

Полученный инструмент найдет применение для сверления строительных конструкций из легкого бетона, газобетона, шлакобетона, кирпичной кладки без охлаждающе-промывочной жидкости, позволит отказаться от импорта.

Из разработанного материала в НИИПМ изготавливается также шлифовальный инструмент – алмазные бруски, торцевые фрезы и др. (рис.3) Цена инструмента в 1,5-2 раза ниже импортного и составляет 1,5-2,5 доллара США за 1 карат в инструменте.

Основные типоразмеры изготавливаемого по разработанной технологии алмазного инструмента представлены в таблице.

Таблица

№ п/п	Наименование товара	Ед. изм	Цена изделия с НДС, у.е. на 1.1.2001г
1	Коронка алмазная Ø 25	шт	15
2	Коронка алмазная Ø 32	шт	20
3	Коронка алмазная Ø 40	шт	25
4	Коронка алмазная Ø 50	шт	28
5	Коронка алмазная Ø 60	шт	35
6	Коронка алмазная Ø 80	шт	55
7	Коронка алмазная Ø 100	шт	67
8	Коронка алмазная Ø 125	шт	96
9	Коронка алмазная Ø 160	шт	125
12	Брусок алмазный типа АПС-2	шт	27
13	Фреза торцевая ФБ-50	шт	75

АЛМАЗНЫЙ ИНСТРУМЕНТ НА КЕРАМИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ОПТИЧЕСКОГО СТЕКЛА

И.М.Мельниченко, М.П.Купреев (Гомельский государственный университет им.Ф.Скорины),
А.А.Бойко (Гомельский государственный технический университет им.П.О.Сухого), Л.В.Судник (НИИ порошковой металлургии, г.Минск)

Введение. В настоящее время на предприятиях оптического приборостроения Республики Беларусь используются большое количество деталей, оптические свойства которых, определяются качеством обработки их поверхностей. Высокое качество шлифования оптических изделий достигается путем их суперфинишной обработки алмазным инструментом на полимерных, металлических и керамических связках в присутствии смазочно-охлаждающих жидкостей, что улучшает параметры шероховатости поверхности изделий и увеличивает скорость резания стекла. Увеличения скорости съема стекла при суперфинишной обработке достигается применением алмазного инструмента на керамических связках. В результате анализа литературных источников установлено, что применение алмазных материалов на керамических связках позволяет увеличить в 1,5-2 раза производительность шлифования поверхностей стеклянных изделий на суперфинишных операциях обработки в сравнении с алмазными инструментами на металлических и полимерных связках.

Анализ патентной и научно-технической литературы показывает, что в настоящее время в странах СНГ производство алмазного абразивного инструмента для

суперфинишного шлифования материалов сосредоточено, преимущественно, на Украине и в России всего на нескольких предприятиях, а ряд мелкозернистых абразивных инструментов вообще импортируются из дальнего зарубежья.

В Республике Беларусь не выпускаются алмазные абразивные инструменты на керамических связках для суперфинишной обработки стеклянных изделий, используемых оптико-механической, электронной и приборостроительной промышленностях. В связи с этим актуальным является исследование и разработка технологии получения алмазных инструментов на низкотемпературных керамических связках, позволяющих изготавливать инструмент при температурах обжига ниже 800°C , что исключит окисление алмазных зерен.

Результаты исследований и обсуждение результатов. В процессе шлифования стекла алмазными кольцами на керамической связке происходит скоростное микроцарапание обрабатываемой поверхности совокупностью единичных алмазных зерен, распределенных по всей рабочей поверхности /1/. При этом воздействие зерен на поверхность стекла носит ударно-вибрационный характер и разрушение поверхности стекла происходит в основном за счет образования ударных трещин, проникающих на некоторую глубину, которые, пересекаясь между собой, создают механически ослабленный слой, легко разрушающийся при повторном воздействии абразива и удаляющийся в виде мелких осколков /2-3/.

Механическая прочность связки определяется свойствами входящих в нее компонентов и технологическими режимами при изготовлении алмазных колец. Закрепление зерен алмаза в металлических связках осуществляется путем механического сцепления и в некоторой степени за счет адгезии /4/. В органических и керамических связках прочность механического сцепления зерен и адгезионные силы несколько ниже, чем в металлических связках. Из теплофизических свойств связки наиболее существенное имеет теплопроводность, повышение которой способствует усилению отвода тепла из зоны контакта алмазного кольца со стеклянным изделием. Теплопроводность металлических связок, в основном применяющихся при изготовлении алмазных абразивных инструментов для обработки стекла, значительно выше теплопроводности органических и керамических связок.

При шлифовании неметаллических материалов, в том числе и стекла, алмазными инструментами качество поверхности зависит от условий обработки: кинематики и режимов шлифования, микротвердости обрабатываемого материала, характеристики кольца и способа подачи смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания /4/.

