном шлифовании твердых сплавов.

Во второй главе изложены общая программа и методика проведения исследований.

В качестве установки для исследования был принят модернизированный станок модели ЗА64М.

Основные исследования проводились при обработке твердых сплавов марок: ВК20, Т15К6, ВК8 + сталь 45 (HRC 40 ÷ 42). В качестве режущего инструмента использовались алмазные чашечные круги, выпускаемые по ГОСТу 16172-70, а также круги новой конструкции (рис.I), которые изготовлялись на Томилинском заводе алмазных инструментов. Линейный износ алмазных кругов измерялся вертикальным длиномером ИЗВ-2I с точностью измерения ±I мкм.

В новой конструкции круга режущая поверхность состоит из сочетания алмазосодержащего и безалмазоносного участков, расположенных по спирали. Весовой износ алмазов находился через $V_{ал}$ - линейный износ алмазного слоя и $V_{б.а}$ - линейный износ безалмазного слоя:

$$G_a = \frac{0{,}878 \cdot \pi \cdot D_{ср} \cdot b \cdot l \cdot V_{ал}}{1000\, a_к \cdot e \cdot V_{б.а}}; \qquad (I)$$

где b - ширина алмазоносного слоя;

e - шаг спирали;

$a_к$ - коэффициент, учитывающий концентрацию алмазов;

l - расстояние между двумя точками, в которых измеряется износ , в мм;

$D_{ср}$ – средний диаметр круга.

Составляющие силы резания измерялись с помощью двухкомпонентного динамометра конструкции МВТУ. Запись силы резания производилась с помощью тензометрической станции УТС-12 на осциллографе Н-105. Измерение температуры при АШ и ЭАШ производилось методом искусственных термопар. При расчете температуры в зоне резания кривые теплового поля экстраполировались с помощью формулы Лагранжа.

Для исследования влияния состава электролита на параметры ЭАШ при обработке различных марок твердых сплавов было выбрано восемь различных по химическому составу и концентрации электролитов, составы которых приведены в табл.I.

Таблица I

Компоненты	Номер электролита (состав в %)							
	I	2	3	4	5	6	7	8
Нитрат натрия	5,0	5,0	8,5	5,0	9,6	5,0	5,0	5,0
Нитрит натрия	0,8	0,8	–	–	I,0	I,0	–	–
Фтористый натрий	–	5,0	–	–	–	–	–	–
Кальцинированная сода	–	–	8,0	I,8	–	–	–	–
Б у р а	–	–	0,07	0,5	–	–	–	–
Сернокислый натрий	–	–	0,I5	–	–	–	–	–
Вольфрамат натрий	–	–	–	8,0	–	–	–	–
Двууглекислый натрий	–	–	–	–	0,8	0,8	0,6	0,6
Натрий фосфорнокислый двухзамещенный	–	–	–	–	–	–	I,0	–
Калий азотнокислый	–	–	–	–	–	–	I,0	I,5
Калий углекислый	–	–	–	–	–	–	–	0,8
В о д а	94,7	89,7	9028	90,2	89,I	88,I	98,4	92,I

Результаты экспериментальных исследований обрабатывались математико-статистическим методом с последующим однофакторным анализом с применением ЭВЦМ типа "ЭВСМ – 4".

Третья глава посвящена изучению особенностей работы кругов новой конструкции, одной из которых является наличие безалмазоносного участка (рис.I). В условиях ЭАШ круг работает как по схеме электролитического алмазного шлифования, так и по схеме анодно-механической обработки.

Исследование характера линейного износа круга новой конструкции (рис.2) показало, что из двух участков - алмазоносный и металлический - последний изнашивается быстрее. При этом между обрабатываемой деталью и металлической частью круга образуется зазор величиной до 0,I мм, который улучшает условия прокачки электролита и отвода стружки и продуктов анодного растворения из зоны обработки. Меньший износ алмазоносного слоя связан с тем, что он имеет значительно большее омическое сопротивление. Электропроводность алмазоносного участка $\gamma_{ал}$ намного меньше, чем металлического $\gamma_м$. Электропроводность круга новой конструкции определяется следующим образом:

$$\gamma_{н.к} = K\gamma_м + K_1\gamma_{ал}; \qquad (2)$$

где K - коэффициент, определяющий величину металлического участка; K_1 - алмазоносной части.

$$K = \frac{e-b}{e}; \qquad K_1 = \frac{b}{e}; \qquad (3)$$

где e - шаг спирали, мм;

b - ширина алмазоносного слоя, мм.

