

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ В СЛОЕ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

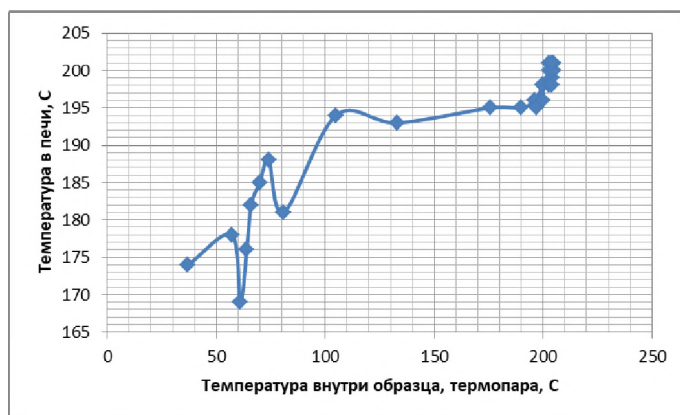
А.И. Сечин, д.т.н., профессор

Т.А. Задорожная, к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Практика показывает, что около 70 % всех пожаров возникает на вырубках. В лесном фонде Сибири за последнее время их накопилось более 10 млн га. [1]. Это позволило выделить стадии процесса зажигания лесных горючих материалов (ЛГМ). Было установлено, что определяющими являются стадии сушки и нагрева ЛГМ [2]. Установление и изучение условий низкотемпературного окисления в слое лесных горючих материалов является актуальным вопросом, рассматриваемым в данной работе.

Установка, на которой проводились исследования, представлена в [3-4]. Объектом исследования являлся мелко порезанный мох плотностью $0,09 \text{ г/см}^3$. Полученные



результаты, отображающие тепловые эффекты, наблюдаемые внутри образца, представлены на рисунке 1. Температурные точки фиксировались каждые 3 минуты.

Рис. 1. График зависимости роста температуры в центре образца объемом 50 см^3 и плотностью $0,09 \text{ г/см}^3$, помещенного в нагретую термостатированную камеру при температуре в $184 \text{ }^\circ\text{C}$

Анализируя графическую зависимость, представленную на рис. 1 мы видим, что после помещения образца в нагретый объем ($184 \text{ }^\circ\text{C}$) он первые три минуты прогревается. Восстанавливается температура и в нагреваемом объеме, падение которой произошло в период помещения туда образца. Затем происходит падение температуры в нагреваемом объеме за счет испарения воды из верхних слоев образца. В самом же образце температура медленно продолжает расти. Начинает выделяться вода из середины образца, и температура на термопаре вновь падает.

Предварительно, на специальной установке, были проведены исследования объема и состава выделяемых газов из различных составов ЛГМ при скорости нагрева 1 градус в 60 минут. Анализ выделяемого газового состава осуществлялся на хроматографе Хром.

Данные представлены на рис.2.

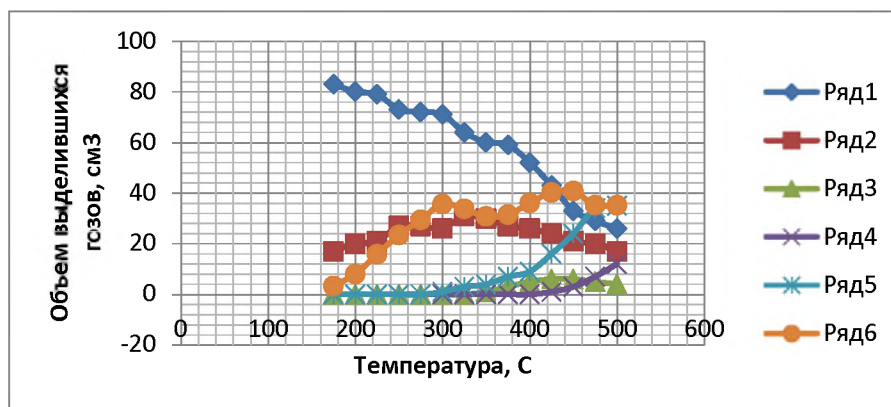


Рис. 2. Динамика выделения газовых фракций из ЛГМ при нагреве
Ряд1 – CO_2 ; Ряд2 – C_nH_m ; Ряд3 – CO ;
Ряд4 – H_2 ; Ряд5 – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$; Ряд6 – Выход газов из образца.

Было установлено, что при $300 \text{ }^\circ\text{C}$ начинается диссоциация, с $350 \text{ }^\circ\text{C}$ начинается пиролиз. Так же установлено, что неравномерность температурного поля в образце

приводит к тому, что начинает выделяться деготь, оксид и диоксид углерода. Оксид углерода начинает окисляться, что характеризуется ростом температуры на термопаре.

При достижении 194 °С наблюдается некоторое снижение температуры, что характеризует начало диссоциации дегтя и усиление окислительных процессов продуктов диссоциации. Этот процесс поднимает температуру в установке до 200 °С. За этот период объем выделяемых паров и газов с 3,31 см³ увеличивается до 40,25 см³, окисление части которых приводит к росту температуры до 300 °С.

Дальнейшее усиление процессов диссоциации, ведет к росту перечня углеводородных составляющих, которые в свою очередь, подвергаясь пиролизу и низкотемпературному окислению, приводят к дальнейшему росту температуры. За дальнейший рост температуры полностью отвечают процессы пиролиза, переходящие в пламенное горение.

В ходе проведения исследований, были установлены пять основных стадий состояния образца до его воспламенения:

- прогрев твердой фазы; в данный период параметры зоны зависят от температуры и теплопроводности образца;
- пиролиз, или зона образования горючей смеси в образце, в которой выделяемые летучие горючие вещества, смешиваются с окислителем;
- возникает газофазная реакционная зона, в которой развиваются процессы низкотемпературного окисления;
- образуется область в газовой фазе, в которой происходит превращение продуктов пиролиза в летучие продукты горения, выделяемое тепло накапливается и при достижении некоторой температуры возникает тление;
- при дальнейшем отсутствии теплоотвода и продолжением роста температуры, возникает пламенное горение.

Таким образом, при проведении данного исследования было установлено:

- при нагреве ЛГМ образуется смесь горючих газов с окислителем воздуха;
- при отсутствии теплоотвода, тепло может накапливаться, в некотором объеме, до опасных величин;
- избыток тепла является результатом низкотемпературного окисления продуктов пиролиза;
- при угнетении таких факторов окружающей среды как конвекция, влагоперенос, теплоотвод и некоторые другие, возникают процессы, приводящие к появлению пламенного горения ЛГМ.
- Установлена динамика выделения газовых фракций из ЛГМ при нагреве.

Список литературы:

1. Седых В.Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2009. 164 с.
2. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / под ред. М.И. Фалеева. Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. 480 с.
3. Чалдаева Е.И. Показатели оценки пожарного риска вероятных очагов возгорания лесных горючих материалов в Томской области / В сборнике Всеросс. науч.-прак. конф. с международным участием: Рациональное природопользование – основа устойчивого развития. Грозный – Махачкала 2020. С. 384-388.
4. Чалдаева Е.И., Сечин А.И. Критерии определения пожарного риска очагов возгорания лесных горючих материалов в томской области под влиянием продуктов нефтепереработки / В сборнике: XXIII Всеросс. студ. науч.-прак. конф. Нижневартковского государственного университета. Нижневартовск, 2021. С. 235-239.