Измерение динамики дифракции синхротронного излучения на монокристалле вольфрама при импульсном нагреве лазерным излучением [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Вайгель Л.А., 1,2Аракчеев А.С., 1,2Бурдаков А.В., 1Вячеславов Л.Н., 1Евдоков О.В., 1Жуланов В.В., 1Казанцев С.Р., 1Косов А.В., 1Толочко Б.П., 1Шарафутдинов М.Р., 1Шехтман Л.И.

1Институт ядерной физии им. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия, [inp@inp.nsk.su](mailto:inp@inp.nsk.su)  
2Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия,  
 [info@ciu.nstu.ru](mailto:info@ciu.nstu.ru)

В термоядерном реакторе под действием импульсных плазменных нагрузок происходит импульсный нагрев стенки дивертора. Неоднородное распределение температуры приводит к появлению упругих и пластических деформаций и механических напряжений. Градиент температуры и значительные напряжения ведут к увеличению накопления водорода, механическому разрушению конструкций и другим вредным для реактора факторам [1].

В ИЯФ СО РАН ведется разработка динамической диагностики деформации материала на основе метода быстрой дифрактометрии [2]. Для диагностики облучаемого материала используется рассеяние синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-4 в Сибирском центре синхротронного и терагерцового излучения. Разрабатываемая диагностика имеет три принципиальные особенности: измерения с временным разрешением, измерения внутри материала и измерения с пространственным разрешением.

Для реализации диагностики используется схема дифракции Лауэ на вольфрамовом монокристалле толщиной до 500 мкм. Тепловая нагрузка симулируется Nd:YAG лазером с энергозапасом до 50 Дж и длительностью импульса около 140 мкс. При такой тепловой нагрузке деформируется кристаллическая плоскость, на которой происходит дифракция синхротронного излучения. Это приводит к изменению формы и положения дифракционного пика. Динамика изменения формы и положения дифракционного пика измеряется детектором DIMEX [3], который снимает 30 кадров длительностью 10 мкс. По измерению формы пика планируется восстанавливать динамику распределение деформаций в материале при импульсной тепловой нагрузке. На данный момент продемонстрировано измерение динамики формы дифракционного пика.

Для нормировки измерений деформации необходимо знать распределение температуры поверхности материала. Для измерения зависимости температуры от времени нагрева разработан пирометр.

Пирометр состоит из фотодиода, трансимпедансного усилителя и оптической системы, которая собирает рассеянное тепловое излучение с нагретой области на поверхности образца и направляет его на фотодиод. Кроме того, разработана система прицеливания, которая позволяет точно попадать лазером в нужную область на образце и сильно экономит время для подготовки к эксперименту.

При импульсном нагреве вольфрама лазерным излучением происходит смещение дифракционного пика синхротронного излучения. Измеренная пирометром температурная зависимость позволяет оценить удельное смещение дифракционного пика.

Литература

1. Ikeda K., Nuclear Fusion, 2007, 47, 6.
2. Arakcheev A.S. er al., Physics Procedia, 2016, 84, 184.
3. V.M. Aulchenko et al., JINST, 2008, 3, P05005

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/E/en/IW-Vaigel_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)