

РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЯ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В настоящее время существует ряд способов измерения мощности лазерного излучения (фотоэлектрический, термоэлектрический, пироэлектрический). Преимущество фотоэлектрического способа перед остальными заключается в том, что можно наблюдать изменение мощности излучения со временем. Однако измерение большой мощности излучения является сложной технической задачей. При этом прямое измерение с помощью фотодетектора невозможно, в связи с лучевым повреждением этого прибора. Поэтому для уменьшения поверхностной плотности мощности, лазерное излучение направляется в интегрирующий объем, обеспечивающий высокую однородность освещенности внутри него.

В существующих измерителях мощности используются интегрирующие сферы, в которых есть отверстия для ввода и вывода излучения и его регистрации с помощью фотодетектора (см. рис. 1). Внутреннее покрытие таких сфер представляет собой термопластик, имеющий высокий коэффициент отражения (99%) и диффузное отражение падающего луча. Такие приборы выпускаются рядом фирм, однако даже самые лучшие образцы приборов имеют ограниченный срок службы, в связи с разрушением внутреннего покрытия со временем, при измерении излучения больших мощностей. Поэтому необходимо исследовать возможность изготовления аналогичного прибора с другим покрытием.

Целью данной работы является исследование ряда вопросов, связанных с использованием новой технологии изготовления интегрирующих объемов, обеспечивающих более длительный срок службы прибора. Этот эффект может быть достигнут за счет использования в качестве отражающего материала тонкого слоя сверхчистого кварца, структура которого обеспечивает получение высокого ламбертовского коэффициента отражения (>99%). В настоящее время эта технология используется для изготовления отражателей твердотельных лазеров. В связи с тем, что технологически наиболее просто наносить покрытие на плоские поверхности, предполагается создать интегрирующую полость в виде параллелепипеда.

На первом этапе необходимо провести расчеты, позволяющие оценить влияние размеров параллелепипеда и входного отверстия на равномерность распределения интенсивности излучения внутри объема, а также в месте расположения фотодетектора.

Для проведения расчетов использовались приближенные методы вычисления с помощью компьютера в программе TracePro v.3.3.7 Expert, которая дает возможность задавать произвольный объем, с указанием типа и характеристик нанесенного покрытия на его поверхности. Также эта программа позволяет создавать источник излучения с различными характеристиками (мощность излучения, длина волны излучения, закон, по которому происходит излучение и т.д.) Исходя из того, что, в существующих измерителях мощности, известны характеристики излучения внутри интегрирующей сферы, для отладки программы использовались расчеты для сферического объема.

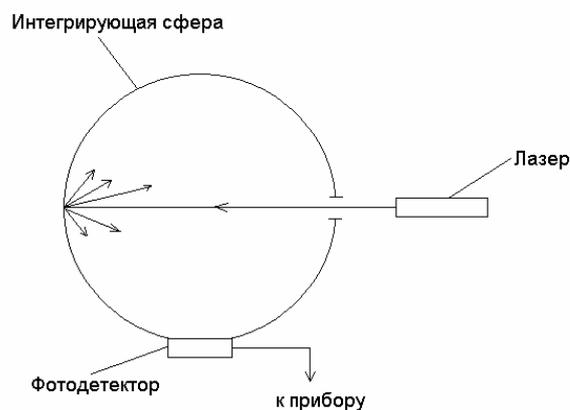


Рис. 1. Схема измерителя мощности излучения

Чтобы оценить, как влияет положение входного луча по отношению к сфере на равномерность распределения интенсивности внутри объема, были проведены соответствующие расчеты при разных углах отклонения луча, а также различных диаметрах входного отверстия. Графики этих зависимостей приведены на рис. 2.

Из приведенных зависимостей видно, что средняя интенсивность излучения практически не зависит от положения луча на входе в сферу, следовательно, нет необходимости в изготовлении системы точной юстировки положения луча. С другой стороны средняя интенсивность излучения существенно зависит от размера входного отверстия, и при его увеличении она уменьшается. Поэтому возникла необходимость исследовать влияние размера входного отверстия на интенсивность распределения излучения в месте расположения фотодетектора. График этой зависимости показан на рис. 3.

Из графика этой зависимости видно, что при увеличении размера входного отверстия, средняя интенсивность излучения в месте расположения фотодетектора уменьшается, вследствие увеличения количества выходящих из сферы лучей. При уменьшении размера входного отверстия, кривая на графике переходит в насыщение. Это происходит потому, что количество вышедших лучей оказывается пренебрежимо малым, и не оказывает существенного влияния на распределение интенсивности. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что выбор размера входного отверстия необходимо делать вблизи того участка, где кривая переходит в насыщение, чтобы получить наиболее точные результаты.

Характеристики излучения для интегрирующей сферы, полученные с помощью программы TracePro v.3.3.7 Expert, совпадают с характеристиками излучения для существующих приборов. Следовательно, теоретический расчет параметров излучения для интегрирующего объема, имеющего форму параллелепипеда, будет с такой же точностью близок к действительности.

На следующем этапе была рассчитана зависимость среднего значения интенсивности излучения от объема параллелепипеда, которая показала, что интенсивность уменьшается, при увеличении объема. Также было исследовано влияние угла входа луча на равномерность распределения интенсивности внутри параллелепипеда. Как и в случае со сферой это влияние оказалось пренебрежимо малым.

В результате проведенных теоретических расчетов, выяснилось, что использование параллелепипеда в качестве интегрирующего объема позволяет производить хорошее выравнивание световых потоков по всей внутренней поверхности, а также малую чувствительность распределения излучения при значительных угловых колебаниях положения луча. Следовательно, использование интегрирующего параллелепипеда при измерении мощности излучения позволяет получить результаты, практически не отличающиеся от случая со сферой. Причем интегрирующий объем, состоящий из плоских поверхностей, изготовить гораздо проще, чем сферический.

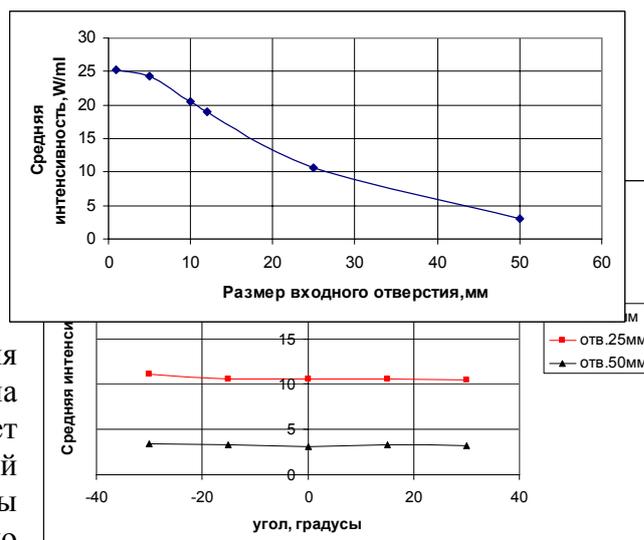


Рис. 2. Зависимость средней интенсивности от угла входа луча в сферу

Рис. 3. Зависимость средней интенсивности от размера входного отверстия

