

## АСТРОНОМИЯ

УДК 520.255

### О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЗС-МАТРИЦЫ ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ НА ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ ЗЕНИТНОЙ ТРУБЕ

В. А. Крайнов

(ГАИШ)

Посредством некоторого изменения алгоритма наблюдений звезд на фотографической зенитной трубе представляется возможным использование в фокальной плоскости ПЗС-матрицы. Предложенный алгоритм максимально уменьшает требования к аппаратуре, осуществляющей обработку изображений звезд и ввод информации в ЭВМ.

Фотографическая зенитная труба (ФЗТ) является высокоточным инструментом, предназначенным для совместных определений широты места и поправки часов. Точность определения широты по одному наблюдению составляет  $\pm 0,15''$ , поправки часов  $\pm 0,020^s$ .

Особенности конструкции инструмента и методики наблюдений не позволяют применять экспозиции более 1 мин и допускают применение фотопластинок лишь размерами  $40 \times 90$  мм. Вследствие этого на ФЗТ наблюдают звезды ярче  $10^m$  со склонениями  $\delta = \varphi \pm 20'$ , где  $\varphi$  — широта места. В результате измерения координат изображений звезд на полуавтоматической измерительной машине «Аскорекорд» вносятся личные ошибки наблюдателя. Кроме того, процесс измерений довольно труднооъемок. Применение автоматической измерительной машины позволяет ускорить и упростить процесс измерений, исключив непосредственное участие в нем человека. Так, например, созданная на базе «Аскорекорда» автоматическая машина позволяет измерять до 300 изображений в час с точностью одного наведения  $1,2$  мкм, т. е. не хуже и значительно быстрее опытного наблюдателя.

Наблюдатель несколько раз за ночь вынужден вмешиваться в работу ФЗТ при смене фотопластинок. Установка в фокальной плоскости ФЗТ вместо фотопластинок матричного ПЗС позволит максимально автоматизировать процесс наблюдений и определять широту места и поправку часов, минуя процесс измерений. Несмотря на то что размеры фоточувствительного окна у ПЗС-матриц обычно не превышают  $10 \times 10$  мм, представляется возможным при наблюдении с ПЗС-матрицей использовать ту же последовательность операций, что и при фотографических наблюдениях. Как известно, при фотографических наблюдениях получают четыре изображения каждой звезды: два до прохождения меридиана  $SN$  и два после прохождения.

На рис. 1 изображена суточная параллель звезды и указано положение звезды в некоторые моменты времени:  $T_0$  — момент прохождения меридиана,  $T_1$  — моменты запуска мотора перемещения каретки,  $T_1'$  — средние моменты экспозиции. Интервалы времени  $T_2 - T_1$ ,  $T_3 - T_2$ ,  $T_4 - T_3$  равны между собой и включают в себя время движения каретки  $T_m$  и время перекладки — поворота инструмента на  $180^\circ$  относительно оси симметрии. Время экспозиции несколько меньше времени движения каретки, так как необходимо открыть и закрыть затвор. Так, например, при экспозиции  $35$  с, ис-

пользуемой при наблюдении на ФЗТ ГАИШ звезд с блеском  $8,0 - 9,9$ ,  $T_2 - T_1 = 47$  с. Причем  $T_m = 39$  с, интервал времени между средним моментом экспозиции и моментом запуска мотора перемещения каретки  $T_1' - T_1 = 19,5$  с, время перекладки ФЗТ —  $8$  с. На фотопластинке получается четыре изображения звезды  $A_i$  с прямоугольными координатами  $X_i$ ,  $Y_i$  (рис. 2). Причем  $Y_3 - Y_1 = Y_4 - Y_2 = (T_3 - T_1)/v$ , где  $v = 0,165$  мм/с — скорость движения каретки для ФЗТ с фокусным расстоянием  $F = 4$  м. Если  $T_3' - T_0 = T_0 - T_2'$  и  $T_0 - T_1' = T_4' - T_0$ , то  $Y_3 = Y_2$ ,  $Y_1 = Y_4$  [1]. Реально мотор перемещения каретки включает лишь в начале импульса секунды среднего времени. Поэтому  $|Y_4 - Y_1| = |Y_3 - Y_2| \leq 0,16$  мм.

