

Рис. 1. Поле сил по внедрению альтернативных источников энергии

Требуется более выгодно использовать энергию чистых источников. Сейчас начинается новый этап земной энергетики. Моё поколение должно быть готово к практическому использованию возобновляемых источников энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://alternativenergy.ru/tehnologii/965-problemy-energoberezheniya>
2. <http://www.kazpravda.kz/articles/poslanie/kak-monetizirovat-veter>
3. <http://www.rushydro.ru/industry/biblioteka/24044.html>
4. <http://www.kazenergy.com/kz>
5. <http://www.samal-energy.kz>

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ «ПАРОВОГО ОБЛАКА» В СИСТЕМАХ С НЕСКОЛЬКИМИ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Антонов Д. В., Стрижак П.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Введение. Пожары на различных объектах промышленного производства являются чрезвычайно опасными по нескольким причинам. Во-первых, на промышленных предприятиях зачастую хранятся и эксплуатируются горючие вещества, которые имеют большие скорости распространения пламени, высокие температуры, мощное тепловое излучение, большую задымленность и значительные концентрации продуктов сгорания, турбулентное перемешивание их с окислителем за счет его притока с периферии, сопровождение взрывами и большими экономическими последствиями [1, 2]. Традиционно для тушения таких пожаров применяют дорогостоящие пенообразующие вещества. Основной акцент придают предотвращению доступа окислителя в зону горения [3]. Из анализа расхода тушащих средств и времен подавления горения специалисты часто заключают о довольно невысокой эффективности применяемых технологий тушения. За последние 5-7 лет во многих развитых странах мира (в частности, Великобритании, Германии, США, России, Китае) проводятся исследования по созданию технологий тушения с так называемыми

парокапельными водяными потоками, как наиболее ресурсоэффективными и экономически выгодными [2, 4]. Получили известность такие системы, как «водяной туман», «водяная завеса», «тонкораспыленная вода». Все эти технологии в настоящее время внедряются на промышленных и административных объектах. Однако до сих пор нет разработок по изучению процессов образования «парового облака». Эту ситуацию можно объяснить сложностью взаимосвязанных процессов тепломассопереноса и фазовых превращений при движении капельных потоков воды через пламена горючих веществ.

Поэтому целью настоящей работы является теоретическое исследование оптимальных условий образования «парового облака» в системах с несколькими распылительными устройствами.

Математическая модель тепломассопереноса. При постановке задачи тепломассопереноса считалось, что начальная температура воды $T_{w0}=350$ К, начальная температура всей области решения $T_0=700$ К, начальная температура вдуваемых газов $T_{g0}=860$ К. Предполагалось, что теплофизические характеристики взаимодействующих веществ не зависят от температуры. На рис. 1 приведены схемы областей решения задач тепломассопереноса для получения условий образования парового облака с одним, тремя, пятью и тринадцатью комплектами форсунок.

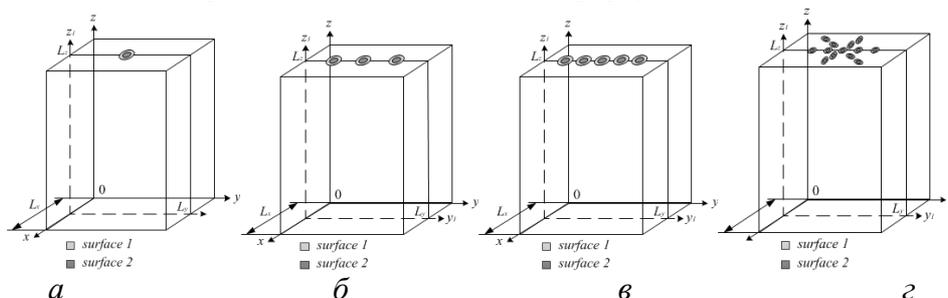


Рис. 1. Схемы областей решения: а – один комплект форсунок; б – три комплекта форсунок; в – пять комплектов форсунок; г – тринадцать комплектов форсунок

Начальные и граничные условия для рассматриваемых систем представлены ниже.

