



(51) МПК  
*A62D 3/33* (2007.01)  
*A62D 101/06* (2007.01)  
*A62D 101/26* (2007.01)  
*B09C 1/08* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2009143379/05**, **25.11.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**25.11.2009**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **25.11.2009**

(45) Опубликовано: **20.07.2011** Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2092205 C1**, **10.10.1997**. **RU 2282486 C2**, **27.08.2006**. **RU 2095105 C1**, **10.11.1997**. **RU 2275260 C2**, **27.04.2006**. **WO 9846063 A2**, **22.10.1998**.

Адрес для переписки:

**119991, Москва, Ленинские горы, 1, стр.3,  
 Химический факультет МГУ имени М.В.  
 Ломоносова**

(72) Автор(ы):

**Родин Игорь Александрович (RU),  
 Смоленков Александр Дмитриевич (RU),  
 Шпигун Олег Алексеевич (RU),  
 Попик Михаил Васильевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Родин Игорь Александрович (RU)**

## (54) СПОСОБ ДЕТОКСИКАЦИИ НЕСИММЕТРИЧНОГО ДИМЕТИЛГИДРАЗИНА В ПОЧВЕ И ГРУНТЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области охраны окружающей среды и может быть использовано при аварийных ситуациях, связанных с проливами ракетного топлива: несимметричного диметилгидразина (НДМГ), а также при очистке почвы и грунта в местах падения отделяющихся ступеней ракет-носителей. Способ детоксикации несимметричного диметилгидразина в почве и грунте осуществляют путем обработки

химическим реагентом в виде водного раствора, в качестве которого используют глиоксаль концентрацией от 10 до 40 об.%, при стехиометрическом соотношении несимметричного диметилгидразина и глиоксаля, составляющем не менее 1:3. Технический результат изобретения заключается в создании сравнительно дешевой технологии, обладающей высокой технологичностью и эффективностью. 3 ил., 4 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*A62D 3/33* (2007.01)  
*A62D 101/06* (2007.01)  
*A62D 101/26* (2007.01)  
*B09C 1/08* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009143379/05, 25.11.2009**(24) Effective date for property rights:  
**25.11.2009**

Priority:

(22) Date of filing: **25.11.2009**(45) Date of publication: **20.07.2011 Bull. 20**

Mail address:

**119991, Moskva, Leninskie gory, 1, str.3,  
Khimicheskij fakul'tet MGU imeni M.V.  
Lomonosova**

(72) Inventor(s):

**Rodin Igor' Aleksandrovich (RU),  
Smolenkov Aleksandr Dmitrievich (RU),  
Shpigun Oleg Alekseevich (RU),  
Popik Mikhail Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Rodin Igor' Aleksandrovich (RU)**

**(54) METHOD FOR DETOXIFICATION OF ROCKET FUEL IN SOIL OR GROUND**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to environmental protection and can be used in disaster situations associated with rocket fuel spills: unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH), as well as in cleaning soil and the ground on impact points of separating booster stages. The method for detoxification of

UDMH in the soil or ground involves treatment with a chemical reagent in form of an aqueous solution which is glyoxal with concentration of 10-40 vol. %, in stoichiometric ratio of UDMH to glyoxal of not less than 1:3.

EFFECT: relatively cheap technique with high technological effectiveness.

3 dwg, 4 tbl, 6 ex

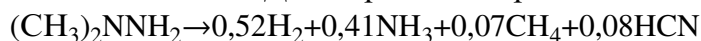
RU 2 424 020 C1

RU 2 424 020 C1

Изобретение относится к области охраны окружающей среды и может быть использовано при аварийных ситуациях, связанных с проливами ракетного топлива: несимметричного диметилгидразина (НДМГ), а также при очистке почвы и грунта в местах падения отделяющихся ступеней ракет-носителей.

Эксплуатация ракетно-космической техники сопряжена с использованием опасного для человека и окружающей среды НДМГ. Данное соединение характеризуется сложным поведением в окружающей среде: несмотря на, казалось бы, высокие восстановительные свойства, оно устойчиво и обладает способностью сохраняться на протяжении многих лет после пролива на почвенный покров (Справочник по токсикологии и гигиеническим нормативам (ПДК) потенциально опасных веществ (разработка Института биофизики и его филиалов), М., изд. АТ, 1999, 272 с.).

