

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И.Будкера СО РАН

А.Г. Валентинов, Б.А. Гудков, И.А. Запрягаев,
А.А. Кадников, С.Ю. Казаков, М.М. Карлинер,
В.Н. Корчуганов, Ю.В. Крылов, Г.И. Кузнецов,
Е.Б. Левичев, Ю.Г. Матвеев, О.А. Нежевенко,
Д.Г. Одинцов, Г.Н. Острейко, Б.З. Персов,
С.И. Рувинский, Г.В. Сердобинцев, В.В. Тарнецкий,
М.А. Тиунов, В.А. Ушаков, В.Л. Ушков,
А.И. Фетисов, Е.Н. Шаймерденов,
Ю.Л. Юпинов, В.П. Яковлев

ЛИНЕЙНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ – ИНЖЕКТОР
КОМПЛЕКСА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО
ИСТОЧНИКА СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
В РНЦ "КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ"

ИЯФ 2002-29

Новосибирск
2002

**Линейный ускоритель – инжектор комплекса
специализированного источника синхротронного излучения
в РНЦ “Курчатовский институт”**

*Б.А. Гудков, И.А. Запрягаев, М.М. Карлинер,
В.Н. Корчуганов, Г.И. Кузнецов, Е.Б. Левичев,
Ю.Г. Матвеев, Г.Н. Острейко, Б.З. Персов,
С.И. Рувинский, Г.В. Сердобинцев, В.В. Тарнецкий,
М.А. Тиунов, В.А. Ушаков, Е.Н. Шаймерденов*

*Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера
630090 Новосибирск, СО РАН*

С.Ю. Казаков, Филиал ИЯФ, г. Протвино

*А.Г. Валентинов, А.А. Кадников, Ю.В. Крылов,
Д.Г. Одинцов, В.Л. Ушков, А.И. Фетисов, Ю.Л. Юпинов*

РНЦ “Курчатовский институт”, Москва 123182, Россия

О.А. Нежевенко, В.П. Яковлев, Omega-P Inc., New Haven, USA

Аннотация

Представлены результаты разработки в ИЯФ им.Г.И. Будкера СО РАН линейного ускорителя (ускоряющая структура на стоячей волне) и экспериментальное исследование его работы на энергии электронов 65–85 МэВ в качестве форинжектора на комплексе специализированного источника синхротронного излучения Сибирь-2 в РНЦ “Курчатовский Институт”, г.Москва.

*A.G. Valentinov, B.A. Gudkov, I.A. Zapryagaev,
A.A. Kadnikov, S.Yu. Kazakov, M.M. Karliner, V.N. Korchuganov,
Yu.V. Krylov, G.I. Kuznetsov, E.B. Levichev, Yu.G. Matveev,
O.A. Nezhevenko, D.G. Odintsov, G.N. Ostreiko, B.Z. Persov,
S.I. Ruvinsky, G.V. Serdobintsev, V.V. Tarnetsky, M.A. Tiunov,
V.A. Ushakov, V.L. Ushkov, A.I. Fetisov E.N. Shaimerdenov,
Yu.L. Yupinov, V.P. Yakovlev*

**Linac – forinjector
of the dedicated synchrotron radiation source
in Russian Research Centre “Kurchatov Institute”**

Abstract

The results of working out in BINP SB RAS of the linear accelerator (accelerating structure on a standing wave) and experimental research of its work on electron energy 65-85 MeV as a forinjector on a complex of the specialized synchrotron radiation source Siberia-2 in Russian Research Centre "Kurchatov Institute" are submitted.

1 Введение

Специализированный комплекс СИ в РНЦ КИ включает в себя два накопителя электронов: Сибирь-1 на энергию 450 МэВ и Сибирь-2 на энергию 2.5 ГэВ. Источником электронов для накопителя СИБИРЬ-1 служит линейный ускоритель на энергию 80 – 100 МэВ. Он был запущен в Курчатовском Институте в 1992 году, тогда же был получен электронный пучок с энергией частиц 62.5 МэВ.

В настоящее время линак инжектирует в накопитель СИБИРЬ-1 электронный пучок с энергией 75 – 80 МэВ, ведется работа по увеличению тока и энергии пучка. Бустер СИБИРЬ-1 работает в одноступенчатом режиме с периодом обращения электронов 29 нс. Вследствие этого, длительность импульса тока линака должна быть не более 15 – 20 нс.

