

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

13-85-615

Т.Русков*, И.Спиров, Т.Томов*, О.Николов*,
С.Асенов*, Л.Димитров*, А.Киров

МЕТОДИКА МЕССБАУЭРОВСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
НА ^{67}Zn

* Институт ядерных исследований
и ядерной энергетики БАН, София

1985

На очень узкий ядерный гамма-резонанс, который можно получить на линии 93,3 кэВ / $T_{1/2} = 9,1$ мкс / в ^{67}Zn , впервые обратили внимание Паунд и Ребка¹¹, а также Барит, Подгорецкий и Шапиро¹², предложив использовать его для измерения гравитационного красного смещения. Первые успешные попытки обнаружить резонансный эффект в ^{67}Zn ¹³⁻⁵, а также получить резонансный спектр по методу доплеровской модуляции⁶ показали, что экспериментальная величина резонансного эффекта в ^{67}Zn мала (<0,2%), а резонансная линия расширена в несколько раз. Поэтому для измерения гравитационного красного смещения был использован гамма-резонанс на линии 14,4 кэВ в ^{57}Fe из-за сравнительно большой величины резонансного эффекта, хотя относительная ширина уровня 14,4 кэВ в ^{57}Fe в 600 раз больше, чем уровня 93,3 кэВ в ^{67}Zn . Это продемонстрировано в экспериментах Паунда и Ребки⁷ и Паунда и Снайдера¹⁸, в которых равенство измеренной величины гравитационного смещения и теоретической было последовательно проверено с точностью до 1%.

С течением времени методика мессбауэровских экспериментов на ^{67}Zn непрерывно совершенствовалась⁹⁻¹². В окиси цинка /обогащенной по ^{67}Zn примерно до 90%/ величина резонансного эффекта достигла приблизительно 1%⁹, а на монокристалле окиси цинка /естественная смесь изотопов/ была получена естественная ширина резонансной линии¹⁰. Таким образом, с помощью мессбауэровской методики на ^{67}Zn стало возможным измерить сдвиг частоты гамма-кванта при прохождении расстояния по вертикали в гравитационном поле земли в 1 метр. При этом было достигнуто относительное энергетическое разрешение $5 \cdot 10^{-18}$ ¹³. В последнее время относительное энергетическое разрешение в экспериментах на ^{67}Zn доходит до $3 \cdot 10^{-18}$ ¹⁴.

Интересно отметить, что из-за сравнительно небольшой массы ядра ^{67}Zn , а также из-за сравнительно большой энергии гамма-перехода глубина резонанса очень чувствительна к динамике кристаллической решетки. Так, например, в работах¹⁵⁻¹⁷ исследована анизотропия вероятности излучения без отдачи в монокристалле Zn . Эти исследования показали, что гамма-резонансное рассеяние ^{67}Zn можно использовать не только как очень чувствительный прибор для измерения малых сдвигов частоты, но также и для измерения малых изменений динамики кристаллической решетки.

С экспериментальной точки зрения мессбауэровская спектроскопия на ^{67}Zn коренным образом отличается от обычной мессбауэровской спектроскопии/например, мессбауэровской спектроско-

пии на ^{57}Fe . В настоящей работе рассмотрены более подробно некоторые методические вопросы, имеющие значение для получения хороших результатов, обсуждаются преимущества и недостатки доплеровских модуляторов двух конструкций. Кроме того, описана методика для контроля движения доплеровского модулятора, в том числе и во время получения мессбауэровского спектра.

