

ТЕХНОГЕННАЯ И ПРИРОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. МЕДИЦИНА КАТАСТРОФ (SAFETY-2025)

VIII Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием

Саратов, 16–17 октября 2025 года

Сборник материалов



УДК 614.8.084

ББК 68.9

Т38

Редакционная коллегия:

проф. каф. мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского д-р биол. наук, проф. **С.М. Рогачева**; доц. каф. техносферной безопасности и транспортно-технологических машин Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова, д-р сельхоз. наук, доц. **К.Е. Панкин**; доц. каф. нефтехимии и техногенной безопасности СГУ им. Н.Г. Чернышевского канд. хим. наук, доц. **В.З. Угланова**; зав. каф. мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского д-р мед. наук, доц. **С.А. Сидельников**

Рекомендует к изданию редакционно-издательский совет СГМУ

Техногенная и природная безопасность. Медицина катастроф.

Т38 SAFETY-2025 : VIII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием : сборник материалов / под редакцией С. М. Рогачевой, К. Е. Панкина, В. З. Углановой, С. А. Сидельникова ; Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Саратовский медицинский университет «Реавиз», Главное управление МЧС России по Саратовской области. – Саратов : Сар. гос. мед. ун-т, 2026. – 302 с.

ISBN 978-5-7213-0924-3

Сборник составлен на основе материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Техногенная и природная безопасность. Медицина катастроф», которая проводилась 16–17 октября 2025 года в Саратовском ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России по различным направлениям безопасности жизнедеятельности (в чрезвычайных ситуациях, экологической, промышленной, производственной) и медицине катастроф. Освещены также социальные, правовые вопросы безопасности, проблемы обучения в области безопасности жизнедеятельности и первой помощи. Часть статей посвящена разработке новых материалов и технологий, применяемых для предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Издание предназначено для специалистов в области безопасности жизнедеятельности, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений.

Материалы представлены в авторской редакции

© Саратовский государственный
медицинский университет
им. В.И. Разумовского, 2026

© Авторы, 2026

ISBN 978-5-7213-0924-3

Е.Ю. Удавцова, Е.В Бобринев, А.А. Кондашов, Т.А. Шавырина Создание оптимизированной системы для расчета индекса экологической безопасности.....	226
Е.А. Царева, М.З. Давлятшина Изучение воздействия химической активации на адсорбционную активность отработанного кизельгура.....	230
А.Ю. Шабунина Применение комбинации УФ-спектроскопии и хемометрических алгоритмов для мониторинга антибиотиков в водных объектах	234
Н.Д. Шумилов, Г.Е. Никифорова Оценка качества воздушной среды зеленых зон в Санкт-Петербурге	238
<i>БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ РИСКИ И МЕТОДЫ ИХ СНИЖЕНИЯ</i>	
С.И. Александрович Модель динамического учета частот отказов на базе консервативных значений по методике API RP 581	243
Д.Р. Гусейнова, К.С. Дронникова, Л.А. Земскова, И.А. Казаринов Воздушный катод для микробных топливных элементов, предназначенных для конверсии органических веществ сточных вод в электрическую энергию	248
Д.Д. Давыденко, Л.А. Иванова Анализ причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний на угольных предприятиях Кузбасса	256
Д.А. Дерябина, В.М. Райкова Взаимосвязь температурных показателей пожарной опасности алифатических спиртов.....	261
Г.М. Ионин, Ф.М. Филиппова Электрические подстанции: безопасность и риски	266
С.М. Исмагилова, Г.И. Латыпова, И.Р. Киреев Качество задвижек как фактор оценки риска аварий на нефтепроводах ...	269
И.П. Павлов, Ф.М. Филиппова Обеспечение безопасности и повышение эффективности эксплуатации тепловых электростанций	274
Е.С. Солодухин, В.Г. Гуреева, А.А. Чукарева, В.А. Звездунова, А.Н. Шушпанов Анализ газообразных продуктов детонации двухкомпонентных взрывчатых смесей на основе биодизельного топлива	281

УДК 662.756.3 + 662.221.4

**АНАЛИЗ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ
ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ
БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**Егор Сергеевич Солодухин, Валерия Гурьевна Гуреева, Анна
Анатольевна Чукарева, Виктория Александровна Звездунова,
Александр Николаевич Шушпанов**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,
Москва, Россия

Солодухин Е.С. egorsolodukhin1998@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6414-0729>

Гуреева В.Г. gureeva.v.g@muctr.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1986-6246>

Чукарева А.А. ania.tchuckarewa@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8903-9974>

Звездунова В.А. viki.zvz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3970-8498>

Шушпанов А.Н. shoo@count0.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8212-1571>

Аннотация. В статье рассмотрена газовая вредность нового смесового взрывчатого вещества на основе аммиачной селитры и биодизельного топлива. Определено количество образующегося диоксида азота и монооксида углерода. Проведено сравнение с типовыми смесями АСДТ. Зафиксировано увеличение количества образующегося монооксида

углерода и снижение количества диоксида азота. Зависимость концентрации диоксида азота от времени может быть индикатором образования более сложных оксидов азота на ранних этапах после детонации, что является следствием смещения кислородного баланса в положительную сторону.

