

Экспериментальные исследования нагрева и зажигания растительных горючих материалов

Андреюк С.М.

Научный руководитель доцент,
к.ф.-м.н. Фильков А.И.

Томск - 2015

ВВЕДЕНИЕ



Влияние размера образца торфа на процесс нагрева

Методика эксперимента

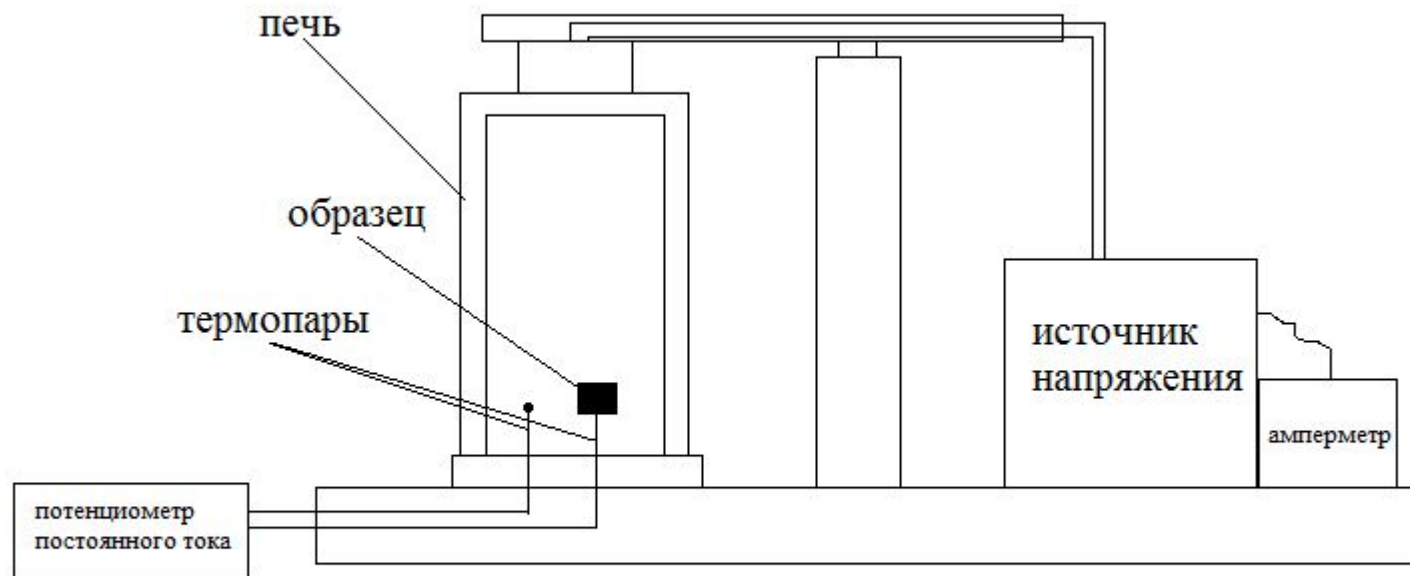


Рис. 1 Экспериментальная установка

Экспериментальные образцы



Торфяная залежь верхового типа, собранная в районе
Томской области

Результаты и анализ

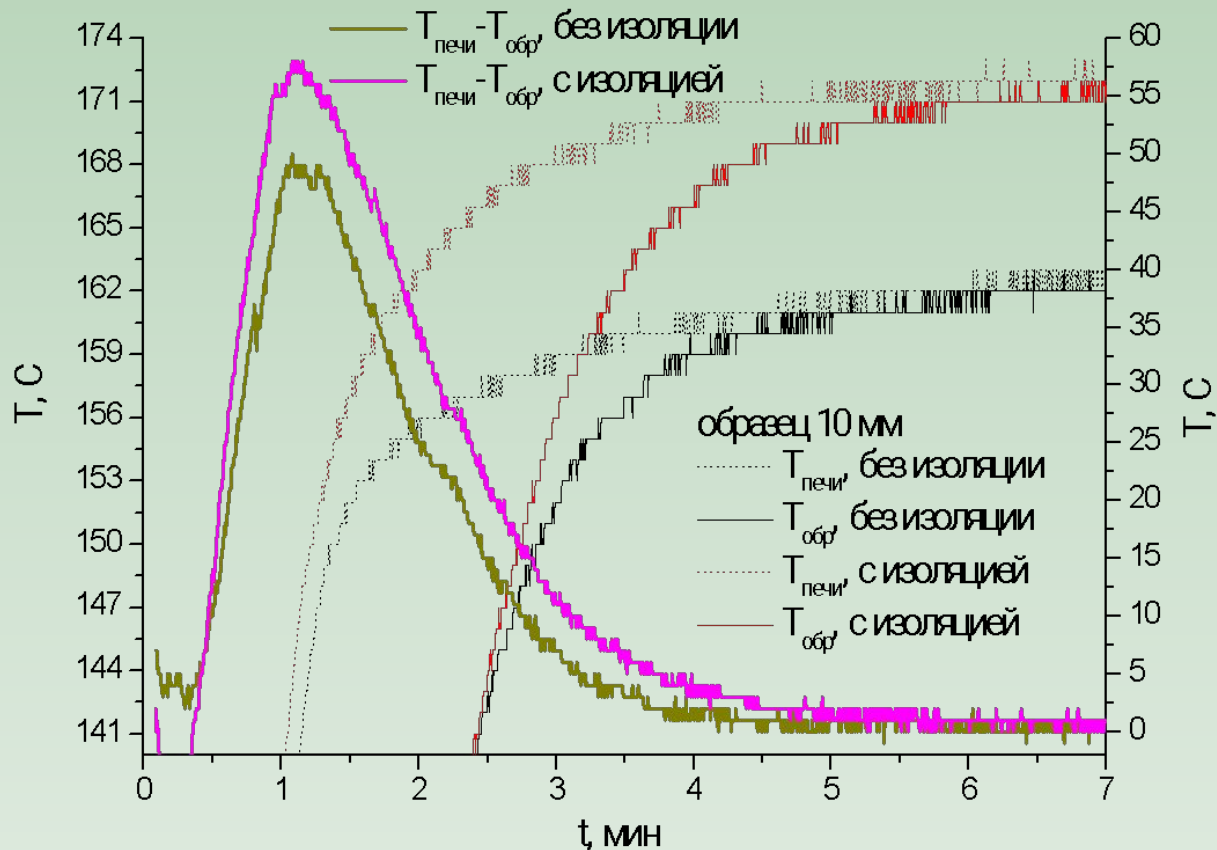


Рис. 2 Влияние изоляции термопары на измерение температуры печи и образца со сторонами 10 мм