МЕТОДИКА

Материнский радиоактивный источник ^{67}Ga ($T_{1/2} = 78$ ч) получен после облучения монокристалла окиси цинка дейтонами с энергией 12,6 МэВ. Для этой цели из большого монокристалла окиси цинка были вырезаны пластинки /ось "с" перпендикулярна плоскости пластинки/ в форме дисков диаметром 8 мм и толщиной 1 мм. Во избежание распыления поверхности пластинка во время облучения охлаждалась проточным гелием /рис.1/. Поток газообразного гелия устанавливался в пределах от 30 до 60 л/ч, в зависимости от тока дейтонов. Максимальная величина тока доходила до 25 мкА. На входе и выходе камеры облучения были поставлены электромагнитные вентили, которые автоматически могли прекратить доступ газа в камеру, если фольга из тантала прогорит. Пластинка прижималась к медному держателю при помощи упругой шайбы из латуни. При таком облучении распыления не происходит. Облученная поверхность остается блестящей. В результате облучения меняется только цвет. До облучения пластинка прозрачная, с желто-зеленым оттенком. После облучения пластинка принимает коричнево-красный цвет из-за наличия радиационных повреждений в кристалле.

Для снятия радиационных дефектов источник отжигался при температуре 700°C в атмосфере кислорода в течение 12 ч 10 . После отжига температура медленно понижалась до комнатной в течение 6 - 7 ч. Специальных мер для равномерного понижения температуры мы не принимали. После отжига восстанавливается первоначальный цвет пластинки.

В качестве поглотителя использовалась либо пластинка из того же монокристалла окиси цинка /ось "с" перпендикулярна плоскости пластинки/, либо использовались поликристаллические поглотители из окиси цинка, обогащенные по ^{67}Zn до 85% /0,6 г/см 2 ^{67}Zn / и до 92% /0,785 г/см 2 ^{67}Zn /. Гамма-кванты регистрировались сцинтилляционным детектором /кристалл $\text{NaJ}(\text{Tl})$, толщина 3 мм/. Максимальная скорость счета доходила до 35000 импульсов в секунду в пике 93,3 кэВ. В качестве одноканального анализатора был использован прибор "Ортек" 551. Импульсы от детектора поступали на многоканальное устройство, работающее в режиме многоканального счетчика /1024 канала, 2^{24} имп./канал, время переключения каналов - 100 нс/ 18 . Были использованы два генератора синусоидального напряжения - аналоговый и с цифровым формирова-

