

ОТЗЫВ

Официального оппонента, доктора физико-математических наук Корчуганова Владимира Николаевича на диссертацию Борина Владислава Михайловича "Исследование взаимодействия пучка заряженных частиц с электромагнитными полями в ускорителях методами оптической диагностики", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Актуальность работы

Диссертация посвящена экспериментам по исследованию взаимодействий заряженных частиц с электромагнитными полями в электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М и лазере на свободных электронах (ЛСЭ) ИЯФ СО РАН методами оптической диагностики. В диссертации исследуется влияние эффектов продольной динамики на размеры сгустков электронов, а также на их энергетический разброс. Работы по исследованию взаимодействия электронных пучков с электромагнитными полями на коллайдере ВЭПП-4М позволили явно продемонстрировать влияние эффектов искажения потенциальной ямы и продольной микроволновой неустойчивости, а также позволили применять метод измерения энергетического разброса пучка по измерению его длины, что позволяет проводить оперативные измерения энергетического разброса пучка ВЭПП-4М. В работе также представлены экспериментальные результаты по изучению параметров электронных пучков в условиях генерации излучения в ЛСЭ с оптическим резонатором. Оптимизация и контроль за параметрами пучков и ондуляторного излучения в ЛСЭ актуальна для проведения прикладных исследований.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Исследованное влияние коллективных эффектов на параметры пучков ВЭПП-4М находится в хорошем согласии с ранее проведенными экспериментами. При этом в проведенных исследованиях существенно расширен диапазон энергий ВЭПП-4М, в которых проводились эксперименты, автор также учел эффекты многократного рассеяния в сгустках и значительно сократил время, необходимое для измерений энергетического разброса пучка. Автору впервые удалось использовать методы оптической диагностики для ЛСЭ ИЯФ СО РАН, что позволило улучшить контроль за параметрами пучка. Результаты расчетов хорошо совпадают с экспериментальными результатами, научные положения, выводы и рекомендации хорошо обоснованы. Результаты диссертационной работы опубликованы в четырех публикациях в журналах из списка ВАК, а также были представлены на пяти научных конференциях всероссийского и международного уровня, что говорит о должном уровне апробации работы и достоверности полученных результатов.

Научная новизна

Научная новизна заключается в экспериментальном исследовании совместного влияния эффектов искажения потенциальной ямы, продольной микроволновой неустойчивости и многократного внутрисгусткового рассеяния на продольный размер пучка ВЭПП-4М в широком диапазоне энергий, кроме того впервые был измерен энергетический разброс пучка ВЭПП-4М во всем доступном диапазоне энергий (от 1 до 4.75 ГэВ). Не менее важными в плане научной новизны диссертации являются эксперименты по изучению влияния пучка электронов с полями накопленного излучения в оптическом резонаторе

ЛСЭ. Во время проведения экспериментов на ЛСЭ было впервые экспериментально зарегистрировано когерентное ондуляторное излучение электронного пучка, сгруппированного в оптическом резонаторе ЛСЭ.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Диссертация Борина В. М. характеризуется несомненной научной ценностью. В частности, результаты исследования по изучению влияния коллективных эффектов на пучок коллайдера ВЭПП-4М позволили применять наиболее быстрый и простой способ измерения энергетического разброса, а именно определять его значение из измеренного продольного размера сгустка. Высокая скорость получения данных об энергетическом разбросе пучка ВЭПП-4М востребована как для экспериментов по физике высоких энергий с детектором КЕДР, так и для различных экспериментов по физике пучка заряженных частиц, проводимых на ВЭПП-4М.

Параметры станций диагностики, разработанных для Новосибирского ЛСЭ, существенно расширили возможности как по контролю параметров пучка во время работы ЛСЭ, так и при проведении исследований по физике пучков заряженных частиц и модернизации установки.

Таким образом научное и практическое значение результатов диссертационной работы являются бесспорными. Эти результаты могут быть использованы в последующей работе на ВЭПП-4М и Новосибирском ЛСЭ, а методики проведения экспериментов годятся и для других физических установок.

Общая характеристика работы

Текст диссертации состоит из введения, двух глав и заключения. Полный объем диссертации составляет 105 страниц, включая 67 рисунков и 7 таблиц. Список использованной литературы содержит 41 наименование.

Во введении обсуждена актуальность работы, описано состояние дел в данной области физики ускорителей, сформулированы цели и задачи исследования, описана научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов работы, представлены положения, выносимые на защиту, а также информация о степени достоверности и апробации работы.

В первой главе приведен обзор эффектов, изучаемых в данной работе на ВЭПП-4М. Прежде всего, это эффекты искажения потенциальной ямы, продольная микроволновая неустойчивость и многократное рассеяние электронов друг на друге в сгустках. Рассмотрено два метода измерения энергетического разброса, один - по форме огибающей амплитуды когерентных бетатронных колебаний, другой - на основе оптической диагностики с помощью стрип-камеры. Представлены результаты измерения продольных размеров сгустков пучка в широком диапазоне энергий от 1 ГэВ до 4,5 ГэВ, позволившие определить вклады эффектов искажения потенциальной ямы, продольной микроволновой неустойчивости и многократного рассеяния электронов внутри сгустка. На основе измерений продольного профиля пучка отработана методика по измерению энергетического разброса электронов пучка на ВЭПП-4М во всем диапазоне энергий, с учетом влияния коллективных эффектов. Особое внимание уделено диапазону энергий 1-1,5 ГэВ, где присутствует заметное влияние многократного рассеяния электронов сгустка.