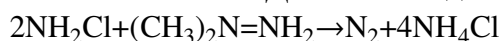
НДМГ относится к 1 классу опасности, предельно допустимая концентрация (ПДК) для водоемов составляет 0,02 мг/л, ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) для почвы - 0,1 мг/кг. Причем продукт его трансформации - нитрозодиметиламин (НДМА) является более токсичным соединением. ПДК для водоемов равно 0,01 мг/л, в пищевых продуктах - 0,003 мг/кг. НДМГ замерзает при -57°C и кипит при +216°C. Обычно в полной мере НДМГ испаряется в интервале 209-346 К. Разложение НДМГ протекает при 908 К:



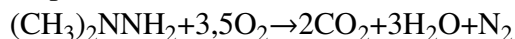
В случае разложения НДМГ кислородом воздуха происходит образование более устойчивого соединения - имида:



Такие внешние факторы, как ультрафиолетовое облучение, соли тяжелых металлов или металлы ускоряют реакцию окисления НДМГ кислородом воздуха до метана, азота и воды (Urry W.H., Olsen A.I., Bensen E.M., Autooxidation of 1,1-dimethylhydrazine, U.S.Naval Ordnance, Test Station, TP3903, China Lake, California, 1965, p.38). Для качественного определения НДМГ используют соли меди (реактив Феллинга - смесь хлоридов меди и аммония или серебра). Количественное определение НДМГ проводят путем окисления их солью  $\text{HgSO}_4$  или  $\text{CuSO}_4$ . При наличии следов ионов меди и других тяжелых металлов НДМГ взаимодействует с хлорамином:



Атмосферный кислород медленно окисляет гидразин и его производные, в том числе НДМГ, уже при низких температурах. При попадании НДМГ на развитую поверхность окисление ускоряется и может произойти воспламенение (Schmidt W.E., Hydrazine and its derivatives, preparation, properties, application, J. Wiley and sons, N.-Y., 1984, p.1059):



В почвах НДМГ быстро сорбируется почвенным поглощающим комплексом. Сорбированный НДМГ медленно окисляется воздухом, при этом образуются как продукты глубокого окисления НДМГ - углекислый газ, азот и вода, так и продукты неполного окисления - диметилгидразид муравьиной кислоты, 1-метил-1,2,4-триазол, диметиламин, диметилгуанидин и другие. Диметилгидразид муравьиной кислоты в жестких условиях способен выделять исходный НДМГ, поэтому в почвах, НДМГ существует в виде нескольких форм - свободной (собственно НДМГ) и связанной (например, в виде диметилгидразида муравьиной кислоты или близких по свойствам соединений).

В настоящее время, все известные способы детоксикации НДМГ основаны на окислении, но большинство этих способов находится на стадии ранних

исследовательских разработок (Родин И.А., Москвин Д.Н., Смоленков А.Д., Шпигун О.А., ВЭЖХ-МС исследование превращений несимметричного диметилгидразина в почвах // Журнал Физической Химии. 2008. Т.82. №6. С.1039-1044).

5 Известен способ применения торфяного сорбента-катализатора (ТСК) (Отчет МГУ №17/1-00 от 1.06.2000 г. О научно-исследовательской работе в рамках ОКР. "Создание системы экологической безопасности районов падения отделяющихся частей ракет и ракет-носителей и экологического мониторинга космодрома "Байконур"). Согласно разработанной технологии для детоксикации предложено смешивание торфа,  
10 пропитанного раствором ортофосфорной кислоты, с отходами шихты, которая накапливается в производстве сварочных электродов.

Однако использование такого сорбента-катализатора выявило целый ряд недостатков. Во-первых, этот препарат обладает неоднозначной активностью в отношении НДМГ и продуктов его трансформации. Действие его сводится в основном  
15 к накоплению (абсорбции) в своей массе этих токсикантов. При изменении внешних условий (температуры окружающей среды, избытка влаги, солнечной радиации и многих других) процесс абсорбции носит обратимый характер. Предлагаемые реагенты на основе катализаторов для ускорения окисления НДМГ кислородом  
20 воздуха имеют высокую себестоимость. Кроме того, эффективность работы этих реагентов в почвах требует проведения серьезных испытаний и доказательной базы, поскольку почвенные слои богаты многими переходными элементами, такими как медь и железо, составляющими основу действующего вещества катализаторов.