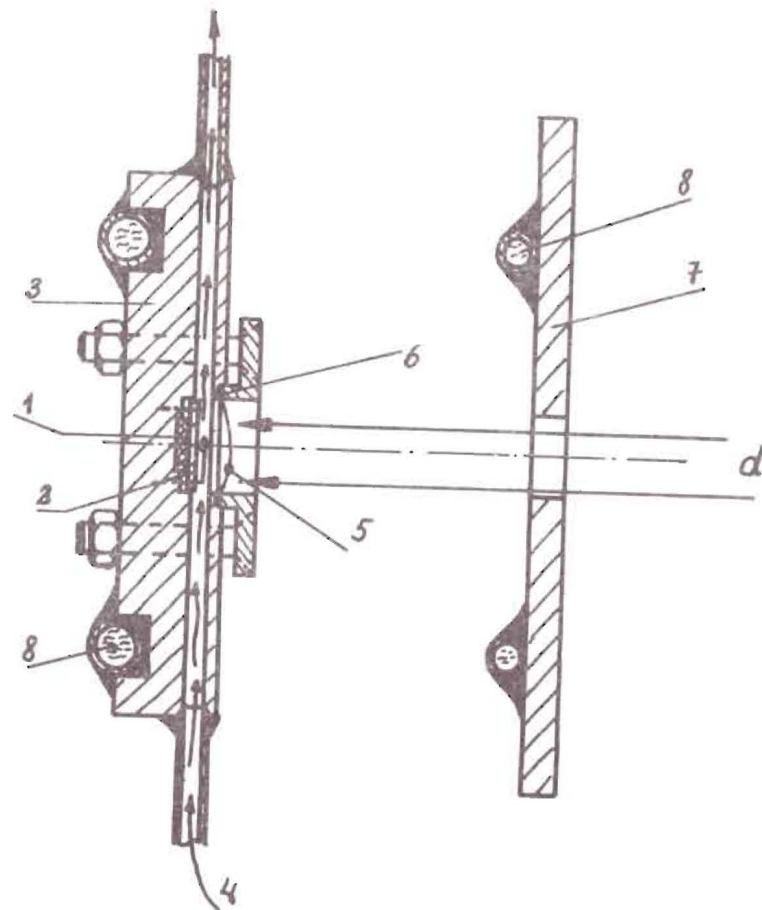


Рис.1. Установка облучения монокристаллов дейтонами. 1 - облучаемый образец из ZnO ; 2 - прижимная шайба из латуни; 3 - медный держатель; 4 - газ He ; 5 - фольга из Ta , 20 мкм; 6 - уплотнение из In ; 7 - коллиматор / Ta /; 8 - вода.

нием синусоиды. Второй из них обеспечивает большую точность формы движущего напряжения, но нуждается в очень хорошей фильтрации высокочастотных составляющих. Из-за наличия механических резонансов в области сотен килогерц в вибраторах примесь в основном сигнале высокочастотных гармоник на уровне 10^{-5} может возбудить резонанс и сильно исказить мессбауэровский спектр. Прецизионный цифровой генератор синусоидального напряжения, которым мы пользовались, содержит двухзвеньевого активный резонансный фильтр и в диапазоне 2-900 В обеспечивает синусоидаль-