Ключевые слова: АСДТ, игданит, биодизельное топливо, газовая вредность

THE ANALYSIS OF GASEOUS DETONATION PRODUCTS OF TWO-COMPONENT BIODIESEL FUEL BASED EXPLOSIVE MIXTURES

Egor Sergeyevich Solodukhin, Valeria Gureevna Gureeva, Anna Anatolyevna Chukareva, Victoria Aleksandrovna Zvezdunova, Alexander Nikolaevich Shushpanov

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

Solodukhin E.S. egorsolodukhin1998@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6414-0729>

Gureeva V.G. gureeva.v.g@muctr.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1986-6246>

Chukareva A.A. ania.tchuckarewa@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8903-9974>

Zvezdunova V.A. viki.zvz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3970-8498>

Shushpanov A.N. shoo@count0.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8212-1571>

Abstract. The article discusses the gas hazard of a new ammonium nitrate and biodiesel based mixed explosive. The amount of nitrogen dioxide and carbon monoxide produced has been determined. A comparison with typical ANFO mixtures is carried out. An increase in the amount of carbon monoxide produced and a decrease in the amount of nitrogen dioxide were observed. The variation in nitrogen dioxide concentrations depended on time may serve as an indicator of the subsequent formation of more complex nitrogen oxides in the initial stages after detonation, which is a consequence of a shift in the oxygen balance in positive values.

Keywords: ANFO, igdanite, biodiesel fuel, gas hazard

Простейшие взрывчатые вещества, в частности двухкомпонентные смеси аммиачной селитры с различными видами горючего, остаются одними из самых распространенных промышленных взрывчатых веществ (ВВ). Несмотря на развитие более совершенных с точки зрения своей эффективности эмульсионных ВВ на основе нитрата аммония, смеси аммиачной селитры и дизельного топлива (АСДТ) остаются наиболее распространенным ВВ, применяемым в горнодобывающей промышленности ввиду своей дешевизны и простоты изготовления, возможности применения в жестких климатических условиях и безопасности при хранении и эксплуатации. Для дальнейшего улучшения как эксплуатационных параметров, так и снижения влияния на

окружающую среду ведутся исследования по поиску новых видов горючего, способных полностью или частично заменить ископаемое дизельное топливо [1].

Одним из наиболее перспективных видов горючего для достижения этих целей является биодизельное топливо, представленное различными алкильными эфирами жирных кислот. В отличие от ископаемого горючего данное топливо может быть синтезировано из возобновляемых ресурсов и не содержит дополнительных примесей, характерных для нефтепродуктов, в частности, соединений серы. При этом данный вид горючего является углеродно-нейтральным, поскольку углекислый газ, выделяющийся при его сгорании, поглощался растением, из которого в дальнейшем было получено сырье для биотоплива, на этапе роста. Однако в то же время по сравнению с ископаемым дизельным топливом может наблюдаться увеличение количества образующихся оксидов азота при сгорании биодизельного топлива [2]. Образование оксидов азота уже является актуальной проблемой в рамках применения азотосодержащих ВВ, ввиду чего исследование газовой вредности новых смесевых ВВ на основе биодизельного топлива является актуальной проблемой в рамках как обеспечения безопасности эксплуатации ВВ, так и снижения негативного влияния на окружающую среду.

В качестве исследуемой модельной системы использовалось смесевое ВВ на основе аммиачной селитры как окислителя (АО «ЕвроХим», Россия) и биодизельного топлива как горючего. Биодизельное топливо было синтезировано из рапсового масла и этанола непосредственно научной группой по ранее описанной методике [3]. Использовалось стехиометрическое соотношение компонентов, составляющее 93,6 масс. % нитрата аммония и 6,4 масс.% биодизельного топлива. Всего было задействовано 2 заряда смеси аммиачной селитры и биодизельного топлива (АСБТ): в стальной трубе длиной 200 мм с внутренним диаметром 42 мм, толщиной стенок 3 мм, масса заряда в которой составила 186,6 г, и в полипропиленовой оболочке длиной 120 мм с внутренним диаметром 60 мм и толщиной стенок 2 мм, масса заряда в которой составила 250,1 г. В качестве иницирующего ВВ использовался азид свинца в сочетании с пентолитом в количестве 15 г (13,5 г пентаэритриттетранитрата и 1,5 тринитротолуола). Испытание ВВ проводилось во взрывной камере объемом 58 м³ с линией отбора проб [4].

