

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «IN SITU» ИССЛЕДОВАНИЙ БЫСТРО ПРОТЕКАЮЩИХ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ТВЕРДОФАЗНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ С НАНОСЕКУНДНЫМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Б.П.Толочко¹, И.Л.Жогин¹, О.В.Евдоков¹, Н.З.Ляхов¹, А.Н.Алешаев², Г.Н.Кулипанов²,
П.В.Логачёв², В.А.Киселёв², Н.А.Мезенцев², С.И.Мишнев², М.Г.Федотов², М.А.Шеромов²,
В.М.Титов³, П.И.Зубков³, Л.А.Лукьянчиков³, К.А.Тен³

1-Институт химии твёрдого тела и механохимии, 630128, Новосибирск

2-Институт ядерной физики им. Будкера, 630090, Новосибирск

3-Институт гидродинамики им. Лаврентьева, 630090, Новосибирск

До настоящего времени получение прямой структурной информации о состоянии вещества во время быстропротекающих процессов и динамике его изменения было невозможно. Это сдерживало развитие теории быстропротекающих химических реакций и процессов, происходящих в веществе при прохождении фронта взрывной волны. Использование возможностей синхротронного излучения позволят получать недоступную ранее информацию. Однако для достижения наносекундного диапазона времен, необходимо было объединить усилия специалистов физики ускорителей, радиоэлектроники, автоматизации эксперимента, дифракционного эксперимента, химии твёрдого тела, физики взрыва.

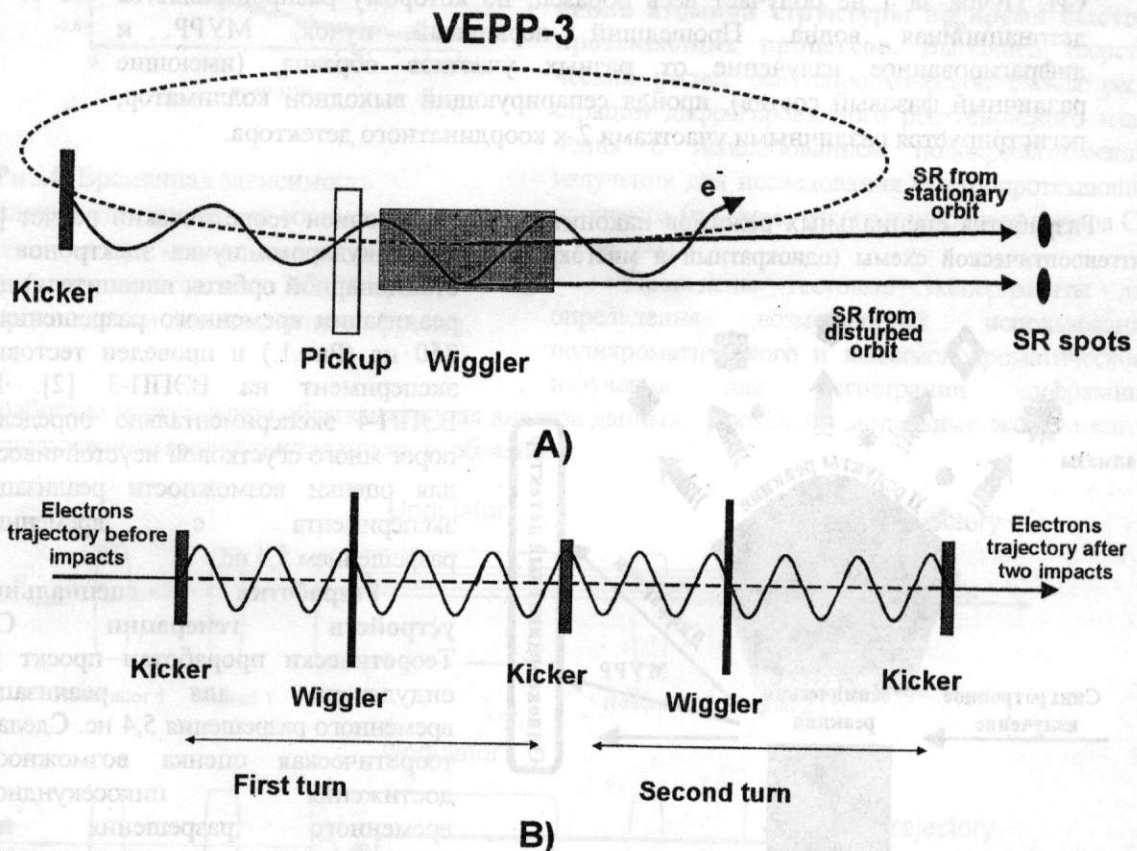


Рис. 1. А) Схематичное изображение стационарной и возбужденной ударом орбитами электронов в ВЭПП-3. СИ из вилглера распространяется по различным траекториям в зависимости от того, по какой орбите движутся электроны. В) Траектория орбиты электронов после удара (показаны два оборота, после которых электроны возвращаются на стационарную орбиту). Бетатронные колебания возбуждаются первым ударом и компенсируются вторым.

