

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

doi: 10.51639/2713-0568_2022_2_3_34

УДК 535.8

ГРНТИ 47.35.31

ВАК 01.04.21

Результаты экспериментальных исследований лазерного разрушения кристаллов для оптических волноводов ИК-спектра

Шеманин В. Г., * Мкртычев О. В.

*Филиал БГТУ им. В. Г. Шухова в г. Новороссийске
353919, Россия, Новороссийск, Мысхакское шоссе 75,*

e-mail: shemanin-v-g@nb-bstu.ru, * mkrtychev-o-v@nb-bstu.ru

Приводятся результаты экспериментальных исследований лазерного разрушения поверхностей кристаллов вида AgCl_xBr_y под действием лазерных импульсов длительностью 20 нс и 300 мкс с максимальной энергией до 100 и 250 мДж, соответственно.

Ключевые слова: лазерное разрушение, оптические материалы, волноводы ИК-спектра.

Авторы [1], изменяя химический состав кристаллов вида AgCl_xBr_y , имеют возможность получать требуемые оптические и прочностные свойства материала для оптических волноводов среднего ИК-спектра. По методике работ [2–6] были продолжены эксперименты по изучению зависимости пороговой плотности энергии F_{bn} лазерного разрушения поверхности оптических кристаллов под действием импульсного лазерного излучения с длительностями наносекундного и микросекундного диапазонов от мощности излучения. Длительность импульсов составляла 20 нс и 300 мкс. Максимальная интегральная энергия в импульсе достигала значений 55...100 мДж и 150...250 мДж в наносекундном и микросекундном диапазонах, соответственно.

В таблицах ниже приведены результаты экспериментов. В первой строке таблиц показаны значения энергии в мДж, во второй строке – вероятности пробоя. Для образца $\text{AgCl}_{0,25}\text{Br}_{0,75}$ результаты для микросекундного и наносекундного диапазонов приведены в таблицах 1 и 2, соответственно. Аналогично, для образца $\text{AgCl}_{0,5}\text{Br}_{0,5}$ – в таблицах 3 и 4, для образца $\text{AgCl}_{0,75}\text{Br}_{0,25}$ – в таблицах 5 и 6.

Таблица 1

7,25	12,33	13,26	24,27	26,63	29,85	31,02	41,2	43,33	54,25
0	0,12	0,08	1	0,9	0,95	1	0,9	0,6	1

Таблица 2

0,127	0,222	0,25	0,29	0,371	0,444
0	0,02	0	0,05	0,18	1

Таблица 3

0,48	2,74	2,37	4,84
0	0,1	0,9	1

Таблица 4

0,21	0,27	0,37
0	0,8	1

Таблица 5

0,49	1,35	2,64	6,57	9,83
0	0,06	0,1	0,7	1

Таблица 6

0,244	0,661	0,871	1,249
0	0,1	0,9	1

На рис. 1 представлены фотографии поверхности одного из образцов до и после разрушения.



Рис. 1. Поверхность образца: слева – до разрушения, справа – после разрушения импульсами микросекундного диапазона.

Эти результаты позволяют прогнозировать надёжность работы оптических кристаллов в условиях лазерного облучения их поверхности. Соответственно, облегчаются работы по созданию оптических волноводов среднего ИК-спектра, так как вопросы лазерного разрушения материалов для разных диапазонов и длительностей лазерных импульсов, являясь хорошо проработанными в теоретическом плане, требуют постоянного экспериментального исследования для вновь создаваемых материалов [7–21].