Микрофотографии поверхности круга показывают, что алмазный круг изнашивается не только за счет механического трения, но и за счет электроэрозии и электрохимических процессов, происходящих на катоде.

Большой износ металлического участка круга новой конструкции происходит вследствие электроэрозионных явлений. Это связано с тем, что электропроводность металлического участка по сравнению с алмазным значительно больше.

Распределение тока по ширине контакта круга новой конструкции определяется следующим образом. Общая сила тока, проходящая через круг

$$J_o = J_м + J_{ал}; \qquad (4)$$

Сила тока на алмазоносном ($J_{ал}$) и металлическом ($J_м$) участках определяется по формулам:

$$J_{ал} = J_0 \frac{V_{ал}}{V_{м.к}} = J_0 \frac{V_{ал}}{K V_м + K_1 V_{ал}}; \quad (5)$$

$$J_м = J_0 \left(1 - \frac{V_{ал}}{V_{м.к}}\right) = J_0 \left(1 - \frac{V_{ал}}{K V_м + K_1 V_{ал}}\right); \quad (6)$$

Особенностью работы предложенного круга является в то, что алмазоносный слой, кроме вращательного движения, также совершает дополнительные осциллирующие движения относительно обрабатываемой поверхности со скоростью:

$$V_1 = \frac{4(e-b)\frac{A}{d}n}{1000}, \text{ м/мин} \quad (7)$$

где n – число оборотов круга, об/мин;

A – ширина круга, в мм;

$4(e-b)$ – общий путь перемещения алмазной части круга за один оборот в радиальном направлении, мм/об.

Это позволяет интенсифицировать процесс депассивизации анода, удаления продуктов растворения и стружки из зоны резания, что увеличивает скорость электрохимических процессов. Закономерности изменения составляющих силы резания при обработке кругом новой конструкции и обычным кругом в зависимости от режимов остаются почти постоянными и могут быть описаны уравнением регрессии вида:

$$y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \cdots + b_k x^k; \quad (8)$$

Проведены опыты с целью сравнения значений составляющих силы резания при работе обычным алмазным чашечным кругом и кругом новой конструкции, которые показали, что во всех диапазонах изменения режимов резания круг новой конструкции позволяет обработать твердый сплавы с меньшими усилиями резания (примерно, 40-70%).

Уравнения регрессии для обычного круга имеют вид:

$$P_y = 9,7 - 7,63 S_{пр} + 4,08 S_{пр}^2 - 0,511 S_{пр}^3; \quad (9)$$

$$P_z = 4,7 - 4,44 S_м + 2,2 S_{пр}^2 - 0,267 S_{пр}^3;$$

для круга новой конструкции:

$$P_y = 0,29 + 4,18 S_{пр} - 0,935 S_{пр}^2 + 0,083 S_{пр}^3; \quad (10)$$

$$P_z = 0,49 + 0,929 S_{пр} - 0,08 S_{пр}^2;$$

Исследованиями установлено, что с увеличением напряжения и величины технологического тока силы резания при обработке кругом различных конструкций уменьшаются. Это объясняется тем, что с увеличением электрических режимов ЭАШ повышается интенсивность анодного растворения кобальта и окисления карбидов титана и вольфрама, следовательно, уменьшается доля механического съема.

Были проведены исследования по определению удельной интенсивности шлифования при обработке твердого сплава ВК8 кругами различных конструкций. Установлено, что с увеличением режимов резания удельная интенсивность шлифования в условиях ЭАШ возрастает. Применение кругов новой конструкции повышает значение $Q_{уд}$ в I,5 - 2,3 раза.

В четвертой главе приводятся данные экспериментальных исследований по интенсивности съема, удельному расходу алмаза и шероховатости обработанной поверхности в зависимости от различных параметров процесса ЭАШ. С увеличением концентрации алмазов от 50 до 200% интенсивность съема при обработке кругами, выпускаемыми по ГОСТу, повышается примерно на 75%, при этом удельный расход алмаза возрастает в 2 раза. При этом величина технологического тока уменьшается, так как с увеличением концентрации алмаза уменьшается электропроводность круга, из-за роста омического сопротивления. Увеличение зернистости алмазного круга также уменьшает величину технологического тока и приводит к снижению интенсивности съема твердого сплава. Например, с увеличением зернистости от I00/I25 до 200/I60 сила технологического тока уменьшается в 2,2 раза, интенсивность съема снижается примерно в 3 раза, что связано с ростом межэлектродного зазора.

