

6. Высокоморная О.В., Высокоморный В.С., Стрижак П.А. Оценка влияния конструкции конденсаторных установок автономных источников энергоснабжения на надежность их работы // Энергобезопасность и энергосбережение, 2014. – № 1. – С. 25 - 30.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ЛЕСНЫХ МАССИВАХ ВБЛИЗИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К.Ю. Вершинина, А.О. Жданова, Д.Б. Мирнов

Научный руководитель профессор П.А. Стрижак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Известно [6], что районы нефтегазового комплекса Западной Сибири покрыты сосновыми и березово-осиновыми насаждениями. В настоящее время задача охраны лесов от пожаров является весьма актуальной во всем мире [5]. Как правило, полная ликвидация лесного пожара занимает продолжительный период времени и требует непосредственно подавления реакции термического разложения лесных горючих материалов (ЛГМ). Целесообразным является определение условий подавления реакции термического разложения в приповерхностных слоях ЛГМ, обеспечивающих минимальные времена для подавления реакции.

Циклы численных [1, 4, 9] и экспериментальных [7, 8, 10] исследований позволили определить влияние режимных параметров, таких как температуры, давления, скорости смещения, а также толщины промежуточного вещества на скорость термического разложения лесных горючих материалов. Известны результаты численного исследования [2, 3] комплекса взаимосвязанных процессов тепломассопереноса, химического реагирования и фазовых превращений при подавлении реакции термического разложения типичных ЛГМ следом «водяного снаряда». Представляет интерес проведение экспериментальных исследований макроскопических закономерностей подавления реакции термического разложения типичных ЛГМ парокapельным водяным потоком.

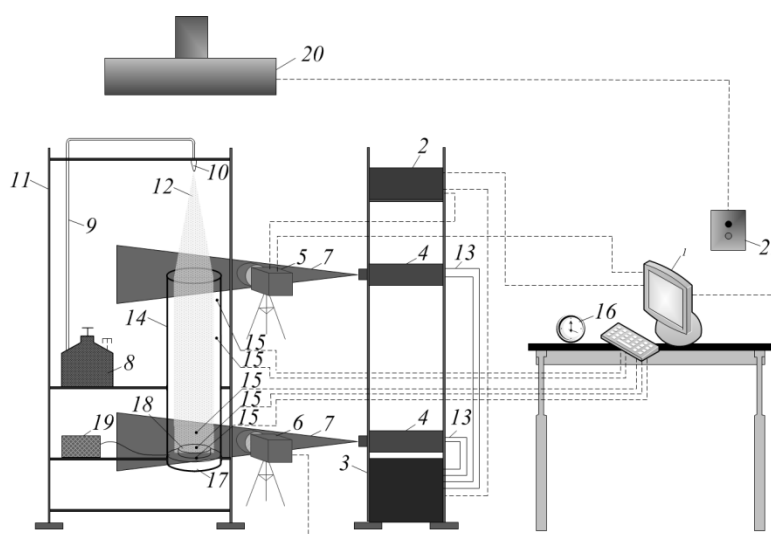


Рис. 8. Схема экспериментального стенда: 1 – ПК; 2 – синхронизатор ПК, кросскорреляционной камеры и лазера; 3 – генератор лазерного излучения; 4 – двойной твердотельный импульсный лазер; 5 – кросскорреляционная камера; 6 – высокоскоростная видеокамера; 7 – световой «нож»; 8 – ёмкость с рабочей жидкостью; 9 – канал движения рабочей жидкости; 10 – распылитель; 11 – штатив; 12 – капли рабочей жидкости; 13 – канал движения охлаждающей жидкости лазера; 14 – цилиндр из жаростойкого светопрозрачного материала; 15 – термопары; 16 – таймер; 17 – металлическая подложка; 18 – лесной горючий материал; 19 – нагревательная камера; 20 – вытяжная система; 21 – пульт включения/отключения вытяжной системы

Экспериментальные исследования проведены на стенде, условная схема которого приведена на рис.1. Основными элементами регистрирующей аппаратуры стенда являются: кросскорреляционная видеокамера 5 (формат изображения – 2048х2048 пикселей, кадровая частота – 1,5 Гц, минимальная задержка между двумя последовательными кадрами – 5 мкс), высокоскоростная видеокамера 6 (формат изображений 1024х1024 пикселей, частота кадров до 100000 в секунду), двойной импульсный твердотельный лазер 4 (с активной сферой «алюмо-иттриевый гранат» и добавками неодима, длина волны – 532 нм, минимальная энергия в импульсе – 70мДж, максимальная длительность импульса – 12 нс, частота повторений – 15 Гц), синхронизирующий процессор (максимальная дискретизация сигналов – 10 нс, поддержка режимов внешнего и внутреннего запуска).

