

Реконструкция ускорителя У400М, Основные этапы и результаты

И. А. Иваненко, В.А. Семин, Н.Ф. Осипов

E-mail: ivan@jinr.ru

Объединённый Институт Ядерных Исследований, Дубна, Россия

Циклотрон У400М находится в эксплуатации с 1991 года и является базовой установкой ускорительного комплекса ЛЯР ОИЯИ. В 2022 – 2024 годах была проведена реконструкция циклотрона У400М, основной задачей которой была замена старой обмотки электромагнита циклотрона [1], которая находилась в эксплуатации на электромагните У300 – У400М более 60 лет. Замена обмотки была обусловлена возникновением межвитковых замыканий, ограничивающих функциональность ускорителя. Исходным условием замены являлся предельный ток питания имеющегося источника в 2500А. 2x10 секций новой обмотки намотаны проводником 50x35, что позволило устанавливать обмотку посекционно через рабочий зазор в 82мм без разборки электромагнита. Поперечные размеры новой обмотки меньше исходной, а центр масс смещен внутрь и ближе к медианной плоскости, что незначительно изменило наклон среднего магнитного поля в рабочей области и уровень магнитного поля за пределами полюсов. Эти изменения удобно компенсировать соответствующей тонкой подстройкой уровня магнитного поля и параметров системы вывода.

После замены обмотки были проведены полномасштабные магнитными измерения и осуществлена оптимизация магнитного поля ускорителя, в ходе которой проведены компенсация первой гармоники и оптимизации среднего поля в области предельного радиуса ускорения. Поставленные задачи были решены посредством установки стальных корректоров по бокам секторов и на поверхности полюсов между секторами. В результате, финальные измерения магнитного поля показали, что амплитуда первой гармоники была уменьшена в 2 – 3 раза и в основной области ускорения не превышает 2 – 3 Гаусс, а эффективный радиус вывода был увеличен в среднем на 10мм, что позволило увеличить предельную энергию ускорения и улучшить условия вывода пучка из циклотрона.

В процессе эксплуатации циклотрона У400М было замечено что пучок на выходе из циклотрона имеет значительные поперечные размеры, что приводило к апертурным потерям при входе в ионопровод. Траекторный анализ показал, что причина этих потерь заключается в пересечении выводимым пучком ионов границы долина – сектор под острым углом, что оказывает сильное фокусирующее воздействие магнитного поля в вертикальном направлении и приводит к вертикальной перефокусировке и радиальной дефокусировке пучка. Для компенсации этого негативного фактора предложено увеличить длину первого магнитного канала МС1 и тем самым внести дополнительные вертикальное дефокусирующее и радиальное фокусирующее воздействия на пучок. Увеличение длины канала МС1 осуществлено за счет установки дополнительного сегмента, который был размещен перед основными сегментами канала [2].

По окончании реконструкции циклотрон был успешно введен в эксплуатацию. В ходе последующей эксплуатации возникла необходимость отключения одной секции новой обмотки ввиду возникновения течи охлаждающей жидкости, что привело к исключению некоторых режимов ускорения в области низких энергий.

1. Г.Г.Гульбекян и др. Реконструкция циклотронного комплекса У400М. Влияние параметров новой обмотки электромагнита У400М на магнитное поле циклотрона // Письма в ЭЧАЯ, Том 15, № 7(219), стр. 770-774.
2. И.А. Иваненко, В.А. Семин, С.А. Крупко. Компенсация вертикальной перефокусировки пучков в процессе их вывода из циклотрона У00М // В Трудах XV Международного семинара памяти В.П.Саранцева, Алушта, 2024г.