

В.Р. Соболев, П.Н. Гоман (Беларусь)

ПАРАМЕТРЫ РАЗОГРЕВА НЕКОТОРЫХ СРЕД ИНТЕНСИВНЫМ РАДИАЦИОННЫМ ПОТОКОМ ЭНЕРГИИ

Представлены результаты экспериментального моделирования процесса воздействия радиационного потока энергии на лесной материал в составе мха, лишайника, хвои. Выявлена взаимосвязь интенсивности излучения с температурой, достигаемой веществом, что может быть полезным при оценке устойчивости напочвенного покрова к воспламенению.

В тепловых задачах по исследованию скорости прогревания горючих материалов встречаются ситуации, когда необходимо отслеживать динамику изменения температуры материала, облучаемого радиационными потоками энергии [1]. При наличии определённого количества влаги в среде стойкость к возгоранию, как известно, определяется скоростью высушивания, причём скорость потери влаги зависит от температуры материала. В докладе представлены результаты моделирования воздействия радиационного потока различной интенсивности на типичные лесные материалы наземной группы с близкими тепловыми параметрами, включая мох, лишайник, опад хвои, древесину. При радиационном облучении перечисленных материалов установлена корреляция между плотностью энергетического потока и достигаемой температурой в условиях, близких к термодинамическому равновесию излучения и нагретого образца.

Исследование устойчивости горючего материала к разогреву проводилось с целью оценки взаимосвязи между плотностью радиационного потока энергии и температурой материала [2]. Суть эксперимента заключалась в контроле температуры материала посредством измерителя-регулятора "Сосна-003" в зависимости от величины и длительности воздействия потока энергии. Исследуемые образцы представляли собой слои испытуемых материалов толщиной 0,03 м, которые размещались внутри асбестового кольца диаметром 0,1 м, расположенного на асбестоцементном листе толщиной 0,01 м. В нескольких точках по глубине образца (0,005 м, 0,015 м, 0,025 м от облучаемой поверхности) были зафиксированы термопарные датчики.

Установлено, что при воздействии радиационного потока с плотностью 5-20 кВт/м² температура облучаемого образца из мха, лишайника, опада хвои зависит от количества влаги в большей степени, чем от вида материала. Указанному диапазону варьирования интенсивности отвечает разброс значений прироста температуры в установившемся режиме на глубине 0,015 м в пределах 30-260 °С (рис. 1). Как видно из рис. 1, при незначительном увлажнении материала его прогрев на первоначальной стадии происходит несколько медленнее, чем для более увлажнённого образца. Причиной этого может быть большая уплотнённость материала и как след-

ствии меньшее количество воздуха между стебельками мха, что, вероятно, замедляет процесс его разложения на газообразные продукты при плотности потока 5 кВт/м^2 . Однако с увеличением плотности потока менее увлажнённый слой начинает прогреваться быстрее, чем слой с большим содержанием влаги.

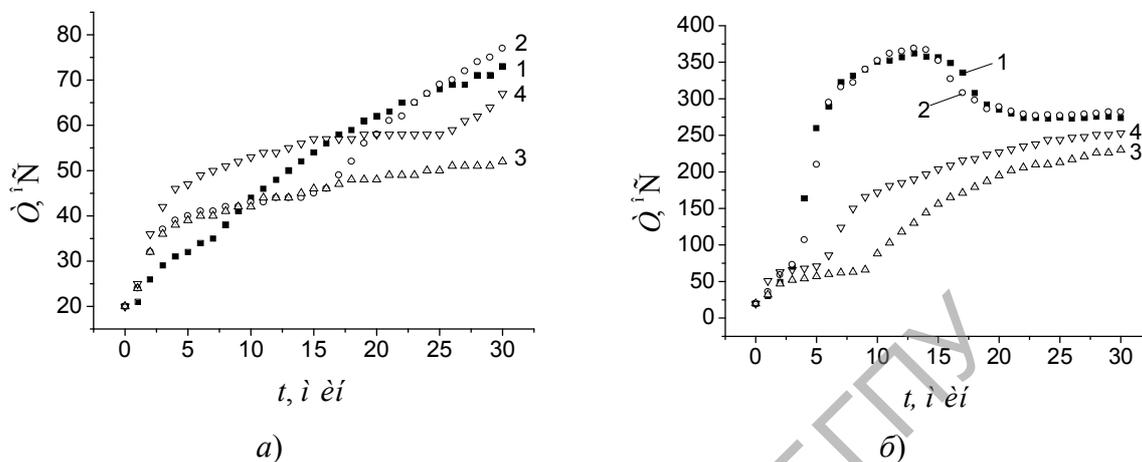


Рис. 1. Температура мха на глубине 0,015 м при воздействии радиационного потока с плотностью: а – 5 кВт/м^2 ; б – 15 кВт/м^2 ; при влажности материала w : 1 – 10 %, 2 – 40 %, 3 – 150 %, 4 – 300 %; толщина и плотность слоя мха 0,03 м и 50 кг/м^3 соответственно

