

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Приступи Валерія Івановича «Збудження когерентних кільватерних полів у діелектричних, плазмових та плазмово-діелектричних мультибанчевих кільватерних прискорювачах», подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.20 - «фізика пучків заряджених частинок»

Актуальність обраної теми

Фундаментальні проблеми фізики високих енергій на даний час вирішуються з використанням адронних і лептонних колайдерів з енергією в системі центру мас TeV діапазону. Очевидно, що підходи до прискорення заряджених частинок, засновані на традиційних методах прискорення в металевих структурах мають обмеження по темпу прискорення через НВЧ пробій і повністю себе вичерпали. Для створення майбутніх колайдерів актуальною є проблема розробки нових методів прискорення, які дозволяють радикально збільшити темп прискорення, що істотно зменшить габарити колайдерів і їх вартість.

Прискорюючі кільватерні поля, які на 3 порядки перевершують традиційні, можуть бути збуджені потужним лазерним імпульсом або електронним згустком з великим зарядом в плазмі без небезпеки обмеження НВЧ-пробоєм, принципово відсутнім в плазмі. Кільватерне прискорення також активно досліджується і в разі діелектричного середовища, як більш технологічного. Досягнутий для нього градієнт кільватерного поля менший плазмового, проте він на порядок вищий традиційного для вакуумних металевих структур.

Досліджені в дисертації процеси збудження кільватерних полів регулярною послідовністю релятивістських електронних згустків у діелектричній структурі, в плазмі та в гібридній плазмово-діелектричній структурі, а також прискорення в них згустків, відносяться до вказаної вище проблеми, але майже не вивчались. Потребує експериментального підтвердження когерентність збуджуваних кільватерних полів, яка дозволяє для збудження високоградієнтного прискорюючого поля використовувати, замість одного драйверного згустку з великим зарядом, регулярну послідовність згустків з еквівалентним сумарним зарядом. Проведення таких досліджень сприяють розв'язанню актуальної проблеми радикального зменшення габаритів і вартості суперколайдерів TeV діапазону енергії.

Слід також відмітити, що завдання дисертаційної роботи вирішувались відповідно до плану робіт у ряді наукових тем у рамках державних науково-технічних програм та проектних науково-дослідних робіт. У зв'язку з цим актуальність обраної теми є достатньо обґрунтованою.

Вх№ -----ШДХ-А

Ступінь обґрунтованості і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Дослідження, що виконано в дисертації, спираються на традиційні та апробовані методи, що використовуються в фізиці пучків заряджених частинок. Проведено порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних з результатами теоретичних розрахунків. Основні наукові результати дисертаційної роботи представлено в публікаціях в наукових журналах, обговорені та отримали позитивну оцінку на наукових семінарах і конференціях. Наукові результати, що їх одержано в дисертації, мають чітку та наглядну фізичну інтерпретацію. Висновки дисертаційної роботи добре відповідають змісту отриманих результатів і є досить обґрунтованими та достовірними.

Ступінь новизни отриманих результатів

До найбільш суттєвих нових наукових результатів, вперше отриманих здобувачем, належать такі:

1. Експериментально доведена когерентність кільватерних полів, збуджуваних у прискорюючих структурах на черенковському резонансі окремими згустками резонансної послідовності. Отримано величину збудженого кільватерного поля від 1-го, 2-х, 3-х і т. д. згустків з доказом повного додавання їх кільватерних полів, що свідчить про їх когерентність.

2. Експериментально показано, що на відміну від хвилеводу, в якому кількість згустків, кільватерні поля яких дають вклад в сумарне поле, через винос збудженого поля з кінця хвилеводу обмежується довжиною хвилеводу, у випадку резонатора збуджені поля не залишають резонатор, тому кількість згустків, що дають вклад в сумарне поле, обмежується тільки добротністю резонатора.

3. Продемонстровано прискорення згустків кільватерними полями без використання додаткового інжектора шляхом введення зміни частоти задаючого генератора клістронного підсилювача, що викликає її відхилення від частоти збуджуваного кільватерного поля, призводить до поділу згустків послідовності на драйверні, які збуджують кільватерне поле, та згустків, що прискорюються в цьому полі.

4. В концепції плазмового кільватерного прискорення досліджено створення плазми в резонаторі, заповненому нейтральним газом, самою послідовністю згустків. Плазма утворюється за рахунок ударної іонізації нейтралів електронами згустків, а при тиску біля 1 Тор в результаті розвитку пучково-плазмового розряду. Варіюванням густини плазми створювалося відхилення плазмової частоти від частоти слідування згустків, що дозволило експериментально не тільки збудити плазмове кільватерне поле, але й прискорити в ньому згустки тієї ж послідовності, а дефокусування змінювати на фокусування.