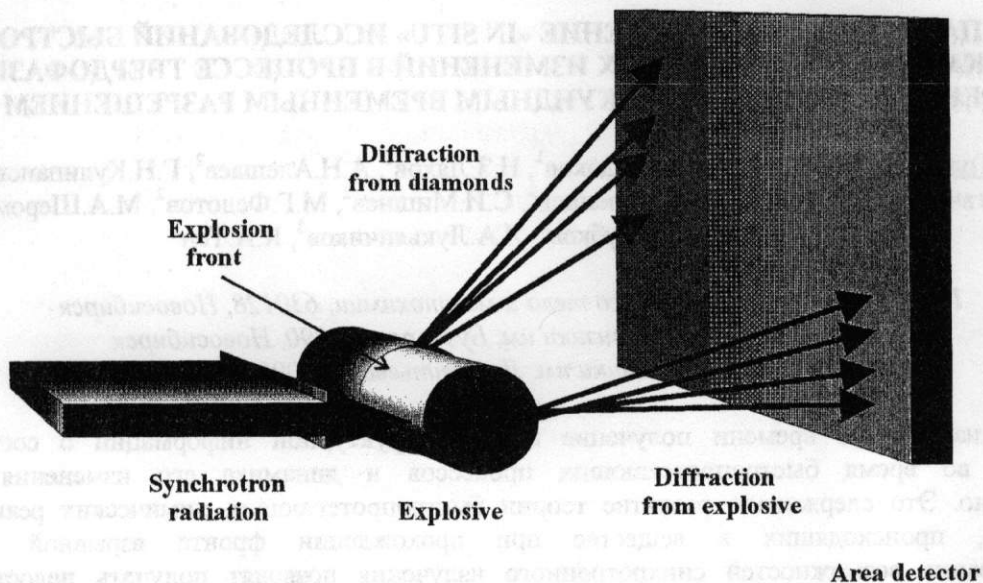


Рис. 2. Схема "in situ" дифракционного эксперимента для исследования фазовых превращений во время взрыва с использованием широкого пучка СИ. Пучок за 1 нс облучает весь образец, по которому распространяется детонационная волна. Прошедший первичный пучок, МУРР и дифрагированное излучение от разных участков образца, (имеющие различный фазовый состав), пройдя сепарирующий выходной коллиматор, регистрируется различными участками 2-х координатного детектора.

Разработка специальных режимов накопителя. Был выполнен теоретический расчет [1] рентгенооптической схемы (однократный и многократный вывод «ударом» пучка электронов со стационарной орбиты накопителя) для реализации временного разрешения в 250 нс (Рис.1.) и проведен тестовый эксперимент на ВЭПП-3 [2]. На ВЭПП-4 экспериментально определен порог много сгустковой неустойчивости для оценки возможности реализации эксперимента с временным разрешением 5,4 нс.

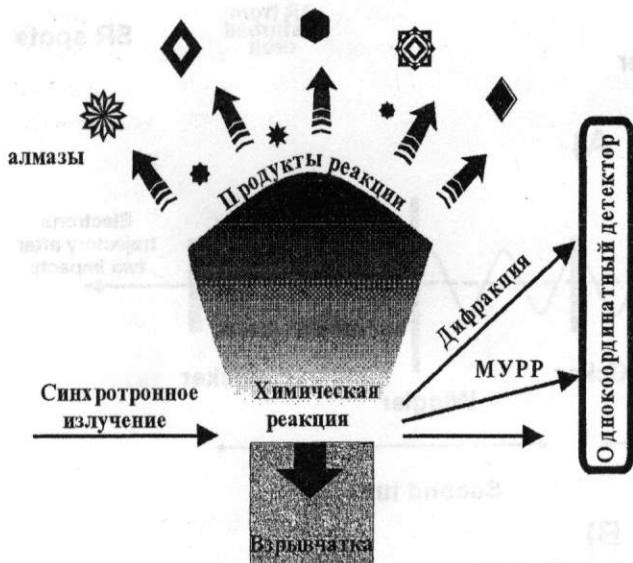


Рис.3. Схема "in situ" исследования детонационного фронта и синтеза алмазов методами малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) и рентгеновской дифракции с использованием узкого пучка.

Разработка специальных устройств генерации СИ. Теоретически проработан проект [1] ондулятора для реализации временного разрешения 5,4 нс. Сделана теоретическая оценка возможности достижения пикосекундного временного разрешения при использовании излучения от одного банча (Рис.5.).

Измерение плотности вещества. Выполнен теоретический расчет возможности динамического определения плотности вещества с использованием полихроматического

излучения. Написано программное обеспечение для обработки экспериментальных результатов. Проведены тестовые эксперименты с разрешением 250 нс с узким пучком СИ (Рис.3.). Предложена схема с использованием широкого пучка СИ для реализации разрешения в 1 нс (Рис.2.) и пикосекундного разрешения (Рис. 5.).

Разработка метода малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) высокого временного разрешения. Выполнен теоретический расчет рентгенооптической схемы регистрации малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) с использованием полихроматического излучения для исследования быстропротекающих процессов (по схеме узкого и широкого пучков СИ – Рис. 2-3).

Изготовлен прототип установки МУРР с использованием полихроматического излучения на канале СИ ВЭПП-3. Проведены тестовые эксперименты для определения возможностей использования полихроматического и квазимонохроматического излучения для регистрации МУРР.

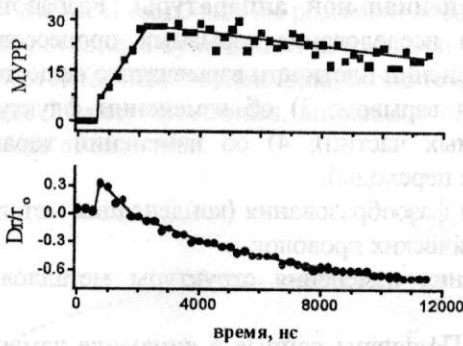


Рис.4. Временная зависимость плотности взрывчатки состава тротил-гексоген (ρ_0 - начальная плотность) и интегрального сигнала МУРР при прохождении детонационного фронта.

Разработано программное обеспечение для анализа данных. Проведены модельные эксперименты с использованием монокристаллических образцов.

