

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА
2009 г.**

**ВЫП. II
ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2010

ЗАЖИГАНИЕ ТОРФА ПРИ ПОМОЩИ ИНТЕНСИВНОГО ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Е.Л. ЛОБОДА

Проведено экспериментальное исследование зажигания слоев из разных сортов торфа (характерных для болот Томской области и болот в районе г. Эдинбург (Великобритания)) под воздействием интенсивного теплового излучения. Установлены критические значения энергии зажигания торфа. Получена зависимость температуры поверхности торфа от времени в момент воздействия интенсивного теплового излучения и в последующие отрезки времени при распространении фронта пожара.

PEAT IGNITION UNDER INFLUENCE OF INTENSIVE THERMAL RADIATION

E.L. LOBODA

The experimental research of different peat types ignition (characteristic for bogs of Tomsk area and bogs in area Edinburgh (the Great Britain)) under influence of intensive thermal radiation is made. Critical values of energy of peat ignition are established. Dependence of temperature on time of a peat surface during the moment of influence of intensive thermal radiation and in the subsequent intervals of time at distribution of front of a fire is received.

Торфяные пожары являются довольно распространенным природным явлением. Тушение торфяных пожаров – это трудоемкая и сложная задача. Значительная часть севера Западной Сибири покрыта болотами, на территории которых проходят нефте- и газопроводы. Аварии и техногенные катастрофы на трубопроводах зачастую происходят при усиленном горении углеводородов, которое сопровождается интенсивным тепловым излучением и вызывает торфяные пожары.

Под действием теплового излучения происходит высушивание слоя торфа и его возгорание. В зависимости от интенсивности теплового излучения возможно протекание процесса воспламенения в пламенном или тлеющем режиме. Пламенный режим воспламенения характеризуется интенсивной газификацией и выгоранием прогретого слоя, далее в зависимости от плотности и длительности воздействия теплового потока возможно прекращение распространения фронта торфяного пожара или переход его в режим тлеющего горения. На сегодняшний день существуют математические модели торфяных пожаров [1–2], но при этом экспериментально зажигание торфа крайне мало изучено.

В настоящей работе приводятся результаты экспериментальных исследований по зажиганию слоя торфа. Образцы торфа были взяты в районе поселков Плотниково и Белый Яр Томской области и г. Эдинбург (Великобритания). Для исследования брались вершинные слои торфа с глубиной залегания до 40–50 см. Зажигание производилось путем подачи интенсивного теплового излучения на установке радиационного нагрева «Уран-1» [3], где в качестве источника лучистой энергии использовалась ксе-

ноновая лампа высокого давления ДКСР-10000 (10 кВт), лучистый поток от которой фокусировался на поверхности исследуемого образца. Диаметр сфокусированного потока составлял около 20 мм. При этом варьировались интенсивность излучения, его продолжительность, начальное влагосодержание образцов торфа. Продолжительность подвода лучистого потока энергии изменялась механическим способом и фиксировалась при помощи тепловизора JADE J530SB при частоте съемки 100 кадров в секунду. Плотность лучистого теплового потока в месте расположения исследуемых образцов перед каждой серией опытов и для контроля в ходе серии измерялась калориметром, приемная поверхность которого была покрыта ламповой сажей. Относительная погрешность измерений плотности теплового потока не превышала 10 %.

Под зажиганием торфа по методу «да–нет» [4] понималось устойчивое распространение фронта горения внутри образца в течение 20 минут после прекращения подвода лучистого теплового потока. Момент начала пламенного режима горения торфа фиксировался при помощи тепловизора. Распространение фронта пожара контролировалось визуально и при помощи тепловизора.

В результате экспериментов было выявлено, что критические энергии зажигания как по началу пламенного режима горения, так и по методу «да–нет» для образцов торфа разной глубины залегания из одного района полностью совпадают. Для образцов торфа из другого района Томской области при больших значениях лучистого теплового потока, несмотря на появление пламенного режима горения, тления не наступало. Наблюдалось лишь появление ожога поверхности. Очевидно, что в этом случае тепловой поток не успевал прогреть образец на достаточную для устойчивого распространения фронта пожара в режиме тления глубину.

Следует заметить, что при оценке энергии зажигания, как правило, используют поглощенную величину теплового потока $q_s = q(1 - R)$, где R – коэффициент отражения; q – падающий тепловой поток. Из практических соображений в данной работе использовались значения падающего теплового потока и, соответственно, подведенной энергии.

Следует отдельно отметить, что при облучении образца торфа из района г. Эдинбург тепловым потоком 71 Вт/см^2 пламенный режим горения наступил лишь в трех случаях из десяти экспериментов, а во всех экспериментах, где наступало тление, оно носило затухающий характер и постепенно прекращалось, поэтому горение образца торфа из района г. Эдинбург по методу «да–нет» в целом можно считать, что не наступало, хотя горение и поддерживалось относительно длинный отрезок времени.

