

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

9-86-157

**В.С.Александров, И.И.Голубев, Г.В.Долбилов,
В.И.Казаха, В.П.Рашевский, В.П.Саранцев**

**СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ
ВЕДУЩЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ
ЛИНЕЙНОГО ИНДУКЦИОННОГО УСКОРИТЕЛЯ
ЭЛЕКТРОННО-ИОННЫХ КОЛЕЦ ЛУЭК-20
(1 очередь)**

1986

Линейный индукционный ускоритель ЛУЭК-20 является частью коллективного ускорителя ионов КУТИ-20^{1/1} и предназначен для ускорения электронно-ионных колец в индукционном электрическом поле. В данной работе излагаются основные требования, предъявляемые к параметрам магнитной системы ЛУЭК-20; дается описание ее конструкции и системы питания катушек ведущего магнитного поля B_z ; приводятся результаты магнитных измерений в первой очереди ЛУЭК-20.

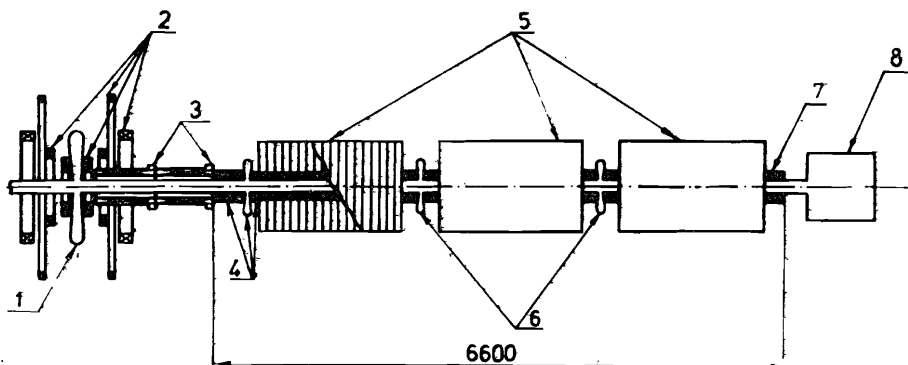


Рис. 1. Структурная схема магнитной системы первой очереди ЛУЭК-20; 1 - камера адгезатора; 2 - катушки магнитного поля адгезатора; 3-7 - элементы магнитной системы; 8 - диагностическая камера.

Магнитная система первой очереди ЛУЭК-20 показана на рис. 1. Она состоит из переходного участка /4/ между двухсекционным градиентным соленоидом предварительного ускорения /3/ и первой индукционной ускоряющей секцией ЛУЭК-20, трех ускоряющих секций /5/, двух межсекционных соленоидов /6/ и согласующего соленоида /7/.

К магнитной системе ЛУЭК-20 предъявляются следующие требования. Ведущее магнитное поле на радиусе кольца / $r = 4 \pm 4,5$ см/ должно иметь величину $1,3 \pm 1,4$ Т, чтобы удержать на данном радиусе электроны, энергия вращения которых $\epsilon = 16$ МэВ. Величина B_z в ЛУЭК-20 значительно превышает уровень фокусирующего магнитного поля в обычных ЛИУ, ускоряющих прямые электронные пучки.

В ЛУЭК-20 величина $\left| \frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z} \right|$ не должна превышать максимальный градиент, при котором происходит разрыв ионной и электронной компонент кольца /здесь $\frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z}$ - градиент индукции, усредненной по площади сечения, охватываемого кольцом/. Так, в переходном участке и в межсекционных соленоидах $\left| \frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z} \right| \leq 0,23 \text{ Т/м}$ /меньше максимального значения $\left| \frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z} \right|$, полученного в градиентном соленоиде^{/1/} /.

Структура B_z должна обеспечивать условия для устойчивого ускорения электронно-ионных колец в ЛУЭК-20. В ускоряющих секциях B_z формируется с помощью катушек /3, рис.2/, встроенных внутрь каждого пермаллового сердечника /2, рис.2/. Существующие в такой структуре вариации магнитного поля могут привести к резонансной расклатке колебаний поляризации и размера сечения электронно-ионных колец, если величина $\frac{2 \cdot \pi \cdot \beta_z c}{\lambda}$ кратна частоте колебаний электронов в поле ионов ω /2/.

