Проницаемость релятивистски неплотной плазмы для экстремально интенсивных лазерных импульсов [[1]](#footnote-1)\*)

СеребряковМ.А., НерушЕ.Н., Костюков И.Ю.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), Нижний Новгород, Россия

Вопросы проницаемости электрон-ионной плазмы для лазерных импульсов исследуются уже несколько десятилетий. Считается, что релятивистски неплотная () плазма прозрачна для (релятивистски) интенсивного лазерного излучения ($a\_{0}>1$) [1]: в этом случае и закритическая плазма может стать проницаемой вследствие релятивистского увеличения массы электронов плазмы, порождающего так называемый эффект релятивистской самоиндуцированной прозрачности. Здесь и – это плотность электронной плазмы и критическая плотность соответственно, – нормированная амплитуда лазерного поля.

Однако трёхмерное моделирование методом частиц в ячейках с помощью кода QUILL[2] демонстрирует аномально высокое поглощение лазерного поля, начиная с интенсивности излучения примерно Вт см-2 для длины волны 1 мкм. После этой границы дальнейшее повышение интенсивности лазерного поля не приводит к существенному увеличению глубины проникновения (оцениваемой по потере импульсом 50% энергии) лазерного импульса в плазменную мишень.

При этом моделирование производится с учётом излучения гамма-квантов и последующим образованием электрон-позитронных пар в сильном поле. Эти эффекты приводят к возникновению самоподдерживающегося электромагнитного каскада в лазерном поле. В работе [3] показано, что, несмотря на низкую плотность плазмы, продольное электрическое поле, генерируемое ей, существенно влияет на развитие электромагнитного каскада [4].

В то же время моделирование без учёта рождения электрон-позитронных пар демонстрирует, что плазма остаётся прозрачной для излучения, и глубина проникновения импульса с увеличением интенсивности излучения растёт по закону близкому к линейному.

В предыдущих работах поглощение лазерного поля в образованной в результате лазер-плазменного взаимодействия плазме наблюдалось лишь для сложных конфигураций поля и плотных плазменных мишеней.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект № 20-12-00077).

Литература

1. *Kattani F.* Treshold of induced transparency in the relativistic interaction of an electromagnetic wave with overdense plasmas / *Kim A., Anderson D., and Lisak M. //* Physical Review E. 2000. 62. 1234-1237.
2. QUILL, https://github.com/QUILL-PIC/Quill
3. ArXiv pre-print, https://arxiv.org/abs/2210.01606
4. *N.V. Elkina* QED cascades induced by circularly polarized laser fields / A.M. Fedotov, I.Yu. Kostyukov, M.V. Legkov, N.B. Narozhny, E.N. Nerush, and H. Ruhl // Phys. Rev. ST Accel. Beams **14**, 054401
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Pt/en/GQ-Serebryakov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)