Анализ газообразных продуктов детонации проводился фотометрическим методом. Результаты анализа количество образующегося газообразного диоксида азота после взрыва представлены на рис. 1.

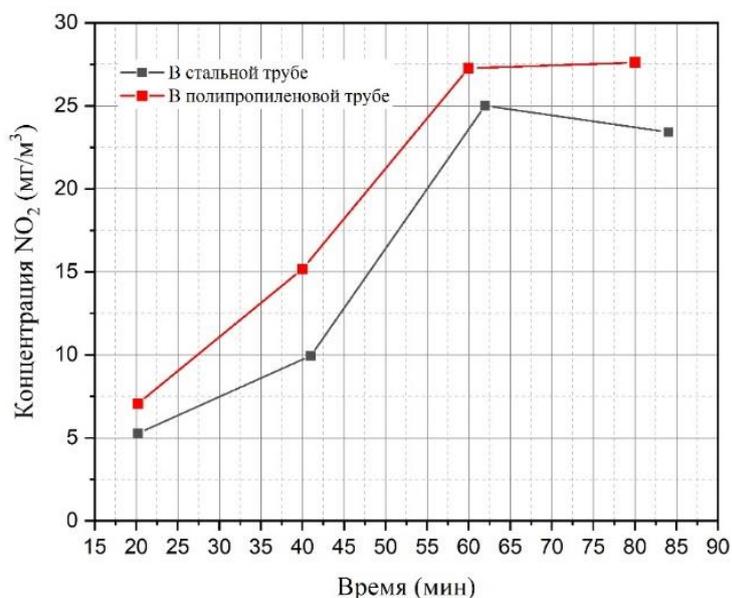


Рис. 1. Зависимость концентрации диоксида азота от времени

Концентрация диоксида увеличивается в течение продолжительного времени, а ее максимум достигается только спустя час после взрыва. Количество образующегося диоксида азота в полипропиленовой трубе незначительно выше, чем в стальной. С другой стороны, общее количество образующихся соединений азота (рис. 2), определяемое хемилюминисцентным методом, достигает максимума в первые 5 минут после детонации.

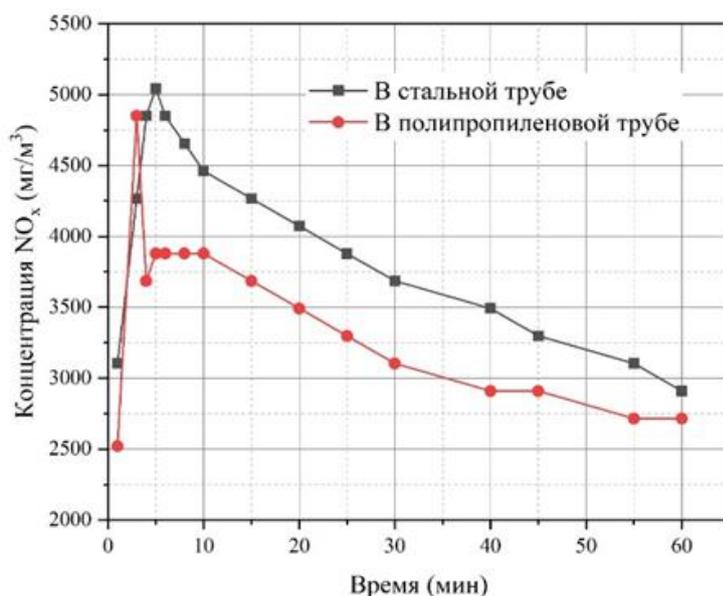


Рис. 2. Зависимость концентрации соединений азота от времени

Наиболее вероятно, такое поведение образцов обусловлено образованием непосредственно после взрыва более сложных соединений азота, которые распадаются до наиболее стабильного диоксида азота, а также образованием большего количества монооксида, который в последствии окисляется до диоксида. Аналогичные процессы могут наблюдаться в эмульсионных ВВ, но не характерны для АСДТ.

