

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

ИНИЦИИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ В ПОЛУПРОЗРАЧНОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ СОПРЯЖЕННОГО ТЕПЛООБМЕНА

¹Овчинников Е.Н., ²Князева А.Г.

¹Томский государственный университет, Томск

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Сопряженные задачи теплопроводности представляют большой практический интерес. Например, результаты исследования таких задач могут быть использованы для решения проблем, возникающих при обработке материалов, в строительстве, при изучении пожаровзрывобезопасности и во многих других областях.

В настоящей работе исследуем процесс нагрева трехслойного образца лазерным излучением. При этом будем считать, что среднем слое находится энергетический материал (ЭМ). В зависимости от оптических свойств границ раздела и оптических свойств слоев ситуация может быть разной, что приведет к различным закономерностям в инициировании реакции.

Будем полагать, что общая толщина слоя ЭМ и пластин намного меньше размера образца в направлениях, перпендикулярных оси Oz , а излучение лазера, падающее слева, однородно распределено вдоль поверхности, которая считается плоской. Тогда нашу задачу можно будет рассматривать, как одномерную (Рис. 1).

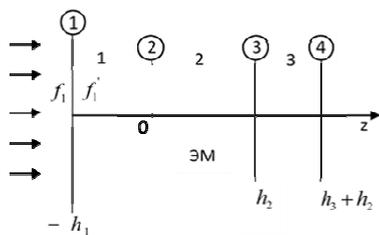


Рис.1. Иллюстрация к постановке задачи

Математическая постановка задачи включает уравнения теплопроводности для каждого слоя с источниками, связанными с внешним нагревом и химической реакцией в среднем слое, уравнение кинетики для среднего слоя и граничные условия.

Задача решается численно. Показано, что если излучение лазера падает слева, а средний слой слабопрозрачен, то поглощение энергии

происходит вблизи границы $z = 0$, т.е. в окрестности границы между первым слоем и ЭМ. В этом случае инициирование реакции также происходит вблизи границы $z = 0$ (рис. 2), что отражается на характере температурных кривых. В другой ситуации (прозрачного ЭМ и непрозрачной границы $z = h_2$) инициирование реакции возможно вблизи именно этой границы. Возможны и другие ситуации в зависимости от теплофизических, оптических свойств слоев и от химических свойств ЭМ.

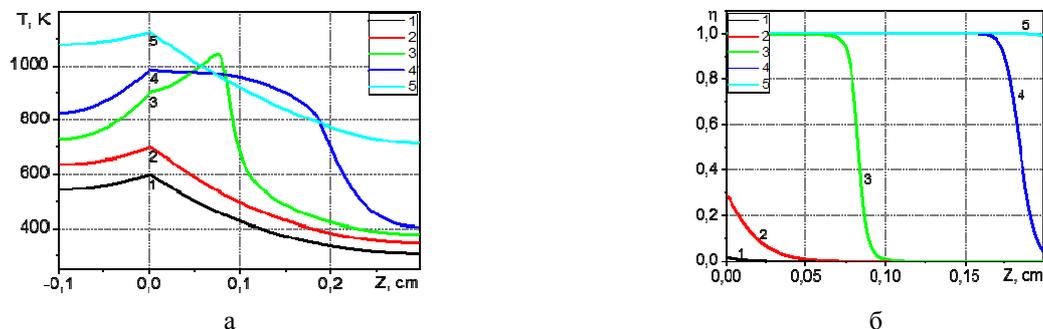


Рис. 2. Распределения температуры (а) и степени превращения (б) для варианта 1 в разные моменты времени: 1-0,75с, 2-1,05с, 3-1,25с, 4-1,35, 5-1,85с

1. Князева А.Г., Зарко В.Е. Особенности нагрева лазерным излучением полупрозрачного материала, помещенного между стеклянной и металлической пластинами // Известия ВУЗов. Физика. – Т. 57 – №9/3. – 2014. С. 71–75.

2. Князева А.Г., Зарко В.Е. Инициирование разложения полупрозрачной смеси энергетических материалов импульсом лазерного излучения // Физика горения и взрыва, 2018, Т.54, № 1.С.97-105.