Проведены тестовые эксперименты для определения возможностей использования полихроматического и квазимонохроматического излучения для регистрации МУРР.

Разработано программное обеспечение для анализа данных МУРР полученных на полихроматическом излучении.

Разработка методов исследования изменения атомной структуры во время быстропротекающих процессов. Выполнен теоретический расчет рентгенооптической схемы регистрации дифрагированного рентгеновского излучения с использованием полихроматического излучения для исследования быстропротекающих процессов (по схеме узкого и широкого пучков СИ – Рис. 2-3).

Проведены тестовые эксперименты для определения возможностей использования полихроматического и квазимонохроматического излучения для регистрации дифракции.

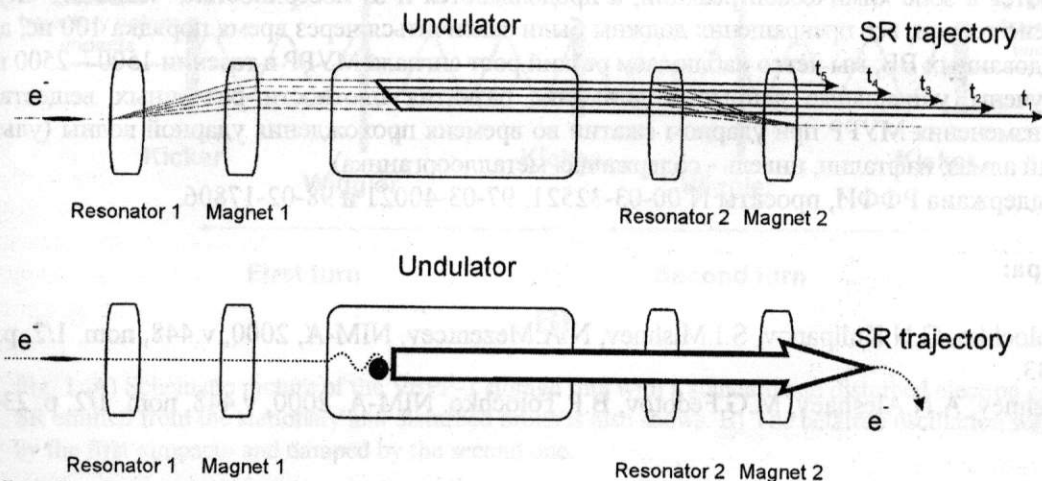


Рис.5. Схема ондулятора для реализации эксперимента с пикосекундным временным разрешением

Разработка систем регистрации СИ. Проведено тестирование различных позиционно-чувствительных детекторов для оценки эффективности их использования для исследования быстропротекающих процессов: 1)запоминающие рентгеновские экраны (Image Plate); 2) AsGa фотодиодная линейка; 3) Si фотодиодная линейка 4) приборы с зарядовой связью.

Разработана 10-канальная системы регистрации модульной конструкции. Теоретически исследована возможность создания рентгеновских многоэлементных мульти-спектроанальных детекторов.

Теоретическое рассмотрена возможность разработки рентгеновского детектора с разрешением порядка 0.1 нс.

Начата разработка изображающего рентгеновского спектрометра на основе ПЗС и отработка методов его применения для регистрации пространственного распределения спектра рассеянного излучения. Начата теоретическая разработка изображающего спектрометра на основе крупноформатного матричного ПЗС для регистрации мгновенного пространственного распределения спектра рассеянного излучения

Разработка экспериментальных станций и специальной аппаратуры. Разработан и испытан прототип экспериментальной установки для исследования взрывных процессов. На прототипе может быть получена информация: 1) об изменении плотности взрывчатого вещества; 2) об изменении плотности вещества во время обжаривания взрывом; 3) об изменении флуктуации электронной плотности (образование и рост вторичных частиц); 4) об изменении характера дифракции во время взрыва (фазаобразование и фазовые переходы).

Разработан прототип установки для исследования фазаобразования (конденсация металла) в разреженной плазме при взрыве импульсом тока металлических проволок.

Разработан прототип установки для исследования изменения структуры металлов при импульсном нагреве током.

Полученные экспериментальные результаты. Получены данные о динамике изменения плотности за детонационным фронтом в различных взрывчатых веществах: 1) сплав тротил - гексоген, 2) тротил (насыпной с различной плотностью прессовки и литой), 3) гексоген (при различной плотности исходного гексогена), 3) октоген, 4) ТЭН, 5) тротил - гексоген- алюминий. Эксперименты проводились при разной геометрии: цилиндрической и плоский ВВ, отражение детонационной волны от преграды, встречные детонационные волны. В этих же экспериментах из данных МУРР получена информация о развитии флуктуаций электронной плотности (образование и рост вторичных частиц).

В частности, в отличие от современных теоретических представлений о развитии химических превращений на детонационном фронте в твердых ВВ, механически перенесенных из теории развития детонации в газообразных ВВ, нами обнаружено, что структурные превращения не заканчиваются в зоне химической реакции, а продолжаются и за поверхностью Чепмена - Жуге. Так, согласно теории, все превращения должны были закончиться через время порядка 100 нс, а во всех исследованных ВВ, мы четко наблюдаем резкий рост сигнала МУРР в течении 1500 – 2500 нс.

Получены уникальные данные о динамике развития плотности различных веществ и характере изменения МУРР при ударном сжатии во времена прохождения ударной волны (ультра дисперсный алмаз, нафталин, никель - содержащая металлоорганика).

Работа поддержана РФФИ, проекты N 00-03-32521, 97-03-40021 и 98-02-17806.

