

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ОНДУЛЯТОРОВ С ПЕРЕСТРАИВАЕМОЙ ФАЗОЙ

Кожевников А.В., Медведев А.Ф.

НИИ ядерной физики ТПУ, г.Томск.

Обсуждаются возможности ондуляторов с перестраиваемой фазой для спектроскопии и метрологии, которые базируются на компьютерной обработке спектров ондуляторного излучения, полученных при различных фазах ондулятора. Разность спектральной плотности излучения из ондулятора для двух его фазовых состояний, названная разностным ядром, имеет существенные преимущества по сравнению с обычным ондуляторным излучением: более высокая направленность, спектральная локализация, степень поляризации и метрологическое качество. Возможности ондуляторов с перестраиваемой фазой иллюстрируются методом компьютерного моделирования на трех конкретных примерах.

Анатолий Кожевников kozhev@mail.tomsknet.ru

SIMULATION OF METROLOGY AND SPECTROSCOPIC RESEARCHES BASED ON THE ADJUSTABLE PHASE UNDULATORS

A. V. Kozhevnikov and A. F. Medvedev

*Nuclear Physics Research Institute of the Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia*

The capabilities of adjustable phase undulators for spectroscopy and metrology are considered. They are based on computer processing of spectra of the undulator radiation obtained at different phases of an undulator. The difference of a radiation spectra from an undulator for its two phase condition called as an difference core. It has essential advantages as contrasted to by usual undulator radiation: higher a directivity, spectral localization, degree of polarization and metrology quality. The capabilities of adjustable phase undulators are illustrated by a method of computer simulation on three particular examples.

Anatoly Kozhevnikov kozhev@mail.tomsknet.ru

4-78

СТАТУС РАБОТ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СИЛЬНОПОЛЕВЫХ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ВИГГЛЕРОВ В ИЯФ СО РАН.

Батраков А.М., Боровиков В.М., Карпов Г.В., Кузин М.В., Мезенцев Н.А., Репков В.В.,
Федурин М.Г., Шкаруба В.А.

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

В ИЯФ СО РАН в последние годы активно развивается производство сверхпроводящих вигглеров с высокой индукцией магнитного поля. В 1999 была завершена работа над созданием одновременно двух сверхпроводящих вигглеров для ускорительных центров BESSY-II (Germany) и SPring-8 (JAPAN). Использование сильнополевых вигглеров дает возможность сместить спектр излучения уже построенных источников СИ в более коротковолновую область и значительно увеличить мощность излучения. Это значительно расширяет возможности существующих источников СИ и позволяет проводить новые эксперименты. Каждый из вигглеров имеет свои характерные особенности и проектировался

специально для каждого конкретного накопительного кольца. В Таблице 1 представлены основные характеристики этих вигглеров.

Накопитель	BESSY-II	SPRING-8
Город, Страна	Берлин, (Германия)	Химеджи, (Япония)
Статус	Собран и тестируется на BESSY-II	Собран и тестируется на SPring-8
Максимальное поле на центральном полюсе, Т	7.5	10.3
Поле бокового полюса, Т	1.4	1.9
Магнитная длина, мм	1000	1042
Вертикальный магнитный зазор, мм	51	40
Запасенная энергия, кДж	140	400
Габариты вакуумн. камеры		
вертикальные, мм	32	20
горизонтальные, мм	90	90
«Холодная» масса, кг	1000	1000
Отклонение орбиты, мм	0 (20)	6
Угол вывода излучения, мрад	+/-70	+/-25
Полная мощность Излучения, кВт	13	100
Энергия пучка, ГэВ	2.0	8.0
Ток пучка, мА	500	100

Таблица 1. Характеристики сверхпроводящих вигглеров, изготовленных в 1999 г.

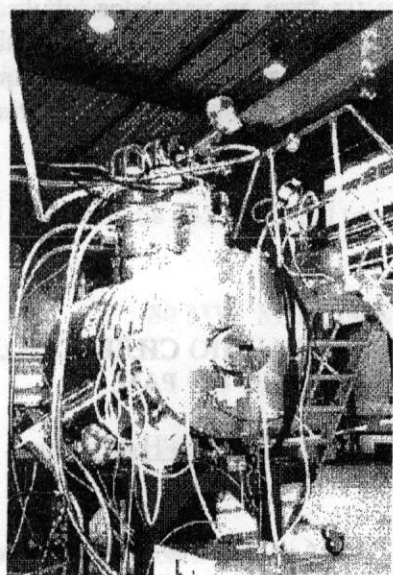


Рис. 1. Сверхпроводящий вигглер для BESSY-II.

