

Лекция 17. Абразивный технологический инструмент

1. Шлифующие абразивы

Шлифующие абразивы – твёрдые, мелкозернистые, кристаллические вещества в порошкообразном состоянии. По происхождению бывают природными и искусственными. В оптическом производстве абразивы применяют в свободном состоянии – в виде жидких суспензий, или в связанном – алмазный инструмент. Основными шлифующими абразивами являются алмаз, корунд, электрокорунд, карбид кремния, карбид бора.

Алмаз (природный и синтетический) – кристаллическая модификация углерода. Твёрдость по минералогической шкале 10, микротвёрдость 100 000 мПа. Алмаз встречается в природе в виде отдельных кристаллов вросших в горную породу. Синтетические алмазы в виде порошков получают различными методами: кристаллизацией углерода из его растворов в расплавленных металлах; эпитаксиальным наращиванием на алмазных затравках в присутствии углеродосодержащих газов или жидкой среды; прямой перестройкой кристаллической решётки графита в алмазную. В зависимости от условий синтеза получают порошки зерна, которых отличаются размерами, формой, характеристикой поверхности, прочностью и хрупкостью. Для обработки оптических материалов их в основном используют в связанном состоянии. В свободном виде они находят применение на завершающих стадиях обработки некоторых оптических кристаллов.

Корунд – кристаллическая окись алюминия Al_2O_3 . Встречается как составная часть горных пород в виде кристаллов. Содержание корунда в горных породах колеблется от десятых долей до 100%. Примеси Fe, Cr определяет окраску корунда. Наждаком называют корунд в сочетании с гематитом, пиритом, магнетитом и слюдами. Твёрдость корунда по минералогической шкале 9 единиц, микротвёрдость 16 000 - 24 000 мПа. В свободном состоянии используется для шлифования практически всех оптических материалов.

Карбокорунд – химическое соединение углерода с кремнием, полученное при плавлении смеси угля с кварцевым песком. Чистый карбокорунд бесцветен, технический – окрашен в различные цвета от светло-зелёного до чёрного. Твёрдость 9,5, микротвёрдость 28 000 – 33 000 мПа. Для обработки оптических материалов имеет ограниченное применение, т.к. оставляет на поверхности глубокие царапины.

Электрокорунд – кристаллическая окись алюминия, получаемая электроплавкой горных пород. Промышленность выпускает несколько видов электрокорунда, которые в зависимости от количества находящихся в них кристаллической фракции окиси алюминия и примесей имеют разную структуру, свойства и цвет, т.е.: электрокорунд нормальный; электрокорунд белый; электрокорунды легированные; монокорунд. Применяется в виде водных суспензий для шлифования всех оптических материалов, кроме особо твёрдых.

Карбид бора – соединение углерода с бором. Получают плавлением смеси борного ангидрида и кокса. По твёрдости близкий к алмазу, микротвёрдость 33 000 – 43 000 мПа. Применяют при сверлении отверстий в стекле и других оптических материалов и шлифовании твёрдых оптических кристаллов.

2. Зерновой состав и зернистость абразивов

Все абразивы, в зависимости от размеров, разделены на группы, а при группе по этому же признаку на номера зернистости. Осуществить классификацию так, чтобы порошок каждого номера зернистости состоял лишь из зёрен одного размера практически невозможно. Содержание его составляет несколько фракций (групп зёрен, размеры которых ограничены узким пределом): основная – принята за характеризующую данный номер

зернистости; побочная – крупнее и мельче основных. Количественное содержание фракций характеризует зерновой состав абразива.

Шлифующие порошки природного и синтетического алмаза разделяют на две группы: шлифпорошки, микропорошки.

Шлифпорошки природного алмаза имеют одну марку – А, синтетического – пять: АСО, АСР, АСВ, АСК, АСС (АС – алмаз синтетический; О, Р, В, К, С – индексы типов порошков, отличающихся физико-механическими свойствами).

Зёрна порошка АСО имеют повышенную хрупкость, а зёрна АСР более прочны и менее хрупки по сравнению с АСО. У зёрен АСВ прочность выше, чем АСО и АСР и менее хрупки; АСК имеют большую прочность и менее хрупки, чем АСВ.

Шлифпорошок путём просева исходных элементов через сито с последовательно уменьшающимся размером ячейки разделён на номера зернистости. В порошок каждой зернистости входит 3 фракции: крупная, основная и мелкая. Размер зёрен каждой фракции определяется размером ячейки (мкм), соответствующей просеивающему сити. Зернистость устанавливается неправильной дробью, у которой числитель – это размер ячейки верхнего сита, знаменатель – размер ячейки нижнего сита. Зёрна, оставшиеся на каждом сите взвешиваются, и определяется их содержание, выражаемое в процентах. Качество порошка характеризуют прочностью зерен. Ниже в таблице 17.1 приведены зернистость и зерновой состав алмазных шлифпорошков

Таблица 17.1

Диапазон зернистости	Зернистость	Фракция			
		Крупная		Основная	Мелкая
		Должно проходить через сито 100%	Может задерживаться в сите не более 15%	Должно задерживаться на сите не менее 15%	Может проходить через сито не более 3%
Широкий	400/250	500	400	250	200
	250/160	315	250	160	125
	160/100	200	160	100	80
	100/63	125	100	63	50
	63/40	80	63	40	—
Узкий	630/500	800	630	500	400
	500/400	630	500	400	315
	400/315	500	400	315	250
	315/250	400	315	250	200
	250/200	315	250	200	160
	200/160	250	200	160	125
	160/125	200	160	125	100
	125/100	160	125	100	80
	100/80	125	100	80	63
	80/63	100	80	63	50
	63/50	80	63	50	40
	50/40	63	50	40	—

3. Микропорошки

Микропорошки природных алмазов имеют марки АМ и АН, а синтетических – АСМ и АСН. Характеристикой качества порошков АСМ и АСН, наряду с зерновым составом, является гарантированная норма шлифующей способности, которая задаётся режимом

синтеза и режимом технологической обработки порошка. У порошков марки АСН она на 30 – 40% выше по сравнению с АСМ.