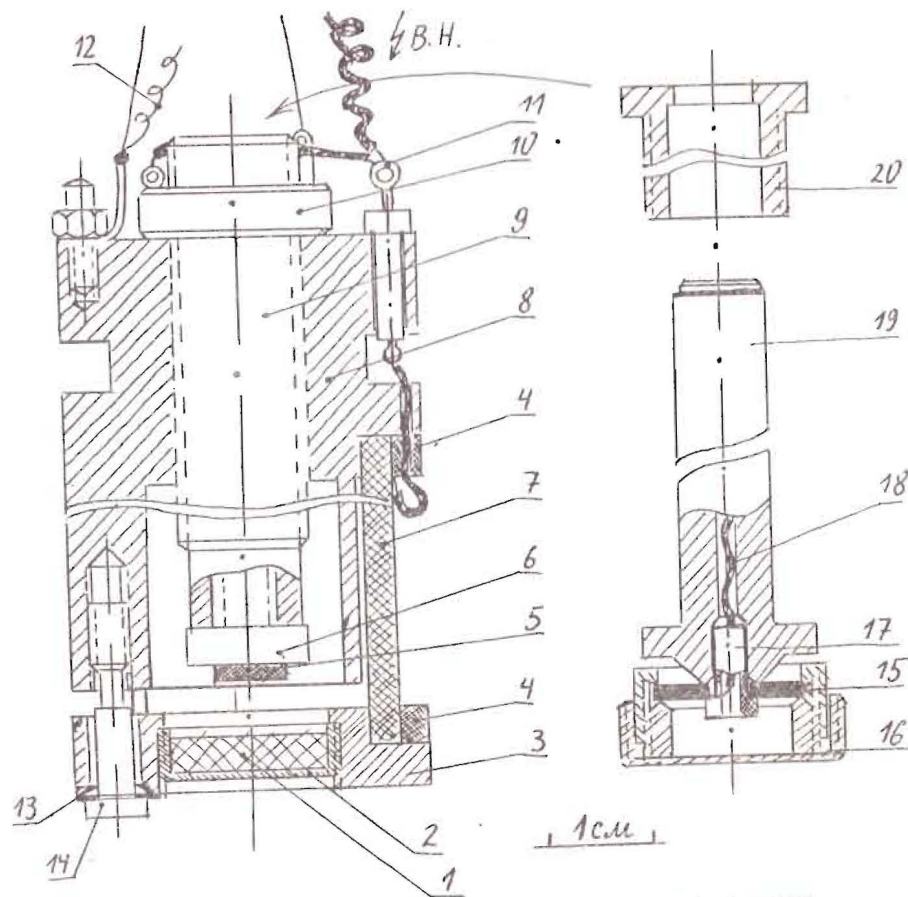


Рис. 2. Вибратор с кварцевым пьезодвигателем, датчик.
 1 - поглотитель, 2 - стаканчик для поглотителя, 3 - движущаяся часть вибратора с гнездом для стаканчика, 4 - скобы из макролона, 5 - источник, 6 - держатель источника, 7 - пластины из кварца, 8 - корпус вибратора, 9 - шток, 10 - гайка, 11 - движущее напряжение, 12 - "земля", 13 - пружины из бериллиевой бронзы, 14 - винты, регулирующие натяжение пружин.

ный сигнал с отклонением от синусоидального закона, меньший $3 \cdot 10^{-5}$; нестабильность частоты и амплитуды соответственно меньше 10^{-5} и 10^{-3} .

Для получения резонансного спектра были опробованы несколько доплеровских модуляторов. Все они основаны на обратном пьезоэффекте. В качестве пьезоэлементов использовались либо пластины из монокристаллического кварца, либо цилиндры из пьезокерамики, близкие по составу к PZT-5A. На рис. 2 показан вибратор, в кото-

ром используются кварцевые элементы. Конструкция этого вибратора очень близка к использованной Форстером и др.^{10/} На наш взгляд, предлагаемая здесь трубная конструкция основного корпуса вибратора лучше с точки зрения частотной характеристики.

Напряжение синусоидальной формы подавалось одновременно на YZ поверхности трех кварцевых пластин. Кварцевые пластины должны быть так ориентированы, чтобы они не работали в противофазе. Колебания по оси X пропорциональны приложенному напряжению, а по оси Y - усилены в L_y/L_x раз /где L_y - длина, а L_x - толщина пластинки/. В нашем случае $L_x = 3$ мм, а $L_y = 78$ мм; $L_z = 10$ мм. Оправы из изолирующего материала /оргстекло, тефлон, макролон/ служат только для центровки пластин, т.е. пластины не должны быть прижаты к корпусу вибратора. Натяжение пружин /бериллиевая бронза или нержавеющая сталь, толщина 1 мм/ должно обеспечить следование подвижной части вибратора за сокращением и растяжением кварцевых пластин. Лучше всего это натяжение и вообще движение подвижной части вибратора проверять датчиком смещений.

В качестве датчика смещения нами был использован пьезоэлемент в виде шайбы из пьезокерамики того же состава. Пьезокерамика поляризована перпендикулярно плоскости шайбы. Пьезоэлектрический датчик ставится в корпус вибратора на место держателя источника.

На рис. 3 показан доплеровский модулятор на основе цилиндрической пьезокерамики. Все поверхности цилиндра /диаметр 12 мм, высота 10 мм, толщина стенки 1 или 2 мм/ дополнительно шлифовались, чтобы иметь возможно лучшую коаксиальность цилиндрических поверхностей и плоскостность торцов. После шлифовки была осуществлена радиальная поляризация. В этом вибраторе роль пружины играет пьезокерамическая шайба, представляющая собой датчик смещения /внутренний диаметр 4 мм, внешний диаметр 15 мм, толщина 1 мм/. Натяжение шайбы производится с помощью микровинта с учетом неодинаковых низкотемпературных усадок пьезокерамики и остальных деталей вибратора. Чувствительность датчика смещения определяется формулой^{19/}:

$$S = \frac{U}{\Delta l} = \frac{d_{13}}{k(C_{вх} + C_0)}$$

где U - напряжение, которое возникает на входе предусилителя, d_{13} - пьезомодуль шайбы, $C_{вх}$ и C_0 - емкости входа предусилителя и шайбы, Δl - смещение и k - коэффициент пропорциональности в законе Гука. Очевидно, что для повышения чувствительности необходимо иметь большой пьезомодуль. PZT-керамика при 4,2 К имеет пьезомодуль от 15 до $40 \cdot 10^{-12}$ м/В, который значительно превосходит по величине пьезомодуль кварца ($d_{11} = 2 \cdot 10^{-12}$ м/В). При деформации шайбы на ее внутренней и внешней окружностях возникают большие тангенциальные напряжения, которые обеспечивают большую чувствительность к смещениям по сравнению с датчиком, работающим только на изгиб.

