



Магистерская диссертация

**Экспериментальные исследования воспламенения
древесины под воздействием динамического потока
лучистой энергии**

Гук В.О.

**Руководитель
доцент, к.ф.-м.н.
А.И. Фильков**

Введение



Описание методики зажигания потокком лучистой энергии

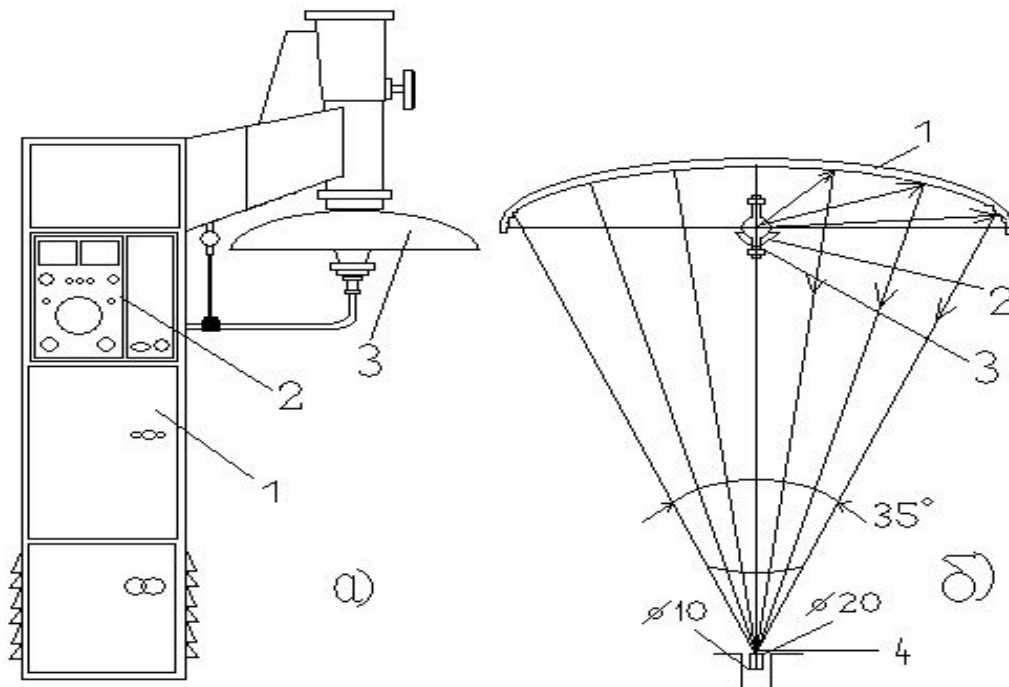


Рис. 1. Оптическая печь типа УРАН – 1 с ксеноновой лампой 10 кВт:
а – конструктивное выполнение; б – оптический излучатель; 1 –
отражатель; 2 – контр отражатель; 3 – лампа; 4 – рабочее пятно