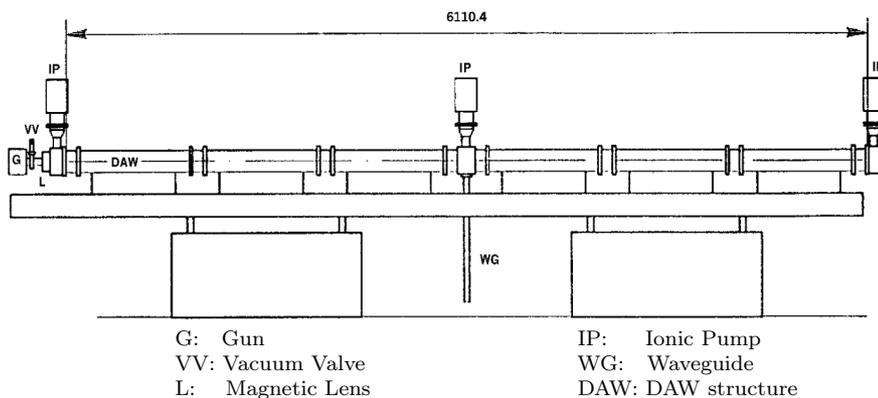


Рис. 1: Структурная схема линейного ускорителя

Требуемые параметры пучка на выходе из линака даны в Таблице 1.

Таблица 1

Энергия пучка	80 МэВ
Разброс энергии	1%
Ток пучка в импульсе	~ 80 мА
Длительность импульса	15 нс
Поперечный эмиттанс	0.1 мрад·см
Частота следования импульсов	1 Гц

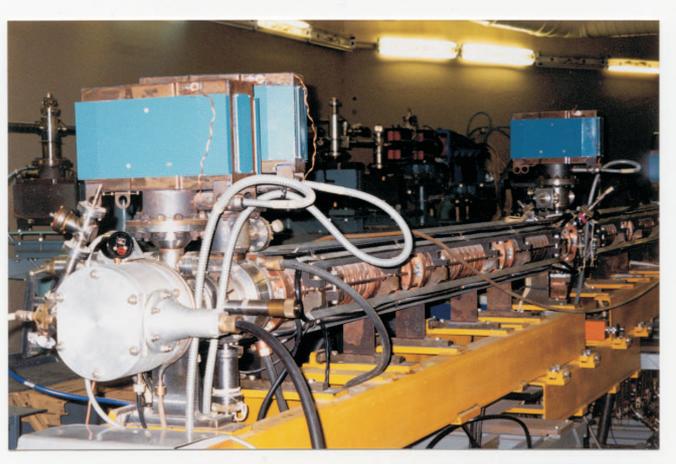


Рис. 2: Вид на линак со стороны электронной пушки.

2 Электронная пушка

Источником электронного пучка, инжектируемого в линейный ускоритель, служит импульсная диодная пушка на основе термокатода. Схематически она изображена на Рис.3.

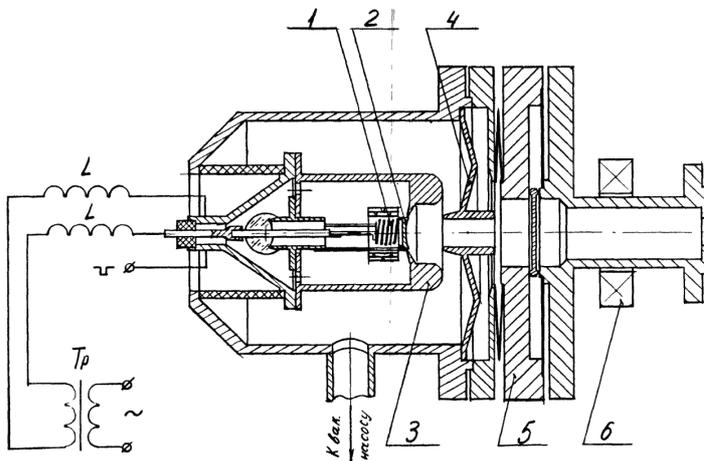


Рис. 3: Термоэлектронная диодная пушка.

Катод пушки (2) – таблетка гексоборида лантана диаметром 17 мм – имеет небольшую сферичность для получения необходимой оптики, создаваемой также прикатодным электродом (3) и анодом (4). Для разогрева катода служит подогреватель (Г). Его питание осуществляется переменным током от блока стабилизации накала, обеспечивающего плавное увеличение мощности и стабилизацию напряжения при нормальной работе. При питании переменным током момент инжекции может быть выбран при минимальном магнитном поле, создаваемом спиралью подогревателя. Мощность для нагрева катода ~ 200 Вт. Момент инжекции определяется моментом прихода отрицательного импульса напряжения 40 кВ и длительностью $15 \div 20$ нс на катод пушки. Длительность импульса тока ($15 \div 20$ нс) выбирается меньше времени обращения частиц в накопителе Сибирь-1. Пушка имеет микропервеанс $\sim 0.5 \mu\text{A}/V^{3/2}$, что обеспечивает получение тока в импульсе ~ 4 А. Формирование импульса производится разрядником. Схема формирования аналогична схемам "впуска-выпуска" в накопителях Сибирь-1 и Сибирь-2. Частота посылок 1 Гц (синхронизована с сетью).