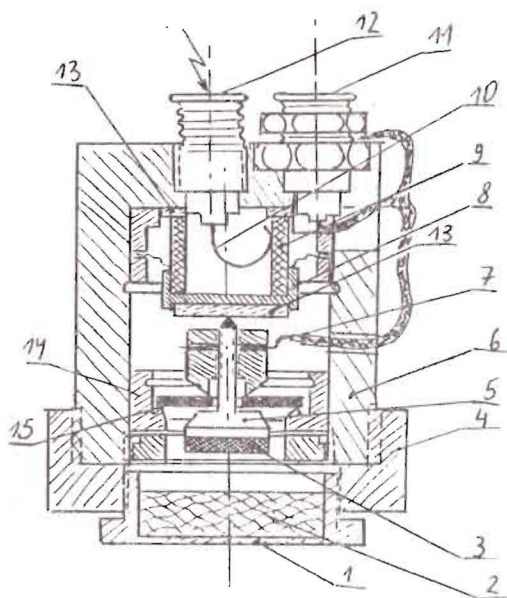


Рис.3. Пьезокерамический вибратор. 1 - стаканчик для поглотителя, 2 - поглотитель, 3 - источник, 4 - гайка с гнездом для стаканчика, 5 - винт - держатель источника, 6 - корпус вибратора, 7 - вывод сигнала от датчика, 8 - стальной стаканчик, 9 - цилиндр из пьезокерамики, 10 - пружинка из бериллиевой бронзы, 11 - разъем "лемо" сигнала, 12 - разъем "лемо" двигателя напряжения, 13 - шайба и диск из кварца, 14 - шайба с острой кромкой, 15 - датчик - пьезокерамическая шайба.

При работе датчика на данной частоте должно выполняться условие ¹⁹:

$$\omega^2 R^2 (C_{вх} + C_0)^2 \gg 1,$$

где R - суммарное сопротивление датчика и входа предусилителя. Емкости $C_{вх}$ и C_0 желательно уменьшить, чтобы увеличить чувствительность. Подходящим расположением электродов на шайбе емкость можно уменьшить до 100 пФ. Исходя из последнего соотношения, нужно обеспечить большое входное сопротивление предусилителя. Мы работали с предусилителем, имеющим $R = 10$ Гом и коэффициент усиления 400. Таким образом, ошибка в измерении смещения составляла $4 \cdot 10^{-12}$ м. Минимальная амплитуда колебаний, имеющая смысл в наших экспериментах, определяется экспериментальной полушириной линии поглощения $0,32 \cdot 10^{-6}$ м/с и рабочей частотой 122 Гц и составляет $4 \cdot 10^{-10}$ м, т.е. при этой амплитуде относительная ошибка составляет 1%.

При помощи пьезодатчиков были исследованы амплитудно-частотные характеристики /АЧХ/ вибраторов двух представленных конструкций как при комнатной температуре, так и при температуре жидкого гелия. Нами исследовано также отклонение от синусоидального движения вибратора при помощи метода фигур Лисажу, при подаче на "X"-вход осциллографа сигнала от генератора синусоидального напряжения, а на вход "Y" - от пьезодатчика.