При незначительном содержании влаги ($\leq 40\%$) и воздействии потока большей плотности (15 кВт/м^2) сперва наблюдается резкий рост температуры, сопровождающийся обильным испарением имеющейся влаги, после чего наступает спад температуры и её выход на стабилизированный уровень. Для более увлажнённых образцов воздействие такого теплового потока, видимо, недостаточно для начала процесса обильного испарения влаги, и температура вещества изменяется плавно без скачков. Однако на начальной стадии прирост температуры замедлен, что, вероятно, связано с испарением имеющейся между волокнами воды. Как видно, наблюдающиеся на рис. 1 участки стабилизации температуры уменьшаются с увеличением плотности потока. Отношение интенсивности потока к приросту температуры материала и его толщине, как показатель теплоотвода, изменяется в зависимости от влажности и плотности горючего материала (рис. 2). Так при воздействии потока с интенсивностью 5 кВт/м^2 материал с влажностью 150 % обладает наихудшими теплопроводящими свойствами, что может быть связано с высоким содержанием влаги и большей утрамбованностью горючего слоя, в сравнении с образцами с влажностью 300 %. Прирост температуры в образцах с влажностью 10 % и 40 % отличается незначительно, и с увеличением плотности радиационного потока энергии все более отчетливой становится линейная зависимость коэффициента теплоотвода от влажности. Так при воздействии потока с плотно-

стью 5 кВт/м^2 коэффициент теплоотвода при стабилизации температуры в материале с влажностью 150 % и 40 % составляет $5200 \text{ Вт/(м}^3 \text{ °С)}$ и $2980 \text{ Вт/(м}^3 \text{ °С)}$ соответственно, то есть отличается в 1,74 раза. При трёхкратном увеличении плотности потока указанные коэффициенты различаются в 1,24 раза.

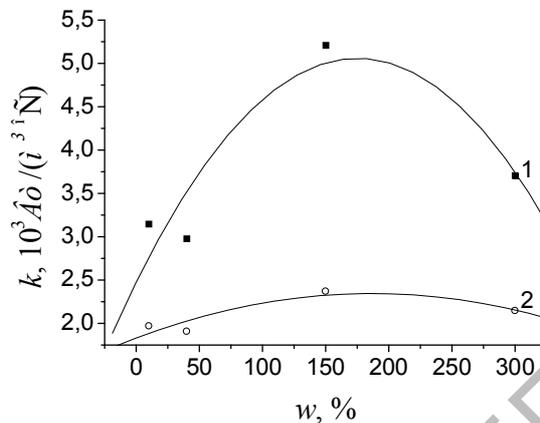


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплоотвода от влажности мха при плотности лучистого теплового потока q : 1 – 5 кВт/м^2 ; 2 – 15 кВт/м^2 ; толщина и плотность слоя мха $0,03 \text{ м}$ и 50 кг/м^3 соответственно; символы – эксперимент, кривые – аппроксимация

Выводы. Установлена кинетика разогрева горючего материала в составе мха, лишайника, хвои сосны при воздействии радиационного потока с интенсивностью до 20 кВт/м^2 . Температура в слое испытуемого материала толщиной $0,03 \text{ м}$, находящегося на теплоизолирующей подложке, обнаруживает в зависимости от его плотности и содержания влаги немонотонный характер с участками стабилизации температуры, положение которых определяется скоростью удаления влаги. Коэффициент теплоотвода, как отношение интенсивности потока к приросту температуры и толщине образца, обнаруживает немонотонную зависимость в функции влажности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Ф11М-005), а также в рамках подпрограммы "Кристаллические и молекулярные структуры" ГПНИ "Функциональные и машиностроительные материалы, наноматериалы" 1.14 на 2011-2013 годы.

Литература

1. Валуев В.Е., Мешик О.П. Современные подходы к оценке температурных воздействий на конструкции зданий и сооружений // Вестник Бр.ГТУ. Сер. Водохоз. строит-во, теплоэнергетика и геоэкология. 2010. № 2. С. 62-65.
2. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость: ГОСТ 30402–96. Минск: Межгос. научно-техническая комиссия по стандартиз., техническому нормир. и сертиф. в строит-ве, 1996. 31 с.