На интенсивность съема и удельный расход алмаза в значительной степени оказывают влияние механические, электрические параметры процесса ЭАШ и конструкция круга. С увеличением продольной подачи от I до 4 м/мин интенсивность съема при обработке кругом обычной конструкции увеличивается примерно на 50%, при этом удельный расход алмаза изменяется от 0,45 мг/г до I,I5 мг/г. При обработке кругом новой конструкции интенсивность съема по сравнению с обычным кругом с ростом

продольной подачи увеличивается от 1,3 до 2,0 г/мин, а удельный расход алмаза снижается от 0,2 до 0,65мг/г.

Математическая обработка результатов позволила выразить зависимость интенсивности съема и удельного расхода от продольной подачи следующими уравнениями:

для кругов обычных конструкций:

$$Q = 1{,}8 + 0{,}474\, S_{пр} + 0{,}01\, S_{пр}^2 \qquad (11)$$

$$q = 0{,}16 + 0{,}248\, S_{пр},$$

для кругов новой конструкции:

$$Q = 2{,}06 + 0{,}98\, S_{пр} - 0{,}0375\, S_{пр}^2 ; \qquad (12)$$

$$q = 0{,}14 + 0{,}165\, S_{пр} - 0{,}75 \cdot 10^{-2} S_{пр}^2 ;$$

С увеличением нормальной силы от 3,75 до 10 кг как интенсивность съема, так и удельный расход алмаза возрастают. Рост производительности обработки с увеличением давления объясняется повышением интенсивности электрохимических процессов, так как уменьшается межэлектродный зазор и лучше удаляются анодные окисные пленки. Кроме того, с ростом нормальной силы увеличивается доля механического и электроэрозионного съема.

Проведенные исследования показали, что с увеличением тока от 15 до 60А интенсивность съема при ЭАШ кругом обычной конструкции возрастает в 1,4 раза, а при обработке кругом новой конструкции интенсивность съема увеличивается в 1,7 раза. Это связано с особенностями работы круга новой конструкции. Удельный расход алмаза с увеличением технологического тока до 45А для обеих кругов снижается, дальнейшее увеличение J приводит к росту удельного расхода алмаза.

При значениях величины технологического тока свыше 60А электроэрозионные процессы приводят к заметному повышению удельного расхода алмаза как при ЭАШ обыкновенным кругом, так и при обработке кругом новой конструкции.

С увеличением напряжения от 4 до 10 в интенсивность съема и удельный расход алмаза при обработке кругами обычной и спиральной конструкции возрастают. Например, при напряжении 4 в при работе обычным кругом $Q = 2{,}2$ г/мин, $q = 0{,}58$мг/г, а при $U = 10$ в, $Q = 3{,}5$ г/мин, $q = 0{,}8$ мг/г, соответственно

спиральным кругом Q = 3,I г/мин, q = 0,25 мг/г, Q=4,5г/мин; q= 0,55 мг/г. Это объясняется тем, что с ростом напряжения повышается интенсивность электроэрозионных явлений.

При обработке твердых сплавов круг со спиральным алмазоносным слоем уменьшает по сравнению с обычным кругом величину микронеровностей в 2 раза. При этом стойкость твердосплавного инструмента, заточенного спиральным кругом, повышается на 35-40%.

Пятая глава посвящена изучению тепловых явлений при ЭАШ. В отличие от обычного алмазного шлифования в процессе ЭАШ, наряду с механическими источниками тепла ($Q_м$) существуют дополнительные источники, возникающие вследствие омического сопротивления при прохождении тока ($Q_э$), протекания электрохимических и термических реакций ($Q_{эх}$), электроэрозионных явлений ($Q_{эр}$).

$$Q_{эАШ} = Q_э + Q_{эх} + Q_{эр} + Q_м; \qquad (13)$$

Возникающая при ЭАШ температура в значительной степени зависит от характеристик круга. Проведенные исследования показали, что с увеличением как зернистости, так и концентрации температура возрастает. При ЭАШ при прочих равных условиях температура значительно ниже, чем при алмазном шлифовании. Так, при шлифовании кругами 50% концентрации в условиях АШ- T = 270°С, ЭАШ - T = I85°С, а при 200% концентрации соответственно T = = 406°С, T = 260°С. Это объясняется тем, что силы резания при ЭАШ ниже, чем при АШ.