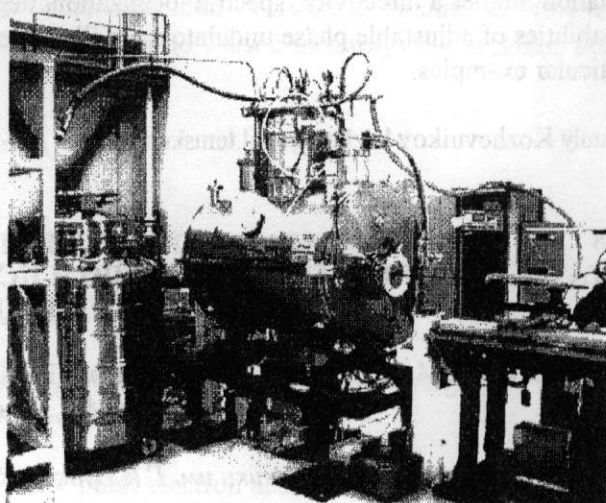


Рис. 2. Вигглер с полем 10.3 Т для накопителя SPring-8 (Япония)

Уникальной особенностью сверхпроводящего вигглера для BESSY-II (рис.1) является высокий уровень стабильности и однородности магнитного поля. Величина магнитного поля в вигглере измеряется ЯМР-датчиком. На основании этих измерений система обратной связи корректирует ток в обмотках вигглера и восстанавливает необходимую величину магнитного поля с точностью лучше, чем 10^{-4} . Высокая поперечная однородность поля (на уровне 10^{-4} при

поле 7 Тесла) достигается с помощью шиммирования центрального полюса. Точка излучения зафиксирована в центре вигглера при любом уровне поля благодаря смещению орбиты с помощью специальных корректоров. Использование сверхпроводящих ключей позволяет отключать внешние источники тока и работать в режиме замкнутого тока. Данный вигглер будет использоваться в качестве эталона для абсолютных калибровочных экспериментов (РТВ-лаборатория) и материаловедения (ВАМ).

В настоящий момент началась работа по созданию 13 полюсного вигглера с полем 7Т, периодом 140 мм и магнитным зазором 21 мм. Этот вигглер предназначен для Hahn-Meitner-Institute НМІ (Германия) и будет установлен в 2002 на кольце BESSY-II для проведения экспериментов по дифракции.

В данной статье описываются основные особенности конструкции, режимы работы и перспективы использования как уже созданных, так и разрабатываемых в ИЯФ СО РАН вигглеров.

Николай Александрович Мезенцев mezentsev@inp.nsk.su

STATUS OF THE ACTIVITY ON FABRICATION AND APPLICATION OF THE HIGH-FIELD SUPERCONDUCTING WIGGLERS IN BUDKER INP

A.M.Batrakov, V.M.Borovikov, G.V.Karpov, M.V.Kuzin, N.A.Mezentsev, V.V.Repkov,
M.G.Fedurin, V.A.Shkaruba

Budker Institute of Nuclear Physics, 630090 Novosibirsk, Russia

Fabrication of the high-field superconducting wigglers is actively developed at Budker INP in the last few years. The work on simultaneously creation of two superconducting wigglers for acceleration centers BESSY-II (Germany) and Spring-8 (Japan) was finished in 1999. The application of high-field wigglers gives the opportunity to shift the radiation spectrum of the already built SR sources to the area of shorter wavelengths and increase significantly the SR power. This considerably extends the possibilities of the existing SR sources and allows to conduct new experiments. The wigglers has the peculiarities and was designed specially for each concrete storage ring. The main features of these wigglers are presented in Table 1.