Начальные условия ($t=0$): $T=T_0$, $C_w=0$, $C_v=0$, $C_g=1$, $\psi=0$, $\omega=0$ при $0 < x < L_x$, $0 < y < L_y$, $0 < z < L_z$; $T=T_0$ при $0 < r < R_d$, $0 < \varphi < 2\pi$.

Граничные условия при $t > 0$:

$$T=T_g, C_w = 0, C_g = 1, \frac{\partial \psi}{\partial z} = U_g \text{ при } z=0, 0 < x < L_x, 0 < y < L_y;$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 C_w}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 C_g}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial \psi}{\partial z} = 0 \text{ при } z=L_z, 0 < x < L_x, 0 < y < L_y \text{ (кроме областей:}$$

surface 1 и surface 2);

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0, C_w = 0, C_g = 0, \frac{\partial \psi}{\partial y} = 0 \text{ при } y=0, 0 < x < L_x, 0 < z < L_z;$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0, C_w = 0, C_g = 0, \frac{\partial \psi}{\partial y} = 0 \text{ при } y= L_y, 0 < x < L_x, 0 < z < L_z;$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0, C_w = 0, C_g = 0, \frac{\partial \psi}{\partial x} = 0 \text{ при } x=0, 0 < y < L_y, 0 < z < L_z;$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0, C_w = 0, C_g = 0, \frac{\partial \psi}{\partial x} = 0 \text{ при } x= L_x, 0 < y < L_y, 0 < z < L_z.$$

Для области *surface 1*: $T=T_{w0}$, $C_v = 0$, $C_w = 1$, $C_g = 0$, $\frac{\partial \psi}{\partial z} = -U_{w1}$.

Для области *surface 2*: $T=T_{w0}$, $C_v = 0$, $C_w = 1$, $C_g = 0$, $\frac{\partial \psi}{\partial z} = -U_{w2}$.

На границе «жидкость – газ» задавались краевые условия четвертого рода с учетом теплового эффекта парообразования:

$$R = R_1, 0 < \varphi < 2\pi, \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial R} = \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial R} - W_e Q_e, \rho_2 D_2 \frac{\partial C_v}{\partial r} = W_e.$$

Обозначения: x, y, z – координаты декартовой системы координат, м; ψ – функция тока, м²/с; ω – вектор вихря скорости, с⁻¹; t – время, с; T – температура, К; C_w – концентрация воды в жидком состоянии; C_v – концентрация воды в газообразном состоянии; C_g – концентрация продуктов сгорания ($0 < C_g < 1$); r, φ – координаты сферической системы; R_d – радиус капли, м; L_x, L_y, L_z – размеры области решения, м; T_0 – начальная температура, К; T_g – температура газов, К; Q_e – тепловой эффект испарения жидкости, Дж/кг; W_e – скорость испарения, кг/(м²·с); U_g – скорость движения продуктов сгорания, м/с; индексы: 1 – капли воды, 2 – пары воды.

В данной постановке использовались шаги по времени $\Delta t=0.1$ с и координатной сетке $\Delta x=\Delta y=\Delta z=0.5$ мм. Вблизи границ фазового перехода координатная сетка сгущалась (до $\Delta x=\Delta y=\Delta z=\Delta r=0.001$ мм).