Литература:

1. В.Р.Толочко, G.N.Kulipanov, S.I.Mishnev, N.A.Mezentcev. NIM-A, 2000, v.448, nom. 1/2, p. 228-233.
2. S.I.Mishnev, A.N.Aleshaev, M.G.Fedotov, B.P.Tolochko. NIM-A, 2000, v.448, nom. 1/2, p. 234-240.

Борис Петрович Толочко tolochko@inp.nsk.su

THE INSTRUMENTATION FOR "IN SITU" INVESTIGATION OF THE RAPID STRUCTURE CHANGES DURING PHASE TRANSFORMATIONS WITH NANOSECOND TIME RESOLUTION

B.P.Tolochko¹, O.V.Evdokov¹, N.Z.Lyakhov¹, I.L.Zhogin¹, A.N.Aleshaev², M.G.Fedotov², G.N.Kulipanov², V.A.Kiselev², P.V.Logachev², S.I.Mishnev², N.A.Mezentcev², M.A.Sheromov², L.A.Luk'yanchikov³, K.A.Ten³, V.M.Titov^c, P.I.Zubkov^c

¹*Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry, Novosibirsk-128, Russia*

²*Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk-90, Russia*

³*Institute of Hydrodynamics, Novosibirsk-90, Russia*

Till now reception of the direct structural information about a condition of substance in time of fast processes and dynamics of its change was impossible. It constrained development of the theory of fast chemical reactions and processes occurring in substance with passage of an detonation wave. Use of opportunities synchrotron of radiation (SR) allow to receive the inaccessible earlier information. However for achievement nanosecond resolution, it was necessary to unit efforts of experts of physics of accelerators, electronics, automation of experiment, diffraction experiment, solid state chemistry, physics of explosion.

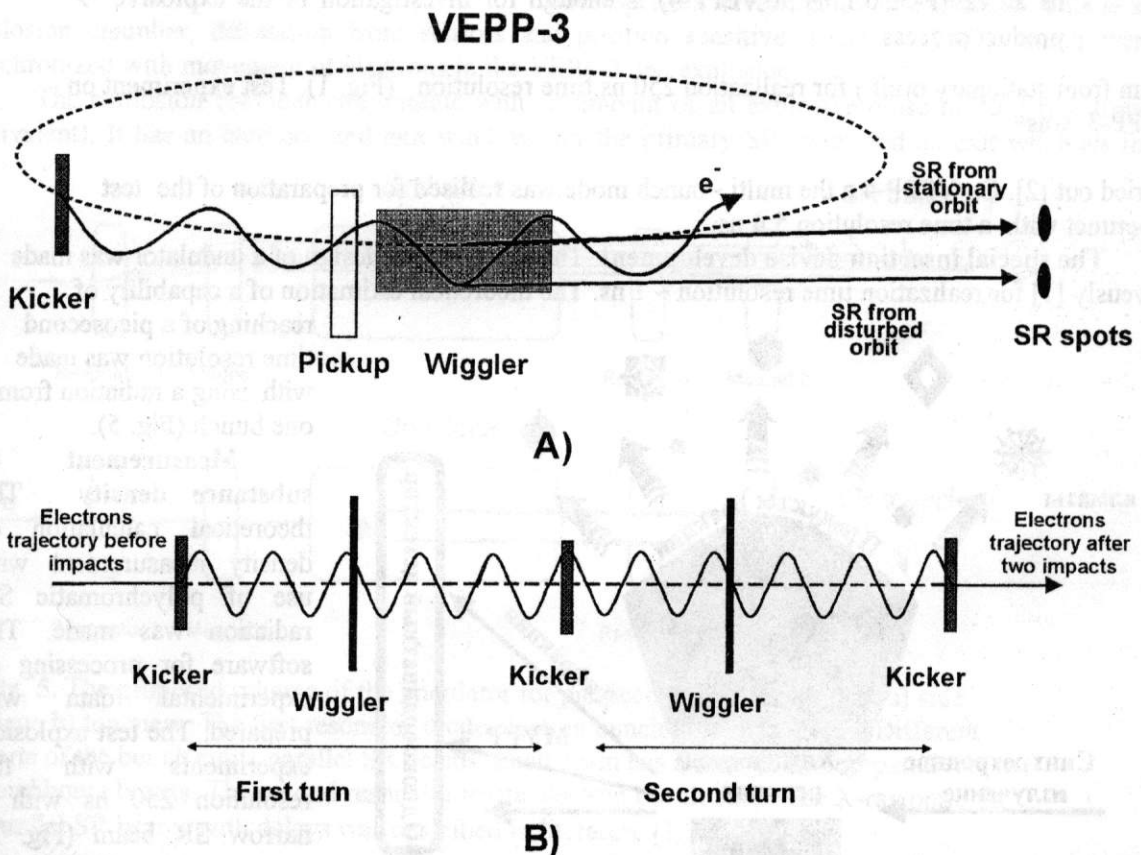


Fig. 1. A) Schematic picture of the VEPP-3 storage ring with a standard and disturbed electron orbit. The SR emitted from the stationary and disturbed orbits is also shows. B) The betatron oscillation was excited by the first «impact» and damped by the second one.

