

ISSN 0135-3748

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

СИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА,
ИОНОСФЕРЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

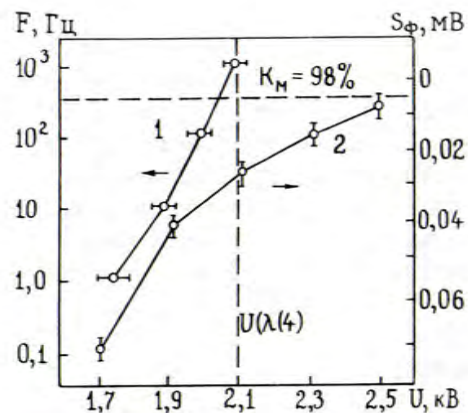
ИССЛЕДОВАНИЯ

ПО ГЕОМАГНЕТИЗМУ, АЭРОНОМИИ
И ФИЗИКЕ СОЛНЦА

Выпуск 83



«НАУКА»



Р и с. 7. Параметры модулятора № 1: 1 - зависимость $U(\lambda/4)$, измеряемая на фронте переключения полярности, от частоты модуляции; 2 - зависимость уровня фиксации S_f от амплитуды управляющего постоянного напряжения

поверхность кристалла. В том случае, когда ток инжекции зарядов мал, фиксация фазовой задержки происходит на низком уровне, и эффект поляризации

проявляется очень сильно. В противном случае, когда ток инжекции равен или превосходит ток поляризации, то последний не влияет на электрооптические свойства кристалла. Если это предположение верно, то, варьируя амплитудой приложенного напряжения, либо меняя величину зазора, либо подбирая иммерсионную жидкость с большей электропроводностью, можно регулировать значение тока инжекции, а, следовательно, и менять значение эффекта поляризации. Для проверки этого предположения была измерена зависимость уровня фиксации регистрируемой интенсивности S_f от амплитуды управляющего напряжения при неизменной величине зазора "электрод - кристалл" (см. рис. 7, кривая 2). При напряжении $\approx 2,5$ кВ значение δ достигает 90° и $K_M \approx 98\%$.

Аналогичные оценки были получены и в том случае, когда последовательно в три этапа был уменьшен зазор электрод - кристалл. В результате этого характеристики образца № 1 практически сравнялись с таковыми для образца № 2 во всем диапазоне исследуемых частот. Анализируя возможные причины увеличения тока инжекции, мы обратили внимание на следующий факт. При одинаковой конструкции и одном типе иммерсионной жидкости, а также при равных значениях амплитуды и примерно одинаковых после перетяжки зазоров у образцов № 1 и № 2 у образца № 1 все-таки наблюдался незначительный эффект поляризации. Разница обнаружилась в толщине прозрачных электродов. Оказалось, что наиболее толстые электроды были у образца № 2, а наиболее тонкие - у образца № 3. По-видимому, неодинаковая пористость структуры электродов при их различной толщине приводит к разной эффективной поверхности контакта "иммерсионная жидкость - электрод", следовательно, и к разному омическому сопротивлению этого участка электрической цепи. К сожалению, из-за сложной технологии изготовления электрооптического модулятора и контроля его параметров мы не смогли проверить это предположение. Поэтому данный вывод следует считать предварительным.

Авторы благодарны В.М.Григорьеву, Н.И.Кобанову и В.А.Прошину за полезные обсуждения настоящей работы.

Л и т е р а т у р а

- Чен-Фань-Шань // ТИИЭР. 1970. Т.58, № 10. С.40-59.
 Григорьев В.М., Кобанов Н.И. // Phys. Solariter. 1980. Vol.14. P.77-80.
 Байбородин Ю.В., Гаража С.А. Электрооптический эффект в кристаллах и его применение в приборостроении. М.: Машиностроение, 1967. 79 с.
 Сонин А.С., Василевская А.С. Электрооптические кристаллы. М.: Атомиздат, 1971. 328 с.
 Марков В.С., Осак Б.Ф. // Исследования по геомагнетизму, астрономии и физике Солнца. М.: Наука, 1987. Вып.79. С.161-167.
 Шерклиф У. Поляризованный свет. М.: Мир. 1965. 264 с.

