Индукция квазистационарных магнитных полей в лазерной плазме и возможные приложения

DOI: 10.34854/ICPAF.2020.47.1.017

1,2Ф.А. Корнеев

1Национальный исследовательский университет «МИФИ»
2Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

Масштаб величины квазистационарных магнитных полей в условиях лаборатории, доступных при использовании импульсных генераторов тока в неразрушающем режиме, ограничен десятками Тесла [1]. Использование оптических схем генерации магнитного поля позволяет миниатюризировать активную часть генераторов и работать с ними в режиме однократного применения, соответствующего стандартному режиму работы мощных лазерных установок. При этом большая плотность энергии лазерного излучения позволяет достигать величины магнитного поля в ограниченной пространственной области до тысячи Тесла и более [2,3]. Ключевым параметром при использовании оптических генераторов магнитного поля оказывается отношение длины разрядного импульса тока к длине разрядной катушки, определяющее степень стационарности процесса генерации. Длительность существования индуцированного магнитного поля важна и для возможных технологических приложений. При некоторых условиях время жизни оптически индуцированных магнитных полей может на порядки превышать время генерации [4,5].

Рассматриваются основные схемы лазерной генерации магнитных полей и соответствующие ключевые физические процессы, в частности, генерация импульса тока в мишенях разрядного типа [3,5] и орбитальное ускорение электронов лазерным импульсом в разреженной плазме [6]. Представлены теоретические и экспериментальные результаты по оптической генерации сильных магнитных полей. В соответствии с параметрами индуцированных полей рассмотрена возможность их использования в приложениях и фундаментальных исследованиях. Рассмотрены соответствующие примеры, такие, как генерация замагниченных ударных волн [7], исследование явлений перезамыкания [8] и эволюции магнитоактивной плазмы [9].

Литература

1. Higginson, D. P., et.al., (2015) ‘A novel platform to study magnetized high-velocity collisionless shocks’, *High Energy Density Physics*, 17, pp. 190–197.
2. Ehret, M., et.al., (2019) ‘Kilotesla plasmoid formation by a trapped relativistic laser beam’, *arXiv*, Available at: <http://arxiv.org/abs/1908.11430>.
3. Santos, J. J. et.al., (2015) ‘Laser-driven platform for generation and characterization of strong quasi-static magnetic fields’, *New Journal of Physics*. 17(8), p. 083051.
4. Korneev, P., D’Humières, E. and Tikhonchuk, V. (2015) ‘Gigagauss-scale quasistatic magnetic field generation in a snail-shaped target’, *Physical Review E*, 91(4), p. 43107.
5. [Brantov, A. V., Korneev, P. and Bychenkov, V. Y. (2019) ‘Magnetic field generation from a coil-shaped foil by a laser-triggered hot-electron current’, *Laser Physics Letters*. 16(6), p. 066006.
6. Nuter, R., Korneev, P., Thiele, I. and Tikhonchuk, V. (2018) ‘Plasma solenoid driven by a laser beam carrying an orbital angular momentum’, *Physical Review E*. 98(3), p. 033211.
7. Li, C. K., et.al., (2019) ‘Collisionless Shocks Driven by Supersonic Plasma Flows with Self-Generated Magnetic Fields’, *Physical Review Letters*, 123(5), p. 055002.
8. Law, K. F. F. et.al., (2019) ‘Hard particle spectra of galactic X-ray sources by relativistic magnetic reconnection in laser lab’, *arXiv*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1904.02850>
9. Pisarczyk, T. et.al., (2018) ‘Magnetized plasma implosion in a snail target driven by a moderate-intensity laser pulse’, *Scientific Reports*, 8(1), p. 17895.