

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

Дубна, Московская область, Россия 141980 Dubna Moscow Region Russia 141980
Telefax: (7-495) 632-78-80 Tel.: (7-49621) 65-059 AT: 205493 WOLNA RU E-mail: post@jinr.ru http://www.jinr.ru

_____ № _____
на № _____ от _____

Утверждаю:

Директор Международной
межправительственной организации
Объединенного института ядерных
исследований,

д.ф.-м.н., профессор, академик РАН
Матвеев В.А.



« 27 » августа 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Синяткина Сергея Викторовича

**«Магнитная система бустерного синхротрона с энергией 3 ГэВ для
источника синхротронного излучения NSLS-II»,**

представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности

01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Актуальность темы исследования

Кандидатская диссертация Синяткина С.В. посвящена разработке
бустерного синхротрона с энергией 3 ГэВ для источника синхротронного

излучения National Synchrotron Light Source (NSLS-II) Брукхейвенской национальной лаборатории (США).

Разработка включает расчеты и измерения характеристик магнито-оптической структуры бустера-синхротрона и расчеты динамики электронов в этой структуре с учетом допусков на изготовление и юстировку магнитов. Особое внимание уделено выбору конструкции и созданию уникальных поворотных магнитов. Представлена оптическая модель бустера-синхротрона, обеспечивающая формирование пучка с малым эмиттансом. Разработаны и применены оригинальные технологии для изготовления магнитных сердечников и торцевых масок сложной формы магнитных структур. При участии автора осуществлен запуск бустера-синхротрона и получены его проектные параметры, что подтвердило достоверность результатов диссертации, представленных на защиту.

Оценка структуры и содержания работы

Кандидатская диссертация С.В. Синяткина состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Материал диссертации изложен на 127 страницах, список цитируемой литературы имеет 38 наименований.

Во введении показана актуальность выбранной темы и практическая значимость диссертации.

В первой главе описаны характеристики магнитной структуры и оптики бустера-синхротрона NSLS-II. Рассмотрены факторы, определяющие требования к параметрам и точности изготовления магнитных элементов, представлена сводная таблица требований к магнитам с совмещенными функциями, которые определяют особенности их проектирования, измерений и оптимизаций.

Выбор конструкции поворотных магнитов обоснован *во второй главе*. Представлены и проанализированы результаты двух- и трехмерного

моделирования. Сформулированы требования к точности изготовления сердечников магнитов.

В третьей главе описан процесс производства поворотных магнитов, дан анализ результатов измерений параметров сердечников магнитов.

Четвертая глава посвящена методике прецизионного измерения магнитного поля с использованием датчиков Холла.

Основные результаты по запуску бустера-синхротрона для источника NSLS-II представлены *в главе 5*, где проведено сравнение измеренных значений параметров с расчетными величинами, полученными в процессе моделирования.

На защиту выносятся следующие положения:

1) Рассчитана оптическая модель бустерного синхротрона с малым эмиттансом, определены допуски на качество магнитных элементов кольца, проведена оценка влияния вихревых токов на параметры пучка.

2) Рассчитаны, спроектированы и изготовлены уникальные поворотные магниты с шихтованным сердечником и совмещенными функциями, включающие градиентную и сектупольную компоненты поля, удовлетворяющие всем требованиям Технического Задания и обеспечивающие проектные параметры пучка.

3) Разработана оригинальная технология изготовления сердечника магнита для обеспечения требуемых допусков.

4) Разработана технология изготовления торцевых фасок сложной формы для корректировки основных и высших мультипольных компонент поля.

5) Отработан метод коррекции параметров диполей с помощью изменения межполюсного зазора с последующим измерением положения новой магнитной оси на основе магнитных измерений.

6) Разработана методика применения современного высокоточного геодезического оборудования для привязки магнитной оси элементов к геодезическим знакам, установленным на магнитопроводе.

7) В процессе двух- и трехмерного моделирования параметров магнитов проанализировано влияние на параметры магнитных элементов погрешностей изготовления профиля полюсов магнитов и механической деформации, возникающей из-за пондеромоторных сил.

8) Исследовано влияние погрешностей изготовления измерительного оборудования, а также ошибок измерительной электроники на точность определения магнитного поля.

9) Выполнены высокоточные измерения магнитных характеристик поворотных магнитов с использованием геодезической системы.

10) Сделан расчет влияния вакуумной камеры на эффективные параметры диполей в импульсном режиме. Данные экспериментального моделирования поведения импульсного магнитного поля согласуются с результатами расчета.

Соответствие темы и содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации

Содержание диссертации, ее завершенность в целом соответствуют требованиям, предъявляемым ВАК.

Тема исследования соответствует заявленной научной специальности.

Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Автореферат оформлен в соответствии с требованиями ВАК, правильно и достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

Личный вклад соискателя в получение результатов исследования

Личный вклад Синяткина С.В. в результаты работ, представленных в диссертации, является определяющим и заключается в разработке магнито-

оптической системы бустерного синхротрона с малым эмиттансом: расчеты, проектирование и изготовление основных магнитных элементов, участие в проведении прецизионных измерений их параметров, разработка и применение метода их коррекции.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность полученных результатов обеспечивается четкой формулировкой поставленных задач, использованием подходов, апробированных на аналогичных системах, а также согласием полученных данных с предсказаниями моделирования. Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в полном объеме. Проведенные научные исследования характеризуются как научно обоснованные разработки, обеспечивающие создание магнитных систем ускорителей. Достоверность представленных результатов подтверждается успешным запуском бустера-синхротрона NSLS-II

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая значимость исследовательской работы диссертанта состоит в создании методов моделирования полей магнито-оптических элементов синхротронов.

Практическая значимость состоит в создании методов проектирования и технологии изготовления элементов магнито-оптической системы синхротронов, разработке методики высокоточной сборки и юстировки магнито-оптической системы синхротронов.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты и выводы диссертации могут быть использованы в исследовательских центрах РФ: ОИЯИ, ИАЭ им. И.В. Курчатова, ИТЭФ, ИФВЭ, а также зарубежных стран, где разрабатываются и создаются ускорительно-накопительные комплексы, использующие магнито-оптические системы.

Новизна и научная ценность полученных результатов

Автором предложены новые методы моделирования магнитных полей элементов магнито-оптической системы синхротрона. Разработаны программные алгоритмы. На основе результатов двух- и трехмерного моделирования предложены и созданы оригинальные поворотные магниты. Особо следует отметить использование магнитов с совмещенными функциями, что явилось дальнейшим развитием конструкции таких магнитов, впервые использованной в коллайдерах ВЭПП-3 и ВЭПП-4.

Замечания по диссертационной работе

На заседании Секции физики пучков заряженных частиц и ускорительной техники Общеинститутского семинара ОИЯИ при обсуждении доклада диссертанта были заданы конкретные вопросы по докладу, на которые диссертант дал обстоятельные ответы. Критических замечаний высказано не было. Участники заседания отметили, что уровень работы превышает требования ВАК к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Заключение по диссертации о соответствии её требованиям

Диссертация является законченным научным исследованием, имеющим целью решение актуальной научно-технической задачи.

По результатам диссертации опубликовано 15 статей, в том числе 4 статьи – в периодических изданиях, входящих в рекомендуемый перечень ВАК, 11 статей – в трудах международных конференций, 4 статьи – в трудах всероссийских конференций.

Диссертация Синяткина Сергея Викторовича "Магнитная система бустерного синхротрона с энергией 3 ГэВ для источника синхротронного излучения NSLS-II" представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем требованиям и критериям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным в п. 9 "Положения о

порядке присуждения ученых степеней", утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор Синяткин Сергей Викторович заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Отзыв составил:

Советник Лаборатории Физики Высоких Энергий ОИЯИ,

доктор технических наук, профессор

Эрнаст Истюреевич Уразаков

Специальность 01.04.20 –

физика пучков заряженных частиц

и ускорительной техники

e-mail vta@jinr.ru; тел 496-2164492

Подпись



Дата

24.08.2020

Материалы диссертации Синяткина С.В. "Магнитная система бустерного синхротрона с энергией 3 ГэВ для источника синхротронного излучения NSLS-II" рассмотрены и утверждены на видеоконференции научного семинара Секции физики пучков заряженных частиц и ускорительной техники Общеинститутского семинара Международной межправительственной организации Объединённый институт ядерных исследований ОИЯИ, протокол № 75 от 28 июля 2020 г.

Председатель Секции физики пучков
заряженных частиц и ускорительной
техники Общеинститутского семинара ОИЯИ
академик РАН, д.ф.м.н., профессор,

Научный руководитель
проекта ускорительного комплекса NICA,
Главный научный сотрудник ЛВФЭ ОИЯИ
И.Н. Мешков
Специальность 01.04.20 – физика пучков
заряженных частиц и ускорительной техники
e-mail meshkov@jinr.ru; тел.496-2165193



Подпись _____

Дата _____

Подписи Э.И. Уразакова и И.Н. Мешкова заверяю:

Главный ученый секретарь ОИЯИ,
доктор физико-математических наук, профессор

/ А.С. Сорин

Почтовый адрес

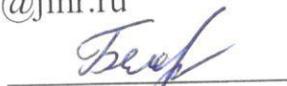
Московская область, г. Дубна

ул. Жолио-Кюри, 6.

Тел. 496-2165940, 496-2162221.

e-mail main@jinr.ru

Подпись _____



Дата _____

24.08.2020