Увеличение продольной и поперечной подач приводит к значительному росту средней температуры в зоне обработки. Причем при большой глубине резания разница между температурой алмазного и электроалмазного шлифования увеличивается. Так, если при $S_{поп}$ = 0,03 мм/дв.х средняя температура при АШ равна I75°С, то при ЭАШ - I25°С, при $S_{поп}$ = 0,07 мм/дв.х, соответственно, 500°С и 285°С. Это объясняется тем, что с увеличением глубины резания в условиях ЭАШ, наряду с ростом механического съема припуска повышается эффективность электрохимических процессов, что значительно снижает температуру в зоне обработки при больших глубинах. Математически зависимость T°C от $S_{поп}$ и $S_{пр}$ выражается следующим образом:

для алмазного шлифования:

$$T = 325,4 - 9,58.10^{-3} S_{пол} + 1,7.10^{5} S^{2}_{пол} \quad ; \qquad (14)$$

$$T = 129 + 8,014 S_{пр} + 6,21 S^{2}_{пр} \quad ;$$

при ЭАШ:

$$T = 93,03 + 2,5.10^{3} S_{пол} - 8,73.10^{4} S^{2}_{пол} + 1,333.10^{9} S^{3}_{пол} \qquad (15)$$

$$T = 38,2 + 86,24 S_{пр} - 30,4 S^{2}_{пр} + 4,33 S^{3}_{пр} ;$$

Тепло, выделяющееся за счет электрохимических и электрофизических процессов, определяется электрическими параметрами режима, т.е. величиной технологического тока и напряжения.

Исследование температуры ЭАШ в зависимости от величины тока и напряжения показало, что с увеличением тока до 45А, а напряжения до 8 в температура ЭАШ уменьшается. Однако, дальнейшее увеличение тока и напряжения приводит к росту температуры ЭАШ, так как с увеличением тока свыше 45А и напряжения 8 в повышается интенсивность электроэрозионных явлений, вследствие чего возрастает температура . При ЭАШ кругом новой конструкции температура в зоне обработки по сравнению с кругом обычной конструкции уменьшается примерно на 50%, так как облегчается прокачка электролита.

<u>В шестой главе</u> излагаются результаты исследования влияния состава и концентрации электролита на основные показатели процесса ЭАШ. Наименьшие составляющие силы резания при обработке твердого сплава ВК8 отмечаются при электролите №8, что может быть объяснено наличием в его составе раствора двууглекислого натрия и углекислого калия, которые приводят к интенсификации электрохимических процессов. При работе электролитом №3 наблюдаются наибольшие значения P_y и P_z . Наименьшая шероховатость обработанной поверхности получена при обработке электролитом №4 - R_a= 0,16 мкм, при этом также наблюдается наименьший удельный расход алмаза q= 0,34 мг/г. Полученные результаты исследований при определении оптимального состава электролита для основных типов твердых сплавов приведены в табл.2.

Исследование влияния концентрации $NaNO_3$ показало, что с его увеличением до 4% составляющие силы резания уменьшаются, при этом повышается режущая способность кругов, величина технологического тока и удельный расход алмаза. Дальнейшее

