

УДК 539.12.04

Бондонга П. – ст. гр. ІРТУ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

НАЦІОНАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ЛАЗЕРНИХ ТЕРМОЯДЕРНИХ РЕАКЦІЙ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Ковалюк Б.П.

Національний комплекс лазерних термоядерних реакцій (англ. National Ignition Facility, NIF) — науковий комплекс для здійснення керованого термоядерного синтезу з інерційним утриманням плазми за допомогою лазерів.

Комплекс знаходиться у Ліверморській національній лабораторії імені Лоуренса в місті Лівермор (штат Каліфорнія, США). На його спорудження пішло 12 років та 3,9 млрд доларів США. Комплекс складається із 192 потужних лазерів, випромінювання яких одночасно спрямовується на міліметрову мішень. Потужність лазерної установки - 500 ТВт. Температура мішені сягає десятків мільйонів градусів, при цьому вона стискається в 1000 разів. Тривалість кожного імпульсу становить близько наносекунди, а узгодження часу приходу всіх променів до мішені таке, що розбіжність між найшвидшим і найповільнішим імпульсом не перевищує 30 пс. Кожен промінь в кінцевому рахунку потрапляє в строго відведену йому точку на внутрішній поверхні золотого контейнера, де створює світлову пляму діаметром 50 мкм.

Основний принцип інерціального термоядерного синтезу, також іменованого лазерним синтезом, простий: зосередити світло від безлічі потужних лазерів на маленькій мішені з суміші дейтерію і тритію. Миттєве випаровування зовнішнього шару створить реактивну силу, спрямовану до центру, що призведе до сильного стиску мішені і її розігріву до температури запуску термоядерної реакції. Причому реакція, розпочавшись в центрі мішені, пошириться назовні в зовнішні, більш холодні її шари набагато раніше (буквально в наносекунди), ніж весь стиснений матеріал розлетиться в сторони. Тому даний метод утримання гарячої плазми і названий інерціальним. Проте попередні дослідження показали, що навіть з великим числом лазерів прямим опроміненням з усіх сторін важко добитися рівномірного стиснення мішені, а це - ключ до всього.

Національний комплекс лазерних термоядерних реакцій повинен стати першою установкою в своєму роді, на якій енергетичний вихід від реакції синтезу перевищить енергетичні витрати на її розпал. Поліпшення в дизайні мішені і лазерної системи обіцяє підняття термоядерного «виходу» з одного вибуху до 45 МДж (більше не дозволяють особливості камери), а установки такого ж типу, але вже наступного покоління зможуть наростити цей показник ще в два рази.

Далі варто подумати про промислові системи такого роду, на яких отриману енергію можна було б конвертувати в електрику. Це можна здійснити наступним чином: мікроскопічні світлові плями в центрі камери при належній частоті вибухів приведуть до сильного розігрівання її стінок, а це тепло можна конвертувати в струм в класичній паровій або гелієвій турбіні (такий собі теплоносій). Національний комплекс лазерних термоядерних реакцій здатен здійснювати один лазерний «постріл» кожні 5 годин – більше не дозволить розігрів оптичної системи, що приводить до її деформації. Але промислова система лазерного синтезу повинна підривати в центрі установки по кілька паливних кульок в секунду. А значить, буде потрібно більш складний дизайн лазерного комплексу з потужним охолодженням, а ще - «гармата», що стрілятиме на швидкості 10-100 м/с мішенями точно в центр камери (це зараз мішень філігранно встановлюють нерухомо на кінці гігантської «голки»).