Н.Н.АЛЕЙНИКОВ, Н.Н.ВЕРШИНИН, К.К.ШВЕДОВ
Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка,
Россия

ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В МЕСТАХ ПРОВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Экологическое воздействие взрыва на окружающую среду связано со значительным выделением вредных газов и пыли в атмосферу, загрязнением ими и продуктами неполного разложения ВВ грунта и грунтовых вод. В местах массового ведения взрывных работ при добыче полезных ископаемых наблюдается химическое загрязнение подземных и поверхностных вод, ухудшение биологического ландшафта [2]. При крупномасштабных взрывах возможно выпадание твердых осадков и кислотных дождей на больших расстояниях от места взрыва.

В процессах взрыва смесевых составов окислитель – горючее на основе нитрата аммония образуются токсичные газы, определение состава которых представляет сложную задачу, так как состав продуктов взрыва зависит от свойств ВВ и от условий их разложения. Так, при разложении нитрата аммония в зависимости от условий возбуждения реакции выделяются различные токсичные газообразные продукты:

- при осторожном нагревании нитрата аммония до температуры, незначительно большей температуры плавления, – аммиак;
- при нагревании до 260-285 °С – закись азота;
- при быстром нагревании до 400-500 °С – двуокись азота;
- при взрыве – азот и кислород.

При детонации в воздушной среде количественный и качественный состав продуктов детонации заметно отличается от состава продуктов горения ВВ (CO_2, CO, C, H_2O, H_2, N_2, H, N, O, OH, NO). Состав охлажденных продуктов взрыва, который обычно определяется на стационарных приборах, зависит как от свойств ВВ, так и от условий охлаждения взятых для анализа проб и значительно отличается от первоначального состава продуктов детонации.

Удовлетворительной теории взрывных процессов, которая могла бы предложить количественную зависимость выхода ядовитых газов и продуктов неполного разложения ВВ от химического состава смесевых ВВ, режимов взрывчатого превращения и условий взрывания в настоящее время нет. Единственным критерием проектирования смесевых ВВ, при взрыве которых не должно образовываться ядовитых газов, является полуэмпирический расчет состава исходной смеси на нулевой кислородный баланс. При этом предполагается, что независимо от режимов взрывчатого превращения, их параметров и условий взрывания окисление горючих компонентов будет полным. Однако многочисленные экспериментальные данные показывают, что в типичных условиях взрывания полного окисления горючих компонентов в процессах взрыва смесевых систем, особенно систем окислитель – горючее на основе нитрата аммония, не происходит. Причина этого не установлена, не ясен и факт появления оксидов азота при взрыве стехиометрической смеси нитрата аммония с горючей добавкой.

Очевидно, что проблема повышения экологической безопасности при использовании энергии взрыва в промышленности может быть решена только на основе комплексных исследований механизма и полноты превращения вещества в процессах взрыва, разработки показателей экологической безопасности и экспресс-методов мониторинга состояния окружающей среды в местах ведения взрывных работ. Такие исследования в настоящее время проводятся в ИПХФ РАН [3]. Целью их является установление факторов, определяющих образование экологически вредных газов в процессах взрыва и взрывного разрушения горных пород, разработка научно обоснованных способов прогнозирования и снижения выхода токсичных газов в продуктах взрыва систем окислитель – горючее, разработка методов экспресс-мониторинга экологического состояния среды и научно обоснованных технических способов снижения уровня

экологической опасности в местах ведения взрывных работ за счет рационального использования и совершенствования существующих ВВ; дегазации, детоксикации от сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) и дезинфекции различных поверхностей и токсичных смывных вод, а также других способов, связанных с технологией ведения взрывных работ [1].

Основой системы мониторинга состояния окружающей среды в отношении токсичных газов могут быть малогабаритные и переносные приборы, разработанные в ИПХФ РАН на основе твердоэлектролитных сенсоров. К настоящему времени разработаны и созданы различные типы сенсоров для определения следующих газов в воздушной среде: CO, NH_3, NO_2, NO_x, H_2, фтора и фторсодержащих газов (F_2, ClF_3, HF и др.), SO_2 и H_2S. Диапазон измеряемых концентраций газов от предельно допустимых для атмосферы воздуха населенных пунктов и до нескольких десятков процентов.

Изготовлены и испытаны опытные образцы сенсоров, разработана технология мелкосерийного производства сенсоров с возможностью изготовления до 10 тыс. единиц в год.