Значительное влияние на шероховатость обработанной поверхности стекла оказывает связка алмазных материалов. Переход от металлических связок к керамическим и органическим обеспечивает улучшение шероховатости поверхности. Эффект снижения шероховатости обработанной поверхности стекла с уменьшением твердости связки алмазного кольца основан на следующем. В процессе шлифования у алмазных инструментов с мягкими связками формируется рельеф режущей поверхности с менее выступающими зернами. Это происходит вследствие пониженной прочности удержания зерен связкой, так как сильно выступающие зерна вырываются. В процессе последующего шлифования происходит дальнейшее сглаживание рельефа режущей поверхности как за счет удаления выступающих зерен, несущих наибольшую нагрузку, так и за счет их упругого вдавливания в связку. Снижение числа

режущих зерен приводит к увеличению числа выглаживающих зерен. Кроме этого, у алмазных инструментов с небольшой высотой выступания зерен возникает контакт связки с обрабатываемой поверхностью стекла, что также способствует притуплению вершин микронеровностей шлифованной поверхности стекла.

По сравнению с характеристиками алмазного инструмента режимы шлифования оказывают на шероховатость обработанной поверхности стекла несколько меньшее влияние. Так, при торцовом шлифовании стекла /50/ с увеличением скорости резания шероховатость обработанной поверхности уменьшается незначительно и изменяется только в пределах одного класса шероховатости. Изменение давления шлифования и скорости продольной и поперечной подачи алмазного инструмента практически не отражается на шероховатости обработанной поверхности стекла, особенно на операциях чернового шлифования.

Разработанный комплект шлифовальных инструментов включает таблетки и кольца, имеющие внутренний диаметр 5-63 мм и высоту 10 мм, которые отличаются наружным диаметром.

Кроме того, нами были проведены исследования по разработке комбинированных алмазных инструментов, у которых несущий слой выполнен из электрокорунда на керамической связке, а рабочий слой изготовлен из алмазного шлифовального порошка на керамической связке. Это стало возможным в связи с тем, что в процессе исследований был разработан керамический электрокорундовый материал с коэффициентом линейного термического расширения (КЛТР) близким к КЛТР алмазного шлифовального материала на керамической связке. При этом комбинированные алмазные шлифовальные инструменты могут изготавливаться с наружным диаметром всех типоразмеров.

В табл. 1 приведены данные о зернистости алмазного порошка и его концентрации, которые необходимо учитывать при изготовлении алмазных шлифовальных инструментов для каждого типа обработки стекла. Как видно из табл. 1 увеличение концентрации алмазов с зернистостью 200/160-50/40 в алмазных инструментах, предназначенных для обдирочного, получистого и финишного шлифования стеклянных сферических изделий, приводит к уменьшению R_a их поверхности. В то же время на доводочных и суперфинишных операциях обработки увеличение концентрации алмазов в 4 раза в шлифовальных инструментах приводит к повышению шероховатости поверхности стеклянных изделий в 2 раза.

Таблица 1 Зависимость шероховатости обработанной поверхности стекла от зернистости и концентрации алмазного порошка в керамической связке шлифовальных инструментов

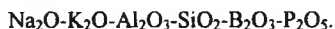
Вид шлифования	Зернистость, мкм	Значения R_a (мкм) при концентрации (%) алмаза			
		25	50	75	100
Обдирочное	200/160-125/100	2,5	2,0	1,6	1,25
Получистое	125/100-80/63	1,25	1,0	0,9	0,80
Финишное	80/63-50/40	0,80	0,75	0,7	0,63
Доводочное	40/28-28/20	0,20	0,25	0,32	0,40
Суперфинишное	20/14-7/5	0,050	0,063	0,080	0,100

В процессе экспериментальных исследований изготовленных алмазных суперфинишных инструментов установили, что их материал характеризуется следующими показателями: прочность на изгиб - 32-42 МПа; твердость - 1180-1230 МПа;

пористость - 19,3-24,9%.

Анализ известных работ по синтезу керамических связок для финишного и суперфинишного инструмента показывает, что обжиг сформованных изделий осуществляют в диапазоне температур 1200-1350°C. Такие высокие температуры обжига требуют значительных энергозатрат и приводят к выгоранию алмазных зерен из керамической связки, что делает их непригодными для изготовления алмазосодержащих суперфинишных инструментов. В связи с этим была разработана низкотемпературная керамическая связка, позволяющая обжигать алмазосодержащие суперфинишные материалы при температурах ниже 800°C.