При смене катодного узла для отделения объема ускоряющей структуры от пушки служит шиббер (5). Линза (6) обеспечивает необходимую угловую расходимость электронов при входе в первый резонатор ускоряющей структуры. Следует отметить, что срок службы катодного узла инжектора порядка $3 \div 5$ тыс. часов работы.

3 Ускоряющая структура

Ускоряющая структура (5) выполнена в виде бипериодической цепочки связанных резонаторов, т.н. структура Андреева с шайбами и диафрагмами (DAW accelerating structure [4]), см. фото на Рис.4. Она состоит из обечайки с диафрагмами и шайб, подвешенных на металлических штангах. Каждая шайба снабжена тремя радиальными опорами с длиной близкой к $\lambda/4$. Фрагмент структуры показан на Рис 4. Поперечный размер структуры порядка 200 мм, пространственный период - длина регулярной ячейки - 53.6 мм, диаметр отверстия для прохождения пучка 8.7 мм.

Отличительной особенностью ускоряющей структуры Андреева (DAW accelerating structure) является высокий шунтовой импеданс при работе в дециметровом диапазоне частот. Следует отметить, что ускоряющая структура, выполненная в виде бипериодической цепочки связанных резонаторов длиной примерно 6 метров, была применена на практике впервые в мире. Она составлена из 6 паянных регулярных секций,

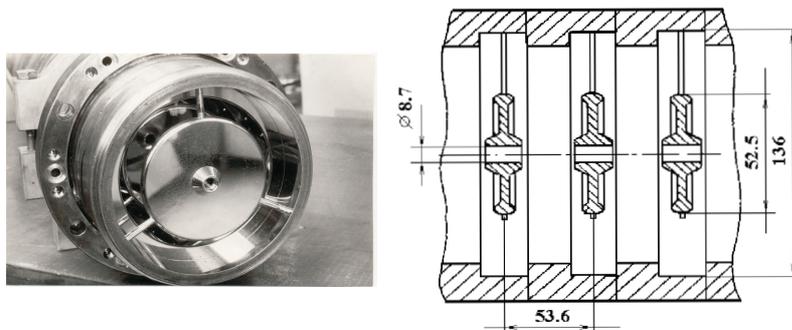


Рис. 4: Ускоряющая структура с шайбами и диафрагмами.

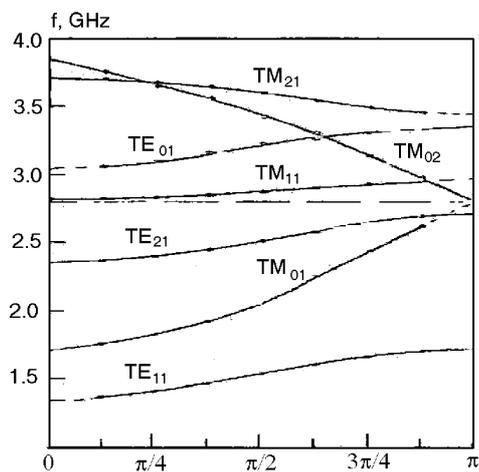


Рис. 5: Дисперсионные кривые ускоряющей структуры.

соединяемых друг с другом через уплотнения из индиевой проволоки, обеспечивающих вакуумное уплотнение и ВЧ контакт.

Благодаря сильной резонансной связи между соседними ячейками, ускоряющая структура в целом представляет собой один резонансный объем с высокой добротностью. Численное моделирование и экспериментальные исследования, позволили определить оптимальную геометрию DAW структуры, обеспечив очень высокое шунтовое сопротивление в 95 МОм/м. Рабочей является мода π с типом колебаний TM_{02} . При этом в полосе ± 20 МГц относительно рабочей частоты отсутствуют моды высших порядков [6]. Дисперсионные кривые для этой структуры даны на Рис.5.

Измеренное распределение аксиального электрического поля в регулярной секции показано на Рис.6.