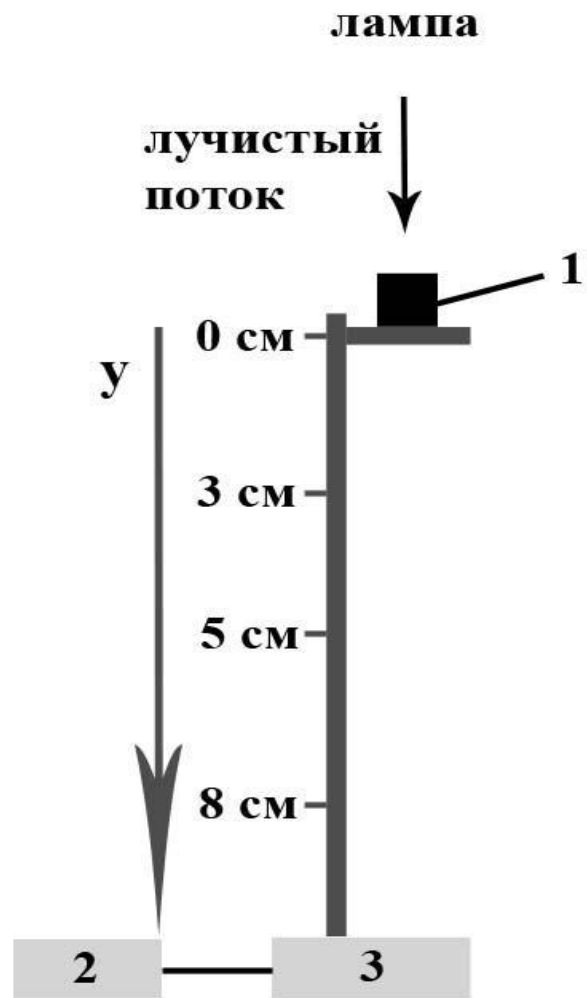


Рис. 2 – Установка для передвижения образца: 1 – образец; 2 – пульт управления движением площадки с образцом; 3 – механизм, осуществляющий передвижение образца; $y=0$ см – фокальная плоскость; 3, 5, 8 см – расстояние от фокальной плоскости

- В качестве исследуемых образцов использовалась древесина сосны.
- Образцы представляли собой цилиндры диаметром 2 см и высотой 1.5 см.
- Поверхность образцов, поглощающая излучение, покрывалась ламповой копотью.
- Плотность теплового потока изменяли в пределах 20-520 кВт/м².
- Начальная температура образцов соответствовала комнатной – 297 К.
- Для достижения абсолютно сухого состояния образца высушивались в сушильном шкафу 48 часов при температуре 376 К.



