

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПРИГОТОВЛЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЖИГАНИЯ И ГОРЕНИЯ СМЕСЕЙ ПИРОЛИЗНОЙ ЖИДКОСТИ С УГЛЕМ

**А.К. Асильбеков**

*Томский политехнический университет,  
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, гр. А1-46*

Руководитель: К.В. Слюсарский, к.ф.-м.н., доцент НОЦ. И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ

Широкое внедрение углерод-нейтральных топлив различного вида в современную энергетику является устойчивым направлением последних лет, связанным с необходимостью утилизации отходов для снижения выбросов парниковых газов в окружающую среду. В настоящее время биотопливо (в т. ч. отходы) обеспечивают порядка 10 % общемирового потребления первичной энергии, что составляет 56 ЭДж [1]. Следует отметить стабильность образования отходов и доступность низкорекреационного твердого топлива [2], что делает его особенно подходящим для целей теплоснабжения, преимущественно, путем сжигания [3].

Глубокая переработка отходов позволит обеспечить их более широкое вовлечение в различные области энергетики, транспорта и промышленности для снятия нагрузки на ископаемое топливо [4]. В результате переработки отходов методом пиролиза формируются продукты в твердой, жидкой и газовой фазах (углеродный остаток, пиролизная жидкость и неконденсируемые пиролизные газы), пригодные для использования в качестве энергетического топлива [5].

Актуальность работы заключается в необходимости разработки технологических решений для повышения конкурентоспособности пиролизной переработки различных отходов в традиционной энергетике. Сжигание пиролизной жидкости в составе смеси с углем, позволяющим стабилизировать свойства полученного топлива и использовать его в составе стандартного энергетического оборудования.

В связи с этим необходимо определение характеристики зажигания и горения смеси пиролизной жидкости и низкосортного угля, влияния способа приготовления, в зависимости от температуры греющей среды и концентрации добавки.

Для определения влияния способа приготовления, смесь пиролизной жидкости с низкосортным углем приготавливалась двумя методами: методом равномерного смешивания и методом поверхностного смачивания.

Для определения состава выделяющихся газофазных продуктов использовался газоанализатор БОНЭР, а для кинетических характеристик процессов пиролиза и окисления полученной пиролизной жидкости, данные образцы исследовались с помощью термогравиметрического анализатора Netzsch STA 449 F3 Jupiter (Netzsch, Германия).

Время задержки зажигания определялось при помощи высокоскоростной видеокамеры Photron FASTCAM SA4, и определялась как разница между моментами времени поступления образца в печь и его зажигания, фиксируемого по появлению свечения на его поверхности или в непосредственной близости от неё. Характерные кадры задержки зажигания образцов смесей пиролизной жидкости с низкорекреационным углем представлены на рис. 1, приготовленные методами равномерного смешения и поверхностного смачивания, с концентрации добавки 5 % при температуре греющей среды 600 °С. Во всем исследованном диапазоне температур греющей среды наблюдалось относительно линейное снижение времени задержки зажигания при увеличении концентрации добавки и температуры греющей среды (при 700 и 800 °С различия между значениями времен задержки зажигания для образцов, приготовленных различными способами, практически отсутствуют), исключением является образец с 5 мас. % добавки пиролизной жидкости, приготовленный методом равномерного смешения при 600 °С. Это связано с недостаточным тепловыделением добавки, не позволяющим инициировать зажигание образца.

