

УДК 535.016

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ИМПУЛЬСОВ, ФОРМИРУЕМЫХ СВЕТОВОДНЫМ КОНДЕНСАТОРОМ ИЗЛУЧЕНИЯ

Хан В.А., – к.ф.-м.н.

*ЗАО “Научно-образовательное предприятие
“Центр современных технологий””*

В статье предложена схема световодного конденсатора длительности импульса оптического излучения. Представлены результаты расчета мощности импульсов оптического излучения, формируемых световодным конденсатором из непрерывного потока.

Зачастую для формирования мощного оптического излучения генерируют импульсы, которые затем усиливают в оптической форме. При этом максимальная амплитуда усиливаемых импульсов ограничивается подводимой к усилителю электрической энергией. Для формирования импульсов из непрерывного излучения его модулируют (например, прерывают заслонкой). При этом теряется часть энергии излучения.

Разработан световодный конденсатор, позволяющий формировать импульсы излучения из непрерывного потока. При этом максимальная часть энергии преобразуется в поток импульсов.

Для накопления и кратковременного хранения энергии импульсного оптического излучения могут быть использованы замкнутые световодные контуры. На рис. 1 приведена принципиальная схема одного из вариантов такого накопителя энергии. Замкнутый световодный контур сформирован в виде кольца (полого цилиндра) из оптически прозрачного материала. По торцам световодный контур имеет небольшие завалы кромки внешнего обода кольца, которые способствуют концентрации энергии в его экваториальной части.

Радиальное распределение показателя преломления в поперечном сечении световодного контура имеет переменное значение, что позволяет

поток оптического излучения, вводимый под некоторым углом к радиусу из внутренней области, направлять под малым углом к касательной внешнего контура кольца. При этом оптическое излучение может распространяться в световодном контуре, за счет многократного полного внутреннего отражения от внешней поверхности, внутри световодной области до полного ослабления. Так как поток оптического излучения за один оборот по замкнутому контуру может ослабевать незначительно (для кварца, используемого в оптических волокнах – 0,2 дБ/км), то через некоторый момент времени одновременно будут распространяться пучки, прошедшие трассы разных длин и отличающиеся по мощности. Происходит накопление оптического излучения. С каждым новым оборотом оптического излучения накапливаемая внутри световода энергия возрастает до тех пор, пока его суммарные потери в замкнутом контуре меньше мощности входного излучения.

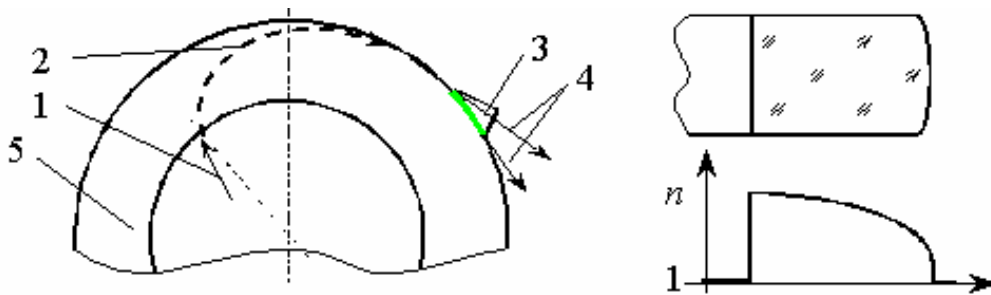


Рис. 1. Траектория луча и распределение показателя преломления по поперечному сечению световодного контура. 1 – поток исходного излучения, 2 - траектория оптического излучения, 3 - устройство вывода, 4 - выходное излучение, 5 – световодный контур.

Были проведены расчеты процесса накопления энергии в таком контуре. Величину потерь мощности определяли из закона Бугера $I = I_0 \exp(-\alpha \times l)$, где $l = n \times L$, n – количество оборотов излучения, L – внешний периметр кольца. Величину I_0 принимали равной значению 100.

На рис. 2 приведен график зависимости числа оборотов излучения внутри цилиндра радиусом 5 см, необходимого для достижения скорости увеличения энергии до значения менее 1 % от входной мощности, от

коэффициента ослабления материала световодного контура (при этом мощность потока потерь составляет 99% от входной мощности). Расчетные данные, приведенные на рис. 2 показывают, что число оборотов, которые проходит поток оптического излучения до момента времени, когда значение суммарных потерь сравниваются со входной мощностью, зависит от коэффициента ослабления материала и внешнего радиуса кольца.

