

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБОРА МЗ-24

С. И. Боровицкий, В. Н. Гаврилов, В. В. Козлов
Горький

Калориметрический измеритель типа МЗ-24 предназначен для измерения средней мощности и энергии импульсов ОКГ [1]. Излучение ОКГ поглощается в головке прибора конусными

калориметрами, которые (предполагается) поглощают более 96% падающего излучения. Нарушение этого условия влечет за собой увеличение основной погрешности прибора. Целью работы явилось изучение зависимости коэффициента поглощения калориметра или показаний прибора от состояния поглощающей поверхности приемного элемента при разных световых воздействиях, вплоть до повреждающих эту поверхность.

Калориметры представляют собой медные конусы с углом при вершине 45° и диаметром основания около 20 мм. Внутренняя поверхность конуса в первых образцах формировалась на токарном станке. Затем было использовано выдавливание с помощью полированной стальной оправки. В обоих случаях после изготовления поверхность подвергалась чернению анодизационным способом [2], в результате чего становилась бархатистой, иногда слегка глянцевою, очень темной, местами с легким просветлением.

Измерение коэффициента отражения проводилось с помощью сферы Ульбрихта. Типичные коэффициенты отражения K калориметров, полученные при этом, приведены в таблице.

λ , мк	0,365	0,405	0,436	0,546	0,63	1	3,39
K , %	0,16	0,17	0,18	0,21	0,38	1,8	3

Для измерений в первых четырех точках в качестве источника света использовалась ртутная лампа с монохроматором. Результаты показывают, что калориметры прибора МЗ-24 уменьшают свой коэффициент отражения при укорочении длины волны, и расширению спектрального диапазона прибора до $\lambda=0,3$ мк ничего не мешает.

Иначе обстоят дела с увеличением длин волн. На $\lambda=10,6$ мк описанные калориметры вблизи своей вершины отражают примерно 15% падающего излучения. Чтобы обеспечить удовлетворительный коэффициент поглощения, необходимо подбирать покрытия. Лучшие результаты дало применение аквадага с лаком КО-815. При этом коэффициент отражения составлял 0,7%. Один лак КО-815 дает отражение 1,3%. Подобные покрытия позволяют использовать прибор МЗ-24 на волне 10,6 мк без дополнительной погрешности. Падающее излучение может достигать плотности 100 вт/см². При больших плотностях покрытие на основе лака КО-815 начинает разрушаться.

В диапазоне 0,4—3,5 мк поглощающая способность поврежденной приемной поверхности калориметра восстанавливается чернением ее мягким карандашом. На волне $\lambda=10,6$ мк этот

образ действия обеспечивает коэффициент отражения 7%, что связано с дополнительной погрешностью порядка 5%. Последняя во многих случаях искупается легкостью восстановления поврежденной приемной поверхности.

Сделана попытка определить характер отражения от поглощающей поверхности. С этой целью калориметр освещался маленьким пятном диаметром 1 мм, затем измерялся коэффициент поглощения в зависимости от смещения пятна от оси калориметра. На рис. 1 приведены результаты таких измерений, проведенных на волнах 0,63, 3,39, 10,6 мк над разными калориметрами. Сплошные линии представляют собой взятые из работы [3] расчетные значения коэффициента поглощения конусного калориметра с диффузно отражающей поверхностью. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что стенки отражают в ос-

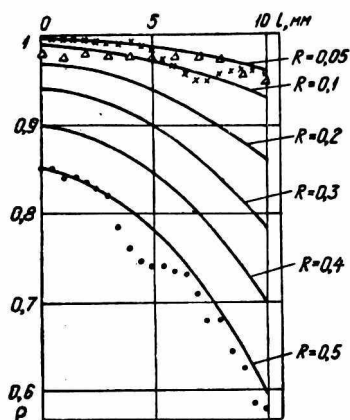


Рис. 1. Зависимость коэффициента поглощения конуса ρ от места попадания луча; R — коэффициент отражения стенок конуса.

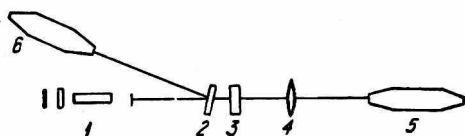


Рис. 2. Зонные характеристики.

новом диффузно. Отступления от теоретических кривых можно объяснить присутствием в отраженном свете небольшой зеркальной компоненты, а также неоднородностью покрытия.

Эксплуатируя прибор, необходимо знать, как изменяются его показания в зависимости от диаметра пучка, от места попадания луча в конус, от плотности излучения. Для проверки этих параметров была собрана схема, изображенная на рис. 2.