Здесь c - скорость света; β_z - аксиальная скорость кольца; λ - период структуры катушек. Расчеты показали, что для удовлетворения допусков на B_z и ускоряющее электрическое поле E_z необходимо иметь средний радиус катушек $R = 9 \text{ см}$ и $\lambda = 2,5 \text{ см}$. При этом в ускоряющих секциях на радиусе кольца амплитуда колебаний $\left| \frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z} \right| <$

$< 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ Т/м}$ /2/. В расчетах использовались проектные параметры электронно-ионных колец, сформулированные в работе^{/1/}.

Увеличение амплитуды дипольных колебаний в кольце может происходить и из-за случайных возмущений в B_z , связанных с разбросом амплитуд токов в катушках δI и разбросом в геометрических размерах магнитной системы δL . Используя результаты работы^{/3/}, получаем, что для первой очереди ЛУЭК-20 относительный среднеквадратичный разброс амплитуд токов в катушках не должен превышать величины $5 \cdot 10^{-3} / \delta I = \pm 22 \text{ А}$, а в геометрических размерах магнитной системы - $1,4 \cdot 10^{-2} / \delta L = \pm 0,3 \text{ мм}$.

Полученные в работах^{/1+4/} результаты были положены в основу при проектировании магнитной системы ЛУЭК-20.

1. ИНДУКЦИОННЫЕ УСКОРЯЮЩИЕ СЕКЦИИ

Каждая ускоряющая секция состоит из 18 одинаковых индукторов. Устройство одного индуктора показано на рис.2. В корпусе /1/

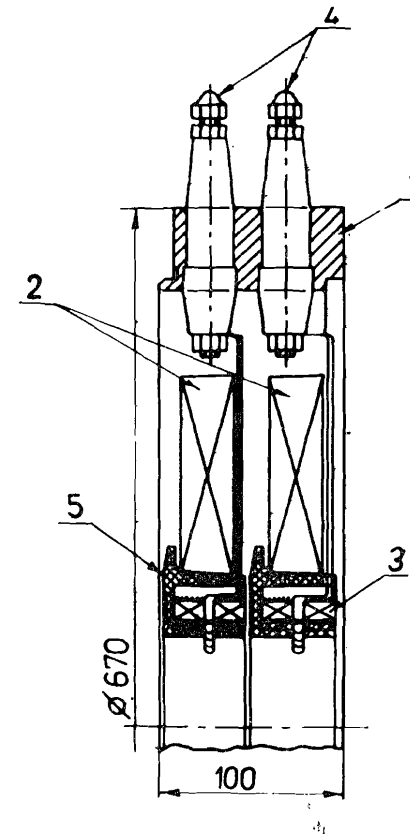


Рис.2. Конструкция индуктора: 1 - корпус; 2 - пермаллоевые сердечники; 3 - катушки; 4 - высоковольтные изоляторы; 5 - капролоновая обойма.

закреплены два пермалловых сердечника /2/. Ведущее магнитное поле формируется с помощью катушек /3/, встроенных внутрь сердечников /по 4 катушки в индукторе/. Для удовлетворения необходимых допусков на B_z и E_z были изготовлены катушки со следующими параметрами: аксиальный размер 19 мм, радиальный - 12 мм; зазор между катушками 6 мм, внутренний радиус 85 мм. Катушки намотаны медной лентой, число витков 10. Ведущее магнитное поле формируется внутри керамической ускоряющей трубки, имеющей внутренний диаметр 130 мм, внешний - 145 мм и длину 1800 мм. В секцию заливается трансформаторное масло, которое служит как для обеспечения электрической прочности индукторов, так и для отвода тепла от катушек и других элементов конструкции индукторов.

2. ПЕРЕХОДНЫЙ УЧАСТОК, МЕЖСЕКЦИОННЫЕ И СОГЛАСУЮЩИЙ СОЛЕНОИДЫ

При разработке переходного участка /ПУ/ и согласующего соленоида /СС/ был использован опыт работы на индукционной ускоряющей секции прототипа КУТИ, где эти узлы были применены впервые^{/5/}.