На рис. 2 приведена зависимость предельного значения мощности оптического излучения в замкнутом контуре от его радиуса и коэффициента ослабления материала световода. Из этого рисунка следует, что при использовании цилиндра радиусом 3 см из материала с коэффициентом ослабления $0,002 \text{ м}^{-1}$ суммарная мощность излучения в контуре в 2600 раз превышает мощность входного потока.

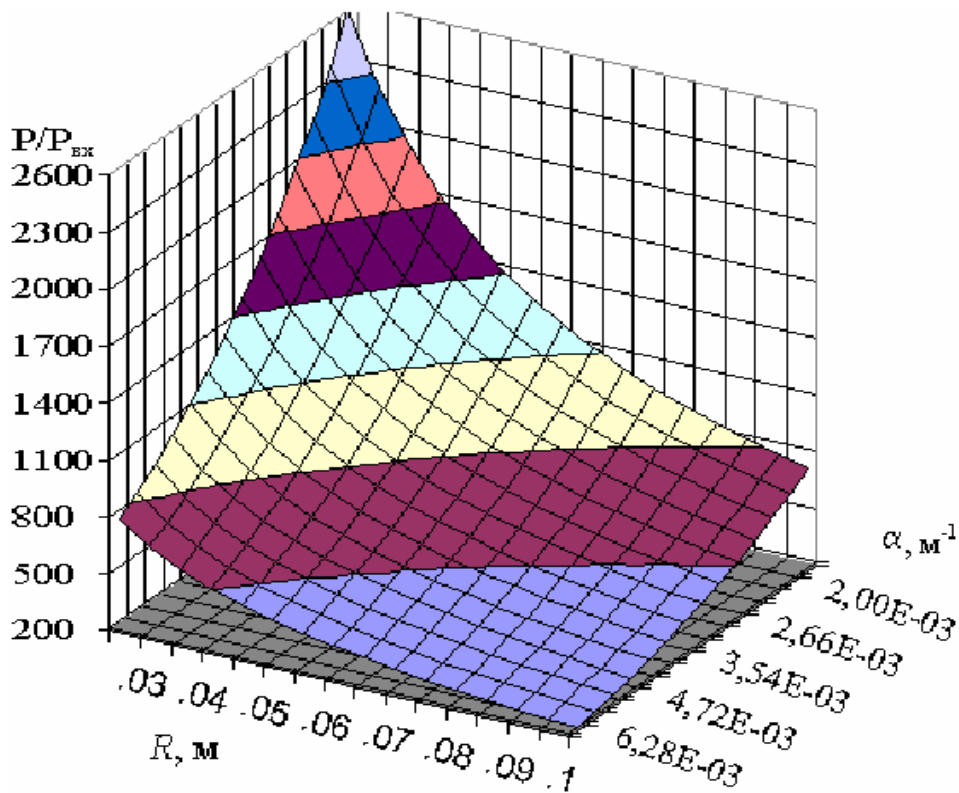


Рис. 2. Зависимость уровня накапливаемой энергии от радиуса кольца и коэффициента ослабления материала световодного контура.

Одним из основных вопросов, который необходимо решать при конструировании такого конденсатора мощности оптического излучения, является формирование выходного окна. Для этого могут быть

использованы электрооптические материалы, изменяющие показатель преломления в зависимости от величины приложенного напряжения.

Эффективным устройством для вывода оптического излучения может служить световодный стержень треугольной формы, приводимый периодически в соприкосновение с одной из образующей на внешней поверхностью световодного контура. Каждый механический контакт приводит к высвечиванию всей энергии оптического излучения за время, необходимое для прохода свету по периметру цилиндра, в световодный стержень. При этом время, необходимое для достижения скорости накопления энергии до достаточно малого значения, заведомо меньше времени цикла колебательного движения световодного стержня.

Вывод: может быть сформирован световодный конденсатор длительности импульсов оптического излучения; мощность выходных импульсов определяется коэффициентом потерь на одном обороте по замкнутому контуру светового луча.

