

Дебердеев Тимур Рустамович – Казанский научно-исследовательский технологический университет; г. Казань, ул. Заря, 7А, кв. 18; тел.: 8432739815; кафедра технологии переработки полимеров и композиционных материалов; д.т.н.; доцент.

Fomin Denis Leonidovich – Ltd. "Bashplast"; e-mail: Fomin_DL@bashplast.ru; 2, Kurchatov street, ap. 24, Sterlitamak, 453100; phone: +79174005843; general manager.

Mazina Ludmila Alexandrovna – e-mail: Mazina_LA@bashplast.ru; 118, Artema street, ap. 77, Sterlitamak, 453100; phone: +79638977033; head research laboratory; cand. of chem. sc.

Deberdeev Timur Rustamovich – Kazan Scientific Research Technological University; 7a, Dawn street, ap. 18, Kazan; phone: +78432739815; the department of polymer processing technology and composite materials; cand. of eng. sc.; associate professor.

УДК 614.841

Р.Г. Акперов, С.В. Пузач

ВЫДЕЛЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТОКСИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПРИ ПОЖАРАХ В ЗДАНИЯХ ГЭС

Проведен анализ литературных источников по прогнозированию пожарной опасности гидроэлектростанций (ГЭС), а также анализ термодинамических условий экспериментов по прогнозированию токсикологической картины при пожаре. Представлены результаты экспериментальных исследований полей температур и концентраций монооксида углерода и кислорода в мелкомасштабной герметичной экспериментальной установке при горении жидкой горячей нагрузки (трансформаторного масла). Проведено сопоставление расчетных значений оксида углерода с экспериментальными данными. Предложены способы повышения достоверности определения показателя токсичности веществ и материалов.

Пожар; показатель токсичности; горение; токсичные газы; подобие; коэффициент теплопотерь.

R.G. Akperov, S.V. Puzach,

EVOLVING AND DISTRIBUTION OF TOXIC COMBUSTION PRODUCTS AT FIRES IN HYDROELECTRIC POWER STATION BUILDINGS

The analysis of literature on forecasting fire hazards at hydroelectric power stations (HPS), and also the analysis of thermodynamic conditions of the experiments on prediction the toxicological picture at a fire has been carried out. The results of experimental research of temperature fields and concentration of carbon and oxygen monoxide in small-scale tight experimental installation during the burning of liquefied hot loading (transformer oil) are presented. The comparison of calculated values of carbon oxide to experimental data has been carried out. Ways of increasing the reliability of indicator of toxicity of substances and materials definition are offered.

Fire; toxic potency; combustion; toxic gases; similarity; heat losses coefficient.

По результатам анализа пожарной опасности на ГЭС наибольшую опасность представляет трансформаторное масло, заливаемое в трансформаторы и выключатели, а также турбинное масло, используемое в системе регулирования в качестве энергоносителя, а подпятниках и подшипниках – масло, предназначенное для смазки и охлаждения.

Анализ аварий на ГЭС показал, что основными причинами возникновения и дальнейшего распространения пожара являются:

- ◆ повреждения масляного выключателя;

- ◆ разрушение бандажного кольца ротора генератора со стороны контактных колец, с разрушением маслоочистительного цилиндра и частей обмотки статора, ведущее к внутреннему короткому замыканию в турбогенераторе;
- ◆ короткое замыкание в трансформаторе, ведущее к разрушению его корпуса;
- ◆ повреждение изолятора трансформатора;
- ◆ повреждение трубопровода жидкого топлива и попадания его на горячую поверхность.

При аварии маслосистем ситуация, как правило, осложняется выбросом и растеканием масла через проемы и неплотности, в ниже расположенные помещения, кабельные туннели и полуэтажи. При горении дуги в масле образуются продукты глубокого разложения углеводов. В первую очередь это газы при смешении с воздухом образующие взрывоопасные смеси. Кроме того, при пожарах в электроустановках образуются такие токсиканты, как хлористый водород HCl , цианистый водород HCN , сероводород H_2S , аммиак NH_3 , окислы азота NO_2 и др. [2].

Таким образом, наибольший риск возникновения пожара возникает при эксплуатации трансформаторов и масляного хозяйства с последующим выбросом масла и его воспламенением.

С целью рассмотрения возможности распространения полученных данных на реальное полномасштабное помещение представлены результаты теоретического и экспериментального исследования концентраций CO и температуры внутри мелкокомасштабной экспериментальной установки.