The special modes of operation of the storage ring. The theoretical calculation was made [1] for X-ray schema (singl- and multiple-change of the electron trajectory by "impact" of an electron

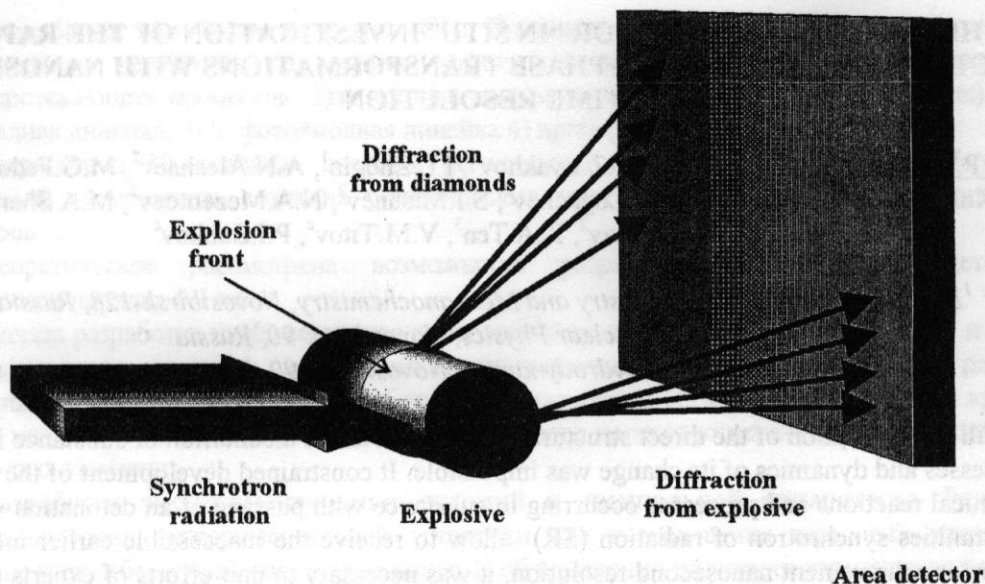


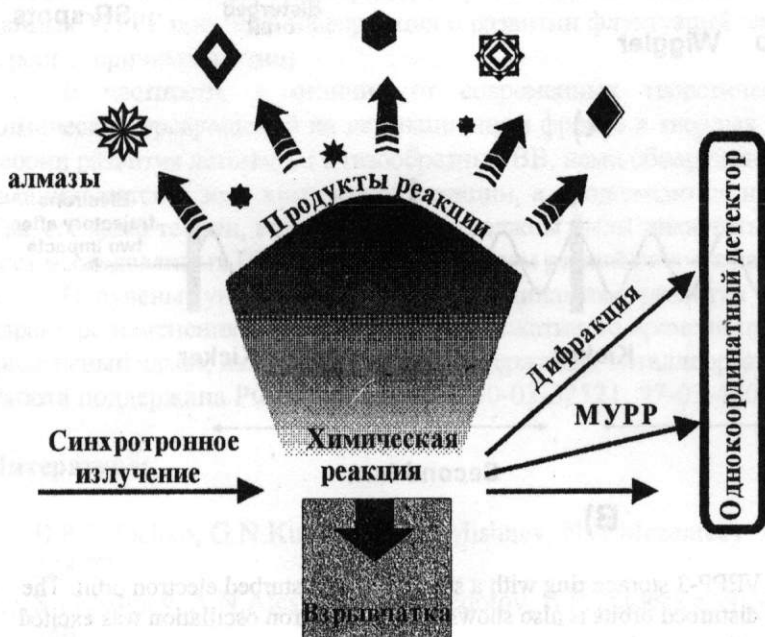
Fig. 2. The schema of the "in situ" diffraction investigation of the phase transformation during explosion by wide SR beam. The radiation from one bunch (1 ns at VEPP-3, 0.1 ns at VEPP-4) is enough for investigation of the explosive → product process.

beam from stationary orbit) for realization 250 ns time resolution (Fig. 1). Test experiment on VEPP-3 was

carried out [2]. On VEPP-4 a the multi - bunch mode was realised for preparation of the test experiment with a time resolution 5,4 ns.

The special insertion device development. The theoretical design of a undulator was made previously [1] for realization time resolution ~ 1 ns. The theoretical estimation of a capability of

reaching of a picosecond time resolution was made with using a radiation from one bunch (Fig. 5).



Measurement of substance density. The theoretical calculation of density measurement with use of polychromatic SR radiation was made. The software for processing of experimental data was prepared. The test explosion experiments with the resolution 250 ns with a narrow SR beam (Fig. 3) was carried out. The schema with use of a broad SR beam for realization 1 ns time resolution (Fig. 2 and with picosecond resolution also (Fig. 5.) was offered for realisation.

Fig.3. The scheme of "in situ" investigation of explosion detonation front with SAXS and WAXS.

SAXS and WAXS with high time resolution. The theoretical calculation of the X-ray optic schemas with use of polychromatic radiation for research fast processes (with narrow and broad beams SR - Fig. 2-3) was made.

The prototype of the experimental station for white SR of VEPP-3 was manufactured. The test experiments was carried out. The software for the data analysis was developed.

X-ray detectors developments. The 10-channel modular detecting system was designed for experiments.

Different type of position sensitive detectors was tested for an estimation of efficiency of their use for research of the fast processes: 1) Image Plates; 2) AsGa photodiode strips; 3) Si photodiode strips; 4) CCD.

The X-ray multi-element (1-dimentional and are) energy dispersive detector was theoretically investigated.

The X-ray detector with 0.1 ns time resolution was theoretically investigated.

Experimental stations and special instrumentation. The special instrumentation was developed for investigation of explosion. This is an

explosion chamber, detonation front sensors and position sensitive detectors (PSD), which were synchronized with movement of electrons in the VEPP-3 and explosion.

