

Аэрозоль-пламегаситель

В середине прошлого лета на территории нашей страны было зафиксировано более 500 очагов лесных пожаров общей площадью 174 тысячи гектаров. На помощь в тушении такого количества огня были подняты добровольцы, вооруженные силы страны, авиация МЧС, прошли даже испытания специальные роботы-огнеборцы, созданные для экстремальных условий радиационного или химического заражения, работающие в дистанционном режиме, в зонах с повышенной температурой.

В свете происходящих событий и будущих неутешительных прогнозов, весьма актуальными являются работы ученых по поиску современных средств пожаротушения.

Учеными из Института химической кинетики и горения СО РАН (Новосибирск) и Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России (Москва) 10 августа 2010 г. зарегистрирован патент на изобретение № 2396095 под названием «Способ тушения пожара». Наш внештатный корреспондент взял интервью у новосибирских авторов: **Константина Петровича Куценого**, д.ф.-м.н., профессора, д.ф.-м.н. **Олега Павловича Коробейничева** и кандидата химических наук **Андрея Геннадьевича Шмакова**.

— **Константин Петрович, способов тушения пожаров существует достаточно много. Это и работа с грунтом, и сооружение заградительных и минерализованных полос-каналов, и пуск встречного огня, и тушение холодной или горячей водой, и применение химических средств и др. Что нового вы предлагаете, и чем представленный в Вашем изобретении способ тушения пожаров отличается от всех других?**

К.П. Куценогий: Мы получили патент на изобретение, полное название которого «Тушение пожаров с помощью аэрозольного генератора с регулируемой дисперсностью и водных растворов солей, ингибирующих горение».

Если говорить подробно, то стоит начать с аэрозольного генератора с регулируемой дисперсностью, а точнее с классического определения аэрозоли.

Аэрозоль — это дисперсная система, состоящая из мелких твердых или жидких частиц, взвешенных в газовой среде (обычно в воздухе). Аэрозоли, дисперсная фаза которых состоит из капелек жидкости, называют туманами, а в случае твердой фазы — дымами. Есть еще пыль, но ее относят к грубодисперсным аэрозолям. У нас речь пойдет о туманах, в которых частицы воды имеют размеры в диапазоне 1—100 мкм. В генератор для производства аэрозоли подается не просто вода, а раствор, состоящий из воды и солей калия. Генератор, меняя режим работы, меняет и спектр размеров частиц, получается аэрозоль с частицами, размер которых составляет 5–80 мкм, максимально эффективный для тушения пожара. Частицы выпускаются в виде облака аэрозоли, которое падает в пламя. Здесь мелкие частицы должны очень быстро пролететь через очень узкую зону пламени и успеть испариться, и уже в газовой фазе, где происходит химическая реакция, вступить во взаимодействие с реакционно активными частицами-радикалами.

О.П. Коробейничев: В газовой фазе пламени происходит цепные разветвленные реакции, аналогичные реакциям при делении урана в атомном реакторе или при взрыве атомной бомбы. В них главную роль играют активные частицы — атомы и свободные радикалы, являющиеся носителями цепи. Хотя их мало — доли процента, но от их концентрации зависит, будет горение иметь место, или пламя погаснет. Когда частицы аэрозоля, состоящие из воды и солей калия, попадают в пламя, вода испаряется, а соли калия (как и другие пламегасители) вступают в реакции с атомами и свободными радикалами в газовой фазе пламени, приводящими к их гибели. Причем, одна частица ингибитора уничтожает сто-тысячу активных частиц, и процесс горения в газовой фазе затухает.

— **Частицы аэрозоля, состоящие из воды и солей калия, имеют разный размер: от 5 до 80 микрон. Для чего?**

О.П. Коробейничев: При горении твердых тел, таких как древесина, сначала происходит их газификация с образованием горючих газообразных продуктов, сгорающих затем в пламени с выделением тепла. Выделившееся в пламени тепло нагревает древесину, тем самым поддерживая процесс газификации, скорость которого зависит от температуры горящей древесины. Чтобы подавить горение, нужно прежде всего замедлить цепные реакции в пламени и погасить его. Для этого требуются частицы аэрозоля размером 5 микрон, которые очень быстро испаряются и гасят огонь за доли секунды.