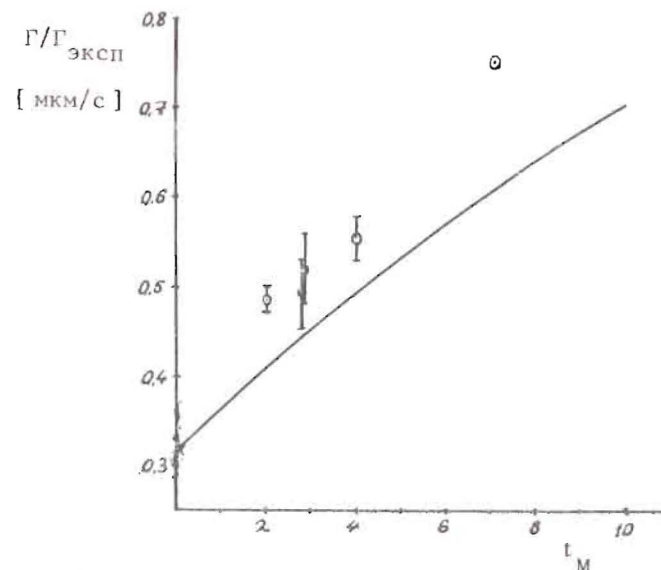


Рис.4. Теоретическое уширение мессбауэровской линии с увеличением толщины поглотителя t_M и экспериментальные результаты /источник $^{67}\text{Ga} : \text{ZnO}$, монокристалл, поглотитель: ZnO , поликристалл/:
 ⊙ - 1974, Перлоу и др., $\epsilon = 1\%$;
 ⊕ - 1984, Катилла и др.,
 ⊖ - 1985, Русков и др., $\epsilon = 0,61\%$.

Естественная ширина линии получена при использовании монокристаллического поглотителя: Потцел и др., 1976,
 $\Gamma_{\text{экс}} = 0,36 \pm 0,04$ мкм/с, $\epsilon = 0,17\%$; Катилла и др., 1980,
 $\Gamma_{\text{экс}} = 0,31 \pm 0,02$ мкм/с, $\epsilon = 0,15\%$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

АЧХ вибратора, конструкция которого показана на рис.2, указывают на наличие резких резонансов в области 2-10 кГц. Конструкция из трех длинных пластин и сравнительно массивной подвижной части вибратора с точки зрения вибрационной устойчивости не является самым удачным решением. По этой причине хорошая работа вибратора сильно зависит от способа прикрепления пластин, от силы натяжения пружин, от хорошей акустической изоляции и от вибратора рабочей частоты.

Компактная и более жесткая конструкция пьезокерамического вибратора обеспечивает низкую чувствительность к внешним акустическим вибрациям, что существенно снижает требования к подвеске и акустической изоляции.

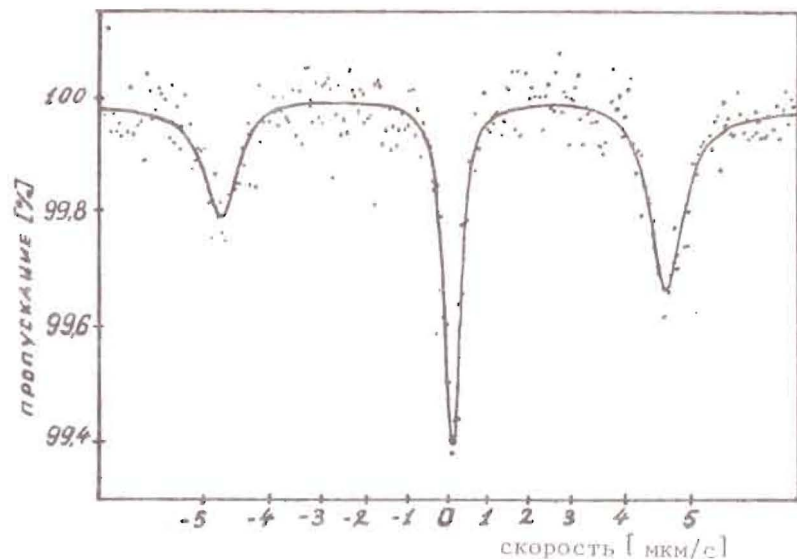


Рис.5. Калибровочный спектр, полученный с помощью пьезокерамического вибратора при максимальной скорости 5,6 мкм/с; источник: ZnO монокристалл; поглотитель: ZnO , поликристалл обогащенный.