The explosion chamber can operate with an amount of an explosive close to 20 g (the trotyl equivalent). It has an entrance and exit windows for the primary SR beam and an exit windows for

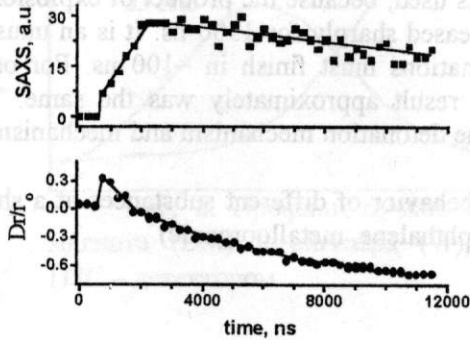


Fig.4. The time dependence of the density change (ρ_0 is the initial density) and integral SAXS intensity in detonation front in the explosive 50/50 hexogen-trotyl.

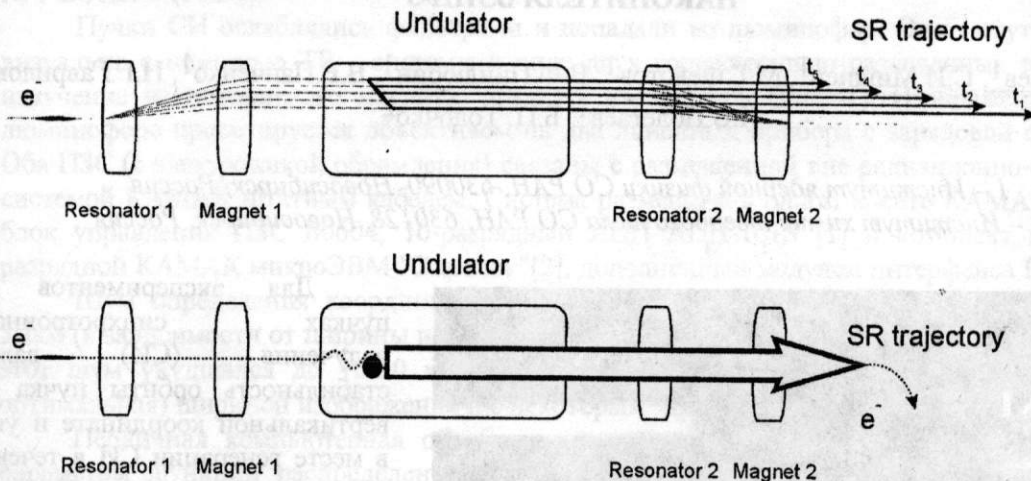


Fig. 5. The proposed scheme of the undulator for picosecond time resolution: a) side view, b) top view. The first resonator rotate electron bunch in vertical plane. Different parts of the bunch emits parallel SR beams. Each beam has a time delay comparatively to neighbours beams. The second resonator rotate electron bunch back. The X-ray optic for parallel SR beams with delays was described in literature [1,2].

SAXS and WAXS.

The prototype of the installation was designed for investigation the process of metal condensation in the rarefied plasma after explosion of metal wires by a pulse of current.

The prototype of the installation was designed for structure of metals change investigation during fast heating by a pulse of current.

Experimental results. The density changes and SAXS data were received during explosion of different explosive: 1) alloy trotyl - hexogen, 2) cast and powder (with different density) trotyl, 3) hexogen, 3) octogen, 4) trotyl - hexogen - aluminum. Different geometry the experiments were used: cylindrical and flat explosive, reflection of a detonation wave from a obstacle, two opposing detonation waves.

In the first experiments the alloy hexogen - trotyl was used, because the product of explosion is diamond powder. In this experiment the SAXS signal increased sharply for 1500 ns. It is an unusual result, because the theory say that all chemical transformations must finish in ~100 ns. For other explosives (with nonzero carbon - oxygen balance) the result approximately was the same. The received information is very important for understanding the detonation mechanism and mechanism of the diamond particles nucleation growth.

The unique data about density changes and SAXS behavior of different substances at a shock compression waves was received (dispersible diamond, naphthalene, metalloorganic).

References:

1. B.P.Tolochko, G.N.Kulipanov, S.I.Mishnev, N.A.Mezentcev. NIM-A, 2000, v.448, nom. 1/2, p. 228-233.
2. S.I.Mishnev, A.N.Aleshaev, M.G.Fedotov, B.P.Tolochko. NIM-A, 2000, v.448, nom. 1/2, p. 234-240.

Boris Tolochko tolochko@inp.nsk.su

9-161

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ПУЧКОВ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НАКОПИТЕЛЯ ВЭПП-3

А.Н.Алешаев¹, С.И.Мишнеv¹, М.Г.Федотов¹, В.Ф.Пиндюрин¹, В.Е.Панченко¹, Н.Г.Гаврилов¹,
И.В.Полетаев¹, Б.П.Толочко²

1 – Институт ядерной физики СО РАН, 630090, Новосибирск, Россия

2 – Институт химии твердого тела СО РАН, 630128, Новосибирск, Россия

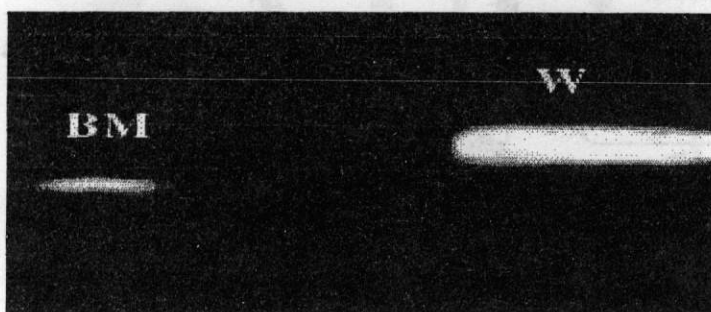


Рис.1. Изображение на телевизионном мониторе пучков СИ из поворотного магнита (BM) и вигглера (W)

изменение углов - порядка долей мрад; постоянные времени этих изменений от нескольких часов до десятков часов.