При проведении исследований создавалась парокапельная смесь над разлагающимся ЛГМ с заданной температурой ($T_m=300\text{--}450\text{ K}$). Далее фиксировалось время, за которое температура нагретого образца ЛГМ снизится ниже температуры термического разложения (принималось характерное значение $T_d=350\text{ K}$). Эта величина характеризует время прекращения химического реагирования ЛГМ.

Серии экспериментов проводились за короткие интервалы времени с целью минимизации расхождений условий проведения опытов, а также обеспечения постоянства начальных параметров парокапельной и газовой сред. В качестве образцов ЛГМ выбраны листья березы и хвоя ели.

При проведении серии экспериментов значение (T_m) контролировалось хромель-копелевой термопарой 15 и составляло около 300 K.

Экспериментально установлено, что при температуре парогазовой смеси $T_m\approx 300\text{ K}$ над образцом ЛГМ (листьев березы) в течение времени, не превышающего 410 с, реакция термического разложения прекращается (рис. 2). Для ЛГМ (хвоя ели) времена прекращения реакции термического разложения составили не более 416 с (рис. 2).

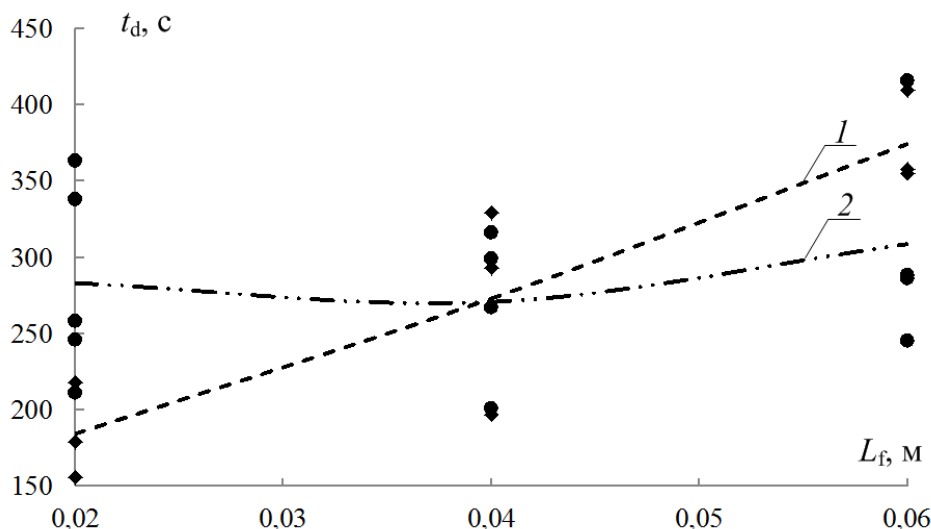


Рис. 9. Характерные времена подавления реакции термического разложения ЛГМ: 1 — листья березы, 2 — хвоя ели

В результате выполненного цикла экспериментальных исследований установлены характерные времена подавления реакции термического разложения лесных горючих материалов. Выявлено, что для рассмотренного диапазона толщин лесных горючих материалов (листьев березы, хвоя ели) времена не превышают 416 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 14-08-00057).

Литература

1. Валеев И.А. Математическое моделирование процесса пиролиза древесины при регулировании давления среды // Деревообрабатывающая промышленность, 2012. — №3. — С. 41–46.
2. Жданова А.О., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Влияние температуры в следе «водяного снаряда» на условия термического разложения типичного лесного горючего материала // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2014. — №1. — С. 48–55.
3. Жданова А.О., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Подавление реакции термического разложения лесного горючего материала следом «водяного снаряда» // Химическая физика и мезоскопия, 2014. — Т. 16. — №2. — С. 215–225.
4. Макаров А.А., Грачев А.Н., Сафин Р.Г., Шаймуллин А.Т. Математическая модель термического разложения древесины в абляционном режиме // Вестник казанского технологического университета, 2011. — №8. — С. 68–72.
5. Олейник Е.Б. О необходимости комплексного преобразования системы охраны лесов от пожаров // Актуальные вопросы современной науки, 2011. — № 18. — С. 324–332.
6. Седых В.Н. Реакция лесов и болот на воздействие техногенных факторов // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2011. — Т.3. — №2. — С. 154–160.
7. Серков Б.Б., Асеева Р.М., Сивенков А.Б. Физико-химические основы горения и пожарная опасность древесины (часть 2) // Технологии техносферной безопасности, 2012. — №1(41). — С. 1.
8. McAllister S. Critical mass flux for flaming ignition of wet wood // Fire Safety Journal, 2013. — V. 61. — P. 200–206.
9. Moghtaderi B., Novozhilov V., Fletcher D., Kent J. H. An Integral Model for the Transient Pyrolysis of Solid Materials // Fire and Materials, 1997. — V. 21. — P. 7–16.
10. Wu W., Yang L., Gong J., Qie J., Wang Y., He C. Experimental study of the effect of spark power on piloted ignition of wood at different altitudes // Journal of Fire Sciences, 2011. — V. 29. — №5. — P. 465–475.