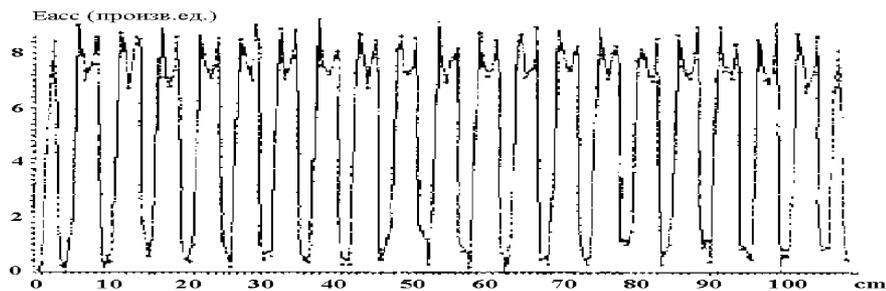


Рис. 6: Распределение аксиального электрического поля вдоль структуры.

Экспериментальные зависимости амплитуд напряжений падающей ($V_{inc.}$) и отраженной ($V_{ref.}$) волн в волноводе и напряжения (V_{lin}) на линаке от частоты ВЧ генератора даны на Рис.7.

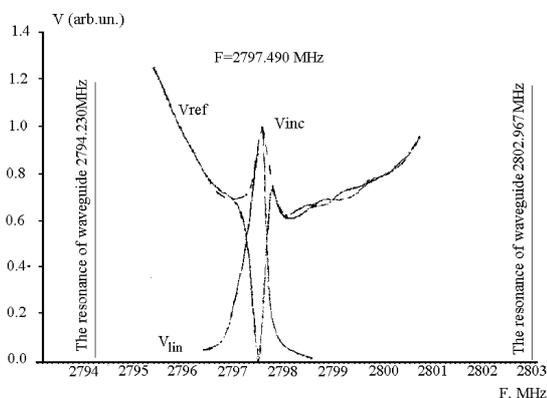


Рис. 7: Экспериментальные зависимости амплитуд напряжений падающей ($V_{inc.}$) и отраженной ($V_{ref.}$) волн в волноводе и напряжения (V_{lin}) на линаке от частоты ВЧ генератора.

Как показано на Рис.7, длина волновода должна равняться $(2n + 1)\lambda/8$. Тогда обеспечивается минимальное перенапряжение в волноводе в случае расстройки структуры или пробоев в ней.

Основные характеристики ускоряющей структуры даны в Таблице 2.

Таблица 2

Рабочая частота	2797.2 ± 0.1 МГц
Эффективное шунтовое сопротивление	95 ± 3 МОм/м
Добротность	28000 ± 100
Характеристическое сопротивление	3.4 ± 0.1 кОм/м
отношение $E_{max}/E_{асс}$	5.5
Групповая скорость	0.4 с

Линейный ускоритель имеет простую схему инжекции, без специального группирователя [6]. Не сгруппированный (40 кэВ, 4А) пучок, сформированный импульсной диодной пушкой, инжектируется непосредственно в первый резонатор структуры, образованный половиной регулярной ячейки. Дальнейшая группировка пучка в короткие сгустки происходит в резонаторах первой и второй секций ЛУ.

Система фокусировки также проста. Фокусировка обеспечивается как согласующей линзой перед структурой, так и ее ВЧ полем. Кроме того, чтобы уменьшить влияние фокусирующего ВЧ поля во время прохождения пучка (и уменьшить вероятность развития мультипакторного разряда), во входное отверстие первого резонатора помещена сетка. Это позволяет уменьшить эмиттанс пучка в первом резонаторе.

Формирование сгустков частиц в основном происходит в двух первых секциях ускоряющей структуры до фазовой протяженности ~ 60 градусов. На выходе ускоряющей структуры токовый импульс представляет собой серию сгустков следующих друг за другом с частотой 2.8 ГГц. Средний ускоренный ток в импульсе порядка 600 мА.

Отметим, что для компенсации воздействия сторонних магнитных полей (в частности, магнитного поля Земли) на движение электронов в линаке, на длине каждой из шести ускоряющих секций имеется система катушек, при помощи которых вводятся поперечные магнитные поля дипольного типа (прежде всего), направление и величина которых регулируется. Такие корректора существенно облегчают проводку пучка вдоль ускоряющей структуры особенно при запуске ускорителя.

4 Питание ускоряющей структуры

Ввод СВЧ мощности в ускоряющую структуру осуществляется через специальный коаксиальный резонатор, расположенный в середине линака, между 3-ей и 4-ой секциями, см. Рис 8. При этом положении точки воз-

буждения структуры интервал между рабочей частотой и ближайшими соседними частотами возрастает в два раза.