Ширина мессбауэровской линии в экспериментальных спектрах — очень чувствительный индикатор хорошей работы вибратора /а также качества изготовления источника и поглотителя/. На рис.4 показаны некоторые из лучших в этом отношении результатов, достигнутых в мессбауэровской спектроскопии на ^{67}Zn . Сплошная линия показывает теоретическую зависимость ширины линии от толщины поглотителя. На этом же рисунке представлены и результаты, полученные нами на калибровочных спектрах двумя разными вибраторами с пьезокерамическим двигателем. Конструктивные различия между этими вибраторами несущественны. Надо отметить, что в обоих случаях не было принято особых мер для изоляции от внешних вибраций. Эта нетребовательность пьезокерамического вибратора к условиям эксперимента делает его очень удобным в работе.

Недостатками вибраторов из пьезокерамики являются большая зависимость пьезомодуля от температуры, старение пьезокерамики и наличие гистерезиса.

Изменение пьезомодуля со временем идет достаточно медленно /несколько процентов в год/, т.е. оно несущественно во время эксперимента.

Исследование отклонения от синусоидального движения 10 пьезокерамических цилиндров показало довольно большой разброс по величине /от 0,5 до 4%/, зависящий, видимо, как от толщины

стенки цилиндра, так и от условий изготовления и поляризации пьезокерамики. Был выбран цилиндр с наименьшим отклонением. Тем не менее в калибровочном спектре /максимальная скорость 16 мкм·с⁻¹/ отклонение в скорости, определенное из спектра по смещению боковых пиков, составляло $1,6 \pm 0,6\%$. На рис.5 показан один из калибровочных спектров, полученный с помощью пьезокерамического вибратора при максимальной скорости 5,65 мкм/с.

Отклонение от синусоидального движения появляется и при недостаточном или чрезмерном натяжении пружин /шайбы/. Особенно чувствительны в этом отношении кварцевые вибраторы. Поэтому необходимо при сборке вибратора осуществлять непрерывный контроль движения при помощи пьезодатчика.

Интересную возможность коррекции искажений в спектрах предлагает непрерывный контроль движения во время накопления экспериментального спектра. Записанный в цифровом виде сигнал от пьезодатчика позволил бы при последующей обработке данных привязать каждый канал спектра к определенной скорости, полученной из обработки сигнала пьезодатчика независимо от реального движения. Таким образом, можно было бы корригировать любое искажение независимо от его происхождения.

ВЫВОДЫ

Пьезокерамические вибраторы имеют существенные преимущества перед вибраторами с двигателем из кварцевых пластин в отношении простоты и стабильности эксплуатации.

Пьезокерамические двигатели, однако, показывают некоторое отклонение от заданного движения, которое можно уменьшить путем подходящего выбора цилиндра, но нельзя полностью избежать. Поэтому в прецизионных измерениях следует учитывать это отклонение или пользоваться вибраторами с двигателем из кварца.

Описанный пьезодатчик смещения дает новые методические возможности как при сборке и предварительных испытаниях вибраторов для выбора оптимальных конструкций и режимов работы, так и при накоплении спектра для постоянного контроля движения, с возможностью коррекции искажений движения.