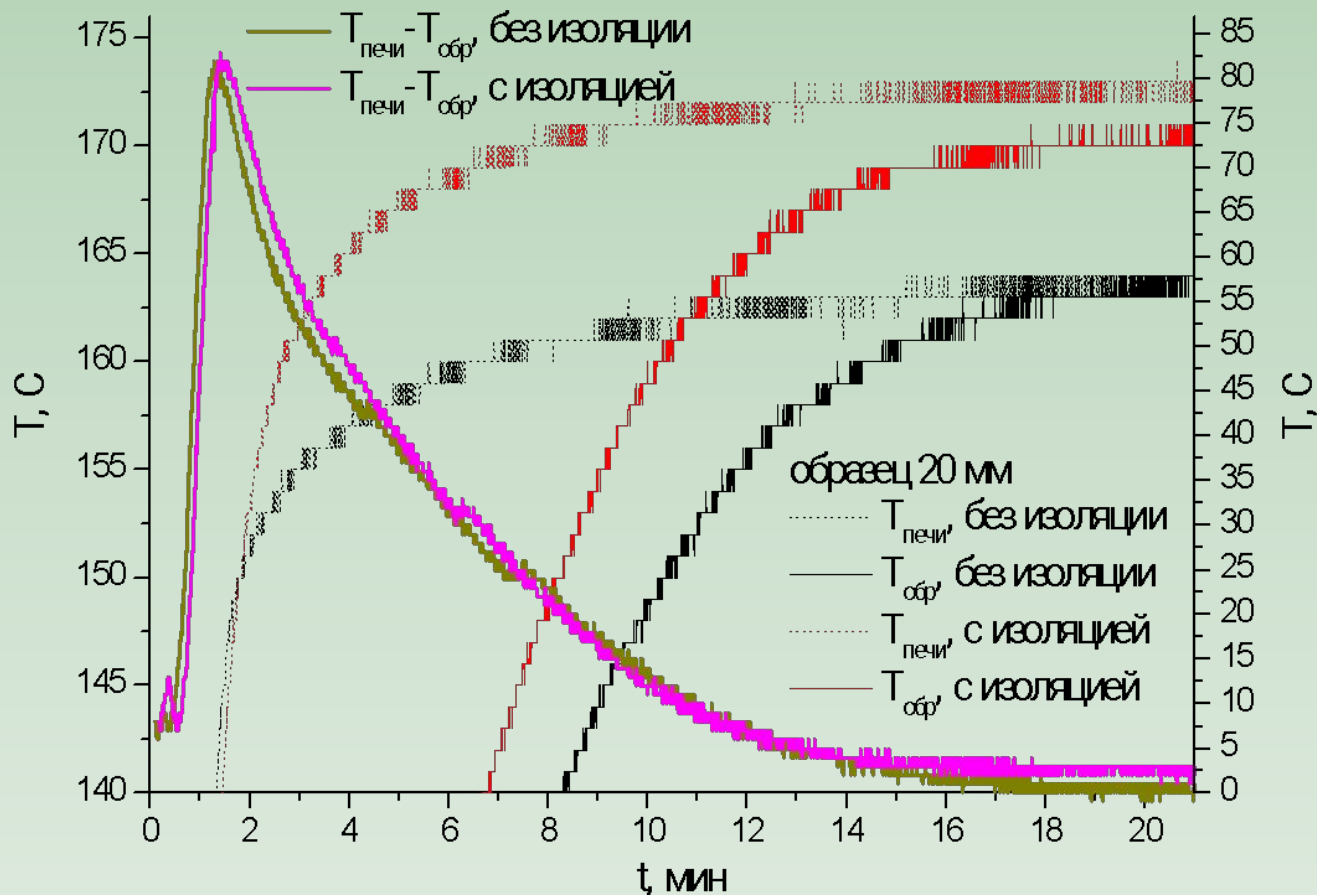


Рис. 3 Влияние изоляции термопары на измерение температуры печи
и
образца торфа со сторонами 20 мм