Переходный участок должен обеспечивать согласование B_z между двухсекционным градиентным соленоидом предварительного ускорения и первой ускоряющей секцией ЛУЭК-20, геометрия катушек которых значительно отличается друг от друга^{/1/}. Межсекционные соленоиды /МС/ должны обеспечивать согласование B_z между двумя соседними секциями ЛУЭК-20. Для обеспечения требуемого высокого вакуума в камере адгезатора 10^{-9} Тор /1/ необходимо иметь в конструкциях ПУ и МС камеры, через которые должна производиться откачка ускоряющего тракта ЛУЭК-20. Для этого нужно создать зазор между двумя соседними катушками ПУ и МС - $30 \pm 35 \text{ мм}$. Кроме

того, при проектировании надо было учесть, что в камерах ПУ и МС должны устанавливаться средства диагностики. Камеры также должны обеспечивать возможность расстыковки соседних ускоряющих секций. Выполнение всех этих требований и одновременное обеспечение необходимого уровня B_z и $\frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z}$ является достаточно сложной задачей.

При расчете магнитной структуры МС ограничения на величину локальных градиентов $\frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z}$ накладывались с учетом аксиального распределения вне секций на радиусе кольца r ускоряющего электрического поля E_z , которое может быть представлено выражением:

$$E_z(r, z) = E_0 \cdot \left[\frac{M \cdot \lambda_e}{M \cdot \lambda_e + H} + \sum_{j=1}^{+\infty} \frac{2 \sin \frac{\pi \cdot j \cdot h}{M \cdot \lambda_e + H}}{j \cdot \pi \cdot (h / \lambda_e)} \cdot \frac{I_0 \left(\frac{2 \pi \cdot j \cdot r}{M \cdot \lambda_e + H} \right)}{I_0 \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot j \cdot R}{M \cdot \lambda_e + H} \right)} \right] \times$$

$$\frac{\sin \frac{M \cdot \pi \cdot \lambda_e \cdot j}{M \cdot \lambda_e + H}}{\sin \frac{\pi \cdot \lambda_e \cdot j}{M \cdot \lambda_e + H}} \cdot \cos \frac{2 \pi \cdot j \cdot z}{M \cdot \lambda_e + H} \quad /1/$$

Здесь M - число ускоряющих зазоров в секции; λ_e - период ускоряющей структуры; H - аксиальный размер межсекционных соленоидов; h - размер ускоряющего зазора; R - внутренний радиус катушек магнитного поля; I_0 - модифицированная функция Бесселя;

$E_0 = U/h$; U - амплитуда напряжения на индукторах.

Далее основным считалось выполнение условия

$$G(z) = |g| - g_0 \cdot \left(1 - \left| \frac{E_z(z)}{E_{z \max}} \right| \right) \leq 0, \quad /2/$$

где $g = \frac{1}{B_z} \cdot \frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z}$, $g_0 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$ - значение среднего отно-

сительного градиента в соленоиде предварительного ускорения, $E_{z \max}$ - значение E_z в центре секции. По заданному значению B_z в середине соседних с МС секций $B_z = 1,36 \text{ Т}$ вычислялся ток в катушках секций. Искомыми параметрами являлись средние радиусы катушек соленоида и амплитуды токов в них и, при необходимости, в близлежащих катушках секций. Начальные значения радиусов катушек задавались исходя из технологических требований /удобство сборки и разборки/ и физических соображений. Максимальные радиусы имеют катушки, находящиеся у вакуумной щели. Началь-