Во второй главе рассмотрено применение оптических методов диагностики для изучения влияния процесса лазерной генерации на параметры пучка третьего лазера

Новосибирского ЛСЭ, представлено описание Новосибирского ЛСЭ с оптическим резонатором, приведены расчеты спектра ондуляторного излучения и обсуждена методика измерения энергетического разброса электронов пучка на основе данного спектра излучения. Исследовано влияние параметров излучения на поперечный профиль пучка, представлены результаты измерений параметров Твисса и спектра лазерного излучения. Приведена схема оптической диагностики на основе автокоррелятора и обсуждены результаты измерений временных и спектральных характеристик излучения ЛСЭ с использованием этой схемы. Представлен алгоритм измерения энергетического разброса электронов пучка по спектру спонтанного ондуляторного излучения. Представлены первые результаты экспериментов по регистрации когерентного ондуляторного излучения электронного пучка сгруппированного в оптическом резонаторе лазера на свободных электронах.

Замечания и недостатки

Глава 1.

Стр.14. Не корректна запись выражения для продольной wake – функции # (1/2).

Правильно: $W_{\parallel}(s) = -\frac{1}{q} \int_{-\infty}^{\infty} E_{\parallel}(s-z) dz,$

Стр.16. Указано не точное значение комптоновской длины волны электрона:

вместо $\lambda_E = \frac{h}{mc} \approx 3,66 * 10^{-11}$ см, следует писать $\lambda_E = \frac{h}{mc} \approx 3,86 * 10^{-11}$ см,

Стр.20. Не точный смысл фразы: «При этом эффекте (искажение потенциальной ямы) не происходит увеличения энергетического разброса сгустка, ..., так как одновременно с этим происходит сдвиг частоты синхротронных колебаний». Более правильно писать: «До достижения токового порога возникновения микроволновой неустойчивости эффект искажения потенциальной ямы не сопровождается увеличением энергетического разброса. Сдвиг частоты синхротронных колебаний является следствием искажения потенциальной ямы, а не его причиной».

Стр.31, опечатка в последнем абзаце: «ширина аппаратной функции стрик-камеры на полувысоте всегда не превышала 0,35 см в единицах длины пучка...». Правильно писать: «всегда не превышала $0,35 \sigma_s$ в единицах длины пучка...?».

Глава 2.

Стр.52. На Рис.2.1, полярность магнитов надо поменять на обратную...

Стр.56. В формуле #(2.3) правильное выражение для показателя в экспоненте $\left(-\frac{(y-\gamma_0)^2}{2\sigma_y^2}\right)$

вместо $\left(-\frac{(\sigma-\gamma_0)^2}{2\sigma_y^2}\right)$.

Общим местом является имеющиеся грамматические опечатки и пунктуационные ошибки, из уважения к автору хорошей работы оппонент их не конкретизирует. Следует отметить частое употребление длинных сложноподчиненных предложений, приводящих к затрудненному восприятию смысла написанного, см. например, стр.95-97.

Выводы и заключение

Диссертация Борина Владислава Михайловича «Исследование взаимодействия пучка заряженных частиц с электромагнитными полями в ускорителях методами оптической диагностики» является научно-квалификационной работой, в которой выполнены экспериментальные исследования взаимодействия электронных пучков с электромагнитными полями в коллайдере ВЭПП-4М и Новосибирском ЛСЭ с оптическим резонатором при использовании оптической диагностики. Работа выполнена на высоком экспериментальном и расчетном уровне. Следует отметить тщательную проработку вопросов точной калибровки диагностической аппаратуры, оценки доверительных интервалов результатов измерений.

Замечания и недостатки, указанные выше, не являются определяющими и не умоляют достоинств диссертации. Работа, выполненная диссертантом, актуальна и полезна для развития ускорительной техники в электрон-позитронных коллайдерах и лазерах на свободных электронах.

Приведенные методики измерения параметров пучков на основе оптической диагностики представляют большой интерес для экспериментаторов, занимающихся динамикой пучков и ускорительной техникой.

Диссертация Борина В.М. полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18 «Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника».

Я, Корчуганов Владимир Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Борина Владислава Михайловича, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент, доктор физико-математических наук (по специальности 01.04.20 – Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника),

Заместитель руководителя Научного Комплекса по перспективным ускорительным технологиям,

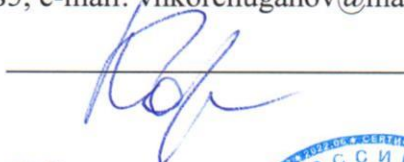
Курчатовский комплекс синхротронно-нейтронных исследований,

Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский Институт»,

Адрес: 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1.

Тел.: +7 (910) 443-62-85, e-mail: vnkorchuganov@mail.ru

22 сентября 2023 г.



Корчуганов Владимир Николаевич

Подпись Корчуганова В.Н. удостоверяю

Главный ученый секретарь НИЦ «Курчатовский Институт»



/Борисов К.Е./