Таблица 2

	Показатели процесса ЭАШ	Электролиты							
		I	2	3	4	5	6	7	8
ВК8	P_y, кгс	4,60	5,8	6,5	5,8	5,6	5,4	4,6	4,8
	P_z, кгс	I,75	2,0	2,5	2,I	2,0	2,0	I,8	I,7
	K, $\frac{мм^3}{минкгс}$	52,I	45,8	37,0	4I,8	42,8	44,4	52,I	55,8
	R_a, мкм	0,I7	0,2I	0,I8	0,I6	0,20	0,I7	0,2	0,I9
	η	I	0,87	0,7I	0,80	0,82	0,85	I	I,07
	q, мг/г	0,45	0,50	0,84	0,33	0,55	0,89	0,7I	0,52
ВК8 + ст.45	P_y, кгс	7,I5	6,8	8,7	9,2	9,87	6,I5	8,84	6,5
	P_z, кгс	2,5	2,8	2,28	3,8	3,55	2,2	2,9	2,4
	K, $\frac{мм^3}{минкгс}$	33,5	84,9	27,6	26,I	24,8	89,0	27,I	86,9
	R_a, мкм	0,I5	0,I9	0,I7	0,I2	0,I8	0,I6	0,28	0,I4
	η	I	I,04	0,82	0,8	0,7	I,I6	0,8I	I,09
	q, мг/г	0,68	0,95	I,I8	I,I2	I,42	I,82	I,74	I,86
Т15К6	P_y, кгс	8,9	8,75	4,I5	4,7	4,9	8,7	3,4	4,4
	P_z, кгс	I,85	I,5	I,8	2,I	2,8	I,8	I,5	2,0
	K, $\frac{мм^3}{минкгс}$	6I,5	64,0	57,9	5I,06	49,8	64,9	70,6	54,5
	R_a, мкм	0,I5	0,I8	0,I4	0,I6	0,I8	0,20	0,22	0,25
	η	I	I,04	0,94	0,88	0,8I	I,05	I,I5	0,89
	q, мг/г	0,66	0,8I	0,54	0,7	0,75	0,55	0,78	0,58
ВК20	P_y, кгс	8,0	8,6	7,I	7,9	7,6	8,8	6,25	6,I
	P_z, кгс	8,5	8,2	8,I	8,0	8,I	8,2	2,4	2,2
	K, $\frac{мм^3}{минкгс}$	80	28,8	84	80,85	8I,6	27,4	88,4	89,4
	R_a, мкм	0,I5	0,I7	0,I5	0,I8	0,I6	0,2I	0,I9	0,I4
	η	I	0,96	I,I8	I,0I	I,05	0,9I	I,28	I,3I2
	q, мг/г	0,57	0,44	0,52	0,42	0,46	0,56	0,50	0,44

увеличение концентрации $NaNO_3$ не оказывает влияния на составляющие силы резания, что объясняется стабилизацией электрохимических процессов. Таким образом, в условиях ЭАШ в составе электролита концентрацию нитрата натрия достаточно принять в пределах 4-5%.

Седьмая глава посвящена вопросу обрабатываемости твердого сплава ВК20, с целью установления оптимальных режимов и характеристики кругов. В качестве электролита при этом был применен электролит №8, состоящий из $NaNO_3$ - 5%; $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ - 0,7%; KNO_2 - 1,5%; K_2CO_3 - 0,8%, остальное - вода.

В качестве критериев обрабатываемости при ЭАШ твердого сплава ВК20 были приняты силы резания, удельная интенсивность шлифования, удельный расход алмаза и шероховатость.

Исследования показали, что с увеличением зернистости в пределах от 80/63 до 125/100 составляющие P_y, P_z повышаются незначительно. При дальнейшем увеличении наблюдается значительный рост P_y, P_z. Это объясняется тем, что увеличение зернистости приводит к росту межэлектродного зазора и уменьшению количества зерен, участвующих в резании, вследствие чего растет механическая доля съема и, следовательно, повышаются силы резания. С увеличением зернистости (свыше 125/100) повышается также удельный расход алмаза и ухудшается чистота обработанной поверхности.

С увеличением концентрации алмаза растут силы резания, и удельный расход алмаза, при этом улучшается шероховатость обработанной поверхности и снижается удельная интенсивность шлифования. В отличие от твердого сплава ВК8 при ЭАШ твердого сплава ВК20 степень влияния концентрации алмаза на составляющие P_y и P_z значительно меньше, что объясняется наличием в сплаве ВК20 большого количества кобальта.

На основании этих исследований рекомендуется при ЭАШ твердого сплава ВК20 применять алмазный чашечный круг с зернистостью 80/63 - 125/100, концентрация алмаза - 100%. Экспериментальные исследования позволили установить также оптимальные режимы ЭАШ сплава ВК20: $S_{тр}$ = 3 - 4 м/мин; $S_{поп}$ = 0,03 ÷ 0,05 мм/дв.х, U = 8 - 10 в; J = 45 - 60А.

В восьмой главе излагаются результаты расчета технико-экономических показателей применения круга со спирально рас-

положенным алмазоносным слоем путем сравнения его с базовым вариантом.