Storage ring	BESSY-II	SPring-8
City, Country	Berlin, (Germany)	Himeji, (Japan)
Status	Assembled and being tested at BESSY-II	Assembled and being tested at SPring-8
Max field at the central pole, T	7.5	10.3
Side pole field, T	1.4	1.9
Magnetic length, mm	972	1042
Vertical magnetic gap, mm	51	40
Storage energy, kJ	140	400
Aperture of vacuum chamber vertical, mm	32	20
horizontal, mm	90	90
Weight of cooled mass, kg	1000	1000
Orbit deviation, mm	0 (20)	6

Orbit angle, mrad	+/-70	+/-25
Total radiation power, kW	13	100
Beam energy, GeV	2.0	8.0
Beam current mA	500	100

Table 1. Features of the superconducting wigglers manufactured in 1999.

Unique feature of the superconducting wiggler for BESSY-II (Fig.1) is high level of stability and homogeneity of the magnetic field. The value of magnetic field in the wiggler is measured by the NMR-probe. The feedback system based on these measurements corrects the currents in the wiggler coils and restores necessary magnitude of a magnetic field with the accuracy of better than 10^{-4} . The high transversal homogeneity of the wiggler field (10^{-4} at 7 T) is obtained with the help of shimming of the central pole. The point of a radiation is fixed at the center of the wiggler at any field level due to a displacement of orbit with the help of special correctors. The using of superconducting persistent keys allows to disconnect external power supplies and to operate with closed current mode. The wiggler will be used as a standard SR source for calibration experiments (PTB-laboratory) and for material science (BAM).

The wiggler with a maximum field of 10.3 T for SPring-8 (Japan) (рис.2) is a key element for created now source of slow positrons. Specially for creation of the wiggler a technology of manufacture of high-field windings of Nb_3Sn wire was developed and tried successfully. In the design of the wiggler it were used low temperature cooling machine instead of liquid nitrogen for cooling of heat shields, high-temperature ceramic superconductors as the current leads, superconducting persistent keys and recondensers of liquid helium for minimization of liquid helium consumption. The work on this project are financed by ISTC. In 1999 the wiggler was manufactured and tested in the own cryostat and delivered to SPring-8.

In the present moment the work on creation of 13-pole wiggler with a field of 7T, period of 140 mm and magnetic gap of 21 mm was started. This multy-pole wiggler is intended for Hahn-Meitner Institute HMI (Germany) and will be installed in 2002 on BESSY-II for diffraction experiments.

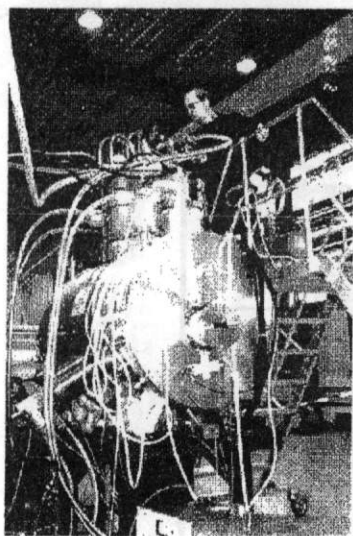


Fig.1. 7 Tesla wiggler for BESSY-II.

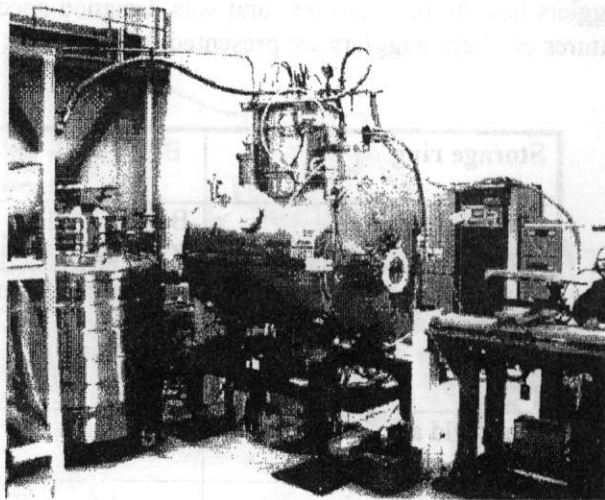


Fig.2. 10.3 Tesla wiggler for Spring-8

The main features of design, operational modes and perspectives of using of already created wigglers and developed ones in Budker INP are described in this article.