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами, на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. Zhukova L. V., Korsakov A. S., L'vov A. E., Salimgareev D. D. Waveduide fibers for the middle IR spectrum. Ekaterinburg: UMC UPI Publ. 2016, 247 p.
2. Atkarskaya AB, Mkrtychev OV, Privalov VE, Shemanin VG. Laser ablation of the glass nanocomposites studies. *Optical Memory and Neural Networks (Information Optics)* 2014;23:265–70.
3. Privalov VE, Shemanin VG, Mkrtychev OV. Method of Assessing the Optical Resistance of an Irradiated Surface Under Laser Ablation. *Meas Tech* 2018;61:694–8.
4. Shemanin V G and Mkrtychev O V 2018 *Technical Physics* 63 623–627.
5. Shemanin V G, Kolpakova E V, Atkarskaya A B and Mkrtychev O V. *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics* 2019 10 632–636.
6. Mkrtychev O V, Privalov V E, Shemanin V G and Shevtsov Y V 2020 *Optical Memory and Neural Networks (Information Optics)* 29 142–146.
7. Соболев С. Л. Локально-неравновесные модели процессов переноса // УФН. 1997. Т. 167, № 10. С. 1095–1106.
8. Анисимов С. И., Лукьянчук Б. С. Избранные задачи теории лазерной абляции // УФН. 2002. Т. 172, № 3, С. 301–333.
9. Вейко В. П., Либенсон М. Н., Червяков Г. Г., Яковлев Е. Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. *Силовая оптика / Под ред. В. И. Конова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 312 с.*
10. Abraham F. F., Broughton J. Q. Pulsed Melting of Silicon (111) and (100) Surfaces Simulated by Molecular Dynamics // *Phys. Rev. Lett.* 1986.
11. Zhigilei V., Garrison B. J. Pressure Waves in Microscopic Simulations of Laser Ablation // *Materials Research Society (MRS) Proc. V. 538. Cambridge University Press, 1998. P. 491–496.*
12. Etcheverry J. I., Mesaros M. Molecular Dynamics Simulation of the Production of Acoustic Waves by Pulsed Laser Irradiation // *Phys. Rev. B.* 1999. V. 60, No. 13. P. 9430–9434.
13. Zhigilei L. V., Garrison B. J. Microscopic Mechanisms of Laser Ablation of Organic Solids in the Thermal and Stress Confinement Irradiation Regimes // *J. Appl. Phys.* 2000. V. 88, No. 3. P. 1281–1298.
14. Фокин В. Б. Континуально-атомистическая модель и ее применение для численного расчета воздействия одиночного и двойного фемтосекундного лазерного импульса на металлы. Дис. канд. ... физ.-мат. наук. М., 2017.
15. K. Bronnikov, A. Wolf, S. Yakushin, et al, *Opt. Express* 27, 38421 (2019).
16. K. Bronnikov, A. Dostovalov, V. Terentyev, et al, *Appl. Phys. Lett.* 119, 211106 (2021).
17. Yin F., Ye X., Yao H., Wei P., Wang X., Cong J., Tong Y. Surface forming criteria of Ti-6AL-4V titanium alloy under laser loading // *Applied Sciences.* 2021. Vol. 11. 5406.
18. Inogamov N.A., Zhakhovskii V.V., Khokhlov V.A. Jet formation in spallation of metal film from substrate under action of femtosecond laser pulse // *Journal of Experimental and Theoretical Physics.* 2015. Vol. 120.
19. Ионин А. А., Кудряшов С. И., Самохин А. А. Абляция поверхности материалов под действием ультракоротких лазерных импульсов // *Успехи физических наук.* 2017. Т. 187. № 2.
20. Локтионов Е. Ю., Овчинников А. В., Протасов Ю. Ю. и др. О спектрально-энергетической эффективности фемтосекундной лазерной абляции полимеров. Доклады Академии наук. 2010. Т. 433. № 6.

**Results of experimental studies of laser destruction of crystals
for optical waveguides of the IR spectrum**

Shemanin V. G., Mkrtychev O. V.

*353919, Russia, Novorossiysk, st. Myskhakskoe highway, 75,
branch of the Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov in
Novorossiysk*

The results of experimental studies of laser destruction of the surfaces of crystals of the AgCl_xBr_y type under the action of laser pulses with a duration of 20 ns and 300 μs with a maximum energy of up to 100 and 250 mJ, respectively, are presented.

Key words: laser damage, optical materials, IR waveguides.