a

b

Образцы: a – до зажигания, b – после зажигания

Результаты и анализ

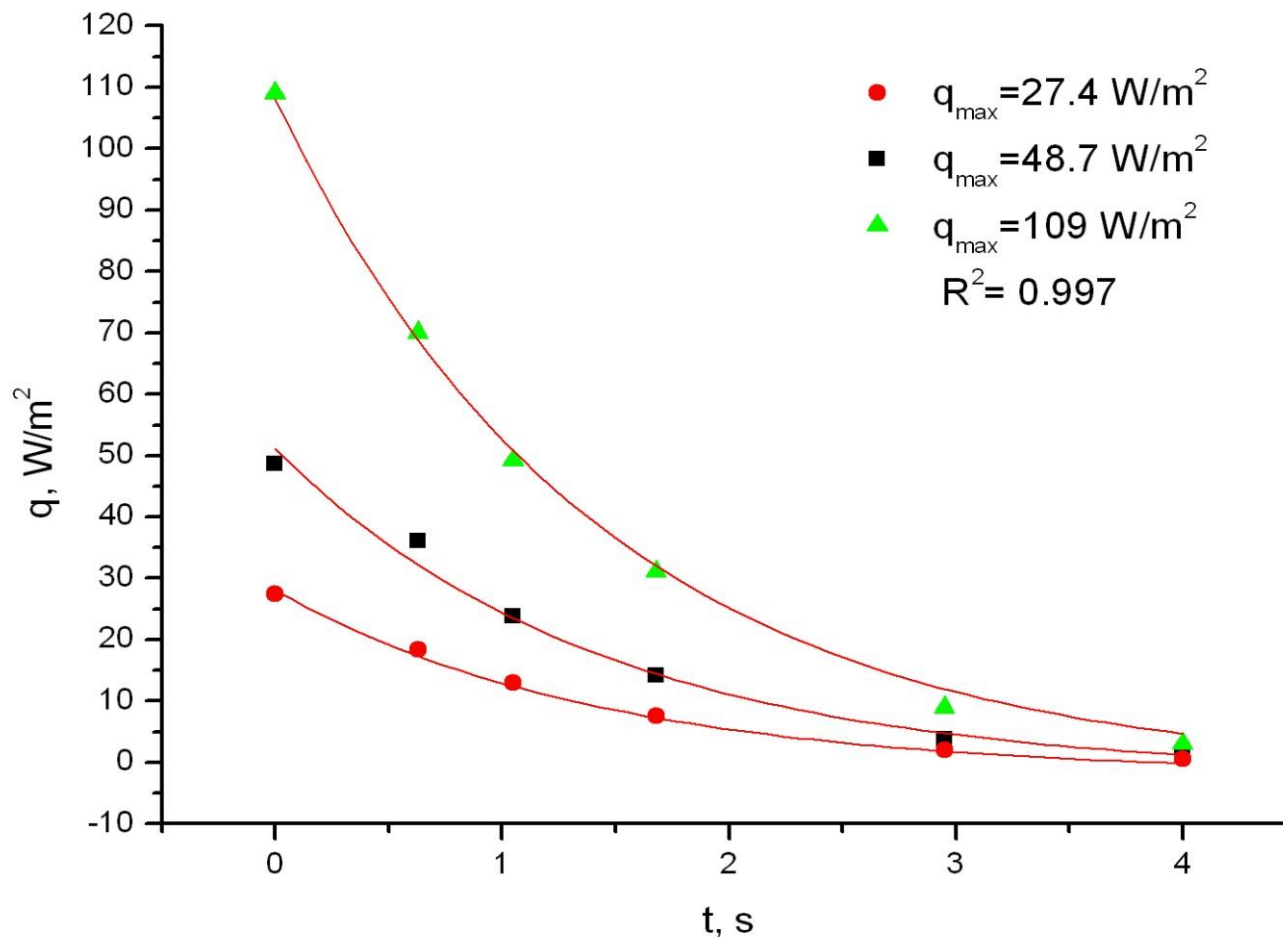


Рис.3 - Зависимость теплового потока от времени при удалении образца от фокальной плоскости

- $$q = a e^{\pm 0.7t} - 2$$

где q – тепловой поток, Вт/м²; t – время, с; a – безразмерный коэффициент

Таблицы сравнения времен задержки зажигания образцов сосны для убывающего, возрастающего теплового потока и статических условий

q, Вт/см²		
22.5	0.59±0.05	1.32
24.3	0.68±0.06	1.24
26.1	0.44±0.039	1.08
34.1	0.55±0.04	-
36.6	0.33±0.029	0.95
39.4	0.35±0.032	-
40.3	0.28±0.025	-
40.9	0.24±0.022	-
44.4	0.18±0.016	0.44

q, Вт/см²		
4.8	3.5±0.32	7.5
5.2	2.54±0.23	-
6.5	2.17±0.19	6.8
8.2	0.97±0.087	6.2