Результаты. В результате проведенных численных исследований установлены следующие условия образования «парового облака»:

- Распыленный поток воды должен покрывать полностью очаг горения. Если площадь очага горения меньше площади покрываемой распыленным потоком, то в таком случае процессы испарения происходят медленнее и образование парового облака практически не происходит. Если же площадь очага горения больше площади покрываемой распыленным потоком, то в таком случае значительная часть паров воды уносятся потоками газов, что препятствует образованию парового облака.
- Размер капель в потоке – $R_d = 0.05-0.15$ мм. При данных размерах капель время подачи второго и последующих импульсов составляет около 3 с, что соответствует времени полного испарения одиночной капли воды размером $R_d=0.1$ мм.
- Расстояние между форсунками и очагом горения – $H=0.7$ м. При таком расстоянии время подачи первого импульса должно составлять около 10 с. Этому времени соответствует время прохождения распыленным потоком воды примерно половины расстояния между очагом горения и форсунками, т.е. $H=0.35$ м.
- Температура воды – $T_w=350$ К. При уже подогретой воде процессы испарения и образования парового облака происходят интенсивнее.
- Скорость продуктов сгорания $U_g = 1$ м/с. При высокой скорости продуктов сгорания U_g происходит значительный унос капель распыленной воды и образующегося пара, что препятствует образованию парового облака.
- Температура газов – $T_g = 860$ К. При варьировании температур встречных газов было установлено, что оптимальный диапазон температур $T_g = 800-1000$ К.
- Начальная температура в области – $T_{g0} = 700$ К.

В результате были получены температурные поля и концентрационные поля паров воды (рис. 2), иллюстрирующие области образования «парового облака» в различные моменты времени. На рисунке представлены концентрационные поля паров воды с 13 комплектами форсунок, область орошения составила 50 м².