Исследование экономической эффективности проводилось с учетом минутного съема твердого сплава. Кроме того, определяем экономический эффект от внедрения одного карата алмаза при работе кругом новой конструкции.

Установлено, что круг новой конструкции позволяет примерно в 2 раза снизить затраты, связанные со съемом одного грамма твердого сплава. Расчет технико-экономических показателей, приведенных на один карат алмаза, показал, что внедрение круга новой конструкции в промышленность позволит дать экономический эффект, приведенный на I карат алмаза в зависимости от режимов обработки в пределах I,25 - 4,72 руб.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

I. Разработана новая конструкция алмазного чашечного круга, отличающаяся от существующих тем, что рабочая поверхность его разбита на два участка: алмазоносный и металлический (безалмазоносный), которые расположены на торцевой (рабочей) поверхности в виде архимедовой спирали, находящихся на одном уровне. Круг новой конструкции обладает более высокой электропроводностью.

2. Проведенное исследование позволило оценить влияние конструкции режущей части круга на основные показатели процесса. Установлено, что при ЭАШ кругом со спирально расположенным алмазоносным слоем составляющие силы резания при обработке твердого сплава уменьшаются в I,5-2 раза, при этом удельная интенсивность шлифования возрастает на 50-70%. Это в значительной мере объясняется тем, что в процессе работы образуется канавка в форме спирали Архимеда, которая улучшает прокачку электролита в зоне обработки, вывод стружки и продуктов анодного окисления, гидродинамические параметры процесса и др.

3. При ЭАШ интенсивность съема и удельный расход алмаза в значительной степени зависят от конструкции режущей части круга. При обработке кругом со спирально расположенным алмазоносным слоем интенсивность съема по сравнению с кругом обычной конструкции увеличивается на 50-70%, а удельный расход ал-

маза уменьшается в 1,7 - 2,5 раза.

4. Установлено, что с увеличением зернистости алмазного круга от 100/80 до 200/160 интенсивность съема уменьшается примерно в 3 раза, при этом удельный расход алмаза увеличивается на 30-40%. Увеличение концентрации алмазов в круге от 50 до 200% повышает интенсивность съема ЭАШ примерно на 50%.

5. Экспериментально установлено, что при ЭАШ твердого сплава с увеличением технологического тока от 15 до 60А интенсивность съема возрастает примерно на 55%, с повышением напряжения от 4 до 10 в - на 30%.

6. Исследование тепловых явлений при жесткой схеме ЭАШ показало, что характер закономерности изменения и распределения температуры по глубине образца при обработке твердых сплавов не зависит от параметров резания и характеристик кругов, а имеет лишь количественное различие. Установлено, что при ЭАШ твердых сплавов температура в зоне обработки снижается по сравнению с алмазным шлифованием примерно на 35-40% и на поверхности обрабатываемого образца составляет 125-300°С. Применение чашечных кругов со спирально расположенным алмазоносным слоем в условиях ЭАШ приводит к снижению температуры в зоне обработки на 40-50%.

7. Экспериментальным путем установлено, что с увеличением механических параметров режима ЭАШ температура в зоне обработки увеличивается. Так, с изменением продольной подачи от 1 до 5 м/мин температура в зоне обработки растет от 95 до 210°С; при увеличении поперечной подачи от 0,08 до 0,07 $\frac{мм}{дв.х}$ температура в зоне резания изменяется от 125 до 285°С. С увеличением технологического тока от 15 до 45А и величины напряжения от 2-х до 8 в температура в зоне обработки уменьшается примерно на 35-25%.

8. Установлено, что чистота обработки поверхности при ЭАШ кругом со спирально расположенным алмазоносным слоем улучшается на один класс и находится в пределах 10-11 классов чистоты. Отсутствие микротрещин и других дефектов в поверхностном слое при ЭАШ кругом новой конструкции позволяет повысить стойкость твердосплавных инструментов при точении на 35-40%.