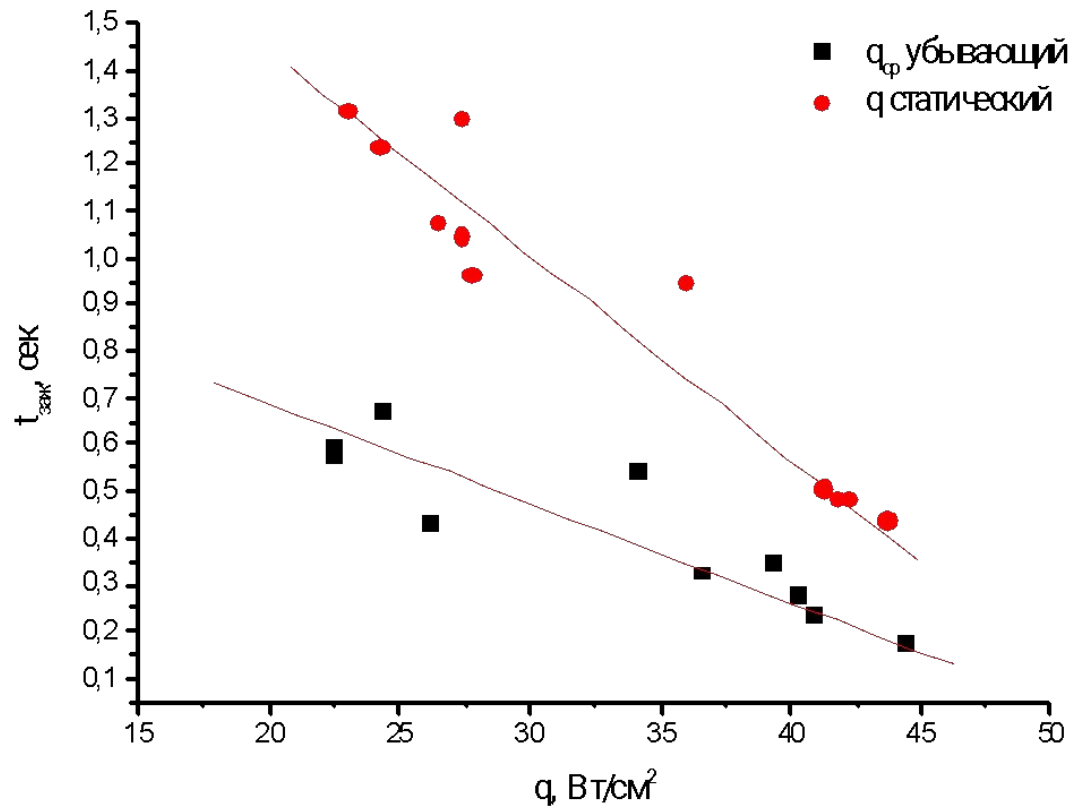


Рис.4 - Сравнение зависимостей времен задержки зажигания образцов сосны от убывающего теплового потока и статических условий

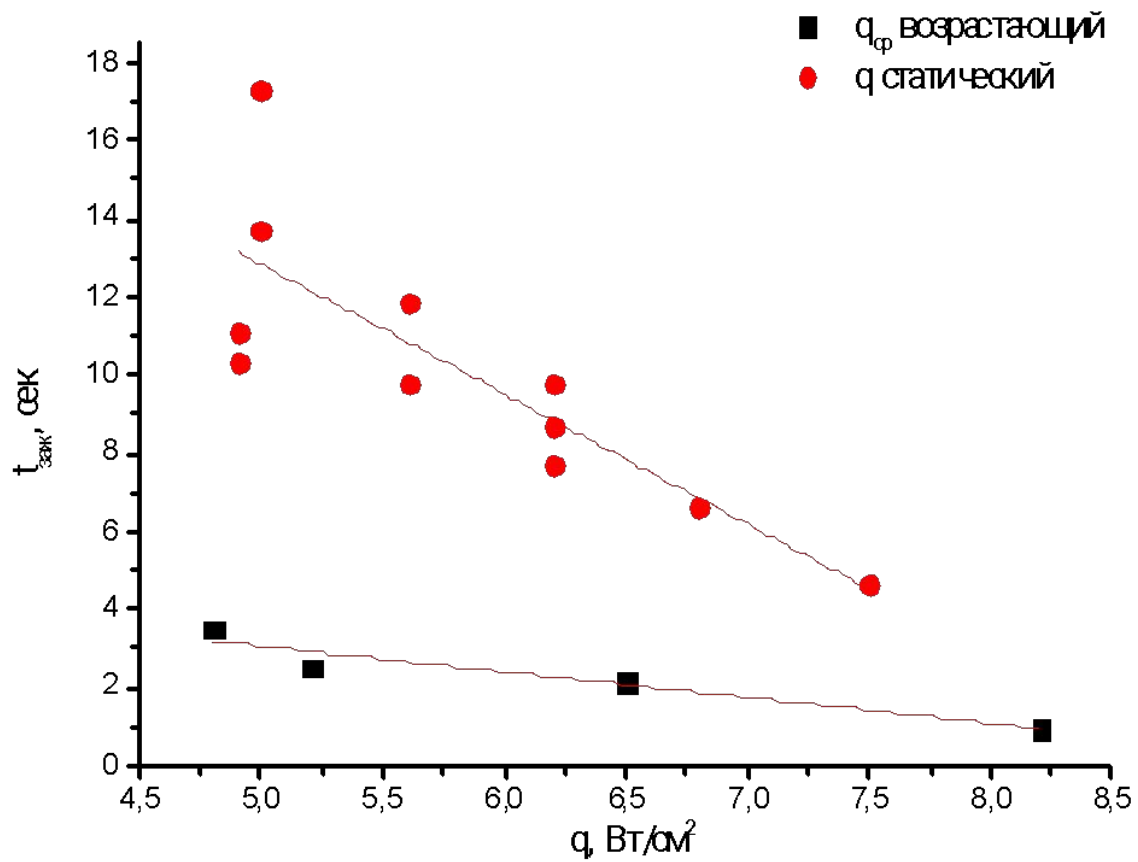


Рис.5 - Сравнение зависимостей времен задержки зажигания образцов сосны для возрастающего и статического подводов теплового потока