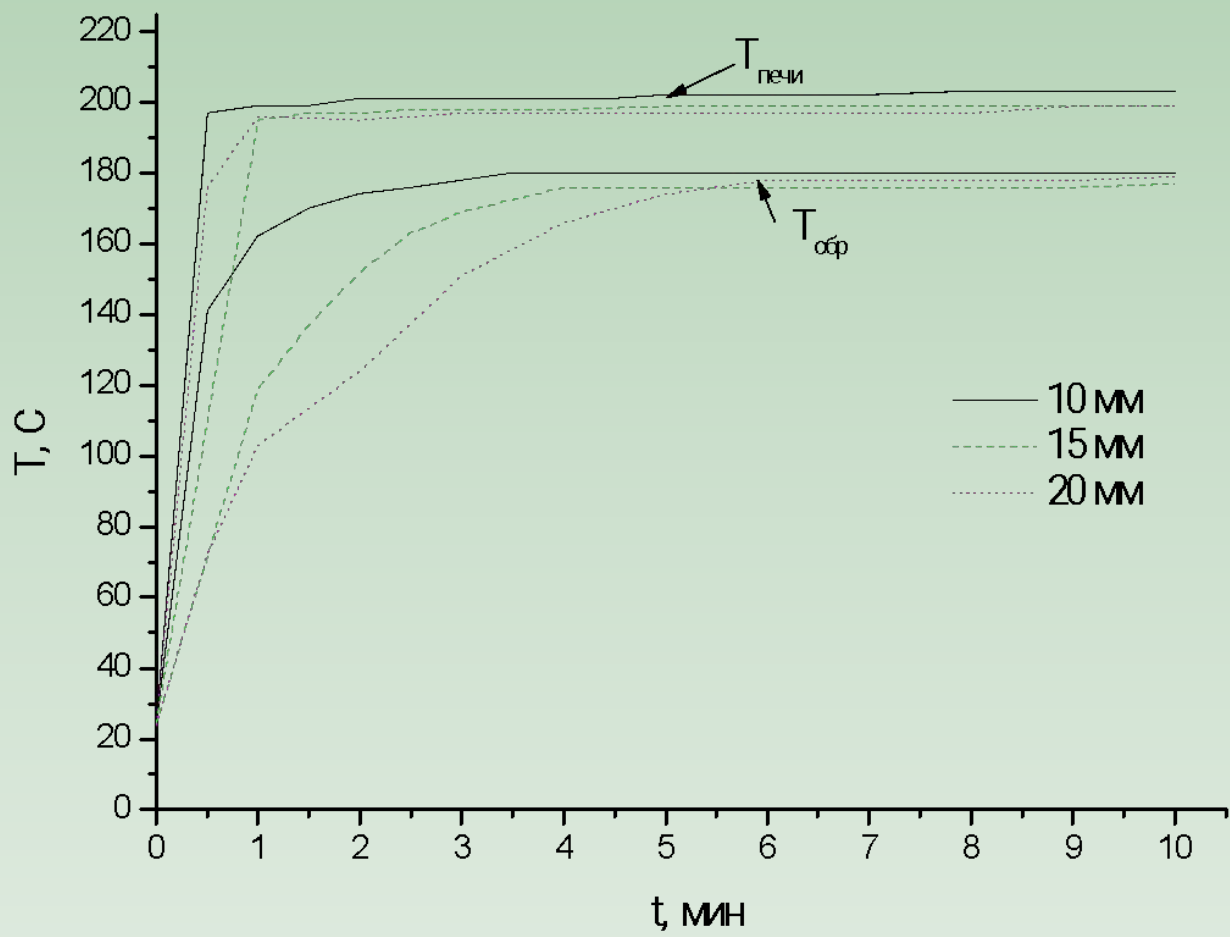


Рис. 4 Влияние размера образца торфа на скорость нагрева при температуре печи 200 °С

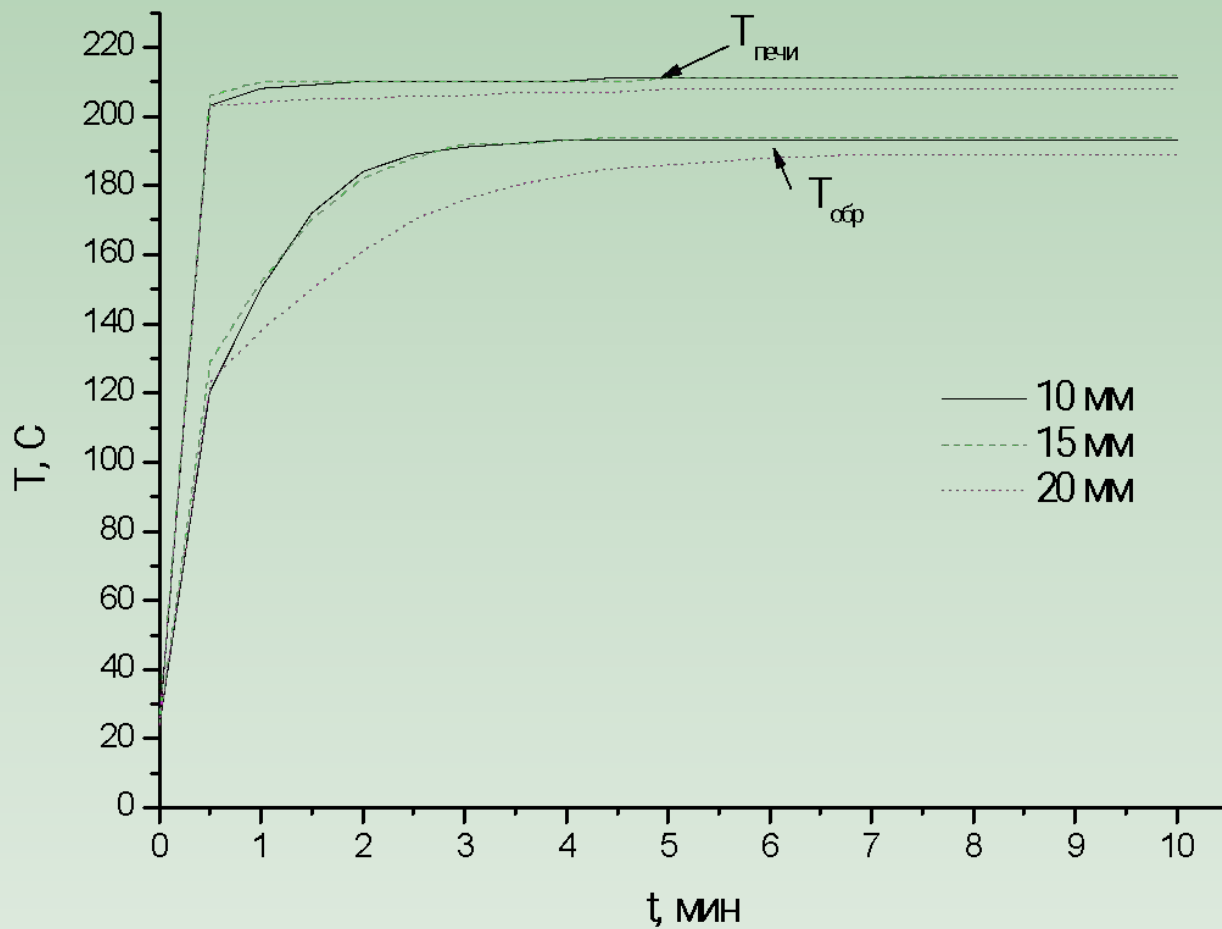


Рис. 5 Влияние размера образца торфа на скорость нагрева при температуре печи 210 °С