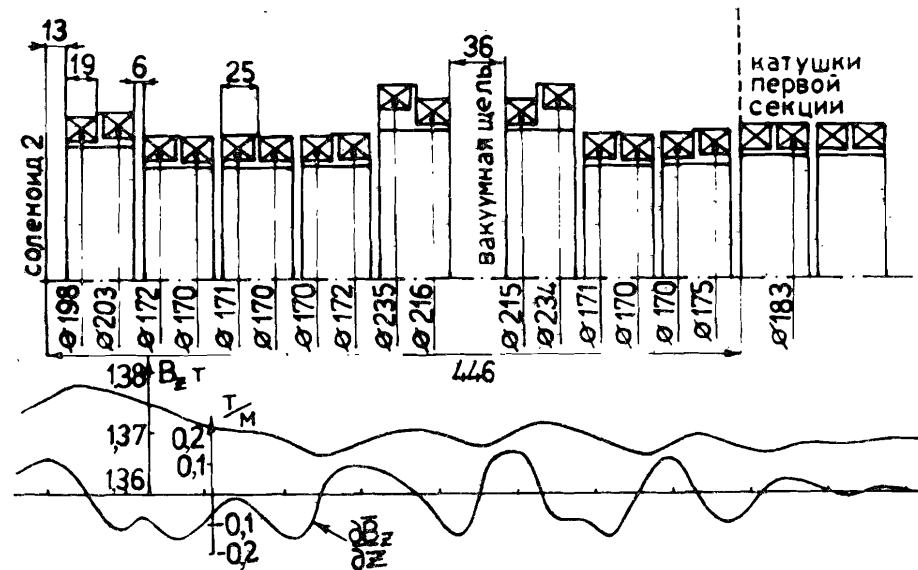


Рис.3. Структура переходного участка.

ные значения амплитуд токов вычислялись из условия $B_z = 1,36 \text{ Т} = \text{const}$. Искомые параметры находились путем минимизации квадратичного функционала вида

$$F = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \left(\frac{a_i}{\epsilon_i} \right)^2,$$

$$a_i = \begin{cases} G_i; & G_i \geq 0, \\ 0; & G_i < 0, \end{cases} \quad /3/$$

где N - число точек; ϵ_i - абсолютная погрешность в i -й точке. Схема работала более эффективно при чередовании итераций по геометрическим и токовым параметрам.

Расчет параметров магнитной системы ПУ проводился по сходному алгоритму. В качестве исходной использовалась магнитная система МС, дополненная четырьмя катушками для стыковки градиентного магнитного поля соленоида 2 с однородным в среднем ведущим магнитным полем секции. В области ПУ требовалось выполнение условия /2/, а в области соленоида - условия

$$|g_0 + g| \leq \epsilon. \quad /4/$$

На рис.3 приведены геометрическая структура разработанного переходного участка, рассчитанные значения средних диаметров

катушек и кривые $B_z(z)$ и $\frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z}$ на радиусе $r = 4$ см. Величина z

отсчитывается от медианной плоскости адгезатора. Расчетная амплитуда тока в соленоиде 2 составила 7,8 кА; а амплитуды токов в катушках ПУ и первой ускоряющей секции лежат в интервале от 2 до 5 кА.

Формирование B_z обеспечивается с помощью 16 катушек, имеющих аксиальный размер 19 мм и зазор 6 мм / $\lambda = 25$ мм/. Катушки намотаны медной полый шиной /по 10 витков в каждой/ и охлаждаются водой, протекающей внутри шин. Каждая пара соседних катушек запитывается током последовательно. Зазор между 10-й и 11-й катушками ПУ имеет величину 36 мм. Это позволило сконструировать камеру, в которой предусмотрены патрубки для подключения вакуумного насоса, расположенного под ПУ, и установки в ней диагностических средств. Камера сделана разборной так, что блок с первыми десятью катушками ПУ может быть отсоединен от блока с последними шестью катушками.

На рис. 4 представлены геометрическая структура магнитной системы МС, рассчитанные значения средних диаметров для всех катушек МС, а также кривые $B_z(z)$ и $\frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z}$ на радиусе $r = 4$ см. Рассчи-

