Экспериментальные Исследования в области физики плазмы
и ускорения частиц на субпетаваттном лазерном стенде pearl

Соловьев А.А., Бурдонов К.Ф., Еремеев А.А., Гинзбург В.Н., Хазанов Е.А., Кочетков А.А., Кузьмин А.А., Шайкин И.А., Шайкин А.А., Яковлев И.В., Сладков А.Д., Коржиманов А.В., 1Revet G., 1Chen S.N., 2Пикуз С.А., 2Скобелев И.Ю., 2Рязанцев С.Н., 2Алхимова М.А., 2Филиппов Е.Д., 2Пикуз Т.А., 3Ciardi A., 3Khiar B., Стародубцев М.В., 1Fuchs J.

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия,
 mstar@appl.sci-nnov.ru
1Ecole Polytechnique, Palaiseau, France
2Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия
3LERMA, Observatoire de Paris, Paris, France

Исследования процессов взаимодействия лазерного излучения высокой мощности с плазмой стимулируются многочисленными приложениями, такими как разработка лазерных методов ускорения заряженных частиц, источников рентгеновского излучения, создание плазмы с высокой плотностью энергии для исследования задач астрофизики и инерциального термоядерного синтеза и пр. В докладе представлен обзор экспериментальных исследований процессов лазерно-плазменного взаимодействия, проведенных на лазерно-плазменном комплексе PEARL (ИПФ РАН). Основные направления исследований, изложенных в докладе, связаны с задачами ускорения протонов и лабораторной астрофизикой.

Представлены результаты экспериментов по ускорению протонов при помощи лазерного импульса мощностью до 170 ТВт (<8 Дж, 60 фс), сфокусированного в пятно диаметром порядка 6 мкм на тонкую алюминиевую мишень (0,5 – 10 мкм), ориентированную под 450 к лазерной оси. Интенсивность лазерного излучения в фокальном пятне достигала 3 × 1020 Вт/см2. Основным режимом ускорения протонов в проведенных экспериментах был TNSA (target normal sheath acceleration), в ходе которого протоны ускоряются электростатическим полем разделения зарядов, возникающим в результате нагрева электронов мишени лазерным излучением. В ходе экспериментов достигнуты энергии протонов, превышающие 43 МэВ, что является рекордом для лазерных систем с выходной энергией до 20 Дж.

В ходе экспериментов по лабораторному моделированию астрофизических проблем, проведенных на лазерном стенде PEARL, исследовались процессы взаимодействия высокоскоростных потоков горячей плотной лазерной плазмы с внешними магнитными полями, направленные на моделирование магнитогидродинамических процессов, развивающихся в окрестности компактных звезд. Изучались физические процессы в пограничном слое между движущейся плазмой и магнитным полем, что является ключевым фактором для создания физических моделей внутреннего края аккреционных дисков, аккреционных колонок, астрофизических джетов и пр. Представлены экспериментальные результаты, моделирующие аккрецию вещества на астрофизические объекты, обладающие собственным магнитным полем. Показано, что на внутреннем крае аккреционного диска, где газодинамическое давление плазмы сравнивается с магнитным давлением, развивается неустойчивость, приводящая к эффективному проникновению плазмы поперек внешнего магнитного поля. Отметим, что этот результат может привести к пересмотру традиционных моделей аккреционных дисков.