

М. В. Незлин

**ДИНАМИКА
ПУЧКОВ
В ПЛАЗМЕ**

М. В. Незлин ДИНАМИКА ПУЧКОВ В ПЛАЗМЕ

Динамика пучков в плазме

Незлин, М. Динамика пучков плазме / М. В. Незлин. – Москва: Энергомашиздат, 1982. – 263 с.

Аннотация

Систематически изложены эксперименты и теория по порогам неустойчивостей и предельным токам замагниченных нейтрализованных пучков заряженных частиц в плазме и вакууме. Показана эффективность применения физики пучков к решению актуальных прикладных задач. В одной из глав физика пучков излагается с точки зрения плодотворной концепции волн с отрицательной энергией. Последняя глава посвящена физике уединенных волн (солитонов), играющих фундаментальную роль в современной теоретической физике. В ней дается обзор качественных представлений и экспериментальных данных по так называемым ленгмюровским солитонам, которые образуются вследствие физического коллапса ленгмюровских волн большой амплитуды, возбуждаемых электронными пучками, и имеют прямое отношение к механизмам релаксации пучков в плазме, нагрева и ускорения частиц плазмы волнами и физике плазменной турбулентности.

Для специалистов в области физики плазмы, физической электроники, радиофизики. Будет полезна инженерам, разрабатывающим мощные электронные и ионные приборы, а также аспирантам и студентам-физикам.

Оглавление

Введение

Глава 1. Аперiodические неустойчивости пучков

§ 1. Неустойчивость и предельный ток пучка частиц одного знака в вакууме

§ 2. Неустойчивость и предельный ток квазинейтрального (компенсированного) электронного пучка — задача Пирса

§ 3. Неустойчивость и предельный ток квазинейтрального ионного пучка

§ 4. Неустойчивость и предельный ток релятивистского электронного пучка

Глава 2. Колебательные неустойчивости пучков

§ 5. Дисперсионное уравнение для пространственно-однородной системы пучок—плазма

§ 6. Собственные колебания (волны) частиц плазмы и пучка

6.1. Электронные колебания плазмы

6.2. Ионные колебания и ионно-звуковые волны в плазме

6.3. Волны пространственного заряда пучка

§ 7. Общие свойства пучковой неустойчивости: наличие порога, раскачка, стабилизация разбросом частиц пучка по скоростям

§ 8. Электрон-ионная (бунемановская) неустойчивость квазинейтрального пучка

§ 9. Раскачка ионного звука и ионных ленгмюровских колебаний электронным пучком

§ 10. Электрон-электронная неустойчивость

§ 11. Ион-электронная неустойчивость

§ 12. Раскачка ионного звука и ионных ленгмюровских колебаний ионным пучком

§ 13. Ион-ионная неустойчивость

§ 14. Пучково-дрейфовая неустойчивость пространственно-неоднородной системы пучок—плазма в продольном магнитном поле

§ 15. Пороги неустойчивостей релятивистских пучков

Глава 3. Пучковые неустойчивости на языке концепции волн с отрицательной энергией

§ 16. Волны с положительной и отрицательной энергией в пучках заряженных частиц и плазме

§ 17. Неустойчивость при взаимодействии волн с различными знаками энергии

§ 18. Элементарные процессы, лежащие в основе пучковых неустойчивостей: излучение Вавилова — Черенкова, нормальный и аномальный эффекты Доплера

§ 19. Аналогия между индуцированным аномальным эффектом Доплера и неустойчивостью волны с отрицательной энергией

§ 20. Влияние столкновений на неустойчивость пучка в плазме

Глава 4. Электронные, ионные и плазменные пучки в лабораторной плазме

§ 21. Нейтрализация пространственного заряда электронного пучка, квазинейтральный пучок, плазменный пучок

§ 22. О температуре частиц в пучковой плазме

§ 23. Разряд с накаливаемым катодом как средство создания плазменного пучка

§ 24. Мощные импульсные ионные пучки

§ 25. Измерение потенциала пространства, электрических полей, концентраций и энергий частиц в пучковой плазме

25.1. Дифференциальный анод

25.2. Метод задерживающего поля

25.3. Зонд обратного тока — индикатор виртуального катода в электронном пучке и виртуального анода в ионном пучке

25.4. Измерение потенциала пространства и электрических полей в ионных пучках методом измерения энергий вторичных ионов

25.5. Анализ быстрых нейтральных атомов перезарядки

25.6. Зондирование электрических полей пучками электронов и ионов

25.7. Метод емкостного зонда

25.8. Измерение электрических полей волн в пучковой плазме спектроскопическими методами

25.9. Измерение электрических полей волн в пучковой плазме методом коллективного некогерентного рассеяния лазерного и микроволнового излучений

25.10. Исследование поперечной структуры (пучковой) плазмы методом плазмоскопа

Глава 5. Экспериментальные данные по неустойчивостям и предельным токам электронных, ионных и плазменных пучков. Механизмы ограничения (срыва) тока в пучках

§ 26. Предельный ток электронного пучка в отсутствие нейтрализации пространственного заряда

§ 27. Предельный ток квазинейтрального электронного пучка

§ 28. Неустойчивости, ответственные за ограничение (срыв) тока в квазинейтральных электронных пучках: пучково-дрейфовая и пирсовская

§ 29. Электрон-ионная пучковая (бунемановская) неустойчивость

§ 30. Электрон-электронная неустойчивость

§ 31. Плазменная стабилизация (повышение порогов) электрон-ионных пучковых неустойчивостей и неустойчивости Пирса

§ 32. Ионно-звуковые и ионные ленгмюровские колебания в электронных пучках

§ 33. Ионные колебания в ионных пучках

§ 34. Предельные токи ионных и релятивистских электронных пучков

§ 35. О правомерности применения квазиклассического приближения в анализе крупномасштабных пучковых неустойчивостей

§ 36. Неустойчивости плазменного пучка. Образование виртуального катода в плазменном пучке

Глава 6. Ускорение и нагрев ионов плазмы в режиме пучка, близком к предельному току

§ 37. Нагрев ионов в неустойчивом плазменном пучке. Неустойчивый плазменный пучок как инжектор горячих ионов в ловушку с магнитными пробками

§ 38. Ускорение ионов в плазменном пучке

Глава 7. Динамическая декомпенсация (децентрализация) пространственного заряда интенсивного ионного пучка в магнитном поле

§ 39. Главы и краткая история вопроса

§ 40. Механизм плазменных колебаний в разряде ионного источника

§ 41. Механизм усиления колебаний в ионном пучке

§ 42. Законы подобия для плазменных источников ионов

§ 43. О механизме раскачки колебаний ионным пучком во вторичной электрон-ионной плазме

§ 44. Методы радикального улучшения нейтрализации пространственного заряда ионных пучков

Глава 8. Ленгмюровские солитоны в электронных (плазменных) пучках

§ 45. О месте солитонов в физике пучков

§ 46. Физические представления о самосжатии (коллапсе) ленгмюровских волн

§ 47. Ленгмюровские солитоны в плазме без магнитного поля

§ 48. Ленгмюровские солитоны в замагниченной плазме

§ 49. Сравнение теории с экспериментом

§ 50. Косые ленгмюровские солитоны

§ 51. Быстрый солитон в замагниченном плазменном волноводе

Список литературы