

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

¹Терещенко И.Б., ¹Самсонов Д.С., ¹Мухин Е.Е., ²Капустин Ю.В., ³Маринин Г.В.,
³Терентьев Д.В., ⁴Пискарев Д.В., ⁴Маханьков Н.А., ⁵Патрикеев В.Е., ⁶Солк С.В.,
⁷Худолей А.Л., ⁷Кумейша П.Н., ¹Марчий Г.В., ⁸Королева А.В., ¹Толстяков С.Ю.,
¹Снигирев Л.А., ⁹Городецкий А.Е., ⁹Залавутдинов Р.Х., ⁹Маркин А.В., ⁹Буховец В.Л.,
¹⁰Чернаков П.В., ¹¹Мокеев А.Н.

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

²НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

³Русские Технологии, Санкт-Петербург, Россия

⁴АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова», Санкт-Петербург, Россия

⁵АО ЛЗОС, Лыткарино, Россия

⁶АО НИИ ОЭП, Сосновый Бор, Россия

⁷ИТМО им. А.В. Лыкова, Минск, Беларусь

⁸Институт химии СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

⁹ИФХЭ РАН, Москва, Россия

¹⁰ООО «Спектрал-Тех», Санкт-Петербург, Россия

¹¹Институт «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.) $2.25 \cdot 10^{12}$ см⁻¹с⁻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, а также алмазным точением слоя меди, присоединенного к нержавеющей стали методом горячего изостатического прессования.

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).

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)