

12. Kuvshinov, V.V., Kolomiychenko, V.P., Kakushkina, E.G. et al. Storage System for Solar Plants. *Appl. Sol. Energy*, 2019, vol. 55, no. 3, pp. 153–158. <https://doi.org/10.3103/S0003701X19030046>.
13. Abdali, A. L. M., Yakimovich, B. A., & Kuvshinov, V. V. hybrid power generation by using solar and wind energy. *energy*, 2, 3.
14. Abd Ali, L.M., Ahmed Mohammed, H., and Anssari, M.O.H., Modeling and simulation of tidal energy, *J. Eng. Appl. Sci.*, 2019, no. 14, pp. 3698–3706.
15. <https://doi.org/10.3923/jeasci.2019.3698.3706>.
16. Abd Ali, Layth & Kuvshinov, V.. (2019). генерация электрической энергии гибридной силовой установкой. 5. 66-73.
17. Ahmed Mohammed, H., Anssari, M.O.H., and Abd Ali, L.M., Electricity generation by using a hybrid system (photovoltaic and fuel cell), *J. Eng. Appl. Sci.*, 2019, no. 14, pp. 4414–4418. <https://doi.org/10.3923/jeasci.2019.4414.4418>.
18. Abd Ali, Layth & Al-Rufae, Faez. (2019). Simulation of a Model Photovoltaic power system to generate electricity. 234-240.

Наумкин А.С., Малышев Д.Ю., Салум А.

Томский политехнический университет, г.Томск

Научный руководитель: Борисов Борис Владимирович, д.ф-м.н., профессор

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИСПАРЕНИЯ КАПЕЛЬ ВОДО-МЕТАНОЛЬНОГО РАСТВОРА С РАЗЛИЧНЫМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ

Процессы горения и испарения - одни из основных процессов в энергетике, технологиях химической и газовой промышленности. Так, например, в процессе добычи природного газа и подготовки его к транспортировке образуются отходы в виде водных растворов различных видов органического сырья и его производных, которые в дальнейшем необходимо утилизировать с учетом нанесения минимального ущерба окружающей среде. В работе [1] проведена серия физических экспериментов, результаты которых используются в модели термического обезвреживания водо-метанольного раствора (ВМР) в газовой горелке [2].

Данные эксперименты проведены для дальнейшего формулирования математической модели, которая включает испарение, зажигание, сгорание в рамках программного комплекса ANSYS Fluent.

Эксперименты проведены на установке, схема которой представлена на рисунке 1 [3].

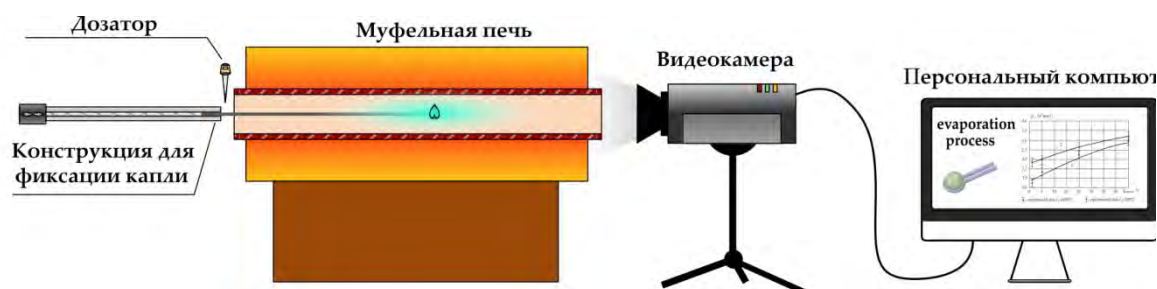


Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Для проведения опытов использовалась камерная электропечь сопротивления П-50х60х500 t-1280, заводской номер 002023. Капля раствора закреплялась на неподвижной конструкции. Конструкция выполнена из оцинкованной проволоки LUX-TOOLS BASIC диаметром 0,4 мм. Для исследований испарения капель ВМР изменялись доли метанола в растворе и температуры поверхности нагрева муфельной печи. Рассматривался водо-метанольный раствор с концентрацией метанола от 1% до 40%. Водо-метанольный раствор для поддержания равной концентрации по всему объему подвергается периодическому перемешиванию.