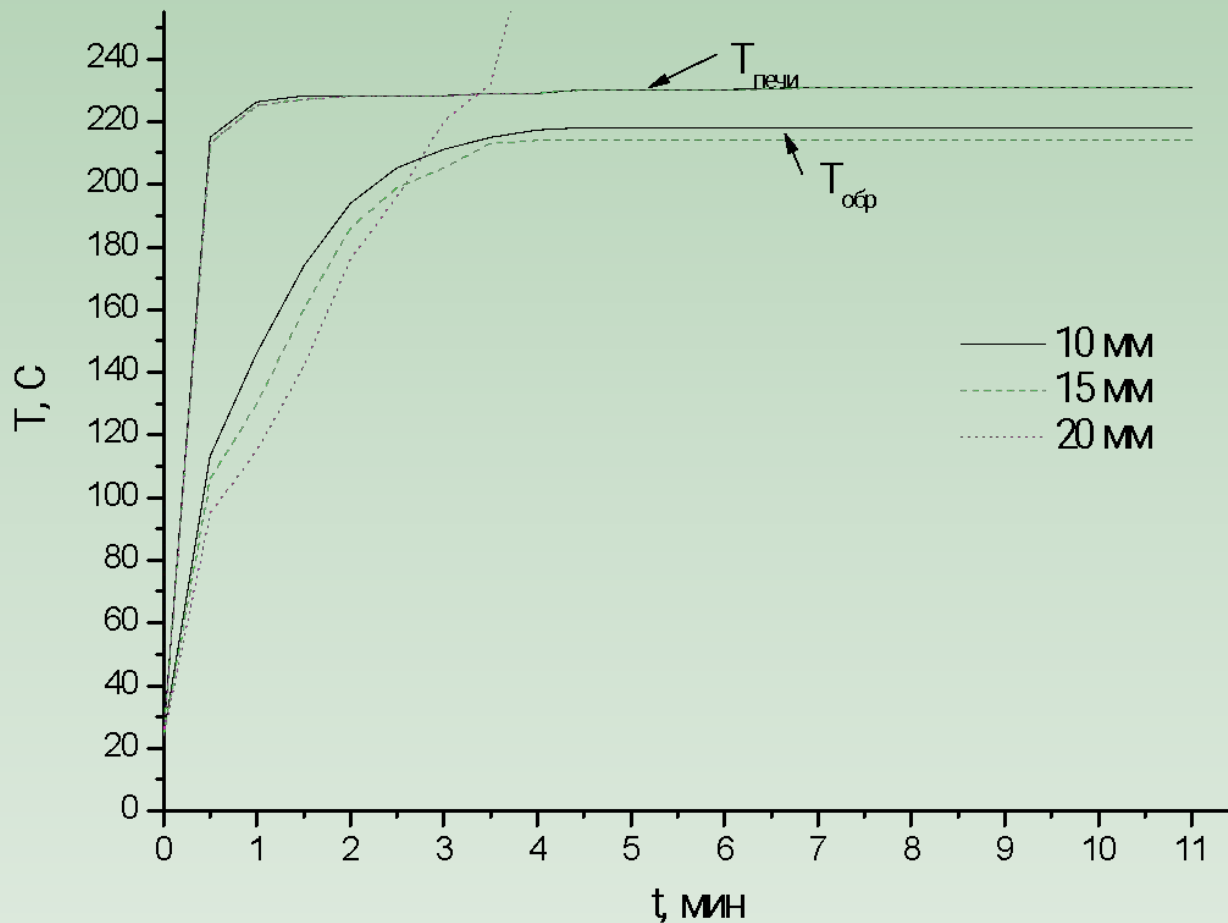
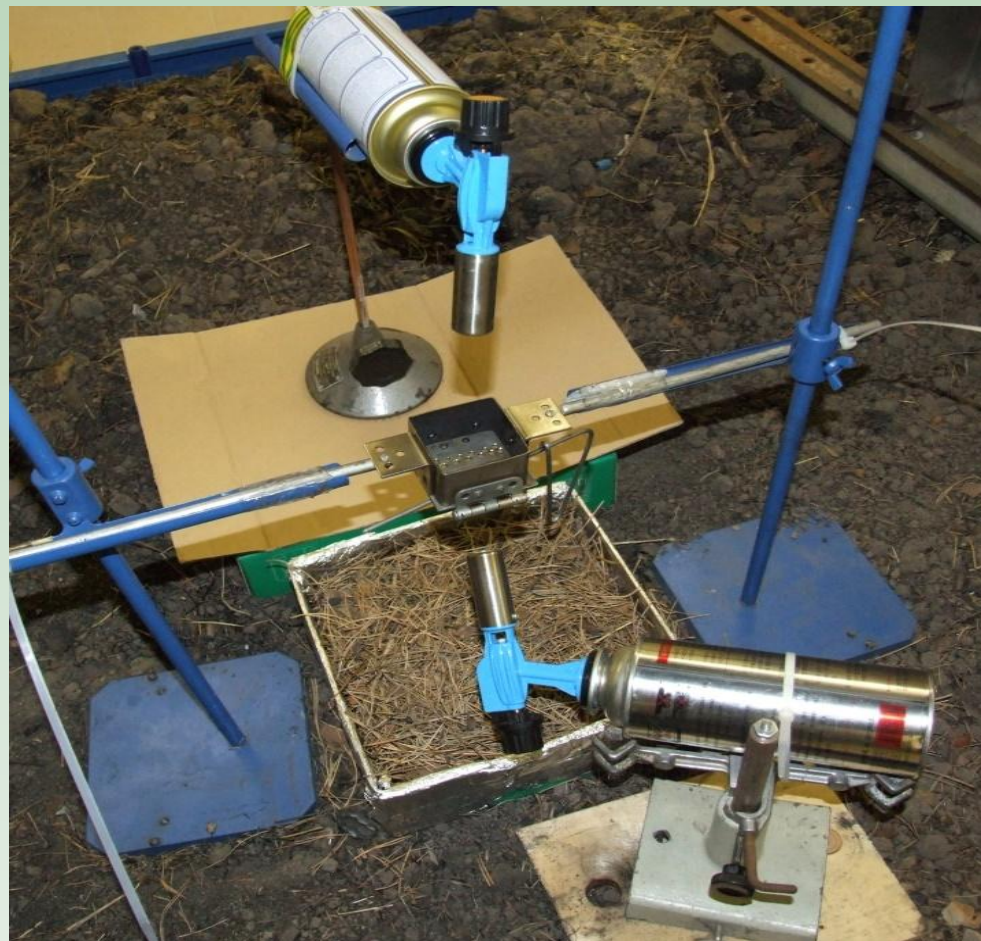