9. Состав электролита должен выбираться в зависимости от марки твердого сплава. Экспериментально установлено, что для

обработки твердого сплава ВК8 может быть рекомендован электролит №4 (нитрат натрия 5%, кальцинированная сода - I,8%, бура - 0,5%, вольфрамат натрий -8%, остальное - вода), для твердого сплава ВК8 со сталью 45 - электролит №I (нитрат натрия -5%, нитрит натрий -0,8%, остальное - вода); для твердого сплава ВК20 - электролит №8 (нитрат натрий -5%, двууглекислый натрий - 0,6%, калий азотнокислый - I,5%, калий углекислый - 0,8%, остальное-вода); для твердого сплава ТI5К6 - электролит №8 (нитрат натрия - 8,5%, кальцинированная сода - 8%, бура - 0,07%, серно-кислый натрий - 0,I5%, остальное-вода)

I0. На основании экспериментов установлены целесообразные диапазоны изменения основных параметров режима ЭАИ при обработке твердого сплава ВК20:

а) скорость резания 25 м/сек;
б) продольная подача - 3-4 м/мин;
в) поперечная подача - 0,08 - 0,06 мм/дв.х;
г) напряжение - 8 вольт;
д) сила тока - 45 - 60А;

Рекомендуется применять круги следующих характеристик:

а) алмаз марки А С В
б) зернистость 80/68 - I25/I00;
в) концентрация - I00%.

II. Технико-экономический расчет применения круга новой конструкции показал, что его внедрение в промышленность позволит получить экономический эффект, приведенный на I карат алмаза, в зависимости от режима обработки в пределах I,25-4,72 руб. Внедрение круга новой конструкции на Запорожском моторостроительном заводе позволило получить годовой экономический эффект на сумму 80 тыс.руб.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ
опубликовано в следующих работах:

I. Л.И.Терещенко, В.А.Абасов. Исследование процесса электроалмазного шлифования чашечными кругами новой конструкции, ж."Вестник машиностроения", №7, I974.

2. Л.И.Терещенко, В.А.Абасов. Исследование влияния состава электролита на показатели электролитического алмазного шлифования", в ж."Известия высших учебных заведений", Машинострое-

МВТУ им. Н. Э. Баумана БИБЛИОТЕКА

ние , №II - 1974.

3. В.А.Абасов, Л.М.Терещенко. "Новая конструкция круга для электролитического алмазного шлифования". Реферативный журнал "Алмазы", №2, 1975.

4. В.А.Абасов, Л.М.Терещенко. Выбор оптимального состава электролита при электролитической алмазной обработке твердого сплава ВК8 совместно со сталью 45. В кн."Материалы 4-ой Всесоюзной межвузовской научно-технической конференции, 29-31 января 1975, секция "Резание, инструмент и электрические методы обработки".

5. В.А.Абасов, Л.М.Терещенко. Выбор алмазного чашечного круга для обработки плоских поверхностей в условиях электрохимического шлифования. Тезисы докладов на III Научно-технической конференции молодых ученых и специалистов, от 20 февраля 1975, АзИСОЗИЛ.

6. Ф.Н.Исмайлов, В.А.Абасов. Устройство для профилирования и правки алмазных и кубонитовых кругов на токарных станках". Техническая информация "Машиностроение", АзНИИНТИ, 1978.

7. З.А.Тагиев, В.А.Абасов и др. Профилирование и правка алмазных кругов при изготовлении твердосплавных штампов", к.ТЭГ, №I, 1974.

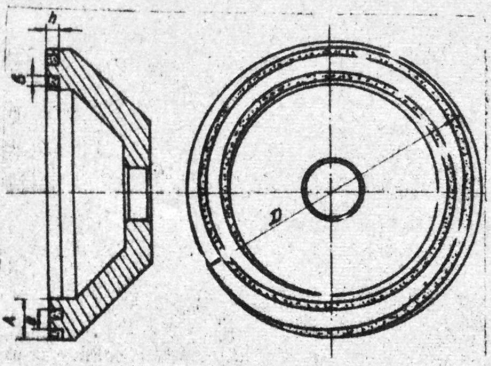

Рис.I. Круг новой конструкции

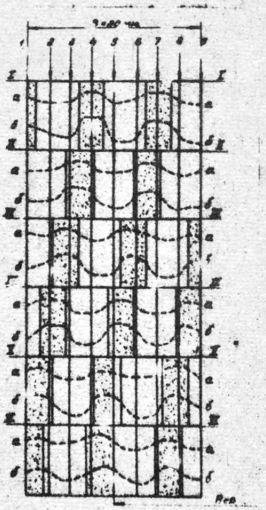

Рис.2. Характер линейного износа круга новой конструкции