Рассмотрена характерная схема физической картины пожара в условиях мелкокомасштабного эксперимента в герметичном объеме [1]. Приведены замкнутые системы дифференциальных уравнений законов сохранения.

Получено, что характерная плотность токсичного газа может быть описана следующей зависимостью:

$$\rho_{\Gamma} = K \frac{L}{Q_{\text{H}}^{\text{P}}}, \quad (1)$$

где ρ_{Γ} – характерная плотность токсичного газа, кг/м^3 ;

K – коэффициент пропорциональности между характерной плотностью оксида углерода и отношением $L/Q_{\text{H}}^{\text{P}}$, Дж/м^3 .

Получены экспериментальные и теоретические зависимости концентраций CO , CO_2 , O_2 от среднеобъемной температуры.

Для иллюстрации полученных результатов на рис. 1 представлены зависимости ρ_{CO} от среднеобъемной температуры при горении трансформаторного масла. Из рис. 1 видно, что полученные данные по токсичности охватывают область температур 20–70 °С, которые характерны для начальной стадии пожара. В то же время, при испытаниях на биологических объектах, охвачены области температур только до 30 °С.

Результаты экспериментов показали, что термогазодинамический процесс внутри экспериментального объема является нестационарным, поэтому найденные значения показателя токсичности не могут достоверно характеризовать токсичные свойства продуктов горения, а также существенную неоднородность температурного поля по объему газовой смеси при ее перемешивании с помощью вентилятора.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что в мелкокомасштабных экспериментальных установках даже с условием перемешивания образующейся смеси продуктов горения и воздуха нестационарное температурное поле, а следовательно, и поля концентраций токсичных газов из-за гидрогазодинамического подобия являются существенно неоднородными. Поэтому необходимо совершенствование стандартного метода испытаний.

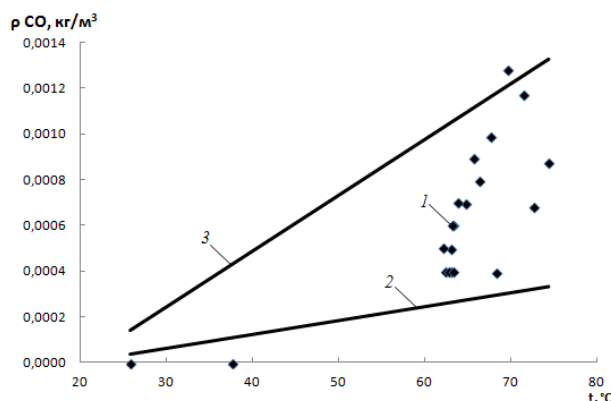


Рис. 1. Зависимости среднеобъемной плотности оксида углерода от среднеобъемной температуры при горении промышленного масла: 1 – экспериментальные значения; 2, 3 – расчет при $\varphi = 0,6$ и $\varphi = 0,9$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
- 2 Свод правил. СП 11.13130.2009. Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
- 3 Иличкин В.С. Токсичность продуктов горения полимерных материалов. Принципы и методы определения. – М.: Химия, 1993. – 136 с.
- 4 Пузач С.В. Методы расчета теплообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 336 с.
- 5 Пузач С.В., Смагин А.В., Лебедченко О.С., Абакумов Е.С. Новые представления о расчете необходимого времени эвакуации людей и об эффективности использования портативных фильтрующих самоспасателей при эвакуации на пожарах. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 222 с.
- 6 Пузач С.В., Сулейкин Е.В., Акперов Р.Г. и др. Повышение достоверности экспериментальных методов определения показателя токсичности веществ и материалов // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22, № 2. – С. 29-37.

Статью рекомендовал к опубликованию к.т.н., доцент А.К. Беликов.

Акперов Руслан Гянджавиевич – Академия государственной противопожарной службы МЧС России; e-mail: akperov01@mail.ru; 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; кафедра пожарной безопасности в строительстве; преподаватель.

Пузач Сергей Викторович – e-mail: puzachsv@rambler.ru; д.т.н.; профессор; заслуженный деятель науки РФ, начальник кафедры инженерной теплофизики и гидравлики.

Акперов Ruslan Gyandzhaviyevich – State Fire Academy of Emercom of Russia, Moscow, Russia; e-mail: akperov 01@mail.ru; 4, Borisa Galushkina street, Moscow 129366, Russia; the department of fire safety in civil engineering; lecturer.

Puzach Sergey Viktorovich – e-mail: puzachsv@rambler.ru); dr. of eng. sc.; professor; head of thermal physics and hydraulic department.