танные значения амплитуд токов в катушках МС лежат в интервале

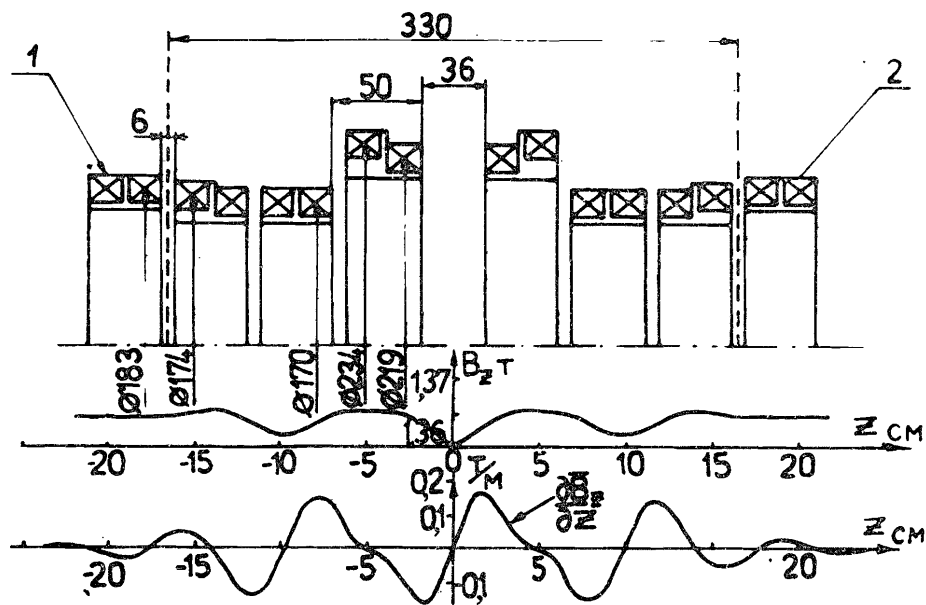


Рис. 4. Структура межсекционного соленоида: 1 и 2 - крайние пары катушек соседних ускоряющих секций.

1,65+5 кА. При расчете величин $B_z(z)$ и $\frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z}$ в ПУ и МС влияние их конструкций и индукторов не учитывалось.

Катушки изготовлены и запитываются током так же, как и катушки ПУ. Камера МС сделана из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм и охлаждается водой. Она также имеет внизу патрубок для подключения вакуумного насоса и несколько диагностических патрубков; конструкция ее сделана разборной.

Согласующий соленоид расположен в конце третьей ускоряющей секции и состоит из четырех катушек, период структуры и средний диаметр которых совпадают с периодом λ и средним диаметром в ускоряющей секции. Согласно соленоид служит для уменьшения величины рассеянного B_z в области пермалловых сердечников последних индукторов, а также для вынесения за пределы секции точки разделения электронной и ионной компонент кольца. Амплитуды токов в катушках СС могут меняться в зависимости от условий эксперимента, тем самым могут изменяться координата точки и условия разделения компонент кольца.

3. СИСТЕМА ПИТАНИЯ КАТУШЕК ВЕДУЩЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ ЛУЭК-20

Схема отдельной ячейки, запитывающей катушки ведущего магнитного поля, расположенные в двух соседних индукторах, показана на рис. 5. Здесь L_0 - индуктивность двух последовательно запитанных соседних катушек. В течение первого полупериода накопительная емкость C_0 с помощью управляемого блока тиристорных коммутаторов разряжается через катушки ведущего магнитного поля, а в течение второго полупериода перезаряжается через дроссель $L_{др}$ и вентиль D . Для запитки всех катушек одной ускоряющей секции используется 9 таких ячеек. В качестве накопительных емкостей в одной ячейке используются четыре параллельно соединенных конденсатора ИК-6-150 / $C_0 = 600$ мкФ/. Блок тиристорных коммутаторов состоит из шести последовательно соединенных тиристоров типа Т-630 27-го класса, защищенных RC-цепочками, он позволяет коммутировать ток длительностью 1 мс и амплитудой ~ 9 кА.

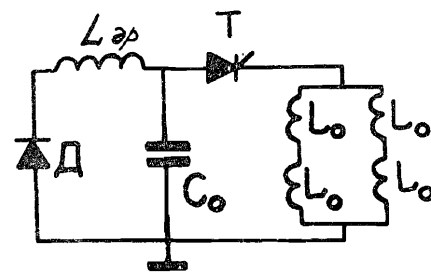


Рис. 5. Схема запитки катушек.