Луч лазера 1 проходит через делительную пластину 2, фильтр 3, линзу 4 и поглощается приемной головкой 5 исследуемого прибора. Часть света, отраженная пластинкой 2, поступает в головку 6 контрольного прибора. Режим работы лазера 1 поддерживается неизменным. Для исключения случайных уходов уровня мощности лазера определялось отношение γ показания исследуемого прибора к показаниям контрольного прибора. Изменение энергии, падающей на испытуемый прибор, достигалось с помощью жидкостного фильтра 3.

Исследование зависимости показаний прибора от диаметра луча проводилось на длине волны $\lambda = 1,06$ мк. Головка исследуемого прибора выставлялась далеко за фокусом линзы 4, а затем постепенно приближалась к нему. Производилось измерение диаметра луча и энергии, поглощенной калориметром. Показания исследуемого прибора не зависят от диаметра луча, если входная аппаратура головки прибора не ограничивает луч.

Зависимость показаний прибора МЗ-24 от места попадания луча в конус снималась путем перемещения головки исследуемого прибора перпендикулярно лучу. Показания прибора практически не зависят от места попадания луча в конус. Диаметр луча можно определить по протяженности спада кривой. Он составляет примерно 4 мм, что превышает величину, которая следует из размера пятна, оставленного лучом на копировальной бумаге.

Протяженность спадов в значительной степени объясняется изменением коэффициента отражения конуса от места попадания луча на длине волны $\lambda = 10,6$ мк. Учет коэффициента отражения в соответствии с рис. 1 приводит к выравниванию зонной характеристики. Неравномерность зонной характеристики на $\lambda = 10,6$ мк зависит в основном от коэффициента отражения приемной поверхности калориметра.

При измерении энергии импульсов возможны повреждения калориметра или его покрытия. Представляют интерес дополнительные погрешности, которые могут при этом возникнуть.

Для импульсов длительностью 100 нсек покрытие конуса начинает разрушаться при плотностях излучения больше 10^6 вт/см². Искажение результатов измерения наблюдается в том случае, если поврежденное покрытие занимает значительную часть поверхности конуса или если узкий луч падает в вершину конуса, которая имеет радиус закругления, сравнимый с диаметром луча. После каждого чернения карандашом показания прибора восстанавливаются. С каждым следующим импульсом показания уменьшаются, что свидетельствует о постепенном разрушении покрытия. Затем показания достигают стационарного уровня и дальнейшее разрушение покрытия прекращается. Максимальное уменьшение показаний в результате последовательных испытаний в наших опытах достигало 15%. Уменьшения показаний не наблюдалось, если узкий луч падал на боковую поверхность конуса даже вблизи его основания. Последнее можно объяснить, если предположить, что очищенная лучом приемная поверхность конуса отражает в основном зеркально.

При больших интенсивностях света результаты измерения могут исказиться из-за возникающего испарения материала конуса. Чтобы оценить этот эффект, наблюдали показания при-

бора на четырех уровнях плотности мощности p по схеме, изображенной на рис. 2. Измерения проводились на длине волны $\lambda = 1,06$ мк. Длительность импульсов излучения τ составляла 100 нсек. Для каждого уровня мощности делалось два измерения. Первое γ_1 , когда излучение фокусировалось на боковой поверхности конуса, второе γ_2 , когда луч падал на большую часть поверхности. Отношения $\beta = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$ отработаны по методу наименьших квадратов в предположении параболической зависимости β от p . Погрешность из-за испарения материала, равная 2%, наступает при плотностях $3 \cdot 10^7$ вт/см². Поскольку условия опыта отвечают началу испарения материала калориметра, допустимая плотность для импульсов длительностью τ сек будет равна $\frac{10^4}{\sqrt{\tau}}$ вт/см² [4]. Имея в виду погрешность определения размера пятна и некоторый произвол в выборе зависимости $\beta(p)$ и допустимого предела изменения β , совпадение этой величины с теоретическим значением, равным $\frac{1,5 \cdot 10^4}{\sqrt{\tau}}$ вт/см², следует считать хорошим.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. И. Боровицкий. Калориметрический измеритель средней мощности и энергии типа МЗ-24. «Импульсная фотометрия», сб. 2, Изд-во «Энергия», Л., 1972.
2. ОСТ4.ГО 014.000. Покрyтия металлические и неметаллические (неорганические).
3. Р. А. Валитов, Н. Г. Кокодий, А. В. Кубарев, В. М. Кузьмичев, А. Я. Лейкин, Б. Н. Морозов, А. С. Обухов. Измерение характеристик оптических квантовых генераторов. Изд-во комитета стандартов, мер и измерительных приборов, М., 1969.
4. С. И. Анисимов, Я. А. Имас, Г. С. Романов, Ю. В. Ходыко. Действие излучения большой мощности на металлы. Изд-во «Наука», М., 1970.