Сибирский институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн СО АН СССР

Статья поступила в январе 1988 г.

УДК 520.24

ФОТОУКАЗ ДЛЯ СОЛНЕЧНОГО ПЯТНА

С.А.Пружинин, И.Л.Маслов, А.А.Певцов

A SUNSPOT PHOTOELECTRIC GUIDER.

S.A.Druzhinin, I.L.Maslov, A.A.Pevtsov

Observations of oscillatory processes in sunspots impose increased requirements to image stabilization. Existing guiding devices operate at the disk limb and fail to satisfy such requirements. This paper gives a description of a photoelectric guider designed to handle directly the sunspot image. Quadrant photodiode VD-19 KK serves as a photoreceiver and is placed in the beam that is reflected from the Dove prism face. Actuators are two plane-parallel plates attached to low-inertia electromagnetic drives, thus ensuring a high frequency (up to 3 Hz) of control action in response to image motion. The image can be oriented in an appropriate fashion through the use of a Dove prism. The accuracy of sunspot containment is not worse than $1.5''$. The photoelectric guider is placed in front of the spectrograph entrance slit and can be used at any standard telescope AZU-5.

При изучении колебательных процессов в солнечных пятнах требуется высокая стабильность положения изображения солнечного пятна относительно щели спектрографа. Уход пятна от заданного положения

связан с рядом причин атмосферного, инструментального и солнечного происхождения.

В настоящее время многие солнечные телескопы оснащены фотогидами. Гидирование осуществляют по краям изображения Солнца, регулируя положение светового пучка в телескопе приводами дополнительного зеркала азимутально-целостатной установки (см. Григорьев В.М., Осак Б.Ф., Палачев Ю.М. // Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. М.: Наука, 1980. Вып.52. С.177-192). Однако опыт наблюдений на горизонтальных солнечных телескопах в Саянской обсерватории и астрономическом институте АН УзССР показывает, что зачастую, даже при работающем фотогиде из-за атмосферного дрожания, ветровых нагрузок на инструмент, микросейсмиков и неточности механики привода телескопа изображение пятна хаотично смещается с амплитудой $\approx 5 \cdot 10''$. Визуально особо заметны флуктуации с частотами около герца.

В данной статье описывается быстродействующий фотогид, работающий непосредственно по изображению тени пятна, созданный нами специально для наблюдений колебательных процессов в солнечных пятнах.

Функциональная схема фотогида и его юстировка

На рис. I приведена функциональная схема фотогида. Свет на щель спектрографа I проходит через плоскопараллельные пластинки 2 и 3 и призму Дове 4. Плоскопараллельные пластинки используются для компенсации смещений изображения, призмой задается нужная ориентация изображения пятна на щели спектрографа. Часть света, отраженная от грани призмы, зеркалом 5 направляется на квадрантный фотодиод 6, объединяющий в себе четыре фотоприемника. Для достижения высокого быстродействия и компактности прибора в качестве исполнительных элементов, поворачивающих пластинки 2 и 3, применены два малоинерционных электромагнитных привода. Оптико-механическая часть гйда располагается перед входной щелью спектрографа (≈ 30 см от нее).