Синхронный запуск всех девяти тиристорных коммутаторов производится от одного блока запуска с помощью импульсных трансформаторов, намотанных на пермалловых сердечниках. В качестве вентиля применяются 8 последова-

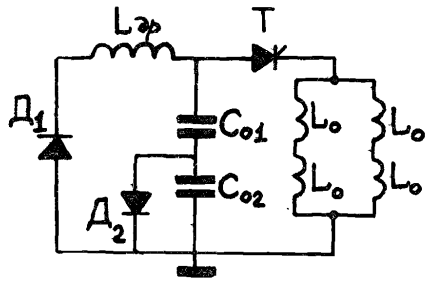
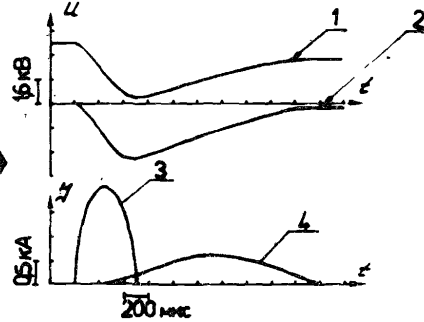


Рис.6. Второй вариант схемы запитки катушек.

Рис.7. Осциллограммы изменения напряжений и токов: 1 - напряжение на емкости C_{01} ; 2 - напряжение на емкости C_{02} ; 3 - ток в катушках; 4 - ток в ветви рекуперации энергии.



тельно соединенных диодов ВЧ-2-200 10-го класса, которые защищаются ограничителями напряжения типа ОНС-5 или RC-цепочками. Индуктивность каждого дросселя ветви рекуперации составляет $\sim 1,2$ мГн. Охлаждение тиристорных коммутаторов, а также вентилей D осуществляется проточной водой.

Суммарная индуктивность нагрузки в схеме, показанной на рис.5, при работе всей системы питания катушек равна 150 мкГн; волновое сопротивление каждой ячейки $\rho = 0,5$ Ом. Длительность полупериода тока в катушках $T_{1/2} = 940$ мкс; амплитуда тока в катушках, соответствующая проектному значению $B_z = 1,36$ Т, составляет величину 4,23 кА. Это связано с тем, что вихревые токи, наведенные в элементах конструкции индукторов /в пермалловых сердечниках и корпусах/, уменьшают величину индукции B_z на 36% по сравнению с ее расчетным значением. Измеренные суммарные потери энергии за один цикл для этой схемы составили $\sim 60\%$.

Для запитки катушек переходного участка, межсекционных и согласующего соленоидов применяются такие же ячейки, как и для запитки катушек ускоряющих секций /рис.5/. Однако величины накопительных емкостей и индуктивности нагрузок в них были подобраны так, чтобы сформировать токи с амплитудами, близкими к расчетным значениям. Окончательный подбор параметров этих ячеек производился в процессе магнитных измерений. Всего для формирования B_z в первой очереди ЛУЭК-20 используются 42 ячейки, размещенные в пяти стойках.

Была также исследована работа другого типа ячейки питания катушек ускоряющих секций, схема которой приведена на рис.6. В течение первого полупериода накопительная емкость C_{01} с помощью управляемого блока тиристорных коммутаторов разряжается через

катушки на емкость $C_{02} / C_{01} = C_{02} = 300$ мкФ/. В течение второго полупериода емкость C_{02} разряжается через дроссель $L_{др}$ и вентиль D_1 на емкость C_{01} . Характерные осциллограммы изменения в течение цикла напряжений на емкостях C_{01} и C_{02} , а также токов в катушках L_0 и в ветви рекуперации энергии показаны на рис.7. В качестве вентилей D_2 используются 6 последовательно соединенных диодов типа ВЛ-10 12-го класса. Вентиль D_2 необходим для обеспечения зарядки емкости C_{01} до рабочего напряжения.

Преимуществом этой схемы является то, что в течение цикла напряжение на обкладках конденсаторов C_{01} и C_{02} не меняет знак, что позволяет увеличить ресурс работы конденсаторов и уменьшить энергетические потери на $\sim 15\%$.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕДУЩЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ ЛУЭК-20

Магнитные измерения в первой очереди ЛУЭК-20 были проведены с использованием импульсного холловского магнитометра МИХ-2М. Была также создана специальная автоматизированная система, позволявшая быстро обрабатывать результаты измерений, отображать их на экране дисплея или выводить на печать. Индукция B_z измерялась в точке с относительной точностью $5 \cdot 10^{-4}$, а градиент

$\frac{\partial B_z}{\partial z}$ - с точностью $2 \cdot 10^{-3}$ Т/м^{1/6}. Окончательное распределение

B_z на радиусе кольца формировалось в процессе магнитных измерений путем корректировки в ячейках питания величин накопительных емкостей и балластных индуктивностей.