При измерениях негативов, полученных на ФЗТ ГАИШ, замечено, что линейные размеры изображений наиболее слабых звезд никогда не бывают меньше  $70$  мкм, что соответствует примерно  $3,5''$ . Из этого следует, что при правильно выбранном моменте начала фотографирования звезды все изображения будут находиться внутри двух полос шириной  $240$  мкм, отстоящих одна от другой на расстояние  $L = 2(T_m + 8) \times 0,165$  мм/с. Установив ПЗС-матрицу симметрично относительно проекции первого вертикала  $OW$  на фокальную плоскость (рис. 3), можно получить все изображения

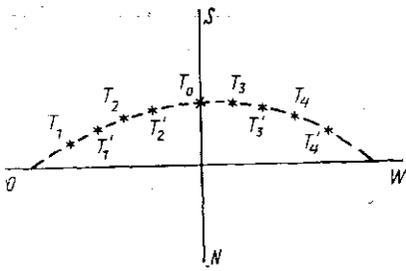


Рис. 1

со склонениями  $\varphi - 5' < \delta < \varphi + 5'$ . Приняв  $L = 6$  мм, получаем время движения каретки в каждом направлении 10 с. Так как  $T_1' - T_1 = 5$  с, то начинать наблюдение звезды следует за 32 с до прохождения звездой меридиана. Поскольку фотозатвор ПЗС-матрицы безынерционен, то время экспозиции может быть доведено до 10 с. Естественно, ПЗС-матрица должна быть охлаждена до температур порядка  $-100^\circ\text{C}$  для уменьшения темнового тока [2]. Зависимость максимального времени накопления от температуры можно получить экспериментально. Так как размеры фоточувствительной ячейки около  $20 \times 20$  мкм, что составляет  $1'' \times 1''$  для ФЗТ с  $F = 4$  м, то в формировании изображения будет участвовать не более 15 ячеек.

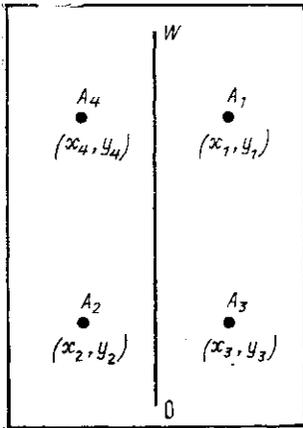


Рис. 2

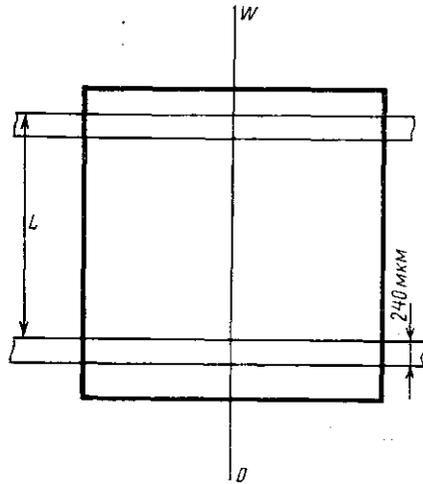


Рис. 3

При наблюдении звезд с блеском  $10^m$  в ячейке будет накапливаться примерно  $10^3$  электронов за 1 с. Для определения освещенности ячейки с точностью 1% следует накапливать энергию в течение 10 с. Для звезд с блеском  $7^m$  достаточно времени накопления 1 с.

Вследствие того, что все изображения будут попадать в две зоны шириной 240 мкм каждая, потребуется лишь 30 строк ПЗС-матрицы. Использование незначительной части кадра упростит обработку информации. В случае применения матрицы с размером 500 строк  $\times$  500 столбцов необходимо хранить и обрабатывать информацию о состоянии  $1,5 \cdot 10^4$  ячеек.

Таким образом, для хранения информации о величине темнового тока в интересующих нас ячейках требуется примерно 16 Кбайт оперативного запоминающего устройства. Флуктуации количества накопленных за 10 с фотоэлектронов превысят 1%. Кроме того, добавится шум при считывании с выходной емкости ПЗС. Следовательно, на выходе устройства выборки и хранения, стоящего после выходного усилителя, достаточно 8-разрядного АЦП.

Весь массив информации, выводимый из интересующих нас 15 строк, будет иметь размер 60 Кбит. Время, в течение которого осуществляется перекладка, следует потратить на считывание и запись в буферную память полученных 60 Кбит информации. В течение 10 с, предназначенных для накопления следующего кадра, информацию из буферной памяти следует переслать в ЭВМ для обработки.