Но остаются твердые угли, которые продолжают тлеть, поэтому нужно также подавить процесс газификации тлеющей древесины (углей) и понизить её температуру. Для этого требуются частицы аэрозоля уже более крупного размера — 50—80 микрон, которые в силу большей инерции проникают глубоко в пламя, вплоть до поверхности тлеющей древесины. Именно они, вступая в процесс химической реакции, понижают температуру тления в твердой фазе на такое время, за которое происходит процесс полного тушения пламени.

Пламегасители, как и их концентрация, подбираются в зависимости от режима горения. Главные активные частицы в пламени — атомы водорода и гидроксил — именно с ними пламегаситель должен вступать в реакцию, чтобы уменьшать их концентрацию. В лабораторных условиях изучаются разные пламена, так называемые предварительно перемешанные и диффузионные, в которых кислород диффундирует к горючему, и турбулентные — когда велики скорости потоков, а горючее и окислитель предварительно не перемешаны, в них горение происходит очень бурно. Эффективность действия пламегасителей разная для разных типов пламен.

— **Почему предложенный Вами пламегаситель состоит из воды и солей калия?**

А.Г. Шмаков: Экспериментальным путем найдено наиболее эффективное соединение пламегасителя среди солей металлсодержащих веществ. Свойства этой соли, состоящей из калия и атомов железа, таковы, что она, попадая в пламя, быстро и легко (что очень важно) разлагается, оседая на горючий материал и поддерживая температуру горения на пониженном уровне некоторое время, тем самым препятствует повторному воспламенению.

Из всех металлсодержащих соединений соли калия в виде аэрозольного раствора оказались до 100 раз эффективнее, чем многие другие пламегасители.

К.П. Куценогий: Отметим ещё одну особенность предложенного метода. Облако аэрозоля, состоящее из частиц разного размера — 5–80 мкм, погасив один очаг пожара, переносится ветром дальше, чтобы продолжить гасить следующий. Аэрозольный генератор, в зависимости от мощности, может работать от полутора часов и далее, распространяя это облако на расстояние от 20—30 метров при отсутствии ветра, и на километры — по ветру.

— **Хорошо, пожар пламегасителями потушен, а как это отразится на экологии?**

А.Г. Шмаков: Экологически наша технология совершенно безопасна. Калий — это составная часть минеральных удобрений, железо тоже хорошо перерабатывается и усваивается живыми растениями, организмами. Используемая так называемая красная кровяная соль — это химический реактив, который производится в очень больших масштабах, десятками тонн. Поэтому это ещё и очень недорогой способ тушения.

— **А как вы вышли на это соединение?**

О.П. Коробейничев: Предыстория такова. Нам нужно было исследовать технологию процесса уничтожения запасов химического

оружия (зарина) методом сжигания. В качестве имитаторов зарина мы использовали фосфорорганические соединения (ФОС), которые по своему строению близки к молекуле зарина. Стали исследовать метод сжигания имитаторов, насколько он экологичен, не образуются ли при горении опасные соединения, токсичные вещества. Было установлено, что исследуемые имитаторы оказывают ингибирующее воздействие на процессы горения и могут использоваться в качестве пламегасителей. Дальнейшее исследование эффективности и механизма действия ФОС как пламегасителей, поиск наиболее эффективных из них были поддержаны грантами РФФИ и двумя международными грантами: Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) и Европейского фонда развития (ЕФР). В рамках этих грантов проводились наши исследования совместно с ВНИИПО — Всероссийским научно-исследовательским институтом противопожарной обороны МЧС России, где испытывались ФОС на их эффективность как пламегасителей по принятым стандартам: с Московским институтом элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, где для нас синтезировали ФОС, с Институтом цитологии и генетики, где токсичные свойства ФОС были изучены на мышах.

Кроме того изучалось, какое воздействие ФОС производят на озоновый слой Земли. Выяснилось, что имитаторы не воздействуют на озоновый слой, не токсичны, продукты их горения тоже не токсичны, зато эти модельные соединения обладают эффективными пламегасящими свойствами. В этих проектах были также запланированы полевые крупномасштабные испытания эффективности пожаротушения с помощью аэрозольного генератора регулируемой дисперсности (АГРД). Совместно с ВНИИПО мы получили патент на состав на основе ФОС для объемного пожаротушения. Однако из-за высокой стоимости этого фосфорорганического соединения его крупномасштабные испытания не проводились. Мы стали искать более дешёвые соединения для проверки самой идеи использования АГРД для пожаротушения и нашли на складе нашего института достаточное для испытаний количество красной кровяной соли.