Формула расчета времени релаксации для опытных образцов

$$t_r \approx \frac{a}{u^2} = 1.84 \cdot 10^3 \text{ сек}$$

где a – температуропроводность древесины сосны $1.84 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{сек}$, u – нормальная скорость горения 10^{-5} м/сек

Результаты и Выводы

- Разработана экспериментальная установка, позволяющая моделировать динамический (возрастающий и убывающий) поток лучистой энергии различной интенсивности.
- Получены времена задержки зажигания древесины сосны при нагреве в условиях убывающего и возрастающего тепловых потоков.
- Найдено, что зависимости динамического теплового потока от времени аппроксимируются с корреляцией $R^2=0.997$ функцией $q = ae^{\pm 0.7t} - 2$ при скорости движения образца 4.75 см/с. Место для формулы.
- Установлено, что время задержки зажигания для возрастающего и убывающего потоков лучистой энергии меньше, чем для постоянного потока. При этом разница по времени для возрастающего потока составляет от 2 до 3 раз. Для образцов сосны при убывающем потоке излучения время задержки зажигания в 2-2,5 раза меньше, чем для постоянного потока.
- Показано, что время задержки зажигания для возрастающего потока лучистой энергии с ростом времени уменьшается медленнее, чем для падающего потока.

Публикации

Статьи:

1. V T Kuznetsov, A I Filkov, Yu N Isaev and V O Guk Ignition of wood subjected to the decreasing radiant energy flux // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2015. V. 81 012071. (Scopus)
2. Alexander Filkov, Kuznetsov V.T., Guk V.O. Ignition of wood subjected to the dynamic radiant energy flux // Advances in Forest Fire Research. Book chapter. Coimbra:Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014. Pp. 805-810. http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0884-6_89.
3. Гук В.О., Кузнецов В.Т., Фильков А.И., Катаева Л.Ю. Особенности воспламенения древесины под воздействием убывающего потока лучистой энергии // Труды Томского государственного университета. Серия Физико-математическая, 2014, Т. 293, ISBN 978-5--7511-2317-8. (принята к печати)

Тезисы:

1. Фильков А.И., Кузнецов В.Т., Гук В.О. ВОСПЛАМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПОДВОДА ТЕПЛА // xxxi Сибирский теплофизический семинар: Тезисы докладов (17-19 ноября, г. Новосибирск, Россия). Новосибирск:Институт теплофизики СО РАН, 2014. С. 86.
2. Filkov A.I., Kuznetsov V.T., Guk V.O. Ignition of wood subjected to the dynamic radiant energy flux // 7th International Conference on Forest Fire Research. Abstract Book (Edited by D.X. Viegas). Portugal: ADAI/CEIF, University of Coimbra.2014. P. 40-41.
3. Гук, В.О., Фильков А.И., Кузнецов В.Т. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПОД ВОЗДЕЙ-СТВИЕМ УБЫВАЮЩЕГО ПОТОКА ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ // Научная конференция студентов механико-математического факультета ТГУ: Сборник конференции (Томск, 24 – 30 апреля 2014 г.) – Томск: Томский государственный университет, 2014 г. С. 78-79.
4. Гук В.О., Кузнецов В.Т., Фильков А.И., Катаева Л.Ю. Экспериментальные исследования зажигания древесины сосны под воздействием убывающего потока лучистой энергии // Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики. Материалы IV Международной молодежной научной конференции (17–19 ноября, 2014 г., Томск, Россия). Томск: Изд-во ТГУ. 2014. С. 126-127.
5. Filkov A.I., Kuznetsov V.T., Guk V.O. Wood Samples Ignition by Dynamic Radiant Energy Flux // Science of the future 2014. Earth Science: Abstract of the International Conference (17-20 September, Moscow, Russia). 2014. <http://www.p220conf.ru/en/abstracts/download/7-earth/104-a-filkov>
6. Filkov A.I., Kuznetsov V.T., Guk V.O., Telvakov E.Sh., Enaleiev B.Sh. Ignition of Wood Under Dvnamic

Спасибо за
внимание 😊