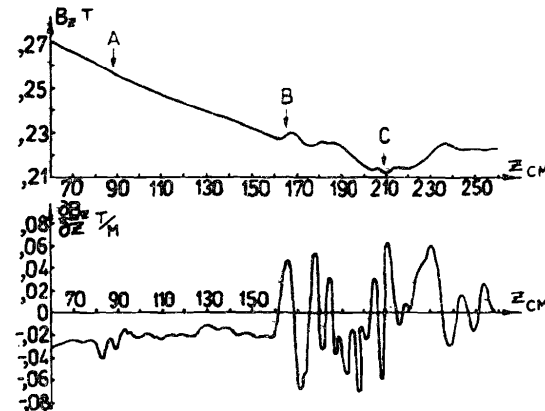


Рис.8. Индукция B_z и градиент $\frac{\partial B_z}{\partial z}$, измеренные в районе переходного участка: А - начало соленоида 2; В - начало переходного участка; С - начало первой ускоряющей секции ЛУЭК-20.

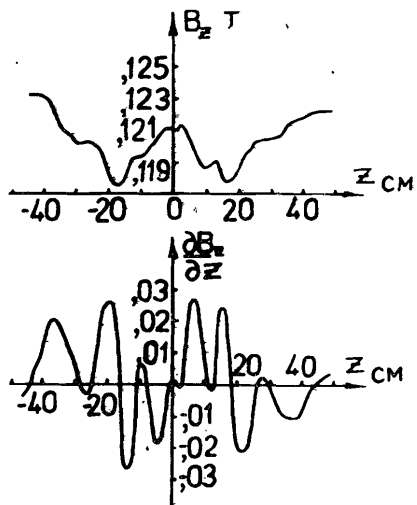


Рис.9. Индукция B_z и градиент $\frac{\partial B_z}{\partial z}$, измеренные в межсекционном соленоиде.

На рис.8 приведены измеренные зависимости B_z и $\frac{\partial B_z}{\partial z}$ в ПУ. Координата z отсчитывается от медианной плоскости адгезатора. На рис.9 показаны измеренные зависимости B_z и $\frac{\partial B_z}{\partial z}$ в одном из МС.

Все измерения проводились на радиусе $r = 4$ см и уровне 17% от номинального значения амплитуд токов в катушках. Соответствующие значения амплитуд токов в катушках ПУ и МС отличались от расчетных величин не более чем на 10%. Максимальное отклонение измеренных амплитуд токов в катушках МС от расчетных /20%/ - у крайних /от медианной плоскости/ катушек. Это связано с экранирующим влиянием на них индукторов соседних секций.

Заметим, что магнитометр измеряет $\frac{\partial B_z}{\partial z}$, а не $\frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z}$ /5/.

В периодической структуре магнитной системы связь между этими величинами на радиусе r может быть представлена в виде выражения

$$\left| \frac{\partial B_z}{\partial z} / \frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z} \right| = \frac{\pi \cdot r}{\lambda} \quad /5/$$

Подставляя в /5/ $r = 4$ см и $\lambda = 2,5$ см, получаем следующую оценку:

$$\left| \frac{\partial B_z}{\partial z} / \frac{\partial \bar{B}_z}{\partial z} \right| = 5. \text{ Таким образом, из графиков, приведенных на}$$

рис.8 и рис.9, видно, что требуемое ведущее магнитное поле в ПУ и МС сформировано. На рис.10 приведены результаты измерений B_z в одной из ускоряющих секций. Среднеквадратичный относительный

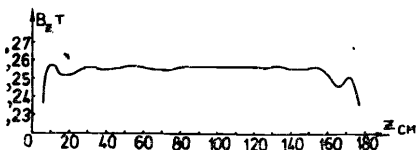


Рис.10. Индукция B_z , измеренная в одной из ускоряющих секций.