1. ПМ РФ 12251. МПК G01N15/02. 1999. Устройство для регистрации полной индикатрисы рассеяния

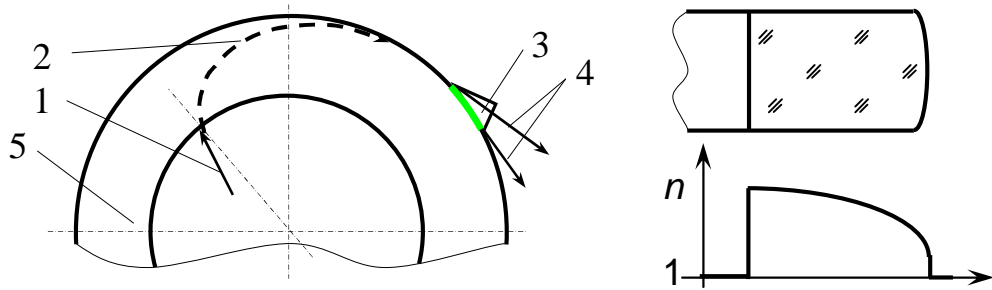


Рис. 1. Траектория луча и распределение показателя преломления по поперечному сечению световодного контура. 1 – поток исходного излучения, 2 - траектория оптического излучения, 3 - устройство вывода, 4 - выходное излучение, 5 – световодный контур.

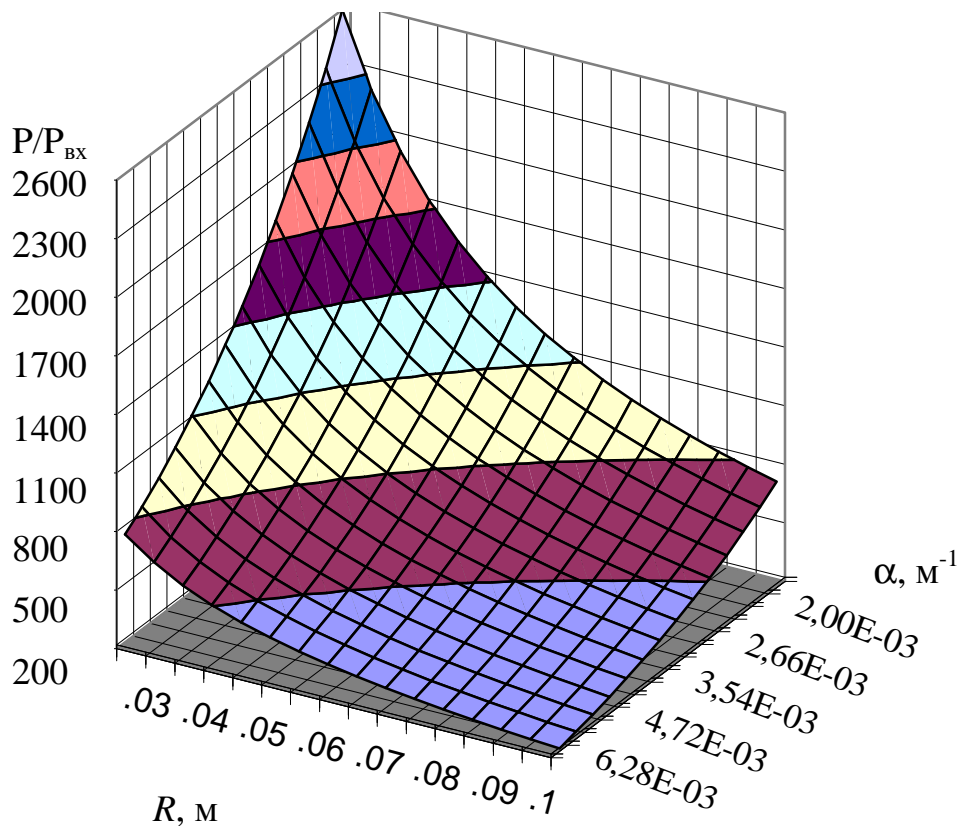


Рис. 5.8. Зависимость уровня накапливаемой энергии от радиуса кольца и коэффициента ослабления материала световодного контура.