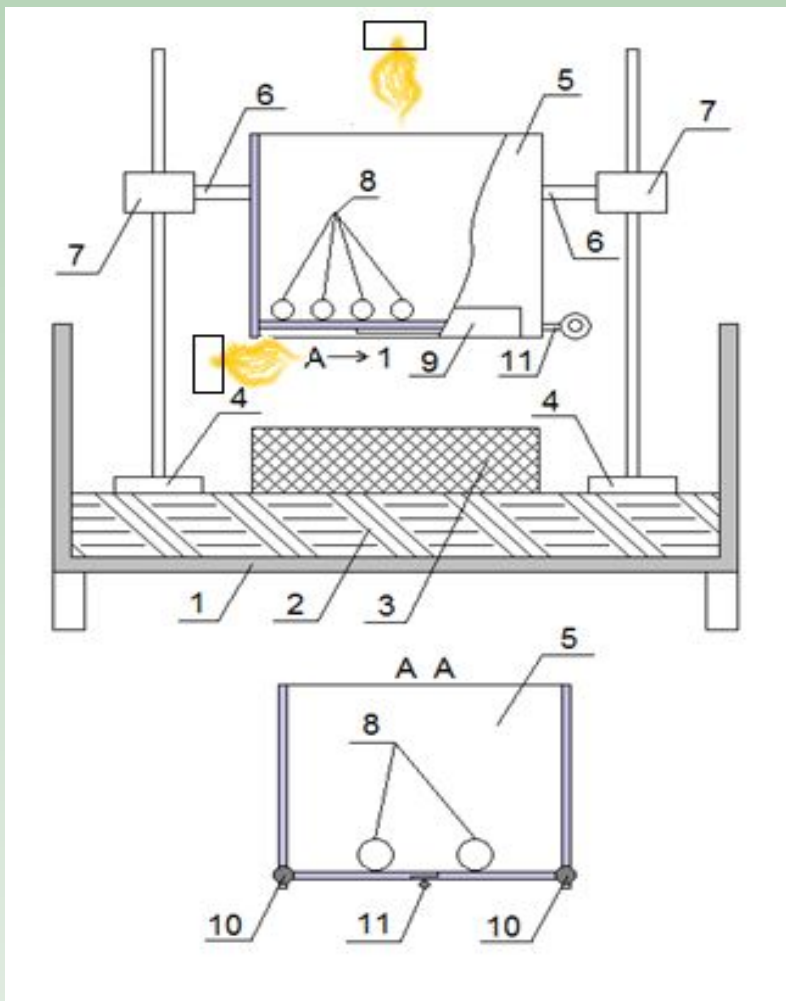
Рис. 6 Влияние размера образца торфа на скорость нагрева при температуре печи 230 °С

Генерация горящих частиц и описание их характеристик

Экспериментальная установка



Конструктивная схема установки



- 1 – поддон;
- 2 – грунт;
- 3 – напочвенный покров;
- 4 – штатив;
- 5 – кювета;
- 6 – скоба;
- 7 – фиксатор;
- 8 – образцы частиц;
- 9 – раздвигаемое дно;
- 10 – шарниры;
- 11 – стопор.