Регистрация динамики процесса производилась высокоскоростной видеокамерой Phantom v411 (скорость кадров 4200 к/с, разрешение 1280х800 пикселей). Программный комплекс Tema Automotive позволил произвести покадровый просмотр результатов, с помощью которого выполнялись оценки изменения геометрии, по которым рассчитывались объемная и массовая скорость испарения капли. Регистрация температуры среды внутри нагреваемой полости проводилась с помощью хромель-алюмелевой термопарой и поддерживалась постоянной с помощью контроллера печи. После закрепления капли на специальной конструкции каретка с печью двигалась по горизонтали, чтобы капля переместилась в нагреваемую полость.

В процессе испарения капли отмечен развитый характер движения диффузии и конвекции внутри капли растворенного горючего, что представлено на рисунке 2.

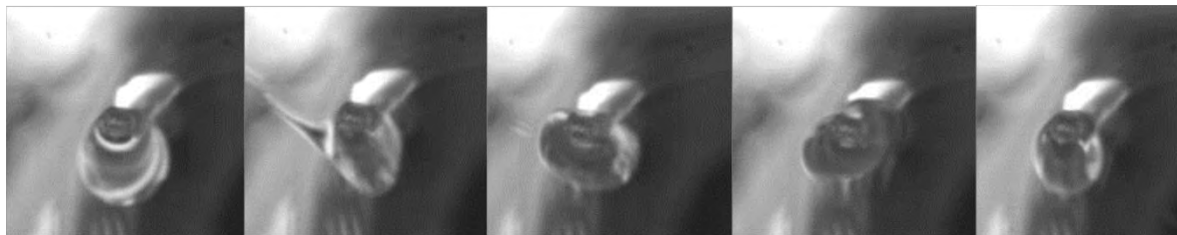


Рис. 2. Испарение капли 5% ВМР, при температуре 900 °С и времени 4,65 с. после помещения в печь

Для формирования математической модели необходимо рассмотреть двумерную модель и учитывать распределение температур по высоте или в рамках более простой модели в рамках одномерной сферической симметрии нам необходимо использовать экспериментальную установку с наименьшим отличием температуры по высоте оси [4].

Скорость испарения определена путем дифференцирования аппроксимирующей функции определенных средних диаметров. Полученное значение скорости испарения определено соотношением [5]:

$$U_d = \left| \frac{(V_{i+1} - V_i)}{\Delta t \cdot (s_i + s_{i+1})/2} \right| = \left| \frac{4/3\pi(r_{i+1}^3 - r_i^3)}{\Delta t \cdot 4\pi(r_{i+1}^2 + r_i^2)/2} \right| = \left| \frac{2(r_{i+1}^3 - r_i^3)}{\Delta t \cdot 3(r_{i+1}^2 + r_i^2)} \right| \quad (1)$$

Важно, что численное дифференцирование несет большую погрешность. Для оценки возможности использования формулы (1) скорость испарения рассчитывается путем разбиения всего процесса на временные интервалы. Каждый интервал аппроксимировали функцией с помощью которой определялась скорость изменения среднего диаметра. Это дает возможность сгладить пиковые значения в сравнении с использованием соотношения (1). Эти пиковые значения, полученные при обработке экспериментальных данных, соответствуют нестационарной перестройке полей температур и градиентов концентраций, что является причиной резкого изменения скорости и в последующем процесс выходит на стационар. Оба метода определения средней скорости имеют достаточное согласование друг с другом, на основании чего возможно использовать любой из предлагаемых методов.

Определенные скорости испарения представлена на рисунке 3.