Наиболее близким к заявляемому способу является проведение детоксикации путем  
25 обработки почвы и грунта химическим реагентом, в качестве которого используют пероксиды и супероксиды щелочных или щелочно-земельных металлов индивидуально или в смеси между собой и с их окисями или гидроокисями. Почву обрабатывают реагентом как в виде порошка, так и раствора в воде или суспензии, а  
30 концентрацию реагента в почве берут от 0,5 до 1,5 от потребного стехиометрического соотношения для конверсии токсиканта (патент RU 95110478, А1, МПК<sup>6</sup> А62D 3/00, опубл. 20.06.1997).

Однако окисление НДМГ под действием соответствующих реагентов до  
35 молекулярного азота, воды и диоксида углерода происходит наряду с формированием продуктов его трансформации, в частности значительных количеств нитрозодиметиламина - более опасного соединения для окружающей среды и человека, чем исходный НДМГ.

Предлагаемое изобретение решает задачу создания сравнительно дешевой  
40 технологии детоксикации ракетного топлива в почве и грунте, обладающей высокой технологичностью и эффективностью.

Поставленная задача решается способом детоксикации ракетного топлива в почве и грунте, включающим обработку загрязненных сред химическим реагентом в виде  
45 раствора, новизна которого заключается в том, что в качестве химического реагента используют глиоксаль.

Наибольшая полнота реакции достигается при стехиометрическом соотношении загрязняющих веществ, в пересчете на несимметричный диметилгидразин, и глиоксалья, составляющем не менее 1:3.

50 Наиболее оптимальные результаты получают при концентрации глиоксалья в водных растворах, составляющей от 10 до 20% (об.). Технический глиоксаль выпускается в виде 40% раствора. Разбавление раствора от 10% до 20% приводит к увеличению объема рабочего раствора, что способствует улучшению

промачиваемости почв используемым реагентом, что в свою очередь позволяет проводить процедуру, расходуя минимальное количество исходного 40% раствора глиоксаля.

5 Глиоксаль (щавелевый альдегид) - простейший представитель класса диальдегидов, структурная формула  $O=CH-CH=O$ , широко используемый в производстве смол, гетероциклических соединений, лаков, клеев, полимерных композиций, лекарственных препаратов, инсектицидов и дубящих композиций, в кожевенной, меховой и текстильной промышленности (патент RU №2340395, МПК C07C 45/38 (2006.01), 10 опуб. 10.12.2008). Под действием окислителей легко превращается в муравьиную или щавелевую кислоту. Представляет собой бесцветную жидкость с резким запахом. Температура кипения  $56^{\circ}C$ , хорошо растворим в воде. Технический продукт выпускается в виде 40% водного раствора. Относится к третьему классу опасности (малотоксичен). В почвах может встречаться в небольших количествах как продукт 15 естественного разложения органических веществ, однако при попадании в окружающую среду быстро окисляется химически и микробиологически с образованием простейших карбоновых кислот, не представляющих угрозы для человека и окружающей среды.

20 Из литературы известно (Одрит Л., Огг Б. Химия гидразина. Пер. с англ. / Под ред. Я.М.Варшавского, М.: Издательство, 1954, 237 с.), что взаимодействие гидразинов и альдегидов происходит достаточно быстро и полно, при этом, глиоксаль быстро конденсируется с простейшими гидразинами с образованием гидразонов, устойчивых в области рН почв естественных ландшафтов. Необходимо также отметить, что 25 исследования современного уровня техники показали отсутствие описания как получения, так и свойств гидразона, являющегося продуктом реакции НДМГ и глиоксаля.