Экспериментальные образцы



Кора сосны



Опад хвои сосны

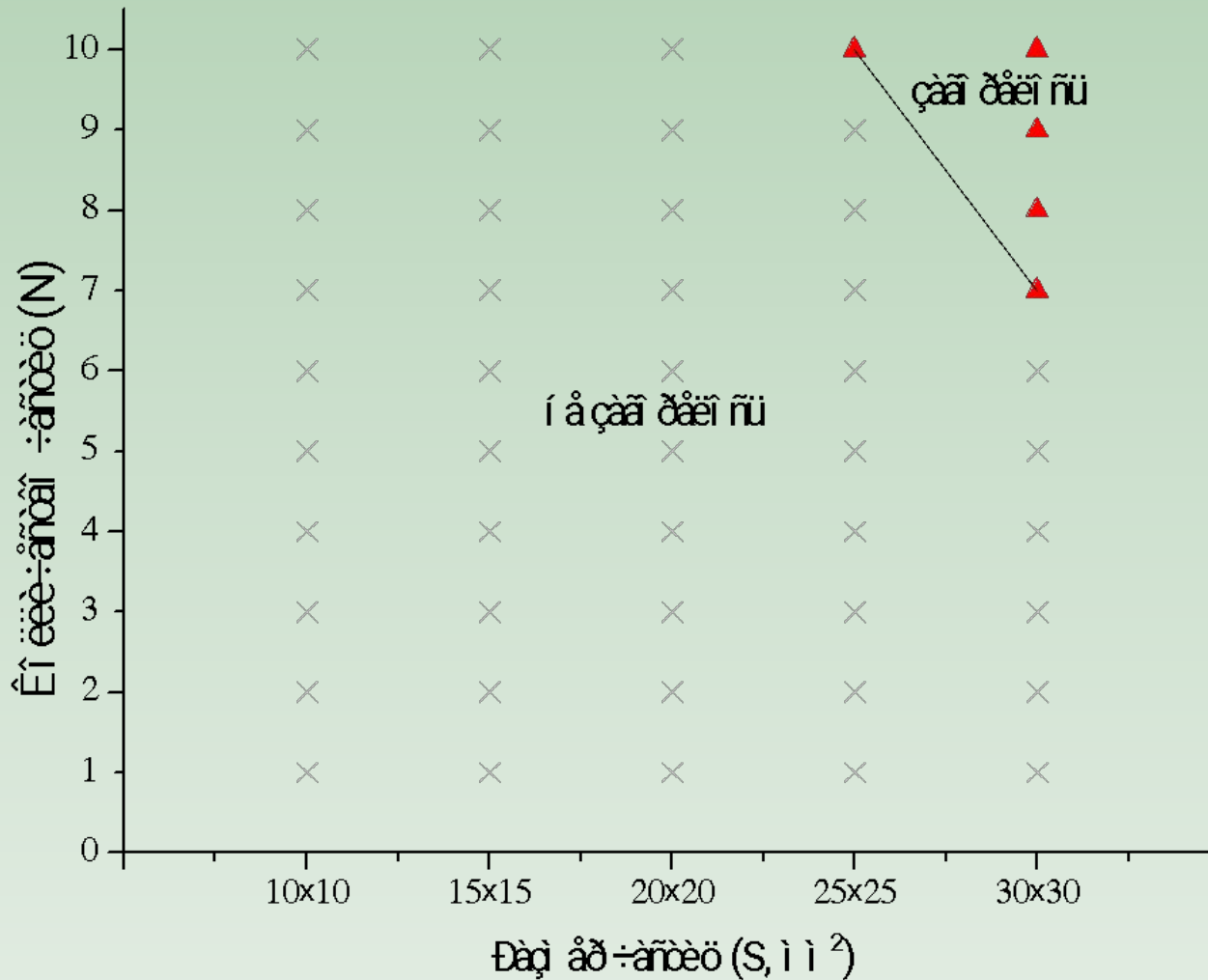
Методика эксперимента

- Скорость ветра – 0, 1, 1.5, 2 м/с
- Влагосодержание частиц коры – 2.9%
- Влагосодержание хвои – 9.3%
- Размер частиц 10x10, 15x15, 20x20, 25x25, 30x30 мм²
и толщиной 5 мм
- Напочвенный покров представлял собой площадку
размером 200x200 мм² и высотой 70 мм
- Плотность напочвенного покрова 104.64 кг/м³

