

СТАТУС РАЗРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ СОБИРАЮЩИХ ЗЕРКАЛ ДИАГНОСТИКИ ТОМСОНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ В ДИВЕРТОРЕ ИТЭР^{*)}

¹Терещенко И.Б., ¹Самсонов Д.С., ¹Мухин Е.Е., ¹Марчий Г.В., ¹Кузнецов Ф.К.,
²Маринин Г.В., ²Герентьев Д.В., ³Пискарев П.В., ³Маханьков Н.А., ⁴Патрикеев В.Е.,
⁵Солк С.В., ⁶Худолей А.Л., ⁶Кумейша П.Н., ⁷Королева А.В., ¹Толстяков С.Ю.,
⁸Чернаков П.В., ⁹Мокеев А.Н.

¹ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

²Русские Технологии, Санкт-Петербург, Россия

³АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова», Санкт-Петербург, Россия

⁴АО ЛЗОС, Лыткарино, Россия

⁵АО НИИ ОЭП, Сосновый Бор, Россия

⁶ИТМО им. А.В. Лыкова, Минск, Беларусь

⁷МРЦ по направлению «Физические методы исследования поверхности» СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

⁸ООО «Спектрал-Тех», Санкт-Петербург, Россия

⁹Институт «Проектный центр ИТЭР» РФ ДА, Москва, Россия

Собирающие системы оптических диагностик ИТЭР содержат значительное количество внутривакуумных зеркал, которые должны обладать высокой оптической стабильностью к условиям воздействия нейтронных потоков (макс.) $2.25 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-1} \text{ с}^{-1}$, термоциклирования 70–180°C, вибрационных нагрузок, загрязнения отражающей поверхности продуктами эрозии первой стенки - W, Be и их соединениями, аварийного прорыва пара (SI) 30–250°C при RH более 90%. Система сбора рассеянного излучения ДТР состоит из 7 крупногабаритных внутривакуумных зеркал линейным размером от 360 до 720 мм и изготовленных из нержавеющей стали 316L(N)-IG. Оптическая схема системы сбора предполагает 5 последовательных отражений, поэтому для достижения приемлемого оптического коэффициента передачи более 50% необходимо, чтобы коэффициент отражения каждого из зеркал в диапазоне 500–1100 нм был выше 90%. Качество передачи рассеянного излучения определяют такие характеристики зеркал, как стабильность формы и пространственного положения и спектральные характеристики диффузного и зеркального отражений. Выбор нержавеющей стали 316L(N)-IG в качестве материала зеркал и разработанная конструкция крепления позволили снизить нежелательные деформации оптической поверхности зеркала при прикладываемых нагрузках. Поскольку отражение нержавеющей стали составляет ~60–70%, то необходимо формировать высокоотражающее оптическое покрытие. Серебро обладает наибольшей отражательной способностью в видимой и ближней ИК области, однако оно подвержено коррозии при воздействии ионов H^+ и OH^- , присутствующих в водяном паре. В качестве типа защиты отражающего слоя Ag выбран барьерный – формирование тонкого многослойного диэлектрического покрытия, полной толщиной не более 30 нм. Проведенные эксперименты показали, что при одинаковой полной толщине защитного покрытия увеличение количества интерфейсов в защитном покрытии уменьшает падение отражения после экспозиции в паре, и при 5 слоях оно практически отсутствует.

На характеристику диффузного отражения зеркал оказывает влияние качество подготовки поверхности перед напылением. Проведено сравнение образцов из нержавеющей стали 316L(N)-IG малого размера, поверхность которых образована абразивным полированием, магнитореологическим полированием, алмазным точением, а также остеклованной нержавеющей стали.

Доклад подготовлен как отчет о работе для Организации ИТЭР (контракт Росатома № Н.4а.241.19.22.) и поддержан ФТИ им. Иоффе (государственное задание РФ 0034–2019–0001). Микроанализ образцов покрытия выполнен при поддержке Санкт-Петербургского государственного университета (шифр проекта АААА-А19-119091190094-6).

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)