Конечно, все приведенные выкладки носят оценочный характер. Точные расчеты можно провести только после измерения шумовых характеристик конкретного устройства. Тем не менее вполне реально достижение точности определения координаты 1–2 мкм в смысле случайной ошибки. Ужесточение требований к точности приведет к существенному усложнению аппаратуры. Уменьшение времени наблюдения

звезды в 2,5 раза позволит включить в программу наблюдений дополнительные звезды. Тем самым можно компенсировать потери, связанные с уменьшением угловых размеров наблюдаемой области неба.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Подобед В. В., Нестеров В. В. Общая астрометрия. М., 1982. [2] Носов Ю. Р., Шилин В. А. Основы физики приборов с зарядовой связью. М., 1986.

Поступила в редакцию  
29.01.90

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1990. Т. 31, № 5

## ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

УДК 548.5:539.12

### ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ И МАГНИТНЫХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АМОРФНОГО СПЛАВА $Fe_{78}Si_9B_{11}C_2$

Н. А. Хатанова, В. Н. Прудников, Ф. Мартинес (Куба)

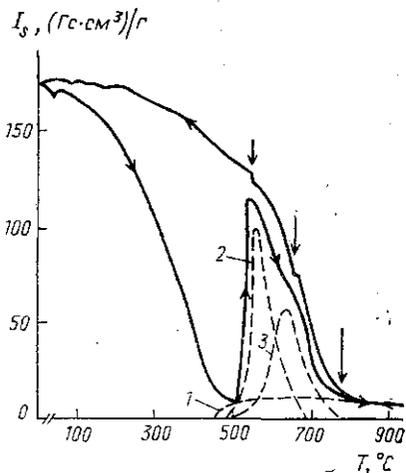
(кафедра физики твердого тела; кафедра магнетизма)

Проведено изучение температурной зависимости намагниченности насыщения при нагреве до  $900^\circ\text{C}$  аморфных фольг сплава  $Fe_{78}Si_9B_{11}C_2$ . Показано, что магнитный фазовый переход в аморфной фазе не происходит из-за начинающейся при  $450^\circ\text{C}$  кристаллизации фаз:  $\alpha\text{-Fe}$ ,  $(\text{Fe}, \text{Si})_2(\text{B}, \text{C})$ ,  $\gamma\text{-Fe}$  и  $(\text{Fe}, \text{B}, \text{C})_3\text{Si}$ .

Аморфный сплав  $Fe_{78}Si_9B_{11}C_2$  относится к магнитно-мягким сплавам, которые используются для изготовления микропроводов. Цель данной работы — исследование температурной зависимости магнитных свойств этого сплава, которая связана с температурными пределами применения таких микропроводов, и установление корреляции между изменениями магнитных свойств и структурными состояниями сплава при различных температурах. В работе [1] были проведены аналогичные исследования аморфных сплавов на основе кобальта и показано, что для выявления структурных и магнитных переходов оптимальным является сочетание методов рентгеновского анализа с измерением намагниченности насыщения  $I_s$ , так как позволяет качественно определять составы кристаллизующихся фаз, отличные от стехиометрических.

В данной статье приводятся результаты исследования этими же методами металлического стекла  $Fe_{78}Si_9B_{11}C_2$ . Величина  $I_s$  измерялась в атмосфере аргона в магнитном поле  $10\text{ кЭ}$  при нагреве со скоростью  $5,3\text{ град./мин}$  в интервале от  $20$  до  $900^\circ\text{C}$  и охлаждении со скоростью  $20\text{ град./мин}$ . Рентгеновскому анализу подвергались образцы после термомангнитной обработки в этой же установке. Малые размеры образцов ( $2 \times 2\text{ мм}$ ) не позволяли использовать дифрактометрию. Рентгеновский анализ проводился фотометодом на монохроматизированном излучении  $\text{Mo}$ . По данным электронной микроскопии при комнатной температуре в исходном состоянии сплав был полностью аморфным.

На рисунке показаны температурные зависимости  $I_s$  при нагреве и охлаждении. Как в аморфном, так и в кристаллическом состояниях при комнатной температуре сплав имеет примерно равные значения  $I_s = 175\text{ Гс}\cdot\text{см}^3/\text{г}$ . С ростом температуры в интервале  $100\text{—}450^\circ\text{C}$  кривая снижается, но не доходит до нуля, т. е. магнитный фазовый переход не



Температурная зависимость намагниченности насыщения  $I_s$  сплава  $Fe_{78}Si_9B_{11}C_2$ . Штриховые кривые соответствуют фазам:  $\alpha\text{-Fe}$  (1);  $(\text{Fe}, \text{Si})_2(\text{B}, \text{C})$  (2);  $\gamma\text{-Fe}$  (3)