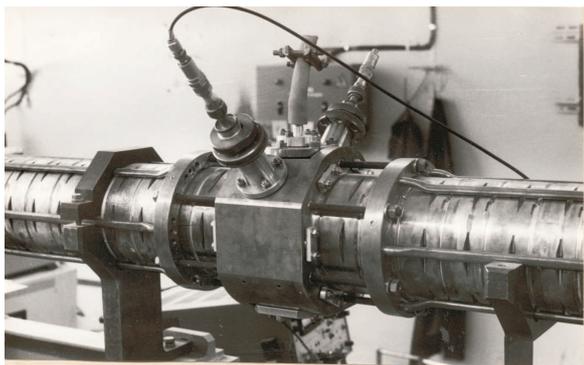


Рис. 8: Ячейка ввода СВЧ мощности в середине ускоряющей структуры линака.

Ускорение пучка в линейном ускорителе производится после заполнения ускоряющей структуры СВЧ энергией от клистронного генератора (время накачки 8 мксек). Пучок ускоряется за счет энергии, накопленной в структуре, и производит подсадку ускоряющего поля, которая соответствует $\sim 10\%$ съему энергии. Энергетический разброс при этом примерно 5% .

Работа ускорителя на накопленной энергии с большим ускоренным током позволяет ослабить требования к стабильности уровня ВЧ мощности накачки и упростить систему начальной группировки пучка.

Структура с шайбами и диафрагмами обладает рядом достоинств при работе на накопленной энергии.

1. Высокое шунтовое сопротивление (на частоте 2797 МГц, оно составляет 90 – 100 МОм/м для структуры с величиной перенапряжения равной 5). Для сравнения укажем, что ω -структура с боковыми резонаторами связи имеет шунтовое сопротивление 70 МОм/м.

2. Большая величина коэффициента связи (может достигать $\sim 70\%$) позволяет существенно снизить требования к точности изготовления элементов ячейки.

3. Большой запас энергии (вдвое больший, чем для структуры с боковыми резонаторами связи) дает возможность ускорять большее число частиц при заданном разбросе энергий ускоренного пучка.

5 Клистронная станция <Оливин>

В качестве источника СВЧ мощности для питания линейного ускорителя служит клистронная станция <Оливин> (Коминтерн, С.-Петербург) с основным усилителем на клистроне КИУ-54А и предусилителем на клистроне КИУ-37А. Основные параметры <Оливина> приведены в Табл.3.

Таблица 3. Основные параметры "Оливина"

Частота СВЧ	2.8 ГГц
Мощность в импульсе	20 МВт
Длительность импульса	10 мксек
Частота посылок	100 Гц
Анодное напряжение	250 кВ

На Рис 9. показана сборка, состоящая из высоковольтного импульсного трансформатора, создающего анодное напряжение на клистроне, и биозащиты клистрона с начальным участком волновода.

Возбуждение станции осуществляет задающий генератор, в качестве которого используется синтезатор частоты и умножитель частоты. Выходной клистрон станции обеспечивает мощность 18 – 20 МВт в импульсе длительностью 8 – 10 мкс.



Рис. 9: Клистрон с импульсным в/в трансформатором и биозащитой.

Мощность к ускоряющей структуре подается по медному волноводу сечением 90×45 мм. Вакуумная и газовая части волновода разделены керамическим окном. Газовый участок заполнен азотом под давлением 6 атм.

В волноводном тракте располагается направленный ответвитель для контроля падающей и отраженной волны. Экспериментальные зависимости амплитуд падающей (1) и отраженной (2.) волн в волноводе и напряжения (3) на линаке от времени приведены на Рис.10.

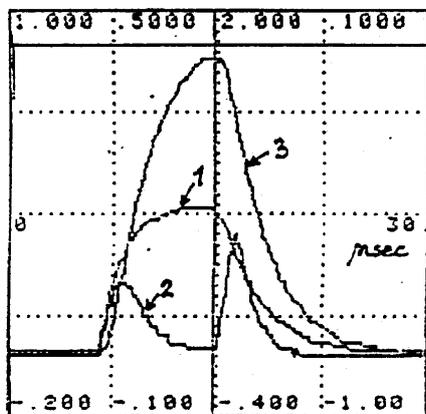


Рис. 10: Экспериментальные зависимости от времени амплитуд падающей (1) и отраженной волн (2) в волноводе и напряжения на линаке (3). Вся временная шкала составляет 30 мксек. Амплитуды сигналов в произвольных единицах.

6 Работа с пучком

Наблюдение за траекторией и измерение поперечных профилей пучка электронов из линака осуществлялось при помощи двух многопроволочных сеточных вторично-эмиссионных датчиков (ИЯФ СО РАН), расположенных в электронно-оптическом канале (ЭОК-1). Они дают возможность измерить ток (заряд) и положение пучка.