разброс токов в катушках секции /на плато B_z / не превышал величины $\pm 5 \cdot 10^{-3}$, а относительная величина азимутальной неоднородности B_z на радиусе кольца не превышала $\pm 3 \cdot 10^{-3}$. Была осуществлена транспортировка электронных колец в ускорительном тракте ЛУЭК-20 при частоте повторения работы всех систем $\nu = 1$ Гц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Была разработана, создана и налажена система формирования ведущего магнитного поля первой очереди ЛУЭК-20. Проведенные измерения показали удовлетворительное совпадение расчетов с экспериментальными результатами, а также то, что конструкция созданных узлов магнитной системы ЛУЭК-20 способна обеспечивать формирование B_z с необходимыми параметрами.

Созданная импульсная система питания обеспечивает при частоте работы $\nu = 1$ Гц получение на радиусе кольца величины $B_z \approx 1,3 \div 1,4$ Т. В результате изменения индуктивности и емкости в ячейках питания можно добиться формирования необходимых амплитуд токов в катушках магнитного поля.

Проведенные эксперименты по проводке колец в ускорительном тракте первой очереди ЛУЭК-20, измерение их большого и малого радиусов и положения относительно оси ускорителя подтвердили, что был достигнут уровень поля $B_z \approx 1,36$ Т с достаточной азимутальной однородностью. Кольца транспортировались в ускорительном тракте без искажения их большого и малого радиусов и без смещения по r .

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В.С. и др. Ускорительный комплекс тяжелых ионов в ОИЯИ. ОИЯИ, Р9-83-613, Дубна, 1983.
2. Казаринов Н.Ю., Казача В.И. ОИЯИ, 9-83-148, Дубна, 1983.
3. Казаринов Н.Ю., Казача В.И., Перельштейн Э.А. ОИЯИ, 9-85-176, Дубна, 1985.
4. Алексахин Ю.И., Казача В.И. ОИЯИ, Р9-83-752, Дубна, 1983.
5. Казача В.И. и др. ОИЯИ, Р9-81-809, Дубна, 1981.
6. Глейбман Э.М. и др. ОИЯИ, Р10-85-891, Дубна, 1985.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 марта 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3.4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам, аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
Д10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Александров В.С. и др.

9-86-157

Система формирования ведущего магнитного поля линейного индукционного ускорителя электронно-ионных колец ЛУЭК-20 (1 очередь)

Излагаются основные требования, предъявляемые к параметрам магнитной системы линейного индукционного ускорителя электронно-ионных колец ЛУЭК-20. Дается описание как методики расчета магнитной системы, так и ее конструкции. Приводятся схема питания катушек ведущего магнитного поля B_z , ее параметры, а также результаты магнитных измерений в первой очереди ЛУЭК-20. На длине 6,6 м было сформировано магнитное поле $B_z = 1,36$ Т, абсолютная величина градиента $\frac{\partial B_z}{\partial z}$ не превышала 0,23 Т/м. Была осуществлена транспортировка электронных колец в ускорительном тракте ЛУЭК-20 при частоте повторения работы всех систем $\nu = 1$ Гц без искажения их большого и малого радиусов и без смещения колец по радиусу.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Alexandrov V.S. et al

9-86-157

The Leading Magnetic Field Forming System of the LUEK-20 Linear Induction Electron Ion Ring Accelerator

The main requirements on the parameters of the linear induction electron-ion ring accelerator LUEK-20 magnetic system are described. The description of the magnetic system design procedure and its design is given. The feed circuit of the leading magnetic field B_z coils and its parameters are presented. The results of the magnetic measurements in the LUEK-20 first turn are also given. At the 6.6 m length $B_z = 1.36$ T has been formed, the absolute value of the gradient $\frac{\partial B_z}{\partial z}$ did not exceed 0.23 T/m. The electron ring transport in the LUEK-20 accelerating path was accomplished under the repetition frequency work of all the systems $\nu = 1$ Hz, with their big and little radius undistorted and without the ring displacement along the radius.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986