

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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 в докторский совет Д 003.016.01 на базе ФГБУН Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН.

Актуальность темы. Источники синхротронного излучения являются одним из основных инструментов научной деятельности и находят применение не только в фундаментальной физике, но все чаще используются для решения прикладных задач. Для улучшения параметров электронного пучка и, как следствие, параметров синхротронного излучения, генерируемого этим пучком, идет постоянный поиск новых технических решений, и одним из таких решений является разработка оптических структур на основе магнитных элементов с совмещенными функциями. В последние годы наблюдается рост числа современных циклических ускорителей, где используются магниты с совмещенными функциями, такие как источники синхротронного излучения ALBA (Барселона, Испания), Solaris (Краков, Польша) и MAX IV (Лунд, Швеция). Введение градиента в поворотные магниты позволяет уменьшить горизонтальный эмиттанс по сравнению с магнитом с однородным полем, что немаловажно для источников синхротронного излучения. Источники СИ будущего (четвертого поколения) **вынуждены** использовать магниты с совмещенными функциями, поскольку это помогает получить натуральный эмиттанс пучка существенно меньше 1 нм·рад при приемлемом размере накопительного кольца ценой отказа от некоторого числа индивидуальных квадрупольных и секступольных линз. Этим объясняется значительный интерес в последние годы со стороны разработчиков накопителей заряженных частиц к расчетам, проектированию, изготовлению и измерению магнитов с совмещенными функциями. Решение данных задач является краеугольным камнем диссертации С.В. Синяткина, посвящённой созданию бустерного синхротрона с использованием магнитных элементов со совмещенными функциями для источника синхротронного излучения NSLS – II (Брукхейвен, США), ускоряющего электроны от 170 МэВ до 3.15 ГэВ. Результаты работы С.В. Синяткина особенно актуальны сегодня в свете поставленной задачи создания в Российской Федерации сети современных источников синхротронного излучения.

Цель диссертационной работы. Автором были сформулированы следующие задачи, решение которых и является основной целью данной диссертационной работы:

- разработка оптической структуры кольца бустерного синхротрона для источника синхротронного излучения NSLS II (Брукхейвенская национальная лаборатория, США);
- исследование динамики пучка;
- оценка допусков на магнитные элементы;
- моделирование, проектирование и производство дипольных магнитных элементов с совмещенными функциями.

Научная новизна и практическая ценность. Был решен ряд взаимосвязанных задач начиная с расчета оптической структуры и заканчивая расчётом, проектированием и изготовлением поворотных магнитов с совмещенными функциями, включающими в себя как дипольную, так и градиентную и секступольную компоненты поля. Предложен способ определения допусков на качество и выставку магнитных элементов кольца, разработана оригинальная технология изготовления сердечника и торцевых фасок сложной формы магнита, обеспечивающая требуемые допуски. Продемонстрирован способ коррекции параметров диполей на основе результатов магнитных.

Впервые предложена и реализована методика использования современного высокоточного геодезического оборудования для привязки магнитной оси элементов к геодезическим знакам на магнитопроводе при проведении магнитных измерений. Рассчитано и подтверждено влияние вихревых токов в вакуумной камере и её заземления на эффективные характеристики дипольных магнитов. Подтверждено полное согласие между выработанными техническими требованиями на качество магнитных элементов, качеством производства, результатами контроля и параметрами работающего бустерного кольца.

Полученные в рамках диссертационного исследования результаты и наработки по конструированию, моделированию, измерению магнитных параметров магнитов и производству магнитных элементов имеют большое значение для создания магнитных систем современных ускорительных комплексов, коллайдеров и источников синхротронного излучения.

Публикации. По теме диссертационной работы было опубликовано 16 статей, в том числе 4 статьи в периодических изданиях, входящих в рекомендуемый перечень ВАК (указаны в автореферате).

Личный вклад автора. Автор внёс определяющий вклад в постановку и решение задач по созданию бустерного синхротрона для источника синхротронного излучения NSLS II. Автор провел расчет оптики и динамики синхротрона-бустера для источника СИ

NSLS-II. Выполнил анализ влияния различных погрешностей на оптику кольца. Автором были определены параметры магнитных элементов и допуски на точность их изготовления. Проведено моделирование вихревых токов в вакуумной камере, оценено влияние на динамику пучка и разработан способ коррекции данного эффекта. Автором были определены требования к точности магнитных измерений. Разработана методика получения параметров дипольных магнитов на основе карт магнитных полей. Проведен анализ достоверности магнитных измерений и геодезической привязки магнитной оси элементов к геодезическим знакам. Автор принимал непосредственное участие в магнитном моделировании, разработке и изготовлении с требуемым качеством поля основных магнитных элементов бустера (28 поворотных магнитов BF типа и 32 магнитных элементов BD типа). Автором был проведен анализ результатов магнитных измерений, разработан метод коррекции параметров дипольных магнитов, определена выставка магнитных элементов на кольце. Автором создана модель оптической структуры кольца на основе магнитных измерений и проведенных экспериментов с пучком, учитывающая изменения параметров магнитов в течение ускорения пучка. Автор внес существенный вклад при формировании режима работы бустера, принимал непосредственное участие в запуске бустерного синхротрона и получении его номинальных параметров.

Достоверность результатов работы не вызывает сомнений и подтверждается их успешным практическим использованием.

Как замечание по автореферату, отметим следующие. Ряд сокращений, в частности, BF и BD не расшифрованы в тексте. Полезным было бы привести в тексте автореферата таблицу требований к магнитам с совмещенными функциями, определившими особенности проектирования, изготовления, измерений и оптимизации таких магнитов. Однако надо отметить, что данные замечания не снижают ценности работы в целом и скорее носят редакторский характер.

Автореферат оформлен в соответствии с требованиями ВАК, в достаточной мере отражает содержание диссертации. Он дает представление о сути и значимости проделанной работы, и о роли автора в ее выполнении.

Диссертация Синяткина Сергея Викторовича «Магнитная система бустерного синхротрона с энергией 3 ГэВ для источника синхротронного излучения NSLS – II» соответствует всем требованиям и критериям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Синяткин Сергей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических

наук по специальности 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

доктор технических наук,
заместитель директора по научной работе
по ускорительному направлению
федерального государственного бюджетного
учреждения «Институт теоретической и
экспериментальной физики имени А.И. Алиханова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ)

9092020 г.

 Т.В. Кулевой

Адрес: 117218 Москва, Б.Черемушкинская 25, НИЦ "Курчатовский институт" - ИТЭФ.

Телефон: +79104022483, +7 499 7896634

E-mail: kulevoy@itep.ru

Подпись Кулевого Тимура Вячеславовича заверена
Ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт» - ИТЭФ

 В.В. Васильев