CONCEPTUAL DESIGN OF 14 CM PERIOD MULTIPOLE WIGGLER AT PLS

D.E.Kim, H.G.Lee, H.S.Suh, Y.G.Jung, K.H.Park, J.S.Bak

*Pohang Accelerator Laboratory, POSTECH
San 31 Hyojadong, Namgu, 790-390 Pohang, Korea
FAX: +82-(562)279-1899*

Pohang Accelerator Laboratory (PAL) is developing a Multipole Wiggler (MPW14) to utilize high energy (~30keV) synchrotron radiation at Pohang Light Source (PLS). The MPW14 is a hybrid type device to achieve maximum peak flux density and wide beam fan that can serve two beam-lines. PLS MPW14 features period of 14cm, minimum gap of 14mm, 20 full field periods, maximum flux density of 2.02 Tesla, 3036mm total magnetic structure length. The peak flux density is very high compared to the other wigglers of similar pole gap and the period. The high peak flux density was possible using advanced new magnetic material and optimized magnetic geometry. The MPW14 will be used in hard x-ray region of 10 keV to 30 keV at 2.5 GeV electron energy. The total photon power is 6.19 kW and the peak power density is 5.27 kW/mrad² at 2.5GeV, 150mA. To withstand the big magnetic loads with minimum deflections, H-type support structure is designed with detailed FEM structural analysis. In this article, all the conceptual design efforts for the PLS MPW14 wiggler will be described.

Dong-Eon Kim *dekim@postech.ac.kr*

10-72

CONCEPTUAL DESIGN OF A SLOW POSITRON SOURCE BASED ON A MIRROR MAGNETIC TRAP

Volosov V.I., Mezentcev N. A., Meshkov O. I.

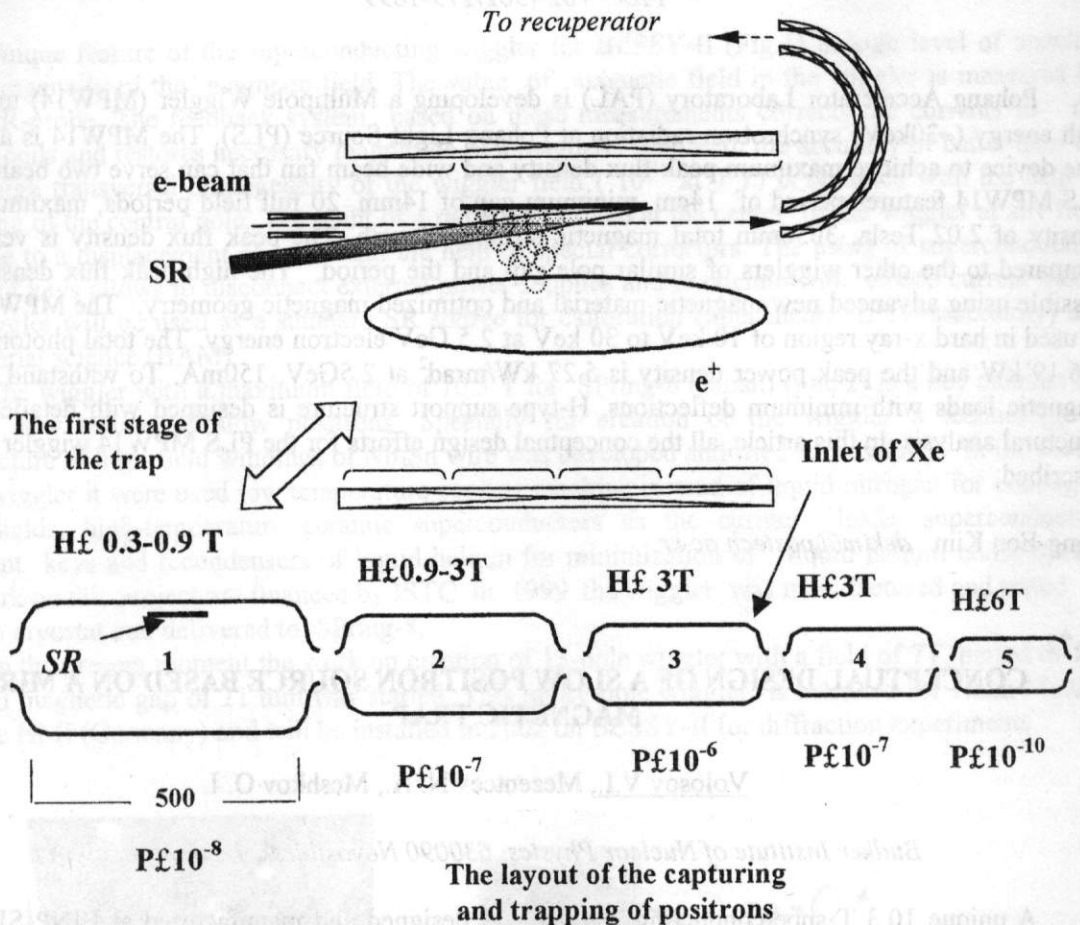
Budker Institute of Nuclear Physics, 630090 Novosibirsk, Lavrentyev av., 11