— **Проводятся ли аналогичные исследования в других институтах или за рубежом?**

О.П. Коробейничев: Исследования пожаротушения проводятся как в нашей стране, так и за рубежом. Насколько нам известно, пожары тушат в основном водой. Недостаток — большой расход воды. Изучается способ тушения пожаров с помощью распылённой воды. Используют также порошки, пены, инертные и химически активные газообразные разбавители воздуха, а также аэрозольные огнетушащие составы, являющиеся продуктами сгорания твердотопливных композиций. Различные типы пожаров требуют различных способов их тушения. Однако тушение пожаров аэрозолями водных растворов солей ранее не проводилось и не исследовалось. Возможно, что их применение будет эффективно также для борьбы с пожарами в угольных шахтах.

И. Петрова, специально для «НС»

Конкурс

Учреждение Российской академии наук Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения РАН объявляет конкурс на замещение вакантной должности научного сотрудника по специальности 01.04.20 «физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника». Дата проведения конкурса — 22 августа 2011 г.; время: 12.00; место: зал Учёного совета. Документы (с пометкой «на конкурс») направлять в адрес отдела кадров ИЯФ СО РАН: 630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 11. Справки по тел.: 329-47-88.

Учреждение Российской академии наук Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН объявляет конкурс на замещение следующих вакантных должностей на условиях срочного трудового договора: научного сотрудника — 1 вакансия и старшего научного сотрудника — 1 вакансия по специальности «химия твердого тела» (02.00.21) в лабораторию неравновесных твердофазных систем; научного сотрудника — 1 вакансия по специальности «химия твердого тела» (02.00.21) и старшего научного сотрудника — 1 вакансия по специальности «физика конденсированного состояния» (01.04.07) в лабораторию химии твердого тела; научного сотрудника — 1 вакансия и ведущего научного сотрудника — 1 вакансия по специальности «химия твердого тела» (02.00.21) в лабораторию химического материалообразования; старшего научного сотрудника — 1 вакансия по специальности «химия твердого тела» (02.00.21) в лабораторию методов синхротронного излучения. Срок подачи документов — не позднее двух месяцев со дня опубликования объявления. Конкурс состоится 16 сентября 2011 г. в 10:00 в конференц-зале института. Документы направлять по адресу: 630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18. Объявление о конкурсе и перечень необходимых документов размещены на сайте ИХТТМ СО РАН (www.solid.nsc.ru). Справки по тел.: 332-53-44 (ученый секретарь ИХТТМ СО РАН).

Учреждение Российской академии наук Институт катализа имени Г.К. Борскова СО РАН объявляет конкурс на замещение следующих вакантных должностей на условиях срочного трудового договора: заведующего лабораторией спектральных методов (срок действия трудового договора 5 лет; старшего научного сотрудника по специальности 05.17.08 «процессы и аппараты химических технологий» — 1 ставка (срок действия трудового договора — по 31.12.2012 г.); научного сотрудника по специальности 05.17.08 «процессы и аппараты химических технологий» — 1 ставка (срок действия трудового договора — по 31.12.2012 г.); младшего научного сотрудника по специальности 05.17.08 «процессы и аппараты химических технологий» — 1 ставка (срок действия трудового договора — по 30.08.2013 г.); младшего научного сотрудника по специальности 05.17.08 «процессы и аппараты химических технологий» — 1 ставка (срок действия трудового договора — по 30.06.2012 г.). Требования к кандидатам — в соответствии с квалификационными характеристиками, утвержденными постановлением Президиума РАН № 196 от 25.03.2008 г. Лицам, изъявившим желание принять участие в конкурсе, необходимо подать заявление и документы в конкурсную комиссию не позднее одного месяца со дня выхода объявления. Конкурс состоится 26.08.2011 г. в 15:00 по адресу: г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 5 (конференц-зал Института катализа СО РАН). Объявление о конкурсе и перечень необходимых документов размещены на сайтах РАН и института (www.catalysis.ru). Справки по тел.: 330-77-53, 3269-518, 3269-544.

Объявление

Ищу работу переводчика с английского, немецкого языков.
Тел.: 8-913-959-32-57.