Шлифующая способность порошков АМ и АН зависит от природных месторождений алмаза. У порошков АМ она ниже, чем у АН. Микropopoшки на номера зернистости подразделяются центрифугой или осаждением в столбе жидкости. Зерновой состав микropopoшков определяют, измеряя размер 500 штук зёрен с помощью микроскопа. Микropopoшки имеют размер зёрен от 80 до 1 мкм. Порошки зерна, которых мельче 1 мкм служат исходным сырьём для изготовления субмикropopoшков используемых при обработке полупроводниковых кристаллов кварца и рубинов. Качество абразивных порошков оценивают по их шлифующей способности и шероховатости обработанной поверхности. Далее в таблице 17.2 указаны зернистость и зерновой состав алмазных микropopoшков АСМ, АСН, АН и АМ

Таблица 17.2

Зернистость	Фракция, мкм		
	Крупная, не более 5%	Основная, не менее 65%	Мелкая, не более 30%
60/40	80-60	60-40	40-20
40/28	60-40	40-28	28-14
28/20	40-28	28-20	20-10
20/14	28-20	20-14	14-7
14/10	20-14	14-10	10-5
10/7	14-10	10-7	7-3
7/5	10-7	7-5	5-2
5/3	7-5	5-3	3-1
3/2	5-3	3-2	до 2
2/1	3-2	2-1	до 1
1/0	2-1	(не менее 95%)	—

Шлифующую способность характеризуют массой материала сошлифованного с образца стекла в стандартных условиях испытания. Её относительное значение для некоторых абразивов следующая:

Таблица 17.3

Шлифующий абразив	Относительная шлифующая способность
Алмаз	1.0
Кубический нитрид бора	0,58-0,60
Карбид бора	0,50-0,60
Карбид кремния	0,25-0,45
Монокорунд	0,15-0,25
Электрокорунд	0,14-0,16
Наждак	0,03-0,08
Кварцевый песок	0,02-0,03

4. Полирующие абразивы

К полирующим абразивам относятся мелкокристаллические, находящиеся в порошкообразном состоянии окислы некоторых металлов.

Крокус Fe_2O_3 - безводную окись железа, получают осаждением солей железа (сульфатного, углекислого, щавелевого кислого) из раствора и последующим прокаливанием при температуре равной 700 - 800°C, зёрна имеют округлую форму, размеры от 0,6 до 1 мкм. Применение крокуса ограничено по сравнению с другими порошками низкой полирующей способностью. Используют для полирования деталей из стекла, чистота поверхности, которого должна соответствовать первому классу по ГОСТ11141-76.

Полирит – состоит в основном из окислов редкоземельных металлов, исходное сырьё – минералы лопарит и монацит. Зёрна имеют форму удлинённых пластинок размером до 5 мкм. Они легко дробятся, образуя остроугольные осколки. Твёрдость от 6 до 7 единиц. Это основной полирующий абразив, используемый при изготовлении деталей из стекла.

Окись тория ThO_2 - получают прокаливанием тория или его органических солей. Зёрна имеют форму четырёхугольных пластинок размером до 10 мкм. Они хрупкие, легко разрушаются. Твёрдость 6,5 единиц. Трудоёмкость изготовления тория определяет его высокую стоимость, что ограничивает применение порошка.

Двуокись циркония ZrO_2 - получают разложением термически нестойких карбонатов и сульфатов. Исходным сырьём является баделит и циркон. Средний размер зёрен 3,5-5мкм. В оптических технологиях применяют для полирования стёкол марки СТК.

Окись хрома Cr_2O_3 - изготавливают восстановлением бихромата калия серой, либо термическим разложением бихромата аммония. Первым способом получают порошок с размерами зёрен от 0,8 до 1,2 мкм. А вторым от 0,3 до 0,4мкм. Твёрдость по минералогической шкале 9 единиц. В оптических технологиях применяется для полирования деталей из кристаллических материалов с малой твёрдостью.

Алмазные микропорошки АСМ и АСН зернистостей то 3/2 до 1/0 и субмикропорошки зернистостей от 0,7/0 до 0,3/0 – используют при полировании кристаллов рубина и кремния. При определенных условиях, характеризующихся в основном свойствами связки, микропорошки применяют и для полирования оптических кварцевых стекол.

Качество порошков оценивают по их полирующей способности и чистоте обработанной поверхности. Полирующую способность характеризуют количеством стекла сполитованного в заданный промежуток времени с образца определённого размера из стекла марки К8 в стандартных условиях.

Относительное значение полирующей способности для различных порошков близкого зернового состава приведено ниже в таблице 17.4:

Таблица 17.4

Полирующий абразив	Относительная полирующая способность
Окись хрома	0,5
Крокус	1,0
Полирид	1,5
Окись тория	2,2
Двуокись циркония	2,0