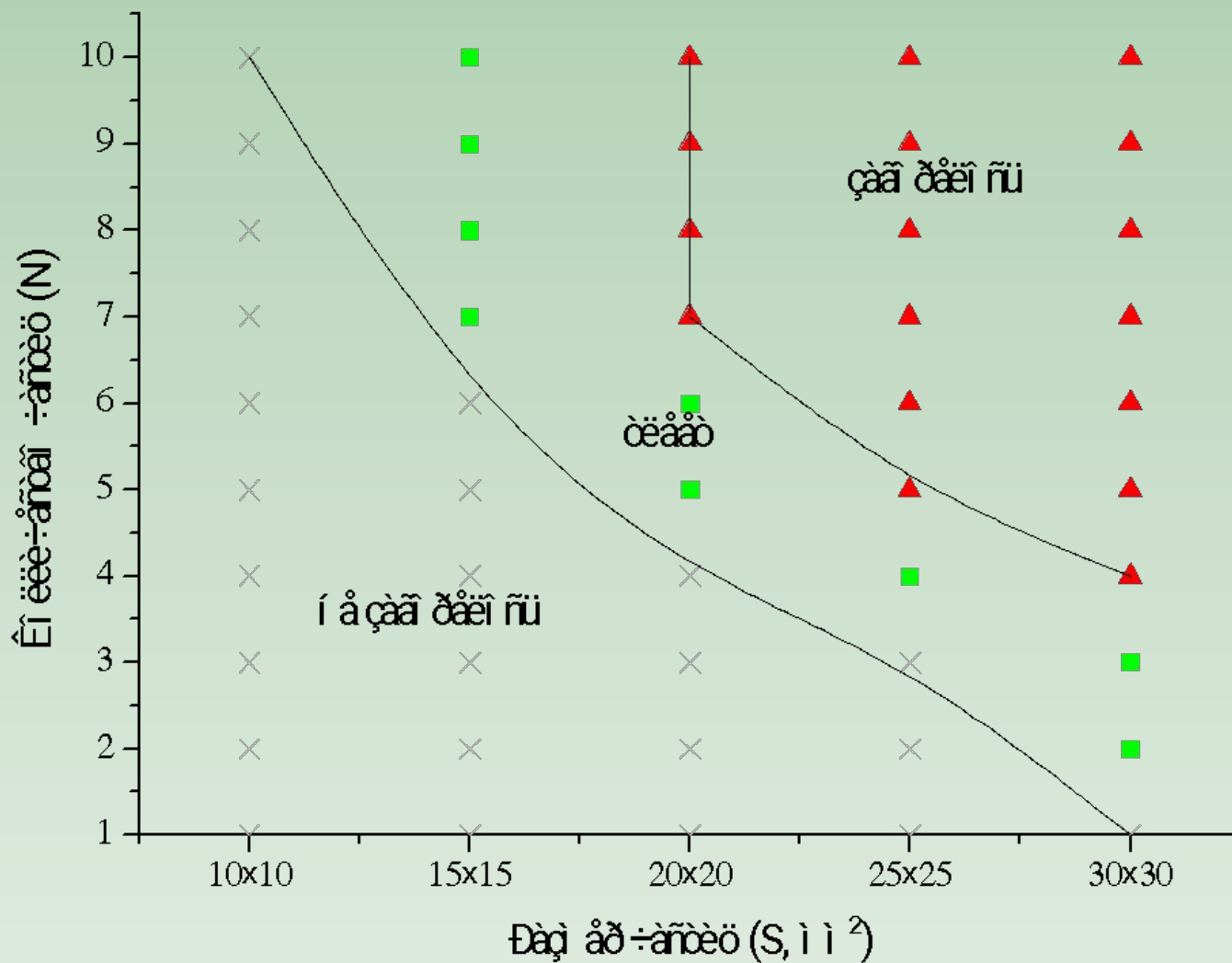


Фотография тлеющих частиц, сброшенных на напочвенный покров

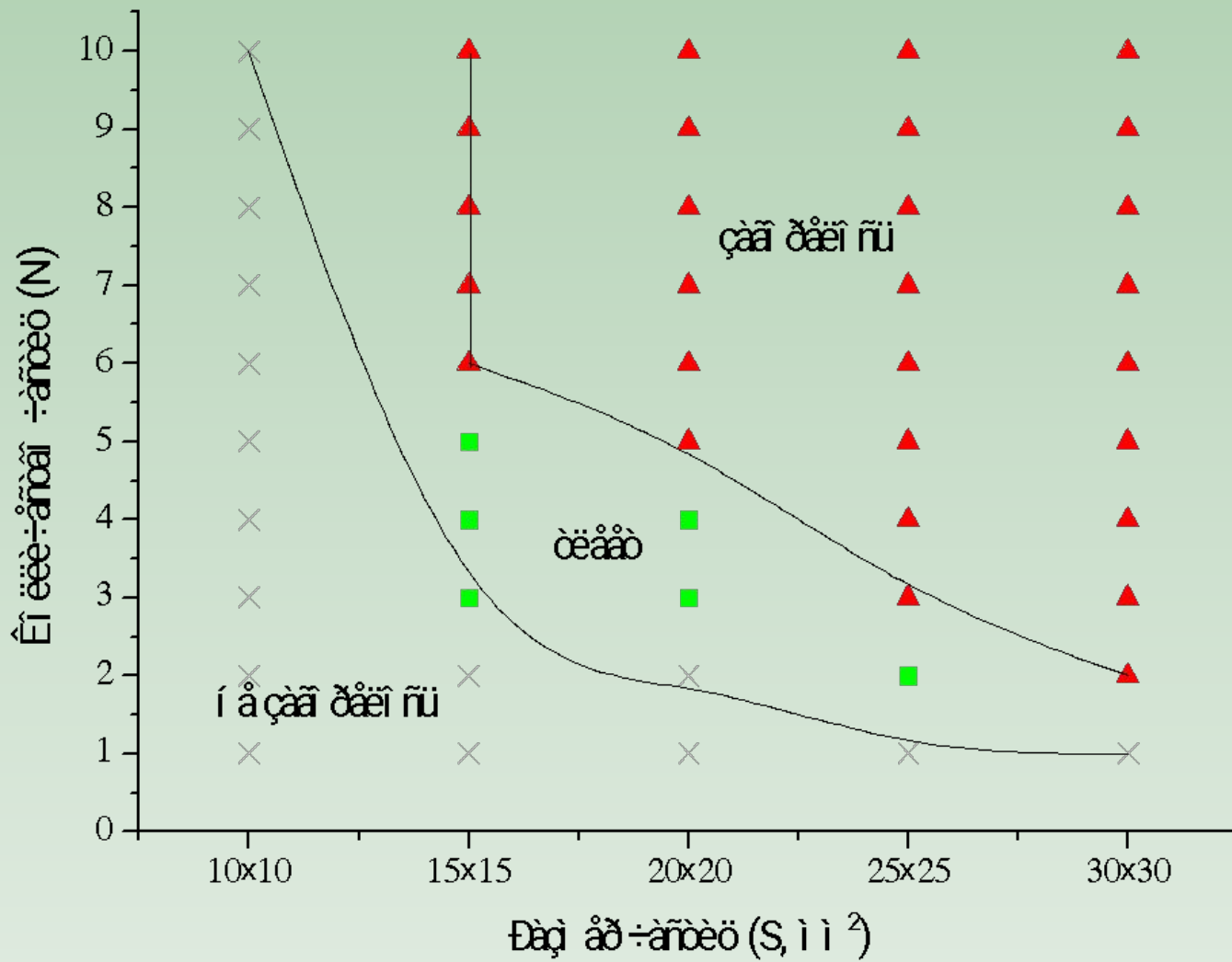
Результаты исследования



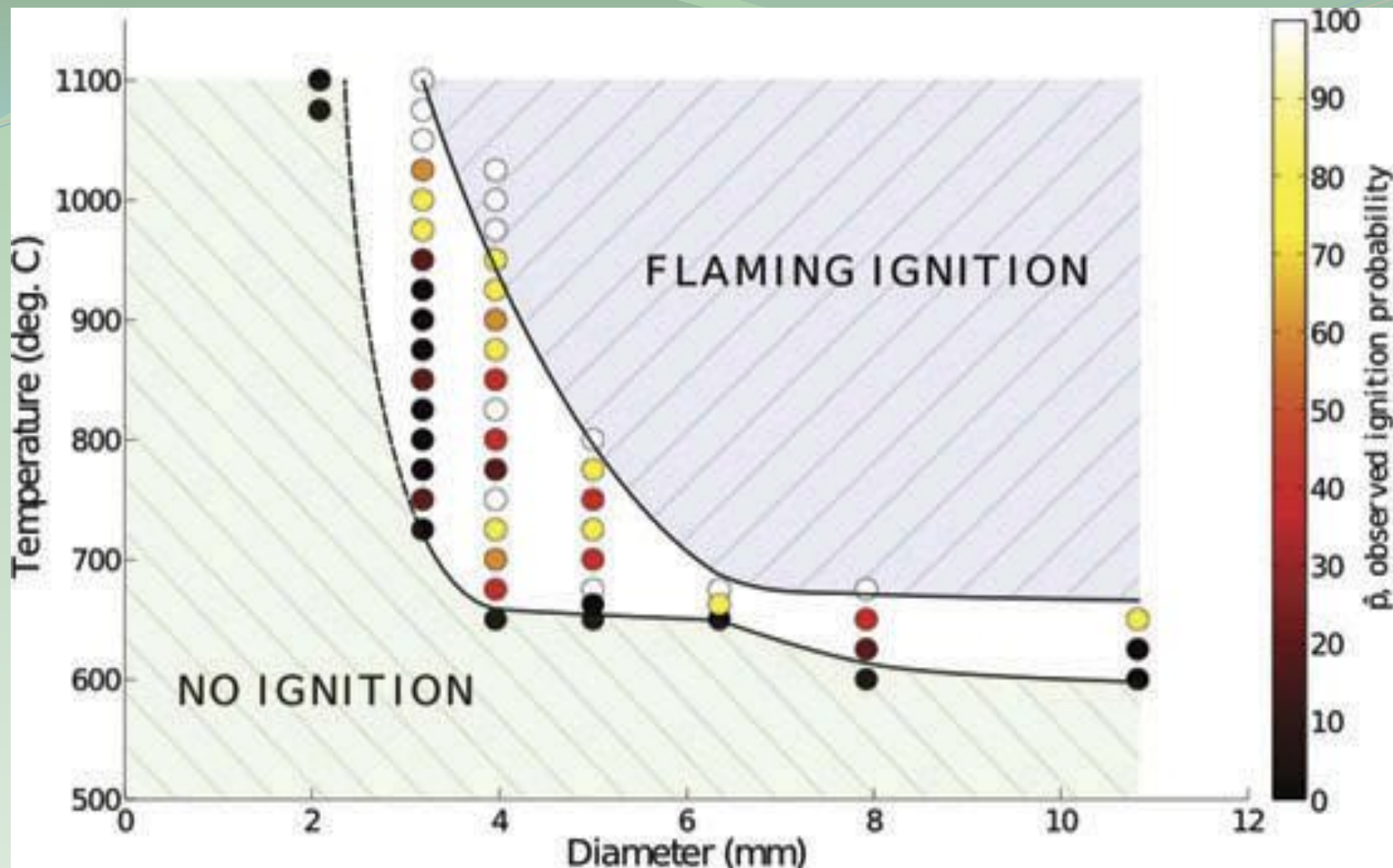
скорость ветра 1 м/с



скорость ветра 1.5 м/с



скорость ветра 2 м/с



Границы воспламенения покрова из целлюлозы алюминиевыми частицами

[A. C. Fernandez-Pello, C. Lautenberger, D. Rich, C. Zak, J. Urban, R. Hadden, S. Scott & S. Fereres (2015) Spot Fire Ignition of Natural Fuel Beds by Hot Metal Particles, Embers, and Sparks, Combustion Science and Technology, 187:1-2, 269-295]

Результаты и Выводы

- Получены зависимости температур образцов торфа и печи от размера образцов и температуры нагрева.
- Нагрев термопары без изоляции не приводит к существенному повышению температуры образца торфа.
- С увеличением размера образца увеличивается время выхода его температуры на стационар. С ростом температуры нагрева уменьшается влияние размера образца и разница температур печи и образца.
- Разработанная установка позволяет исследовать начальную стадию процесса пиролиза образцов торфа в естественном состоянии со сторонами до 20 мм, при этом температуры не должны превышать 230 °С.

- Проведено исследование зажигания напочвенного покрова хвои сосны одиночными частицами и группой частиц различных размеров.
- Ветер играет основополагающую роль в процессе воспламенения напочвенного покрова. Так, для ветра 1 м/с тление отсутствует и воспламенение начинается для 10-ти частиц размером 25 x 25 мм². При увеличении ветра до 2 м/с начинается процесс тления напочвенного покрова, без появления пламени, при 3-х частицах размером 15 x 15 мм², переходящий в пламенное горение уже при 6-ти частицах этого же размера.
- Область «неопределённости», где происходит тление напочвенного покрова без перехода в воспламенение, уменьшается при увеличении скорости ветра. Следует отметить, что вероятность воспламенения напочвенного покрова горящими частицами носит экспоненциальный характер.