Оптическая схема фотогида перед включением юстируется на соответствие положений изображения пятна на щели и на центре квадрантного фотодиода. Во время юстировки электромагнитные приводы отключены, аналоговые интеграторы в состоянии нуля, накопительные конденсаторы замкнуты. Пластинки 2 и 3 находятся в среднем положении диапазона углов поворота электромагнитных приводов. Призму Дове ориентируем в световом пучке так, чтобы сохранялось заполнение коллиматорного зеркала спектрографа, установленное до введения ее в пучок. В дальнейшем после наведения пятна на щель, смещая зеркало 5 и квадрантный фотодиод 6 относительно призмы Дове, по минимуму сигналов со схемы выделения сигналов рассогласования 7 добиваемся на-

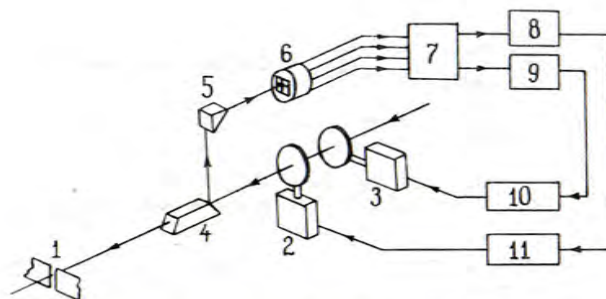


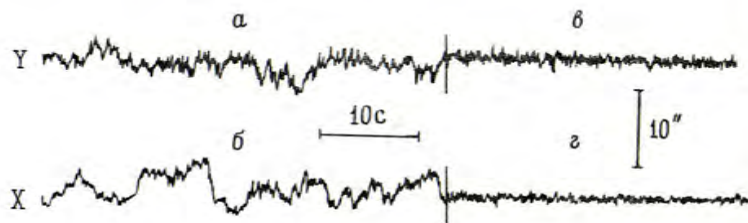
Рис. I. Функциональная схема фотогида: I - щель спектрографа; 2 и 3 - электроприводы с плоскопараллельными пластинками; 4 - призма Дове; 5 - зеркало; 6 - квадрантный фотодиод; 7 - схема выделения сигналов рассогласования; 8 и 9 - интеграторы; 10 и 11 - усилители

ведения сфокусированного изображения пятна на центр квадрантного фотодиода. Перемещение изображения пятна по квадрантному фотодиоду изменяет сигналы на его выходах. Сравнение этих сигналов в соответствующих комбинациях схемой 7 позволяет определить величины смещения пятна по двум координатам X, Y.

Включением электроприводов и интеграторов фотогид приводится в рабочее состояние. В динамике при смещении пятна от заданного положения на выходе схемы 7 возникают сигналы, которые в свою очередь вызывают накопление зарядов на интеграторах. Выходные сигналы с интеграторов через усилители 10 и 11 воздействуют на приводы 2 и 3, пластинки поворачиваются и компенсируют уход пятна как на фотодатчике, так и на щели. Поворот пластинок прекращается, когда сигналы со схемы 7 равны нулю, т. е. интеграторы не меняют своего состояния, сохраняя накопленные заряды. Сигналы с интеграторов 8 и 9, соответствующие этим зарядам, через усилители 10 и 11 удерживают приводы с пластинками 2 и 3 в угловых положениях, компенсирующих смещение пятна.

Частотный и динамический диапазоны гидирования

Частотный диапазон гидирования зависит от инерционности электромагнитных приводов, постоянной времени интеграторов и коэффициентов усиления обратной связи. Электромагнитные приводы и усилители, взятые от самописцев типа Н-338, обеспечивают обработку сигналов с частотами до 100 Гц. Закрепленная на валу плоскопараллельная пластинка для привода представляет собой инерционную нагрузку и ограничивает частотный диапазон устройства примерно до 10 Гц. Чтобы обеспечить, с одной стороны, максимальное быстродействие, а с



Р и с. 2. Фрагменты регистрограмм сигналов смещения пятна по координатам X, Y: а, б - при выключенном гидрировании; в, г - при включенном гидрировании

другой - устойчивость фотогрида как следящей системы, задаем постоянные времени интеграторов и коэффициенты усиления усилителей регулировкой их в режиме гидрирования по минимуму флуктуаций остаточных сигналов на выходах схемы 7. Нам удалось добиться компенсации смещений пятна с частотами до 2-3 Гц. Диапазон смещений, который может компенсировать фотогрид, обусловлен толщинами плоскопараллельных пластинок (8 мм) и максимальными углами поворотов приводов ($\pm 15^\circ$) и составляет в нашем случае $\approx 18''$ для телескопа с фокусом 17 м, что примерно равно среднему размеру тени пятен.

