

А.А. СТЕПАНЕНКО\*, Ю.М. ГАСПАРЯН  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
\*aastepanenko@mephi.ru

## **ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МИШЕНИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАЗЕРНО-СТИМУЛИРОВАННОЙ ДЕСОРБЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ЛАЗЕРНЫМ ПУЧКОМ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ФОРМЫ**

Неразрушающий дистанционный контроль содержания трития в стенке ИТЭР является неотъемлемой частью реализации проекта термоядерного реактора, связанной с выполнением законодательных ограничений в сфере атомной энергии агентств СЕА, ASNR [1,2]. В настоящее время в качестве кандидатного метода подобного контроля рассматривается метод лазерно-стимулированной десорбционной диагностики (laser-induced desorption quadrupole mass-spectrometry, LID-QMS) [3]. Методика предполагает нагрев поверхности тайлов короткими лазерными импульсами миллисекундной длительности для измерения локального газовыделения из образца. Интерпретация измерений сложна из-за малого объема получаемых диагностических данных [4] и требует применения методов компьютерного моделирования процессов нагрева мишени и последующей термодесорбции газа [5-7].

Ранее нами было получено приближенное аналитическое решение задачи о нагреве мишени образца импульсами лазерного излучения с круглым гауссовым пространственным распределением интенсивности и трапецевидным временным профилем [8], позволившее с высокими точностью и скоростью разрешить временную и пространственную динамику поля температур и интегрировать их в программу для расчёта процесса термодесорбции газа из мишени при проведении LID-QMS диагностики. В то же время облучение поверхности тайла не всегда происходит при нормальном падении лазерного луча и часто область контакта излучения с материалом стенки имеет не круглую, а эллиптическую форму. В представленной работе нами получено обобщение результатов [8] на случай эллиптических гауссовых пучков. Проведено сравнение аналитических результатов с данными численных расчётов в пакетах прикладных программ. Показано, что предлагаемые новые соотношения могут быть использованы для быстрого восстановления профиля температуры поверхности тайла при проведении LID-QMS диагностики гауссовым лучом эллиптической формы.

А.А.С. выражает глубокую благодарность своему отцу

А.Ф. Степаненко за плодотворное обсуждение задачи. Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSWU-2024-0001).

### **Литература**

- [1] Girard J. P. et al. ITER, safety and licensing // *Fus. Eng. Design.* 2007. V. 82. №. 5-14. P. 506-510.
- [2] Barabaschi P. et al. ITER progresses into new baseline // *Fus. Eng. Design.* 2025. V. 215. P. 114990.
- [3] Zlobinski M. et al. Laser induced desorption as tritium retention diagnostic method in ITER // *Fus. Eng. Design.* 2011. V. 86. №. 6-8. P. 1332-1335.
- [4] Stepanenko A. A., Kashin D. A., Gasparyan Y. M. Possibility of using machine learning methods to reconstruct solid body parameters during laser-induced desorption analysis // *Phys. Scripta.* 2023. V. 98. №. 11. P. 116004.
- [5] Zlobinski M. Laser induced desorption as hydrogen retention diagnostic method: PhD thesis – 2016.
- [6] Kulagin V., Gasparyan Y., Degtyarenko N. Numerical estimation of the atomic fraction during laser-induced desorption of hydrogen from tungsten and beryllium // *Fus. Eng. Design.* 2022. V. 184. P. 113287.
- [7] Sizyuk T., Abrams T. Dynamics of deuterium retention and desorption from plasma-facing materials in fusion reactor-relevant conditions // *J. Nucl. Mater.* 2022. V. 572. P. 154095.
- [8] Stepanenko A. A., Gasparyan Y. M. Dimensional effects in analysis of laser-induced-desorption diagnostics data *Physica Scripta.* - 2024. – V. 99. - № 8
- [9] iijh-induced-desorption diagnostics data 085604.