Примеры измеренных профилей пучка показаны на Рис.11, где одновременно указаны как координаты относительно оси ЭОК-1, так и среднеквадратичные размеры пучка на азимутах двух датчиков (DS01 и DS02).

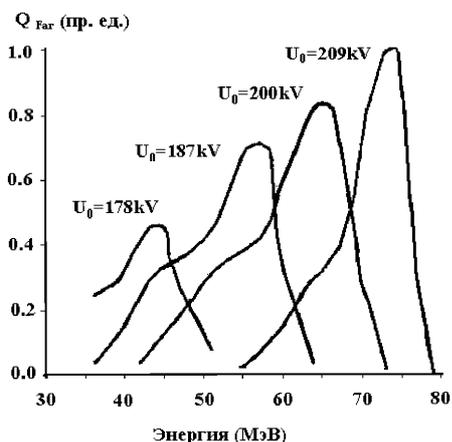
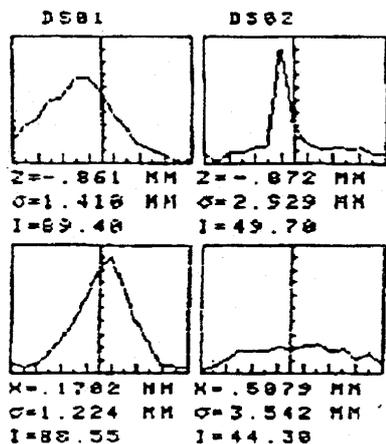


Рис. 11: Профили пучка в ЭОК-1.

Рис. 12: Спектр энергии пучка линака.

Экспериментальный спектр энергии электронного пучка на выходе линака в зависимости от энергии электронов при разных напряжениях на аноде клистрона КИУ-54А показан на Рис.12 [7]. Видно, что с ростом накопленной в ускоряющей структуре СВЧ энергии (при увеличении напряжения на аноде) растет средняя энергия в пучке и, что особенно важно, уменьшается энергетический разброс. Этот факт стимулирует дальнейшую работу по увеличению энергии инжекции в Сибири-1 с целью увеличения разового захвата в режим накопления. В конечном итоге это сокращает время накопления в Сибири-2.

Измерения энергетического спектра проводились на дисперсионном участке ЭОК-1 с помощью спектрометра, см. Рис.13. Он установлен перед впускным магнитом Сибири-1 и образован вертикальным поворотным магнитом электронно-оптического канала (ЭОК-1) Линак-Сибирь-1, регулируемой горизонтальной щелью и цилиндром Фарадея полного поглощения. Перед цилиндром Фарадея размещается проволочный сеточный вторично-эмиссионный датчик положения и профилей электронного пучка. Меняя направление магнитного поля в вертикальном поворотном магните ЭОКа-1, можно менять знак угла отклонения по вертикали и работать либо в режиме инжекции в Сибири-1, либо в режиме измерения полного тока или спектральных характеристик пучка линака. Измеренные параметры электронного пучка с энергией 75 МэВ на выходе из линака даны в Таблице 4.

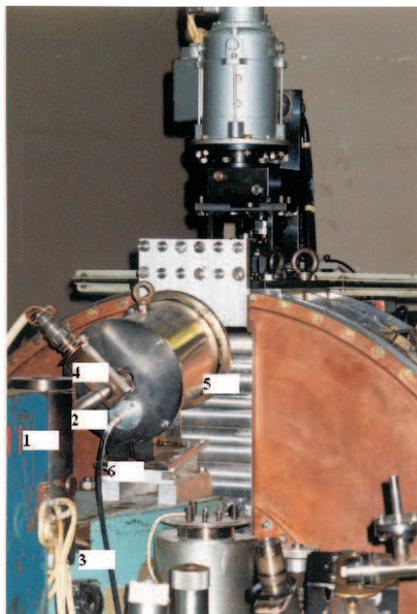


Рис. 13: Измерение параметров электронного пучка линака. 1 - вертикальный поворотный магнит, 2 - измерительный канал, 3 - канал инжекции в Сибирь-1, 4 - сеточный датчик для измерения профилей пучка, 5 - цилиндр Фарадея, 6 - сигнальный кабель.