На рис. 1 изображена зависимость времени экспозиции от плотности теплового потока в логарифмических координатах. Очевидно, что в данном случае имеется линейная зависимость, а пламенный режим горения торфа является искусственным и достигается только при постоянном подводе извне достаточной для поддержания интенсивного процесса пиролиза торфа тепловой энергии. Поэтому наибольший интерес в практическом смысле имеет критическая величина энергии зажигания по методу «да–нет».

Температура поверхности образца торфа изображена на рис. 2. До момента появления пламенного режима горения торфа идет повышение температуры поверхности торфа, сопровождающееся интенсивным пиролизом. После воспламенения продуктов пиролиза наблюдается еще некоторое повышение температуры поверхности торфа, которое прекращается в момент прекращения подачи потока тепловой энергии. После этого температура поверхности начинает достаточно интенсивно снижаться, пламенный режим горения исчезает, что связано с отсутствием достаточного количества продуктов пиролиза, и горение переходит в режим тления с температурой около 500 К.

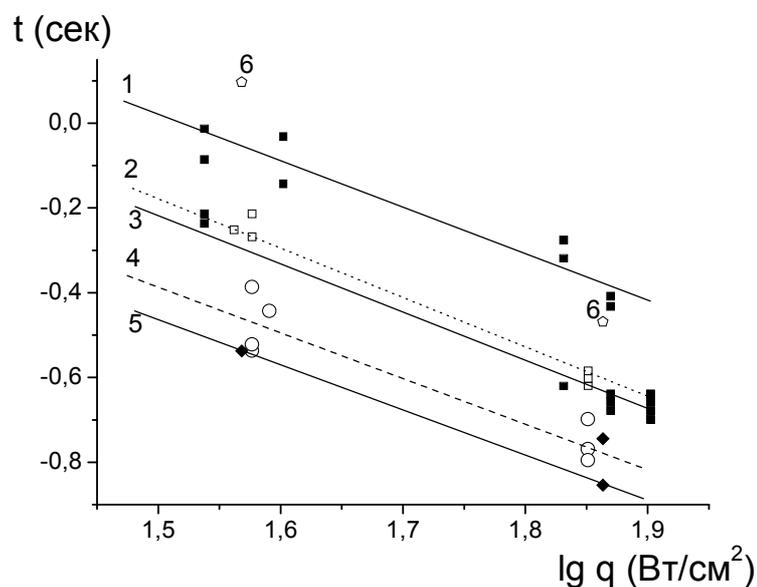


Рис. 1. Зависимость времени экспозиции от плотности теплового потока в логарифмических координатах:

- 1 – образец № 1, 2, $w=8,6\%$, воспламенение по методу «да-нет»;
- 2 – образец № 1, 2, $w=0\%$, воспламенение по методу «да-нет»;
- 3 – образец № 1, 2, $w=8,6\%$, воспламенение по наступлению пламенного режима горения;
- 4 – образец № 1, 2, $w=0\%$, воспламенение по наступлению пламенного режима горения;
- 5 – образец № 3, $w=0\%$, воспламенение по наступлению пламенного режима горения точки;
- 6 – образец № 3, $w=0\%$, воспламенение по методу «да-нет»

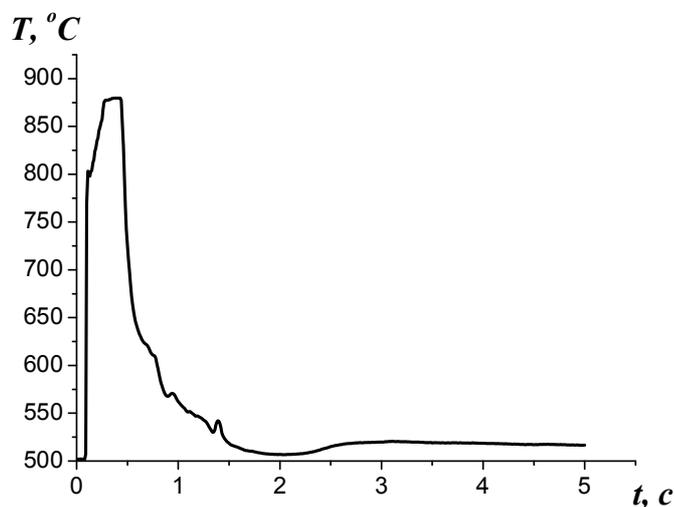


Рис. 2. Температура поверхности образца торфа в ходе эксперимента

В настоящей работе исследован процесс зажигания торфа лучистым тепловым потоком. Найдены критические значения энергии зажигания по двум параметрам: по пламенному режиму горения, который носит искусственный характер, и по устойчивому тлению, которое является естественным режимом горения торфа. Найдена зависимость температуры поверхности торфа от времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гришин А.М.* Моделирование и прогноз катастроф. Томск, 2003. Ч. 1.
2. *Гришин А.М.* Общие математические модели лесных и торфяных пожаров и их приложения // Успехи механики. 2002. Т. 1, № 4. С. 41–89.
3. *Лопатина Г.Г., Сасоров В.П., Спицын Б.В., Федосеев Д.В.* Оптические печи. М., 1969.
4. *Baer A.D., Ryan N.W.* An approximate but complete model for the ignition response of solid propellants // AIAA Journal. 1968. Vol. 6 (May). P. 872–877.