Стабилизация орбиты по измерениям с помощью пикап - электродов не отвечает требованиям экспериментов с СИ: во-первых, из-за низкой точности, во-вторых, из-за

Для экспериментов на пучках синхротронного излучения (СИ) важна стабильность орбиты пучка по вертикальной координате и углу в месте генерации СИ в течение всего времени работы. В то же время известно, что орбита пучка в ВЭПП-3 может изменяться со временем в зависимости от температуры магнитных и конструктивных элементов. Амплитуда изменения вертикальной орбиты составляет несколько миллиметров, а

механической привязки пикапов к конструкционным элементам накопителя, стабильность орбиты по отношению к пикапам еще не означает стабильности точки излучения.

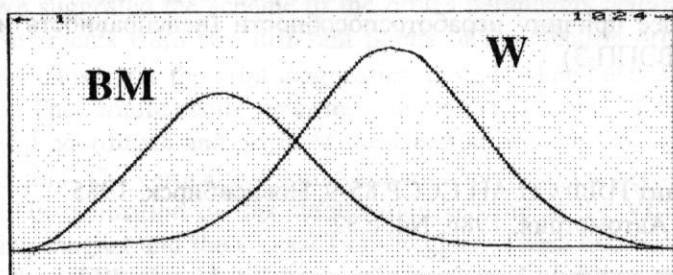


Рис. 2. Профили пучков СИ из поворотного магнита (ВМ) и вигглера (W), после оцифровки ПЗС - детектором.

Непосредственное определение положения пучков СИ на экспериментальных станциях может быть выполнено с микронной точностью и лишено недостатков системы пикап - электродов. Измеряя положение пучков СИ, можно определить координату и угол орбиты электронов в точке излучения. Традиционно это делается по результатам измерений параметров одного

пучка СИ, но для этого необходимы два детектора, расположенных на большой базе.

Мы предложили схему определения параметров орбиты на основании измерений положения пучков СИ из двух различных участков орбиты электронов. Оптимальное положение точек излучения, выбранных для диагностики орбиты, такое, когда набег фазы бетатронных колебаний между ними порядка $\pi/2$. Одновременное измерение положения обоих пучков СИ позволяет определить вертикальную координату и угол орбиты электронного пучка в вигглере стабилизировать их, используя два корректора орбиты, набег фазы вертикальных колебаний между которыми порядка $\pi/2$.

При реализации предложенной системы стабилизации на накопителе ВЭПП-3 использовались пучки СИ из поворотного магнита и вигглера. Эти два пучка выводятся в канал № 7 ВЭПП-3 (Рис. 1).

Пучки СИ ослаблялись фильтрами и попадали на люминофор. Они могут наблюдаться визуально с помощью ТВ - системы в виде двух горизонтально разделенных полос: левая - излучение из поворотного магнита, правая - из вигглера (Рис. 1). Изображение пучков на люминофоре проектируется объективом на два линейных прибора с зарядовой связью (ПЗС). Оба ПЗС (с электроникой обрамления) связаны с размещенной вне радиационно-опасной зоны системой КАМАК штатным кабелем. Система размещена в одном крейте КАМАК и включает блок управления ПЗС Б0604, 10-разрядный АЦП АЦП-101S [1] и комплект модулей 24-х разрядной КАМАК микроЭВМ "Одренок"[2], дополненный модулем интерфейса Ethernet.

Шум определения координаты для модельного оптического изображения оставлял 1-5 мкм (в зависимости от ширины и яркости изображения). При измерении координаты пучка СИ этот шум ухудшался до 10-30 мкм, что связано со значительной (гораздо большей, чем оптимальная) шириной изображения и с некоторым "дрожанием" пучков СИ.

Первичная компьютерная обработка сигналов с ПЗС - линеек позволяет определить параметры функций распределения яркости для каждой из полос: положение максимума, ширину, амплитуду и интеграл под функцией распределения (Рис.2). Эти данные по системе связи Ethernet передаются в ЭВМ, управляющую магнитной системой накопителя ВЭПП-3.

При расхождении измеренных и «опорных» (записанных в памяти ЭВМ) положений центров пучков СИ ЭВМ рассчитывает и вводит добавки токов в корректоры системы управления орбитой. После нескольких итераций положения пучков СИ сходятся к опорным значениям и удерживаются около них с точностью ≈ 10 мкм в течение всего эксперимента (несколько часов - до следующей инжекции пучка). Соответствующие ошибки в вертикальной координате и угле орбиты пучка в вигглере составляют ± 2 мкм и ± 1 мкрад. Промежуток времени между итерациями в настоящее время составляет около 5 сек, хотя при необходимости он может быть значительно сокращен. Опорные значения положения пучков СИ выбирались по согласованию с потребителями; при необходимости они могут быть изменены оператором, управляющим накопителем ВЭПП-3.

Для визуального наблюдения за работой системы обратной связи на одном из пультовых мониторов выделено окно, в котором графически и цифрами показано отклонение центров пучков СИ от опорных значений. Если система обратной связи не работает, в окне появляется «код ошибки» - число, показывающее причину неработоспособности (неисправность или не соответствующий режим установки ВЭПП-3).

Литература:

1. Батраков А.М., Козак В.Р. Препринт ИЯФ СО АН СССР 85-9. Новосибирск, 1985
2. Пискунов Г.С., Тарарышкин С.В. Автометрия, 1986, N4, с.32.

Александр Николаевич Алешаев aleshaev@inp.nsk.su

THE STABILIZING SYSTEM OF SYNCHROTRON RADIATION BEAMS OF THE VEPP-3 STORAGE RING

A.N.Aleshaev¹, M.G.Fedotov¹, N.G.Gavrilov¹, S.I.Mishnev¹, V.E.Panchenko¹, V.F.Pindyurin¹,
I.V.Poletaev¹, B.P.Tolochko².

