

обмена, но и за счет координационного взаимодействия с участием свободных функциональных групп поликомплексов.

Результаты исследований показывают, что полиэлектролитный комплекс, представляющий собой продукт интерполимерной реакции между поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлоридом и натриевыми солями лигносульфоновых кислот, является весьма перспективным ионообменным материалом, сорбционная емкость которого выше, чем у природных ионитов (цеолиты, глины и др.) и незначительно уступает аналогичному показателю синтетических ионитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989. - 512 с.
2. Чудаков М.И. Промышленное использование лигнина. - М.: Лесная промышленность, 1983. - 200 с.
3. Зезин А.Б., Кабанов В.А. Новый класс комплексных водорастворимых полиэлектролитов // Успехи химии.-1982.-Т. LI.- Вып. 9. - С. 1447-1482.
4. Шульга Г.М., Зезин А.Б., Каложная Р.И., Можейко Л.Н., Рекнер Ф.В. Полиэлектролитные комплексы на основе лигносульфонатов и их поведение в водно-солевых средах // Химия древесины.-1981.- №2. - С.63-67.
5. Интерполимерные комплексы // Тезисы докладов 2-й Всесоюзной конференции. - Рига, 1989. - 472 с.
6. Марцуль В.Н., Капориков В.П., Жарская Т.А., Шибек Л.А. Очистка сточных вод микрогетерогенных примесей полиэлектролитными комплексами // Белорусско-польский научно-практический семинар, 11-13 сентября 2001 г., Белосток, Республика Польша // Тез. докл. - Мн., 2001. - С. 129-130.

УДК 666.1:621.9.025.7.004.8

И.И. Курило, И.М. Жарский  
(УО БГТУ, г. Минск)

#### ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКУПЕРИРОВАННЫХ АЛМАЗОВ

Проблемы рационального использования имеющихся сырьевых ресурсов, высокая стоимость и дефицитность сверхтвердых материалов, зна-

чительная потребность в алмазном и абразивном инструменте выдвигают на первый план задачу разработки высокоэффективных комплексных технологий переработки вышедшего из строя абразивного и режущего инструмента, отходов инструментального производства на основе металлических связей с извлечением алмазов и цветных металлов.

Распространенные в настоящее время химические методы рекуперации экологически опасны ввиду образования трудно утилизируемых агрессивных побочных продуктов, а термические методы энергоемки, сложны в аппаратурном оформлении, неприемлемы для высокотемпературных связей. Кроме того, в процессе химической и термической очистки значительно окисляется поверхность алмазных зерен, не обеспечивается тонкая очистка рекуперированных алмазов.

Наиболее перспективным является использование электрохимического способа рекуперации алмазов из бракованного и некондиционного абразивного инструмента.

Проведенные нами исследования позволили разработать комплексные электрохимические технологии извлечения алмазов и цветных металлов из некондиционного абразивного инструмента и отходов инструментального производства на основе бронзовых, железо-никелевых и кобальтовых связей. В качестве исследуемых образцов использовали промышленные алмазно-металлические сегменты, содержащие 5-50% алмазов. Анализ зернового и фракционного состава электрохимически рекуперированных алмазов и исходного сырья был проведен в НИИ порошковой металлургии.

К достоинствам электрохимического метода переработки, как было показано ранее, необходимо отнести отсутствие повышенных силовых и тепловых нагрузок на алмазоносный слой, возможность получать алмазы зернистостью на уровне исходного материала, предотвращение образования агрессивных побочных продуктов, извлечение металлических компонентов связей, использование доступных, экологически безопасных рабочих растворов, возможность организации рециклов "очистка - регенерация рабочего раствора".

Анализ зернового состава, проведенный на анализаторе MiniMalskan по фотографиям, полученным на сканирующем электронном микроскопе Nanolab 7, показал, что рекуперированные алмазные порошки имеют характеристики зернового состава, достаточно близкие к стандартным, лишь несколько больше была доля мелкой фракции. Менее 250 мкм – 5,5% против 2% по ГОСТу; распределение зерен подчинялось нормальному закону.