Твердоэлектролитные сенсоры могут быть использованы при создании приборов для контроля уровня содержания вредных примесей в атмосфере воздуха населенных пунктов, выбросов предприятий, рабочей зоны промышленных предприятий, в качестве элементов систем регулирования и контроля технологических процессов, контроля вредных примесей в отработанных газах автомобилей и имеют улучшенные технические характеристики: быстродействие, диапазон измеряемых концентраций, селективность, низкую стоимость, – по сравнению с аналогичными разработками в России и за рубежом. Сенсоры могут работать в качестве элементов систем регулирования и контроля технологических процессов, в том числе процессов производства компонентов ВВ на заводах, производства смесевых ВВ на местах применения и проведения взрывных работ на карьерах.

Диапазоны измерения газовых сенсоров для низких концентраций веществ при относительной ошибке, не превышающей 20 %, следующие, ppm (10^{-4} % по объему):

Газ	CO	NO_2	NO	NO_x	NH_3
Диапазон	5-2000 1-1000	0,5-50 0,02-100	5-100 –	– 1-1000	5-300 0,1-1000

Примечание. В числителе и знаменателе – характеристика сенсоров зарубежных и разработанных в ИПХФ РАН соответственно.

В ИПХФ РАН разработаны также сенсоры (диаметр 6-8 мм, высота 5-15 мм) для высоких концентраций веществ со следующими характеристиками:

Газ	CO	NO_2	NO_x	NH_3
Диапазон измеряемых концентраций, % по объему	0,1-10	0,003-10,0	0,01-1,0	0,1-30
Рабочая температура, °C	< 60	< 85	< 85	< 85
Быстродействие, с	10-120	10-30	10-30	10-60

Для создания системы повышения экологической безопасности взрывных разрушений горных пород необходимо развитие комплексных научно-исследовательских работ по физике самих взрывных процессов и разработке методов контроля и мониторинга экологического состояния окружающей среды (см. таблицу), разработке методов и способов дегазации, детоксикации от СДЯВ и токсичных смывных вод при соответствующей государственной поддержке. Необходимым является также создание государственного центра испытаний промышленных ВВ, разработка и внедрение соответствующих законодательно-правовых актов.

Характеристики сенсоров для мониторинга окружающей среды

Сенсор	Диапазон измеряемых концентраций	Быстродействие, с	Относительная погрешность измерений, %	Ресурс работы, ч, не менее	Рабочая температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Селективность
CO (I тип)	0,1-10	10-120	±10	10 000	0-80	-	К CH_x и CO_2
CO (II тип)	10^{-4}-0,1	60-600	±10	10 000	0-80	-	
NO_2 (I тип)	10^{-3}-1	10-180	±20	10 000	10-60	5-95	К CH_x, CO, O_2, H_2 и CO_2
NO_2 (II тип)	10^{-6}-10^{-2}	20-600	±10	10 000	0-80	5-95	
NO_x (I тип)	10^{-5}-0,1	10-180	±20	10 000	10-60	5-95	К CH_x, CO, O_2, H_2 и CO_2
NO_x (II тип)	10^{-2}-1	10-30	±10	10 000	10-60	5-85	
NH_3 (I тип)	0,1-30	10-180	±20	5 000	0-45	0-95	К CH_x,CO, O_2, H_2 и CO_2
NH_3 (II тип)	10^{-5}-10^{-3}	10-180	±20	5 000	0-45	10-95	
H_2 (I тип)	10^{-2}-5	10-100	±10	10 000	0-50	20-80	К CH_x,CO и CO_2
H_2 (II тип)	10^{-3}-5	10-60	±20	10 000	0-80	5-30	

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алейников Н.Н.* Вкус сертифицированной воды. О новом высокоэффективном методе очистки воды от токсичных примесей и целесообразности его сертификации / Н.Н.Алейников, В.В.Шильдин, Г.В.Еремеев // Надежность и сертификация оборудования для нефти и газа. 1998. № 3.

2. Комплексное развитие КМА: Сб. статей / НИИКМА. Губкин, 1998.

3. *Шведов К.К.* Экологические проблемы применения взрыва при добыче полезных ископаемых // Физические проблемы взрывного разрушения массивов горных пород: Сборник трудов междунар. конф. / ИПКОН. М., 1998.