Точность гидрирования

На рис.2 приведены фрагменты регистрограмм сигналов смещения пятна по двум координатам X, Y при выключенном и включенном гидрировании. В соответствии с калибровкой здесь же дан масштаб по амплитуде и по времени. Во время записи этих сигналов одновременно с фотогридом для пятна работал общий фотогрид телескопа с приводами на дополнительном зеркале. На регистрограммах видно (рис.2, а и б), что общий фотогрид не справляется с быстрыми смещениями; скрывается большая инерционность зеркала и люфты механики. Из десятка подобных регистрограмм, полученных в разное время и с различными пятнами, мы заключили, что фотогрид для пятна при работающем общем фотогриде телескопа повышает точность удержания изображения пятна на щели спектрографа примерно в 3-5 раз. Судя по величине флуктуаций остаточных сигналов на выходе схемы (рис.2, в, г), пятно удерживается на щели в среднем с точностью примерно $1,5''$.

Заключение

Приведем некоторые соображения о применении разработанного нами фотогрида. Выше отмечалось, что фотогрид для пятна работает одновременно с общим фотогридом телескопа. Коррекция гидрирования за вращение Солнца в общем фотогриде не предусмотрена. В центре изоб-

ражения Солнца пятно смещается со скоростью около $9,2''$ в час. Пластины фотогрида для пятна в процессе компенсации этого смещения достигают предельных углов поворота. Однако своевременная ручная коррекция положения изображения приводами дополнительного зеркала позволяет продлить время непрерывного гидрирования. Нам легко удалось обеспечивать стабильное положение пятна на щели спектрографа в течение 5 ч. Коррекцию осуществляли примерно один раз в час. Таким образом, опытная эксплуатация фотогрида показала, что его можно устанавливать на обычном телескопе типа АЦУ-5 и с ручной коррекцией проводить длительные наблюдения.

Поскольку фотогрид работает по изображению пятна, то его применение оправдано для пятен, которые за время наблюдений существенно не меняют свою форму. Сама форма тени пятна роли не играет. Важно, чтобы размер тени не превышал размер квадрантного фотодиода (для ФД-19КК этот размер равен $2,5 \text{ мм}^2$). Если размер тени больше, то нужно использовать дополнительную перестраивающую оптику. Отметим также, что неточность установки фокуса изображения на квадрантном фотодиоде в пределах 1-2 см заметного влияния на работу грида не оказывает.

Выражаем благодарность В.М.Григорьеву за полезные советы при обсуждении работы.

Сибирский институт земного магнетизма,

ионосферы и распространения радиоволн СО АН СССР

Статья поступила

в декабре 1987 г.

УДК 520.27+520.874

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ ССРТ

В.П.Блинов, Р.В.Блинова, А.Л.Воронов,

А.А.Лутов, Б.Б.Крисишель

A DIAGNOSTIC COMPLEX OF THE SSRT ANTENNA SYSTEM

V.P.Blinov, R.V.Blinova, A.L.Voronov,

A.A.Dutov, B.B.Krissinel

This paper considers the principles of operation and the main characteristics of a complex of equipment designed for operative measurement of the amplitude and phase aperture distributions of the Siberian Solar Radio Telescope (SSRT). The amplitude distribution is monitored using the solar radio emission by means of modulators installed in each antenna transmission line. Phase measurements are based on a method that employs as the reference the first harmonic of the linear array response to the solar radio emission. Results of aperture measurements for one of the SSRT beams are given.