5. Розглянуто збудження в гібридній плазмово-діелектричній структурі як діелектричного кільватерного поля для прискорення, так і плазмового кільватерного поля для фокусування прискорюваних згустків.

В експерименті плазма в прольотному каналі створювалась головною частиною послідовності згустків за рахунок іонізації нейтрального газу різного тиску. Для випадків хвилеводу і резонатора отримані кільватерні поля в залежності від тиску газу і отже від густини плазми. Експериментально продемонстровано, що щільність плазми 10^{11} см³ в прольотному каналі гібридної плазмово-діелектричної структури забезпечує фокусування згустків, що зменшує їх діаметр в 1,8 разів.

Значимість роботи для науки та практики

Результати наведених в дисертації експериментальних досліджень збудження когерентних кільватерних полів та прискорення в них електронних згустків можуть бути використані при розробці та побудові колайдерів наступного покоління для використання у розв'язанні фундаментальних проблем фізики високих енергій, та створення компактних прискорювачів для промисловості, матеріалознавства, медицини, біології тощо.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертації викладено у 24 наукових працях, що задовольняють вимогам ДАК МОН України до публікацій, на яких ґрунтується дисертаційна робота. Аналіз представлених публікацій дає підставу стверджувати, що всі основні положення дисертації в повній мірі опубліковано й апробовано на конференціях. Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертації.

Зауваження щодо змісту дисертації

Робота не позбавлена деяких недоліків.

1. Ряд пунктів новизни (пп. 1, 3, 4, 8) не містять стисненого пояснення суті отриманих результатів.
2. Підписи до деяких рисунків містять їх опис, які слід було б винести в основний текст.
3. Огляд літератури слід було б розбити на три підрозділи: лазер - плазма, електронні згустки - плазма, електронні згустки - діелектрик.
4. Струм електронної гармати був збільшений з 0,5 А до 1,0 А, однак з тексту дисертації незрозуміло, чи проходить струм повністю через лінійний резонансний прискорювач електронів.
5. На графіках, на яких показані експериментальні залежності, не наведено похибки вимірювань.
6. Не вказаний метод чисельного моделювання параметрів збудженого поля при проходженні електронних згустків в діелектричній структурі.
7. На осцилограмах, знятих з екрану цифрового осцилографа підписи мають погану якість, що заважає їх прочитання.
8. Більшість формул наведені у вигляді рисунків поганої якості.
9. Текст дисертації не позбавлений орфографічних помилок, зустрічаються англомовні одиниці фізичних величин.

10. Рисунки взяті з Інтернету мають погану якість. Ряд графіків мають дуже дрібні підписи, що ускладнює їх прочитання.

Однак ці зауваження не зменшують цінності результатів дисертації, а лише в основному відображають недоліки її оформлення.

Відповідність встановленим вимогам до кандидатських дисертацій.

В дисертаційній роботі розв'язано важливе наукове завдання з експериментального збудження когерентних кільватерних полів регулярною послідовністю релятивістських електронних згустків у діелектричних, плазмових і плазмово-діелектричних структурах для високоградієнтного прискорення заряджених частинок.

Структура дисертації в повній мірі відповідає вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертаційних робіт. Зміст дисертації послідовно відображає постановку теоретичних задач і експериментів, методи їх вирішення та інтерпретацію отриманих результатів. Тому дисертація є цілісною завершеною роботою.

На підставі вище викладеного можна стверджувати, що робота В.І. Приступи «Збудження когерентних кільватерних полів у діелектричних, плазмових та плазмово-діелектричних мультибанчевих кільватерних прискорювачах» за актуальністю, ступеню новизни, значимістю для науки і практики, а також за структурою і об'ємом відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, зокрема пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», та свідчить про високий науковий рівень автора, який заслуговує присвоєння йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.20 - «фізика пучків заряджених частинок».

В.о. завідувача відділу фізики пучків заряджених частинок
Інституту прикладної фізики НАН України, доктор фізико-
математичних наук, професор

О.Г. Пономарьов

Підпис Пономарьова О.Г.
доктора фізико-математичних наук, професора,
в.о. завідувача відділу Фізики пучків заряджених частинок **завіряю.**



Вчений секретар
Інституту прикладної фізики НАН України
кандидат фізико-математичних наук

О.І. Ворошило