1 - Budker Institute of Nuclear Physics, 630090, Novosibirsk, Russia;

2 - Institute of Solid State Chemistry, 630128, Novosibirsk, Russia

The experiments with synchrotron radiation (SR) needs the beam stability during the long time. At the same time it is known, that electron orbit in the VEPP-3 can vary with time depending on temperature of magnet and constructional elements. The amplitude of the vertical orbit variation is

about several millimeters, and the angles changes - approximately of parts of mrad; times constants of these changes varies between few up to tens hours.

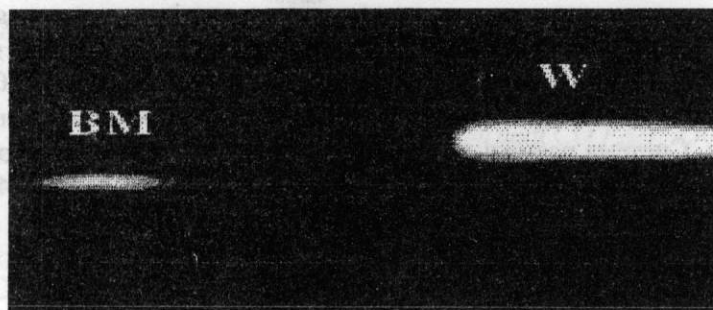


Fig.1. The images of SR beams from bending magnet (BM) and wiggler (W) at stabilization system TV monitor.

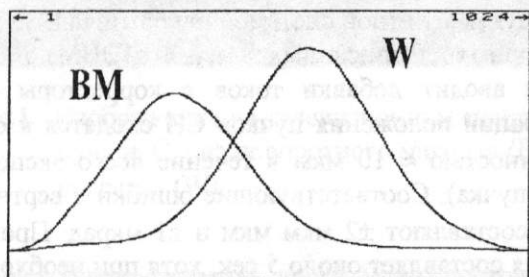


Fig. 2. The example of the SR beams density distribution from bending magnet (BM) and wiggler (W) registered by CCD.

The orbit stabilization by the pick-up electrodes measurements does not satisfy requirements of SR-experiments: firstly because of low accuracy, secondly, because of the mechanical fastening of pick-ups to the constructional elements of the storage ring; the stability of orbit with respect to pick-up have not yet means the stability of the radiation point.

The direct determination of the SR-beams position on experimental stations maybe performed with microns accuracy and deprived of the shortages of the pick-up-electrodes system. Measuring the position of the SR-beams it is possible to determine the coordinate and angle of the

electrons orbit in the radiation point. Traditionally it is made by the results of the measurements of one SR-beam parameters, but for it two detectors on the big baseline are required.

We suggested the scheme of the orbit's parameters determination based on the SR-beams position measurements from two different points of the electron orbit. The optimal position of the radiation points, chosen for the orbit diagnostics, is such when betatron oscillation out of phase by $\pi/2$ between them. The simultaneous measurement of the position of both SR-beams permits to determine the vertical coordinate and angle of the electron orbit in the wiggler and stabilize them using two orbit correctors. The vertical betatron oscillation out of phase between correctors must be near $\pi/2$.

In realization of this stabilization scheme at the VEPP-3 were used SR-beams one from the turning magnet and the second from wiggler. These two beams are carried out into beamline number 7 of the VEPP (Fig.1). SR-beam was weakened by filters and directed on phosphorous. TV-systems was used for visualization of two beams (Fig.1): left - radiation from the turning magnet, right - from wiggler. The image of the beams on phosphorous was projected by lens onto two linear charge connected devices (CCD). Both CCD with its electronics were connected with located outside of a radioactively-dangerous zone CAMAC-system located outside of a radioactively-dangerous zone. The system was placed in one CAMAC-crate and includes the CCD B0604 control block, 10-bits ADC "ADC-101S" [1] and the set of modules for 24-bits microcomputer 'Odrenok' [2] complemented by the Ethernet interface.

The error of coordinates determination for model optical image was 1-5 μm (depending on width and the brightness of image). At measurement the coordinates of SR-beam this error was aggravated up to 10-30 μm , that connected with considerable (much larger, than optimal) width of images and with some 'vibration' of SR-beams.

The preliminary computer processing of signals from CCD's permits to determine parameters of the functions of brightness distribution for both beams: position of maximum, width, amplitude and integral intensity under distribution function (Fig.2). These data was transferred via Ethernet link into computer, controlling the magnetic system of the VEPP-3.

When system detect some shift of the beams positions from 'reference' one (written into computer memory) the last computer calculates additives currents for correctors and return the beams back step by step during several iterations. The accuracy of positions of the SR-beams was near 10 μm during experiment (a few hours - till the next injection of electron beam at VEPP-3). Corresponding mistakes of vertical coordinate and angle of the beam orbit in wiggler appears about $\pm 2\mu\text{m}$ and $\pm 1\mu\text{rad}$. Time interval between iterations procedures is about 5 sec, though it maybe considerably decreased. The reference position of the SR-beams were chosen by consultation with SR users.

The special windows at the panel monitors in VEPP-3 control room was intend for visual observation of this feedback system. It show the shift of the SR-beams from the "reference" position in graphic and digital forms. If feedback system doesn't operate, in window appears 'error code' - the number, indicating the reason of a error.

References :

1. Batrakov A.M., Kozak V.R. Preprint INP 85-9. (Novosibirsk, 1985)
2. Piskunov G.S., Tararyshkin S.V. Avtometriya, 1986, N4, pg.32.

Alexandr Aleshaev aleshaev@inp.nsk.su