будущие инженеры в стенах вуза. Решение проблемы квалифицированных специалистов ведётся в двух направлениях: - переподготовка кадров (не все сотрудники пенсионного и предпенсионного возраста идут на это) и привлечение молодых специалистов (специалисты компьютерных технологий неохотно идут в структуры высшей школы, получая большую финансовую выгоду в других сферах).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ЗОН ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОЛЬНО НАПРАВЛЕННОГО ФАКЕЛА ПЛАМЕНИ

Клейменов А.В., Глухов А.В.
ООО «ВолгоУралНИПИгаз»

Многие существующие методы по определению характерных зон пожаротушения факела пламени (факел пламени образуется при истечении горящей струи газа или нефти из установки) используют рекомендованные табличные данные, в которых приводятся значения плотности теплового потока от факела пламени в зависимости от расстояния до факела и его длины. Для построения линий с характерной плотностью теплового потока в этом случае приходится прибегать к интерполяции и экстраполяции. К тому же подобные таблицы рассматривают лишь частные случаи – горизонтальные и вертикальные факелы определенной длины с основанием на поверхности земли. Реальные же факелы пламени обычно направлены под углом к горизонту и находятся на некоторой высоте от поверхности.

Многие другие методы по определению плотности теплового потока от факела пламени в зависимости от расстояния до факела вообще не пригодны для построения характерных зон пожаротушения. Они основаны на формулах лучистого теплообмена между двумя поверхностями, являются очень громоздкими и зачастую представляют лишь теоретический интерес.

Поэтому авторы статьи предложили следующую формулу для определения плотности теплового потока от цилиндрического факела пламени (факел такой формы обычно используется в инженерных расчетах) в зависимости от расстояния, которая затем была использована для построения характерных зон пожаротушения:

$$q = \frac{\sigma \cdot T^4 \cdot \pi \cdot d \cdot \eta}{2 \cdot 1000} \cdot \int_0^L \frac{dy}{r^2(x,y)}, \qquad (1)$$

где q – плотность теплового потока в рассматриваемой точке поверхности земли;

L – длина факела пламени;

d – диаметр цилиндра факела пламени;

σ – постоянная Стефана-Больцмана;

η – коэффициент излучения, зависящий от степени черноты излучающего тела и от динамики смешения факела пламени с воздухом;

r – расстояние от элемента факела до рассматриваемой точки;

x – расстояние от вертикальной проекции основания факела на поверхность земли до рассматриваемой точки поверхности;

y – расстояние вдоль длины факела, отсчитываемое от основания факела.

Для получения данной формулы мы применили закон Стефана-Больцмана (плотность теплового потока на поверхности пламени равна $\sigma * T^4$) и закон расстояния Ламберта, согласно которому плотность излучения убывает пропорционально квадрату расстояния от источника. Элементарные участки факела считаются точечными источниками излучения. Также мы учли то, что на искомую точку x поверхности падают только тепловые лучи от полуповерхности цилиндрического факела.

С помощью формулы (1) нами были получены формулы для плотности теплового потока от вертикального и горизонтального факелов с основаниями на поверхности земли, а также общая формула плотности теплового потока для произвольно направленного факела с основанием, расположенным на некоторой высоте от поверхности земли.

С помощью полученных формул были построены линии, соответствующие определенным значениям плотности теплового потока, т.е. характерные зоны пожаротушения.

Так, для вертикального факела с основанием на поверхности земли посредством программного комплекса «Огнеборец», разработанного в ООО «ВолгоУралНИПИгаз», были построены линии, соответствующие плотностям теплового потока 12.5 кВт/м2 и 4.2 кВт/м2. Эти линии представляют собой окружности с центром в месте расположения факела.

Плотности теплового потока 12.5 кВт/м2 соответствует внутренняя окружность, а 4.2 кВт/м2 – внешняя окружность.