В результате проведенных нами исследований было обнаружено, что хотя 30 теоретически взаимодействие НДМГ с глиоксалем возможно по двум путям с образованием моно- и бис- производных, проведение реакции в водной среде приводит к химическому связыванию НДМГ с образованием устойчивого к разложению при любой кислотности почв моногидразона глиоксаля, причем степень связывания НДМГ при стехиометрическом соотношении НДМГ к глиоксалю не менее 1:3 35 превышает 99,9% и характеризуется высокой скоростью протекания реакции.

Нами установлена также инертность глиоксаля по отношению к веществам, входящим в состав почв.

40 Технический результат при использовании предлагаемого изобретения заключается в расширении перечисленной выше области применения глиоксаля, а именно, использовании его в новом качестве - детоксикатора ракетного топлива в почвенных и грунтовых средах.

В таблице 1 приведены результаты взаимодействия НДМГ с глиоксалем в зависимости от мольного соотношения компонентов.

45 В таблице 2 приведены результаты влияния рН на взаимодействие НДМГ с глиоксалем.

В таблице 3 приведены результаты влияния различных почв на взаимодействие НДМГ с глиоксалем.

50 В таблице 4 приведены показатели содержания НДМГ и моно-диметилгидразона глиоксаля в модельных системах.

На фиг.1 приведен масс-спектр моно-диметилгидразона глиоксаля.

На фиг.2 приведены хроматограммы образца НДМГ, обработанного трехкратным

избытком глиоксаля.

На фиг.3 приведены хроматограммы водно-почвенной суспензии на основе почвы типа «А», содержащей 1 г/л НДМГ и обработанного трехкратным избытком глиоксаля.

5 На Фиг.2 и 3

А - Спектрофотометрическое детектирование (320 нм).

Б - Масс-спектрометрическое детектирование, хроматограмма по полному ионному току.

10 В - Масс-спектрометрическое детектирование, хроматограмма по выделенному иону с  $m/z=101$ .

Приведенные ниже примеры подтверждают, но не ограничивают достижение заявленной выше цели изобретения.

Техника эксперимента

15 Определение основных контролируемых параметров при выполнении программы испытаний технологии проводили согласно следующим методикам силами Лаборатории экологического мониторинга и санитарно-гигиенического контроля (ЛЭМ) ОАО «ВПК «НПО МАШИНОСТРОЕНИЯ»:

20 Для определения свободного НДМГ применяли метод ионной хроматографии с амперометрическим детектированием согласно МВИ №98-08 (Методика выполнения измерений массовой доли свободной водорастворимой формы 1,1-диметилгидразина в почве методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием).

25 Для определения продуктов взаимодействия НДМГ и глиоксаля применяли метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим и спектрофотометрическим детектированием. Хроматографическое разделение проводили на колонке для определения НДМА (150·2 мм с диаметром зерна сорбента 4 мкм). Элюирование проб проводилось в градиентном режиме (элюент А - 20 мМ аммонийно-ацетатного буфера (рН 6,7), элюент В - ацетонитрил, программа градиента: 0-2 мин 2% В, 2-15 мин линейный градиент до 60% В, 15-17 мин 60% В, 17,01 мин - 20 мин 2% А). Скорость потока элюента: 0,3 мл/мин. Спектрофотометрическое детектирование проводили при 320 нм. Масс-спектрометрическое детектирование проводили с использованием в качестве источника ионизации положительной химической ионизации при атмосферном давлении (APCI (+)) в режиме сканирования ионов в диапазоне  $m/z=60-250$ . Объем вводимой пробы составлял 20 мкл.

35 Объекты исследования

40 В качестве объектов исследования для изучения взаимодействия реагентов с водно-почвенными суспензиями в ходе лабораторных экспериментов использовали два типа почв: бурая пустынно-степная суглинистая (тип А) и дерново-подзолистая (тип Б).

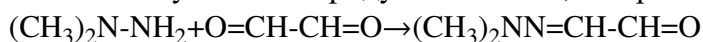
Данные почвы характеризуются пограничными значениями рН. Кроме того, обе исследованные почвы характеризуются низкими концентрациями органического вещества до 1%, с максимумом содержания в верхних 0-5 см, с глубиной содержание углерода снижается и колеблется в пределах 0,1-0,2%. Такие малые количества углерода, а также невысокое содержание илистой фракции обеспечивают низкую поглотительную способность почв (емкость катионного обмена не превышает 4-8 мг-экв/100 г почвы), и следовательно, высокую миграционную способность НДМГ.