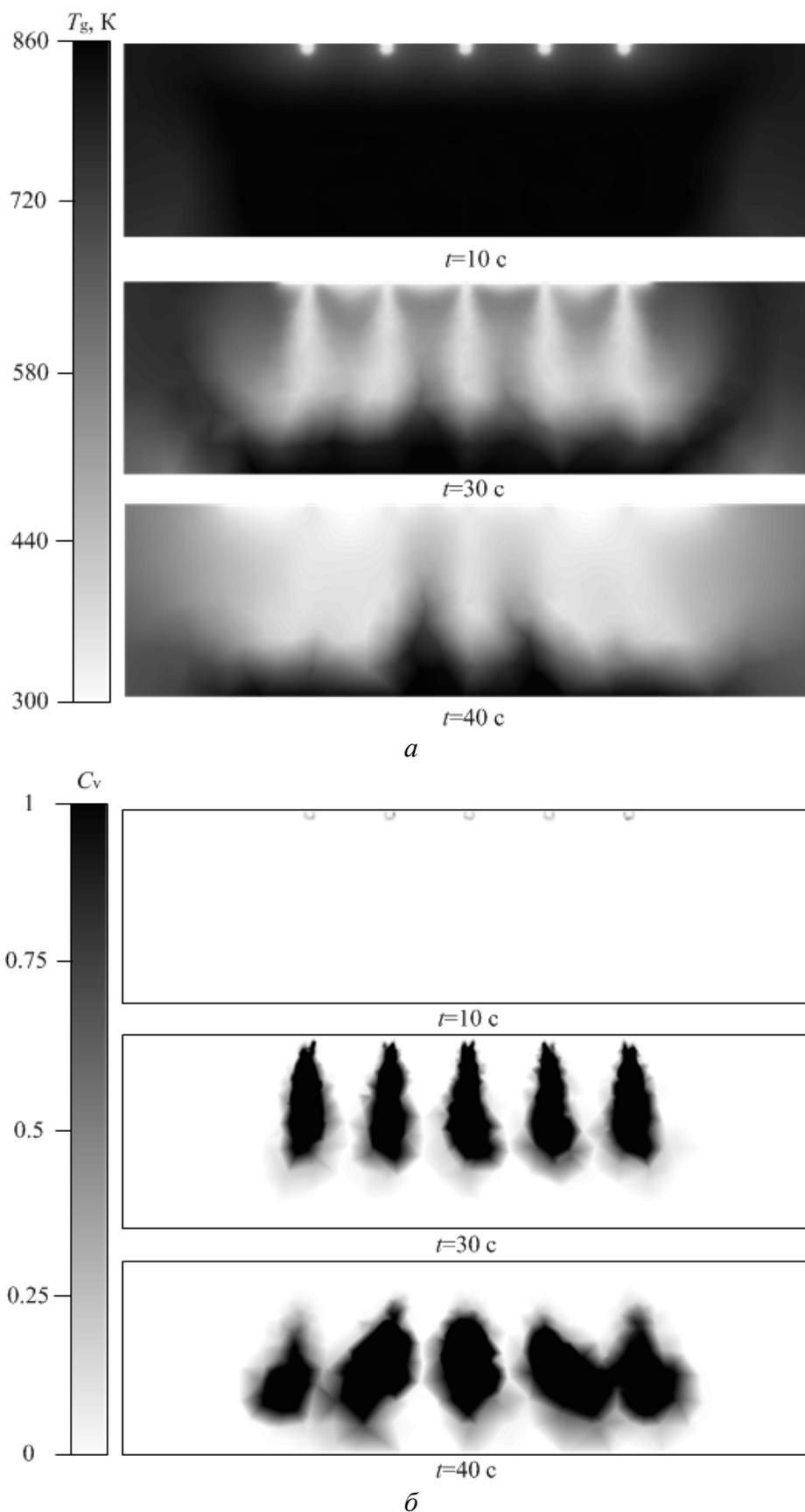


Рис. 2. Видеокadres процесса движения парового облака: *a* – температурные поля, *б* – концентрационные поля паров воды

Заключение. В результате выполненного математического моделирования определены оптимальные условия образования «парового облака». Разработанная модель и установленные эффекты могут быть использованы для решения большой группы фундаментальных газопарокапельных задач, а также при прогностической оценке полноты испарения и масштабов уноса капель в системах термической очистки воды и полидисперсного пожаротушения.

«Исследования выполнены за счет средств гранта РФФИ (проект № 15–38–20006)»

ЛИТЕРАТУРА

1. Баратов А.Н. Горение–Пожар–Взрыв–Безопасность. –М.:ФГУП ВНИИПО МЧС России, 2003. – 364 с.
2. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров. –М.: ВНИИЛМ, 2002. – 328 с.
3. Antonov D.V., Voitkov I.S., Strizhak P.A. Determination of maintaining time of temperature traces of aerosol droplet water flows during motion in a flame // EPJ Web of Conferences 110, 01001.
4. Сегаль М.Д. Использование тонкораспыленной воды для повышения противопожарной защиты кабельных сооружений АЭС // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. –2011. –№4. –С.61-64.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ «ХАКАСЭНЕРГОСБЫТ»

Филимонова Л.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Основным направлением деятельности ОАО «Хакасэнергосбыт» является покупка электроэнергии на оптовом рынке и реализация ее на розничном, обеспечение качественного и бесперебойного энергоснабжения потребителей республики [1].

К подготовительным подразделениям и участкам относятся [2]:

- Отдел реализации электроэнергии.
- Отдел снабжения электрической энергии ОАО «Хакасэнергосбыт».
- Отдел расчетов с юридическими лицами ОАО «Хакасэнергосбыт».
- Отдел договорной работы с юридическими лицами ОАО «Хакасэнергосбыт».
- Юридический отдел ОАО «Хакасэнергосбыт».
- Производственный сектор ОАО «Хакасэнергосбыт».

Сооружение систем электроснабжения требует очень больших материально-технических ресурсов. Для того чтобы максимально снизить затраты и оптимизировать комплекс применяемого оборудования применяют технико-экономические расчеты, для выбора наиболее подходящего варианта системы электроснабжения.

Минимум приведенных затрат – это основной критерий экономичности системы электроснабжения. Он определяется формулой, тыс. денежных единиц в год (тыс. ден. ед./год):

$$Z = p_{ном} \cdot K + И = p \cdot K + И_z = \min$$

Прибавлением к стоимости каждого варианта удорожаний (удорожаний связей, например линии, токопроводы) – это условно на зывают «стоимостью территории»:

$$K_{тер} = K_{уд.тер} \cdot b \cdot l$$