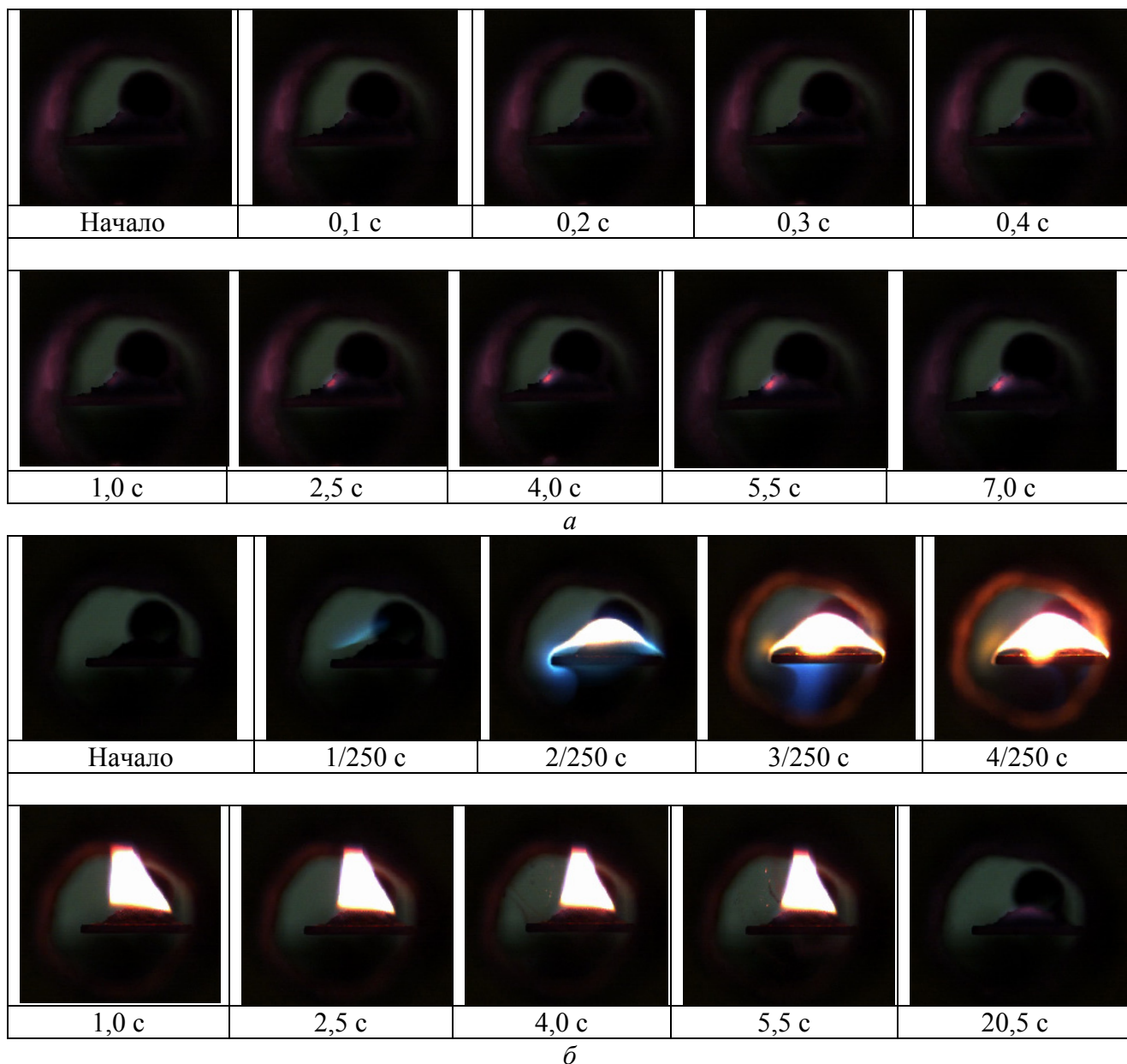


Рис. 1. Кадры зажигания и горения образцов при 600 °С 5 % добавки пиролизной жидкости, приготовленной методом равномерного смешения (а) и поверхностного смачивания (б)

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента РФ (проект № МК-2563.2022.1.2).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Scarlat N., Dallemand J.-F. Future Role of Bioenergy // The Role of Bioenergy in the Bioeconomy. Elsevier. – 2019. – P. 435–547.
2. Ruiz-Mercado G.J., Segovia-Hernández J.G., Castro-Montoya A.J. Transformation towards sustainable bioenergy systems // Clean Technologies and Environmental Policy. – 2018. – V. 20. – № 7. – P. 1385–1385.
3. Soltero V.M., Quirosa G., Rodríguez D., Peralta M.E., Ortiz C., Chacartegui R. A profitability index for rural biomass district heating systems evaluation // Energy. – 2023. – V. 282. – P. 128395.
4. Banja M., Sikkema R., Jégard M., Motola V., Dallemand J.F. Biomass for energy in the EU – The support framework // Energy Policy. Elsevier, – 2019. – V. 131. – P. 215–228.
5. Balat M., Balat M., Kirtay E., Balat H. Main routes for the thermo-conversion of biomass into fuels and chemicals. Part 1: Pyrolysis systems // Energy Conversion and Management. – 2009. – V. 50. – № 12. – P. 3147–3157.