A unique 10.3 T superconducting wiggler was designed and manufactured at BINP SB RAS. The installation of this wiggler in the SPRING-8 storage ring provides a possibility to generate a high-intensity beam of photons (SR) with energy above 1 MeV [1]. Conversion of photons to positrons on high-Z material (tungsten) targets creates an integrated positron flux of up to 10¹⁴ particles per second. The energy spectrum of the positrons has a maximum at 0.7 MeV and a half-width about 1 MeV [2]. The traditional methods of positron moderation have the efficiency $\varepsilon = N_s/N_f$ between 10⁻⁴ (metallic moderators) to 10⁻² (solid rare gas moderators) [3]. The high flux of primary positrons restricts the choice to a tungsten moderator that has $\varepsilon \approx 10^{-4}$ only [4]. The aim of our project is to obtain the moderation efficiency $\varepsilon \geq 10^{-1}$. We propose to moderate the positrons inside a multi-stage magnetic trap based on a several (3-5) mirror traps that are connected in series. Magnetic field of the traps grows consecutively from stage to stage.

The employment of a magnetic trap for positron moderation requires solution of the following problems:

- Release of the positrons from the converter
- Accumulation of the "fast" positrons inside first stage of a trap
- Transport of positrons between trap stages
- Isotropic positron cooling

We propose to release the positrons from the converter with the use of an additional relativistic electron beam passing in synchronism with the SR pulse in the vicinity of the converter. The average electron beam energy and current are 1-2 MeV and 100 mA, respectively. The electrical field of the beam has the strength $E \approx 100$ kV/cm, which is enough to distort the positron paths by an amount comparable with Larmor radius. The further drift of the positrons to the trap axis will occur due to the strengthening of magnetic field. The magnetic field amplitude of adjacent traps varies with time in the antiphase and increases from 0.9 T in the first stage to 6T in the last one. The positron transition from



stage to stage takes place at the moment of the field equalization. The removal and longitudinal confinement of the positrons is provided by the electrostatic switches that separate the stages. Mixing of the positron velocity components occurs due to the scattering on the neutral gas. The gas pressure is sustained at the level of 10^{-6} mm Hg inside the third stage of the trap and the positron energy decreases down to 1 keV here. The last stage of the device is the Malmberg-Penning trap with a 6T stationary magnetic field [5]. The positrons accumulate inside it in 1 second approximately and cool down to energy less than 1 eV.

References:

1. A. Ando, S. Date, M. G. Fedurin et al. J. Sunchrotron Rad. (1998), 5, 360-362.
2. A.V. Kiselev, Monte-Carlo simulation of the slow positron source based on SPING-8. Preprint BINP SB RAN 99-42 (in Russian, res. in English).
3. A.P. Mills, Jr. And E. M. Gullikson. Appl. Phys. Lett., 49, 1121(1986)
4. P.J. Schultz, Nuc. Instr. and Meth. In Phus. Res., B30(1988), pp 94-104.
5. J. H. Malmberg and C. F. Driscoll, Physical Review Letters, March 10, 1980, v 44(10), pp. 654-657.

Vadim Volosov volosov@inp.nsk.su