Концентрация монооксида углерода (рис. 3) оставалась относительно постоянной на всем протяжении замеров. Значительных отличий от других ВВ, в том числе тротила, в поведении образца не наблюдается. Отличие в количестве образующегося монооксида при детонации в полимерной и стальной трубе, наиболее вероятно, обусловлено отличием в условиях проведения экспериментов.

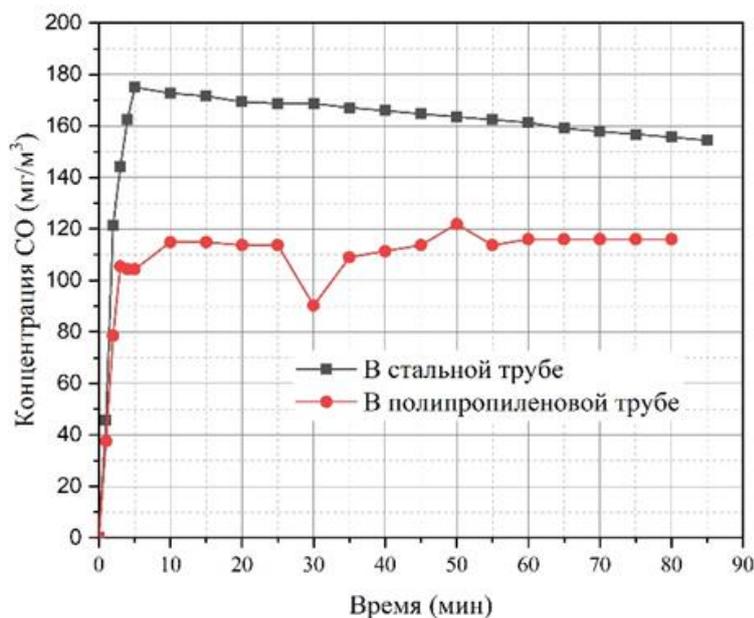


Рис. 3. Зависимость концентрации монооксида углерода от времени

Суммарная газовая вредность была рассчитана по формуле:

$$Y = X_{CO} + 6,5X_{NO_2},$$

где X_{CO} — концентрация монооксида углерода, X_{NO_2} — концентрация диоксида азота. Суммарная газовая вредность в пересчете на CO составила в моменты максимальной концентрации NO_2 (62 мин для стальной трубы и 80 мин для полипропиленовой трубы) 64,36 л/кг для детонации в стальной трубе и 42,05 л/кг для детонации в полимерной трубе. При этом концентрация образующегося диоксида азота составила 3,78 л/кг для

заряда в стальной трубе и 3,1 л/кг для образца в полимерной трубе, а концентрация монооксида углерода – 39,79 л/кг для заряда в стальной трубе и 21,90 л/кг для заряда в полимерной оболочке. Аналогичные результаты, полученные для АСДТ оставили 73 л/кг суммарной газовой вредности, включающей в себя 6,0 л/кг NO₂ и 10,3 л/кг СО [5]. Наблюдается значительное увеличение концентрации образующегося монооксида углерода, однако снижается концентрация диоксида азота. Кроме того, изменяется временной характер образования диоксида: наибольшая концентрация достигается значительно позже детонации. Такая временная зависимость, наиболее вероятно, обусловлена образованием в ходе детонации ряда более сложных соединений азота и кислорода, которые в ходе своего распада образуют NO₂, что в свою очередь может быть следствием смещения кислородного баланса в положительную сторону.

Список использованных источников

1. Fabin M., Jarosz T. Improving ANFO: Effect of Additives and Ammonium Nitrate Morphology on Detonation Parameters // *Materials*. 2021. Vol. 14, № 19. P. 5745.
2. Doppalapudi A.T., Azad A.K., Khan M.M.K. Advanced strategies to reduce harmful nitrogen-oxide emissions from biodiesel fueled engine // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2023. Vol. 174. P. 113123.
3. Преимущества применения биодизельного топлива в качестве горючего компонента простейших взрывчатых материалов / Е.С. Солодухин [и др.] // *Взрывное дело*. 2024. Т. 141, № 102. С. 116–135.
4. Совершенствование методики измерения вредных газов после взрыва промышленных взрывчатых веществ / А.А. Чукарева [и др.] // VI международная научно-практическая конференция молодых ученых по проблемам техносферной безопасности: материалы конференции, Москва, 25–26 апреля 2024 года. М.: РХТУ им Д. И. Менделеева, 2024. С. 174–178.
5. Kozyrev S.A., Vlasova E.A. Gas hazard of explosives used in the mining industry // *Mining Industry Journal*. 2021. № 5/2021. P. 106–111.