При исследовании образцов керамической связки, сформированной из легкоплавкого алюмоборосиликатного стекла, боя строительного стекла и полифосфата натрия, методом рентгенофазного анализа установлено, что в результате обжига при температуре 770°C в ней образуются муллит (0,221 нм), -корунд (0,255 нм) и стеклофаза. Образование кристаллов муллита (1-3%) и -корунда (2-5%) способствует, по видимому, увеличению прочностных характеристик как керамической связки, так и алмазосодержащего суперфинишного материала. Изучение фрактограмм изломов алмазосодержащего суперфинишного материала показывает, что он имеет поликристаллическую структуру, а керамическая связка обладает хорошей смачивающей способностью к алмазным зернам. Благодаря этому, она скрепляет зерна алмаза, кристаллы муллита и -корунда в прочный каркас, который обеспечивает высокие физико-механические свойства материала. Рентгенофазовый и ИК-спектроскопический анализы показывают, что разработанный алмазосодержащий суперфинишный материал на силикатной связке с применением интенсификаторов спекания в виде борной кислоты и полифосфата натрия может быть представлен системой:



Необходимо отметить, что алмазосодержащие суперфинишные инструменты, сформированные на разработанной низкотемпературной керамической связке, обладают низкой размерной стойкостью, обусловленной высоким разбросом (15-18%) твердости по объему образца. Устранение этого недостатка инструмента достигали дополнительным введением в керамическую связку измельченного гранита. Исследования по оптимизации влияния компонентов шихты на свойства алмазосодержащих суперфинишных инструментов осуществляли методом математического планирования экспериментов. В качестве независимых переменных выбрано содержание в шихте сваренного алюмоборосиликатного стекла (X_1), порошка строительного стекла с размером частиц 1 мкм (X_2) и порошка гранита (X_3), а в качестве параметров оптимизации - прочность на изгиб σ_n , МПа; твердость НВ, МПа и пористость η , % алмазосодержащего суперфинишного материала.

Так как работоспособность суперфинишных алмазосодержащих материалов определяется прочностными свойствами абразивных изделий из них, то оптимизацию состава материала осуществляли по координатам точки максимума функции (1). В результате машинной обработки уравнения (1) установили, что максимальную расчетную прочность на изгиб $\sigma_n=40,8$ МПа имеет суперфинишный алмазосодержащий материал, керамическая связка которого включает 33,2 мас.ч. сваренного алюмоборосиликатного стекла; 41,8 мас.ч. порошка из боя строительного стекла с размером

частиц 1 мкм и 20 мас.ч. порошка гранита. На основе керамической связки оптимального состава и смеси алмазного порошка и электрокорунда, взятых в соотношении 2:1 были изготовлены суперфинишные шлифовальные кольца.

При исследовании физико-механических свойств полученных алмазосодержащих суперфинишных материалов установлено, что их размерная стабильность повысилась и разброс данных твердости по объему материала снизился и составил 3-5%.

Заключение. Резюмируя изложенное огнемтим, что проведенными исследованиями по определению межкомпонентного взаимодействия в алмазосодержащих композициях при изменении составов компонентов и технологических параметров разработаны низкотемпературные связки, адгезионноактивные к алмазу и определены технологические параметры обеспечивающие высокие эксплуатационные свойства на операциях суперфиниширования при обработке оптического стекла.

ДЕКОРАТИВНАЯ ОБРАБОТКА СТЕКЛА МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ШЛИФОВАНИЯ АЛМАЗНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Н.К.Толочко¹, С.Е. Мозжаров², Ю.В.Хлопков³, В.Н. Яснов⁴, М.Г.Сталевков⁵

¹⁻⁴ Институт технической акустики НАН Беларуси, г. Витебск

⁵ Научно-исследовательский институт порошковой металлургии, г. Минск

Промышленностью серийно выпускается большое количество различных видов изделий из плоского неорганического стекла (зеркала, детали мебели для дома и офисов и т.п.), которые, с целью придания им привлекательных для потребителей свойств, подвергаются декоративной обработке. На сегодняшний день к числу наиболее распространенных методов такой обработки относятся пескоструйная обработка, химическое и электрохимическое травление, ручное шлифованием и полирование абразивным инструментом [1,2]. Однако эти методы в недостаточной мере удовлетворяют потребностям рынка по качеству наносимых рисунков, характеризуются ограниченной номенклатурой выполняемых операций, высокой трудоемкостью, низким уровнем автоматизации процессов.

Более эффективным является метод декоративной обработки изделий из стекла алмазным инструментом [3], в частности селективное шлифование алмазным инструментом. При этом обеспечивается получение высокой чистоты обработки в сочетании с формированием специального рельефа поверхности. В последние годы эта технология находит все большее распространение. Основу соответствующего оборудования составляет двух- или трехкоординатный стол, на котором закреплен вращающийся алмазный инструмент.

В настоящей работе рассматриваются некоторые вопросы оптимизации технологии декоративной обработки листового неорганического стекла путем селективного шлифования алмазным инструментом.

Общая схема технологического процесса обработки состоит в следующем. Рисунок, разработанный в одном из графических пакетов (.Corel Draw, Paint Brush и др.) или «вручную», переводится в формат dxf системы ACAD. Файл формата dxf обрабатывается специальной программой и переводится в текстовый файл с командами, воспринимаемыми управляющим компьютером, который переводит этот файл в систему команд стойки ЧПУ 2С-42-65. Управляющая стойка задает движение дви-