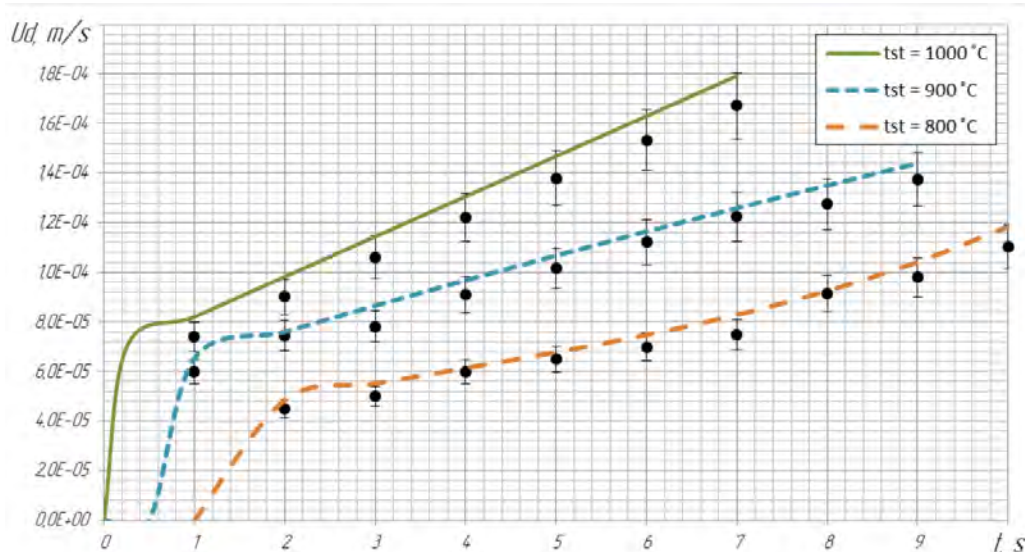


Рис. 3. Удельная скорость испарения капли для 5% ВМР, при различных температурах

Необходимо отметить, что при помещении капли ВМР с концентрацией 5% метанола в полость печи, с указанными ранее температурами, возгорание замечено не было. Отсутствие возгорания связано с недостаточной концентрацией в образовавшейся горючей смеси.

Результатами физических экспериментов является динамика процессов испарения капель ВМР при различных концентрациях метанола и температурах внутри нагреваемой полости. Необходимо отметить нелинейность изменения геометрических характеристик капли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Naumkin A. S., Borisov B. V., Nigay A. G. Influence of water-methanol solution additives on hydrocarbon fuel combustion in burner //MATEC Web of Conferences. – EDP Sciences, 2018. – Т. 194. – С. 01042.
2. Созонов Н. А., Белобородов А. В., Теньковский Д. В. Горизонтальные факельные установки ООО «ТЮМЕННИИГИПРОГАЗ» // Экспозиция Нефть Газ. – 2012. – №. 7 (25).
3. Naumkin A., Borisov B., Razva A. Study process of evaporation drop water-methanol solution with exposed high temperature //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2019. – Т. 2135. – №. 1. – С. 020041
4. Гендугов В. М., Смирнов Н. Н., Тюренкова В. В. Решение задачи диффузионного горения капли с учетом нескольких независимых реакций //Физика горения и взрыва. – 2013. – Т. 49, №. 6. – С. 31-40.

5. E. Ya. Gatapovaa, A. A. Semenov, D. V. Zaitsev, O. A. Kabov. Evaporation of a sessile water drop on heated surface with controlled wettability// Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects-2014.-Vol.441.-PP.776-785.

Нгуен Данг Куанг, Чан Зюй Хынг (Вьетнам)

Военно-промышленный колледж, г. Фу Тхо

Научный руководитель: Авдеева Диана Константиновна, профессор, д.т.н.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Введение. Стресс как массовое явление ментального состояния широко распространен в различных странах. Ему подвержена значительная часть населения в различных странах. Например, по одному из исследований в США данная часть населения составляет 40%, в Японии – 60%, Австралии – 35%, а во Франции 40% [1]. В год по статистике, приведенной в [2] на ликвидацию последствий стресса в США, расходуется 190 миллиардов долларов, а в странах Евросоюза – 20 миллиардов евро. Исследуя существующие приборы и теоретические литературы показали, что необходимо создание новых устройств и внедрение новых методов для определения и анализа стресса человека. В данной статье проводим классификацию эмоционального состояния на 2 группы по параметрам зарегистрированных сигналов разработанными аппаратно-программными комплексами (АПК), основанную на методе линейного дискриминантного анализа (ЛДА).

Поставку задачи: Целью эксперимента является классификация эмоционального состояния на нейтральное и стрессовое, вызывающее заметное отклонение от обычного состояния (стресс) у исследуемого. При этом регистрируются электрофизиологические сигналы (реакции) при ответах на нейтральные и стрессирующие вопросы, которые заранее заготовлены. Электрофизиологическими сигналами являются электрокардиография (ЭКГ), электроэнцефалография (ЭЭГ), определение кожно-гальванической реакции (КГР). Имеется также набор контрольных вопросов. Для данной работы наиболее подходит метод линейного дискриминантного анализа Фишера [3, 4]. Линейный дискриминантный анализ требует выполнения ряда предположений. Вектор наблюдений $\vec{X} = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$ должен относиться к одному из двух классов, имею-