Таблица 4. Измеренные параметры электронного пучка на выходе линака

Максимальная энергия	75 МэВ
Ток пучка в импульсе:	
а) $\Delta E/E = 7\%$	600 мА
б) $\Delta E/E = 1\%$	65 мА
Продолжительность импульса	18 нс
Поперечный эмиттанс	0.03 мрад·см
Поперечный размер пучка в 1600 мм от линака (на уровне 0.1)	3 мм
Частота следования импульсов:	
а) рабочий режим	1 Гц
б) режим тренировки структуры	5 Гц

7 Контроль температуры линака

Резонансная частота линака дрейфует при изменении температуры со скоростью -50 кГц/°С, что сильно изменяет ускоряющее поле в структуре от импульса к импульсу. Система термостабилизации необходима для поддержания заданной температуры в ускоряющей структуре и в клистроне станции "Оливин" для обеспечения стабильности частоты и мощности соответственно. Резонансная частота линака дрейфует при изменении температуры со скоростью -50 кГц/°С, что сильно изменяет ускоряющее поле в структуре от импульса к импульсу. Система термостабилизации необходима для поддержания заданной температуры в ускоряющей структуре и в клистроне станции "Оливин" для обеспечения стабильности частоты и мощности соответственно.

Для линака использовано 6 температурных датчиков с чувствительностью 0.05°C . Сначала линак специально нагревается до температуры 330°C , после чего включается система стабилизации для выравнивания температуры вдоль линака. Необходимая температура ускоряющей структуры поддерживается нагреванием воды, которое производит 20 кВт тиристорный усилитель, управляемый цифровым фазовым регулятором через компьютер. Обратная связь замыкается через программу, поэтому нелинейная зависимость выходной мощности от фазы поджига тиристоров легко компенсируется.

При создании обратной связи в цепи стабилизации температуры нестабильность рабочей частоты линака, вызываемая изменениями температуры, была уменьшена во много раз. Это позволило стабилизировать энергию и ток электронов на выходе линака. Достигнутая стабильность температуры составляет 0.2°C .

8 Другие системы

Вакуумная система включает в себя 5 магнитоэлектрических насосов для откачки инжектора, ускоряющей структуры и волновода и входит в общую вакуумную систему установки.

Система сопровождения пучка обеспечивает проводку пучка на всем протяжении от инжектора до канала ЭОК-1 и включает в себя линзы и корректоры.

Система ВЧ измерений включает в себя измерение уровня в.ч. поля в ускоряющей структуре и измерение фазы падающей и отраженной волн в волноводе. ВЧ сигналы детектируются и через ЗИС или цифровой

осциллограф вводятся в ЭВМ для последующего их измерения аппаратурой.

ЭВМ, автоматика включает в себя индикацию и поддержание заданных уровней питающих напряжений и токов, а также измерение температуры, вакуума и ВЧ напряжений. На Рис 14 приведена типичная распечатка с экрана монитора системы контроля состояния систем линака.

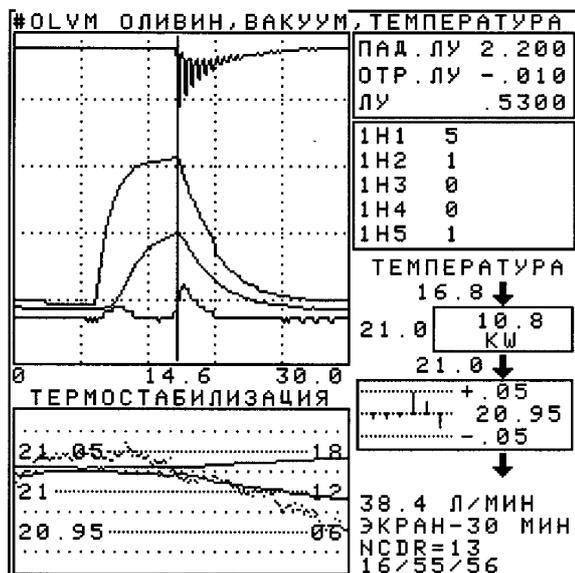


Рис. 14: Контроль систем ЛУ.

В процессе запуска ЛУ была выявлена ненадежная работа волновода из-за пробоев керамического окна, разделяющего газовую и вакуумную участки. Заводская конструкция этого окна была в точности такой, как конструкция выходного окна питающего клистрона. Для повышения надежности работы линака было спроектировано и изготовлено новое высоковольтное керамическое окно [8]. Обязательным являлось требование (при работе без циркулятора) не допущения пробоев по керамической поверхности окна при случайно возникшем пробое в самой структуре, и, наоборот, не провоцировать пробой в линаке из-за пробоев по поверхности керамического окна.

Эта задача была успешно выполнена, так что в настоящее время пробой в волноводе полностью отсутствуют.

