

В рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» Лаборатория алмазных материалов выполняет прикладную научно-исследовательскую работу (ПНИР) по теме: «Разработка технологии синтеза крупногабаритных алмазных пластин из поликристаллического алмаза газофазного синтеза для создания оптических окон и диэлектрических опор в мощных лампах бегущей волны». Проект частично финансируется Министерством образования и науки РФ (в рамках мероприятия 2.1) и выполняется с участием иностранного партнера - Центрального Института стекла и керамики (ЦИСК) Совета по научным и промышленным исследованиям (CSIR-CGCRI), г. Калькутта, Индия. Номер Соглашения о предоставлении субсидии 14.613.21.0021. Сроки выполнения: с 22 октября 2014 г. по 31 декабря 2016 г.

Целью ПНИР является разработка методов выращивания в СВЧ плазме, обработки и анализа оптических и теплофизических свойств поликристаллических алмазных пластин большого размера (50 - 100 мм) с высокой прозрачностью и теплопроводностью для использования в мощных источниках излучения миллиметрового диапазона длин волн, в том числе в лампах бегущей волны (ЛБВ). Так, замена в конструкциях ЛБВ диэлектрических опор из применяемой сейчас керамики оксида бериллия на алмазные опоры с высокой теплопроводностью позволит повысить мощность и надежность этих источников СВЧ излучения.

В то время, как группа в ИОФ РАН развивает методы синтеза алмаза в СВЧ плазме на частоте 2,45 ГГц, Индийский партнер использует в этих исследованиях технологию осаждения алмаза в СВЧ плазме на частоте 915 МГц. На этапе 2 (январь-июнь 2015 г) разработан технологический процесс получения поликристаллических алмазных пластин высокого качества в СВЧ плазме (2,45 ГГц) на подложках из кремния в смесях метан-водород. Получены образцы пластин оптического качества диаметром до 65 мм (Рис. 1). С помощью разработанных лабораторных методики измерены температурные зависимости теплопроводности алмазных пластин лазерным флэш-методом (при комнатной температуре достигнута высокая

теплопроводность, до 2050 Вт/мК) и тангенс угла потерь в резонаторе отражательного типа (получено минимальное значение $\text{tg } \delta = 9,7 \cdot 10^{-3}$ на частоте 27 ГГц). Продемонстрирована возможность механической полировки пластин до шероховатости около 7 нм. Получены экспериментальные данные о структуре алмазных пластин (Рис. 1б), текстуре, примесях азота и водорода. Лазерной резкой получены образцы опор (стержней) прямоугольного и квадратного сечения (Рис. 1в).

Силами зарубежного Партнера разработан технологический процесс получения прозрачных поликристаллических алмазных пластин в СВЧ плазме на частоте 915 МГц диаметром до 100 мм и теплопроводностью до 1900 Вт/мК. Исследованы процессы механо-химической полировки пластин диаметром до 75 мм, проведены их структурные исследования.

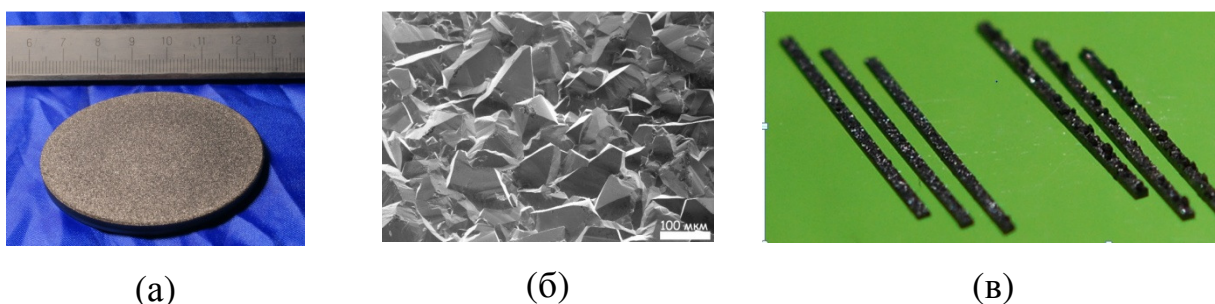


Рис. 1. Поликристаллические алмазная пластина диаметром 57 мм (а), типичная микроструктура пластин (б), алмазные стержни (опоры для ЛБВ), изготовленные лазерной резкой (в).

Делегация российских исполнителей посетила с плановым визитом индийского партнера в ЦИСК в феврале 2015 г, где были проведены совместные работы по синтезу и механо-химической полировке алмазных пластин с использованием инфраструктуры Партнера. Визит способствовал лучшему пониманию возможностей обеих сторон в деле выполнения проекта, уточнению ближайших и перспективных задач, получению материала для дальнейших исследований.



Рис. 2. Сотрудники Лаборатории алмазных материалов, Ашкинази Е.Е. и Большаков А.П., с рабочим визитом в лаборатории Вамси Кришна Балла в институте Стекла и керамики, февраль 2015 г., Калькутта, Индия.