- Для всех рассмотренных скоростей ветра для частиц с размером 10 x 10 мм², вне зависимости от их количества, отсутствует тление и зажигание напочвенного покрова.

Публикации

- Grishin A.M., Filkov A.I., Loboda E.L., Reyno V.V., Kozlov A.V., Kuznetsov V.T., Kasymov D.P., Andreyuk S.M., Ivanov A.I., Stolyarchuk N.D. A Field Experiment on Grass Fire Effects on Wooden Constructions and Peat Layer Ignition // International journal of Wildland Fire. – 2014. – Vol.23(3) . – P.445–449.
- Гришин А.М., Фильков А.И., Лобода Е.Л., Рейно В.В., Кузнецов В.Т. и др. Натурные экспериментальные исследования воздействия полевого пожара на деревянные ограждения и слой торфа // Пожарная Безопасность. №3. 2013. С. 52-58.
- Андреюк С.М., Фильков А.И. Исследование особенностей прогрева образца торфа в зависимости от размера // Труды Томского госуниверситета. Серия Физико–математическая, 2014, Т. 293, ISBN 978-5—7511-2317-8 (принята к печати)

Тезисы

- S.M. Andreyuk ,A.I. Filkov, V.T. Kuznetsov, O. Korobeinichev, O.V.Sharypov. Kinetic Study of Pyrolysis Processes of Peat // 4th Fire Behavior and Fuels Conference (St.Peterburg, July 1-4,2013) 52–53 с.
- Андреюк С.М., Фильков А.И., Шарыпов О.В. Исследование кинетики процесса пиролиза различных типов торфа // Современные методы механики: Материалы международной молодежной конференции. Томск: Изд-во Том.ун-та, 2012. С. 104-106.
- Андреюк С.М. Влияние размера образца торфа на процесс пиролиза// Научная конференция студентов механико-математического факультета ТГУ: Сборник конференции (Томск, 24 – 30 апреля 2014 г.) – Томск: Томский государственный университет, 2014 г. – 73–74 с.
- Андреюк С.М. Экспериментальные исследования воспламенения опада хвои сосны в результате воздействия горящих частиц // Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики: Материалы IV Международной молодёжной научной конференции (17-19 ноября, 2014 г., Томск, Россия), 25 с.

Спасибо за внимание!