Согласно общепринятым требованиям по пожарной безопасности, тушению и охлаждению подлежат объекты, расположенные в зоне, где плотность теплового потока больше

или равна 12.5 кВт/м2. Работникам же пожарной службы разрешается находиться в специальной одежде в той области, где плотность теплового потока меньше или равна 4.2 кВт/м2.

То есть в данном случае внутренняя окружность соответствует зоне, объекты которой нужно потушить и охладить, область же за пределами внешней окружности соответствует месту, где могут располагаться пожарные в спецодежде, осуществляющие с помощью пожарных стволов тушение и охлаждение.

Также в математической системе Matlab нами были построены эквитепловые линии, равные 12.5 кВт/м2 и 4.2 кВт/м2 от факела длиной 35 м, наклоненного к горизонту под углом $\pi/6$ с основанием, расположенным на высоте 10м над поверхностью земли.

График линии фиксированной плотности теплового потока в этом случае представляет собой эллипс, большая ось которого совпадает по направлению с горизонтальной проекцией оси факела, а точка основания факела находится в фокусе эллипса. В случае вертикального факела эллипс принимает свой предельный вид – окружность.

Данные, рассчитываемые по формулам настоящей работы, близки к табличным и вполне пригодны для инженерных оценок.

КИНЕТИКА РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ПРИСУТСТВИИ ВОЛЬФРАМАТА, МОЛИБДАТА, СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И ИХ СМЕСЕЙ

Пен В.Р., Каретникова Н.В., Шапиро И.Л., Мирошниченко И.В.
Сибирский государственный технологический университет
Красноярск, Россия

При подходящем выборе каталитической системы возможна эффективная делигнификация растительного сырья пероксидом водорода без использования органических кислот. Чистый пероксид водорода довольно устойчив, но каталитические добавки ускоряют его разложение в широких пределах.

Как и в случае пероксокислотных варок, пероксидная варка ускоряется в присутствии соединений металлов переменной валентности, в частности, молибдена и вольфрама. Механизм действия катализаторов включает образование активных пероксокомплексов CatO. В их состав могут одновременно входить несколько веществ, которые в этом случае действуют как один смешанный катализатор. В состав CatO могут входить также ионы H^+ и OH^-, которые влияют на степень его активности. Вследствие этого при использовании смешанных катализаторов и «сопутствующих» веществ (кислот, щелочей) весьма вероятно проявление эффектов синергизма и антагонизма.

К числу катализаторов окисления лигнина относится также серная кислота, однако ее действие имеет весьма специфический характер. С одной стороны, она заметно ускоряет делигнификацию и одновременно стабилизирует пероксид водорода. С другой стороны, серная кислота способствует деградации легкогидролизуемых полисахаридов древесины, снижая выход технической целлюлозы. Вследствие этого серную кислоту целесообразно применять в комбинации с другими катализаторами. Использование смешанных катализаторов приводит к интересным результатам для промышленной технологии делигнификации древесины.

Экспериментальное исследование кинетики разложения пероксида водорода выполнено в присутствии каталитических количеств молибдата натрия, вольфрамата натрия и серной кислоты в диапазоне температур 333...370 К.

Молибдат натрия даже в очень малых количествах приводит к бурному разложению пероксида водорода на холоду, однако добавки серной кислоты стабилизировали систему, что позволило изучить кинетику процессов при повышенной температуре.

Глубину разложения пероксида водорода характеризовали степенью его конверсии

$$\vartheta_{H2O2} = ([H_2O_2]_0 - [H_2O_2]) / [H_2O_2]_0.$$

Все полученные в результате экспериментов полулогарифмические анаморфозы оказались линейными, то есть обсуждаемая реакция имеет первый частный формально-кинетический порядок по пероксиду водорода:

$$\ln (1 - \vartheta_{H2O2}) = - k\tau, \quad (1)$$

где k – константа скорости реакции; τ – продолжительность от начала реакции. Эти наблюдения согласуются с опубликованными данными В. Резникова и др., установившими первый порядок по пероксиду водорода при его разложении в присутствии вольфрамовой