Анализ фракционного состава, проведенный ситовым рассевом, показал, что доля фракции меньше исходной в рекуперированном порошке невелика (порядка 6-13%). Полученные результаты распределения зерно-

вого состава подчиняются нормальному закону, но вместе с тем имеют весьма значительный разброс по зернистости.

Таблица 1

## Фракционный состав рекуперированных алмазов

Размер ячейки	Фракционный состав	
	Исходное сырье АС 32 400/315	Рекуперированные алмазы
500	0,1	-
400	6,7	10
315	80	88,8
250	2	5,5

Качественная оценка наличия и характера дефектов на единичных кристаллах, а также наличия включений металлов проводилась по фотографиям со сканирующего электронного микроскопа с увеличением 250. Установлено, что дефекты по граням присутствуют как в исходном сырье, так и на рекуперированных алмазах. Каких-либо существенных отличий по дефектности кристаллов рекуперированные алмазы не имеют. Очаги поверхностных дефектов в различных кристаллах весьма значительно отличаются и по размерам (от 10 мкм до 300 мкм), и по их количеству, приходящемуся на один кристалл (от 1 до 5-6).

Оценка наличия поверхностных включений показала, что рекуперированные алмазы имеют практически такую же поверхность, как и исходные; мельчайшие включения составляют менее 1% площади поверхности. Положительное влияние электрохимической обработки на тонкую очистку алмазов доказывают измерения удельного электросопротивления, которые проводили при помощи моста постоянного тока измерительного прибора марки Р4053. Для измерения электросопротивления использовали ячейку из оргстекла с прижимными графитовыми электродами и с переменной величиной прикладываемой нагрузки.

Удельное сопротивление электрохимически рекуперированных алмазных порошков составляет более  $10^{13}$  Ом·см, что на несколько порядков выше литературных данных для химически рекуперированных алмазов и исходного сырья и свидетельствует об отсутствии поверхностных примесей и внутрикристаллических включений.

Весьма важной характеристикой рекуперированного алмазного сырья является его механическая прочность на раздавливание, определяющая его марку и, соответственно, область применения. Результаты определения статической прочности представлены в табл.2. Значение прочностных

свойств основной фракции рекуперированных порошков составило 90,5%, что позволяет говорить о целесообразности повторного их использования. Диаграммы распределения алмазов по группам твердости свидетельствуют также о некотором сглаживании разброса прочностных свойств единичных зерен по сравнению с исходными. Несколько меньшие значения среднеквадратичных отклонений для рекуперированных алмазов также подтверждают это положение.

Таблица 2

Показатель статической прочности исходного и рекуперированного алмазных порошков фракций 400/315

Тип алмазного сырья	Значение показателя прочности, Н	Среднеквадратическое отклонение, Н	Относительное значение прочности, %
Исходное сырье АС32	71,49	45,3	100
Рекуперированные алмазы АС32	64,75	53,0	90,5

О тонкой очистке алмазов в процессе рекуперации свидетельствуют также проведенные потенциостатические исследования. Установлено, что в течение первых 30 минут с начала анодной поляризации ( $E=1,5В$ ) для химически рекуперированных алмазов наблюдается резкое уменьшение тока, что свидетельствует об удалении с поверхности алмазных зерен металлических примесей. На хроноамперограммах для электрохимически рекуперированных алмазов существенного изменения тока не наблюдается.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что в процессе электрохимической рекуперации происходит тонкая очистка синтетических алмазных порошков с удалением поверхностных и внутрикристаллических включений, что обеспечивает их высокие технические характеристики и возможность повторного использования. Выход годных алмазов зернистостью на уровне исходного материала составляет 98%. Стоимость рекуперированных алмазов зависит от их содержания в связке и не превышает 10-15% от стоимости вновь синтезированных. Удельные энергозатраты не превышают 3-8 кВт·ч/кг связки.