Кроме того, была модернизирована система автоподстройки частоты задающего генератора и была запущена независимая система стабилизации температуры ускоряющей структуры, позволяющая контролировать температуру охлаждающей воды с точностью 0.2 градуса.

9 Заключение

В заключение приводится сводная таблица параметров линейного ускорителя - Таблица 5.

Таблица 5. Сводные параметры ЛУ

Электронная пушка	
Напряжение	40 кВ
Ток	4 А
Длительность импульса	18 нс
Мощность накала	200 Вт
Долговечность	3 тыс. час.
Источник ВЧ мощности	
Рабочая частота	2.797 ГГц
Мощность	18 МВт
Длительность импульса	8 мксек
Анодное напряжение	250 кВ
Ускоряющая структура	
Длина	6 м
Диаметр (внешний)	200 мм
Шунтовое сопротивление	95 МОм/м
Собственная добротность	28 000
Постоянная времени (нагруженная)	~ 1.8 мкс
Характеристическое сопротивление	3.4 кОм/м
Коэффициент перенапряжения	5.5
Набор энергии (при заданной мощности источника)	90 МэВ
Максимальная напряженность поля	790 кВ/см
на поверхности ускоряющей структуры	
Ускоренный ток в импульсе (100% частиц)	0.6 А

В настоящее время линак инжектирует 75 – 80 МэВ электронный пучок в накопитель Сибирь-1 с частотой повторения 1 Гц и током в 30 мА. Линак обеспечивает надежную работу комплекса Сибирь-2.

Список литературы

- [1] *V.V. Anashin e.a.* Proc. of EPAC. Rome, p.57, 1988.
- [2] *M.M. Karliner e.a.* ibid, p.601-603.
- [3] *G.V. Andreev* Zh. T. Ph., v.41, p.788-796, 1971.
- [4] *S.O. Schriber* IEEE Trans. on Nuci. Sci., NS-30, N4, p.3542-3544, 1983.
- [5] *M.M. Karliner e.a.* Preprint INP, 86-146, Novosibirsk, 39p. 1986.
- [6] *O.A.Nezhevenko e.a.* Proc. of PAC, San Francisco, 1991, v.5, p.3186.
- [7] *V.N. Korchuganov e.a.* Proc of PAC, Washington, 1993, v.1, p.564-566.
- [8] *B.A. Gudkov, V.N. Korchuganov, G.N.Ostreiko et al.* Status of "Siberia-2"SR Source preinjector", Voprocы Atom. Nauki i Tehn., Kharkov, 1999, v.3, p.14-15.

*А.Г. Валентинов, Б.А. Гудков, И.А. Запругаев, А.А. Кадников,
С.Ю. Казаков, М.М. Карлинер, В.Н. Корчуганов, Ю.В. Крылов,
Г.И. Кузнецов, Е.Б. Левичев, Ю.Г. Матвеев, О.А. Нежевенко,
Д.Г. Одинцов, Г.Н. Острейко, Б.З. Персов, С.И. Рувинский,
Г.В. Сердобинцев, В.В. Тарнецкий, М.А. Тиунов, В.А. Ушаков,
В.Л. Ушков, А.И. Фетисов, Е.Н. Шаймерденов,
Ю.Л. Юпинов, В.П. Яковлев*

**Линейный ускоритель – инжектор комплекса
специализированного источника синхротронного излучения
в РНЦ “Курчатовский институт”**

*A.G. Valentinov, B.A. Gudkov, I.A. Zapryagaev,
A.A. Kadnikov, S.Yu. Kazakov, M.M. Karliner, V.N. Korchuganov,
Yu.V. Krylov, G.I. Kuznetsov, E.B. Levichev, Yu.G. Matveev,
O.A. Nezhevenko, D.G. Odintsov, G.N. Ostreiko, B.Z. Persov,
S.I. Ruvinsky, G.V. Serdobintsev, V.V. Tarnetsky, M.A. Tiunov,
V.A. Ushakov, V.L. Ushkov, A.I. Fetisov E.N. Shaimerdenov,
Yu.L. Yupinov, V.P. Yakovlev*

**Linac – forinjector
of the dedicated synchrotron radiation source
in Russian Research Centre “Kurchatov Institute”**

ИЯФ 2002-29

Ответственный за выпуск А.М. Кудрявцев

Работа поступила 17.05.2002 г.

Сдано в набор 20.05.2002 г.

Подписано в печать 21.05.2002 г.

Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 1.1 печ.л., 0.9 уч.-изд.л.

Тираж 135 экз. Бесплатно. Заказ № 29

Обработано на IBM PC и отпечатано на

ротапринте ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН

Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.