Авторы признательны Б.С.Неганову и А.В.Стрелкову за проявленный интерес и поддержку в работе. Мы благодарны В.Е.Хаджи за предоставление монокристалла окиси цинка, а также А.Ф.Тулинову и Е.Ф.Кирянову за содействие при облучении образцов на циклотроне НИИЯФ МГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pound R.V. and Rebka G.A., Jr. Phys. Rev. Lett., 1959, 3, 439.
2. Barit I.Y., Podgoretskii M.I. and Shapiro F.L. Zh. Eksp. Theor. Fis., 1960, 38, p.301.
3. Nagle D.E., Craig P.P., Keller W.E. Nature, 1960, 186, p.707.
4. Craig P.P., Nagle D.E., Cochran P.R.F. Phys. Rev. Lett., 1960, 4, p.561.
5. Aksenov S.I. et al. JETR, 1961, 13, 62.
6. Alfimenkov V.P. et al. JETR, 1962, 15, 713.
7. Pound R.V., Rebka G.A. Phys. Rev. Lett., 1960, 8, p.4337.
8. Pound R.V., Snider J.L. Phys. Rev. Lett., 1964, 13, p.539; Phys. Rev., 1965, 140B, p.788.
9. Perlow G.J. et al. J. Phys., 1974, C6, 35, p.197.
10. Potzel W., Forster A., Kalvius G.M. J. Phys., 1976, C6, 37, p.691.
11. Griesinger D., Pound R.V., Vetterling W.T. Phys. Rev., 1977, B 15, p.3291.
12. Forster A., Potzel W., Kalvius G.M. Z. Physik, 1980, B37, p.209.
13. Katila T., Riski K.J., Phys. Lett., 1981, 83A, 51.
14. Helistö P. et al. Phys. Rev., 1984, B 30, 2345.
15. Potzel W. et al. 1983, Phys. Lett., 1983, 98A, p.295.
16. Pound R.V. et al. Phys. Rev., 1984, B 29, p.6086.
17. Potzel W. et al. Phys. Rev. B, 1984, 30, p.4980.
18. Димитров Д.П. и др. В сб.: Труды XI Межд. симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-84-53, Дубна, 1984, с.121.
19. Туричин А.М. Электрические измерения незлектрических величин. "Энергия", М., 1966.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 августа 1985 года

Вниманию организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the *JINR Communications* and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.
Theoretical physics.
Experimental techniques and methods.
Accelerators.
Cryogenics.
Computing mathematics and methods.
Solid state physics. Liquids.
Theory of condensed matter.
Applied researches.

Being a part of the *JINR Communications*, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

JINR Rapid Communications will be issued regularly.



Русков Т. и др.
Методика мессбауэровских измерений на ^{67}Zn

13-85-615

С целью развития метода мессбауэровских измерений на линии 93,3 кэВ изотопа ^{67}Zn разработан цифровой генератор синусоидального напряжения в диапазоне 2-900 В, обеспечивающий нелинейность меньше $3 \cdot 10^{-5}$ и нестабильность частоты и амплитуды меньше 10^{-5} и 10^{-3} соответственно. Проведено исследование АЧХ вибраторов, работающих на основе обратного пьезоэффекта в кварце и пьезокерамики, и сделаны некоторые улучшения. Для контроля движения подвижной части пьезокерамического вибратора на месте держателя источника ставится пьезокерамический датчик, который дает новые методические возможности для выбора оптимальных конструкций и режимов работы и для постоянного контроля движения с возможностью коррекции искажений. Ошибка в измерении смещения - $4 \cdot 10^{-12}$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод Д.С.Виноградовой

Ruskov T. et al.
Method for ^{67}Zn Mössbauer Spectroscopy

13-85-615

The 93.3 keV level, ^{67}Zn Mössbauer spectroscopy is developed. For this purpose a high stability digital sinusoidal generator in the 2-900 V range has been constructed. It provides deviation from the sinusoidal law smaller than $3 \cdot 10^{-5}$; frequency and amplitude instability smaller than 10^{-5} and 10^{-3} , respectively. The frequency response of quartz and PZT piezoelectric transducers was measured and several improvements have been made. A piezoceramic sensor has been mounted at the place of the source-holding spring for permanent movement control. This reveals new possibilities for further optimizing the transducer construction, working regime adjusting and distortion compensation. The displacement resolution is $4 \cdot 10^{-12}$ m.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985