50 Для оценки возможности использования глиоксаля для детоксикации проливов НДМГ были выяснены основные закономерности взаимодействия этих веществ, полнота связывания НДМГ глиоксалем, условия, оптимальные для проведения взаимодействия, и свойства образующихся продуктов.

Пример 1. Определение полноты связывания НДМГ глиоксалем.

Для создания нагрузки по НДМГ в 1 грамм на килограмм почвы НДМГ вносили на поверхность почвы в виде водного раствора равномерно по всей поверхности площадки методом пролива из лейки. Аналогично вносили 40% раствор глиоксаля в

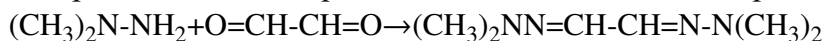
Анализ полученного продукта показал, что реакция пошла по схеме:



- единственным продуктом взаимодействия при этом является монопроизводное

НДМГ - моно-диметилгидразон глиоксаля, масс-спектр которого приведен на фиг.1.

Даже при внесении 100-кратного избытка глиоксаля образование бис-производного



не обнаружено.

Связывание НДМГ происходит в значительной степени, даже при использовании трехкратного избытка глиоксаля, что хорошо иллюстрируется хроматограммами образца НДМГ, обработанного трехкратным избытком глиоксаля, приведенными на фиг.2. Критерием эффективности детоксикации при использовании глиоксаля является отсутствие свободного НДМГ, остаточные содержания которого малы и не обнаруживаются методом ионной хроматографии, то есть трехкратного избытка глиоксаля достаточно для полного связывания НДМГ.

Пример 2. Изучение возможности связывания НДМГ при разных уровнях загрязнения.

То же, что в примере 1, только НДМГ вносили на поверхность почвы в виде водного раствора в расчете 10 грамм на килограмм почвы. Результаты исследования продуктов детоксикации показали, что количество НДМГ в почве не влияет на результаты детоксикации, масс-спектр получаемого вещества совпадает с масс-спектром, приведенным на фиг.1, а хроматограммы образцов почвы, обработанной при соотношении загрязняющих веществ в пересчете на НДМГ и глиоксаля 1:3, аналогичны приведенным на фиг.2.

Пример 3. Определение влияния стехиометрического соотношения реагентов на связывание НДМГ по реакции с глиоксалем

Для изучения стехиометрии проводили внесение разного количества глиоксаля в водные растворы, содержащие 1 г/л НДМГ при pH 7 (таблица 1). Полученные растворы подвергали перемешиванию и через 5 минут после внесения реагента анализировали методом ВЭЖХ с последовательным спектрофотометрическим и масс-спектрометрическим детектированием для определения продуктов взаимодействия и методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием для определения остаточных содержаний НДМГ. Идентификацию продуктов взаимодействия проводили методом ВЭЖХ-МС по масс-спектру. Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что полнота связывания НДМГ глиоксалем достигается уже при трехкратном избытке последнего от стехиометрического количества и не изменяется при дальнейшем увеличении.

ПДК по глиоксалу в почвах не нормируется, однако соединение относится к третьему классу опасности, поэтому необходимо ограничиться 1000-кратным избытком реагента.

Предел обнаружения метода не хуже 0,01 мг/л, т.е можно считать, что в растворе после детоксикации осталось менее 0,01 мг/л. Учитывая начальное содержание НДМГ, получаем, что остаточное содержание НДМГ не превышает 0,1% от начального, т.е. степень связывания более 99,9%.

Способ характеризуется высокой скоростью протекания реакции (полное протекание реакции занимает не более 5 минут).

Пример 4. Определение влияния кислотности среды на связывание НДМГ по реакции с глиоксалем.

5 Для выяснения граничных значений кислотности среды, при которых происходит связывание НДМГ по реакции с глиоксалем, реакцию их взаимодействия проводили при рН 5,4 (аммонийно-ацетатный буфер), 7,4 (дистиллированная вода) и рН 10 (карбонат натрия) - в растворы, содержащие 1 мг/л НДМГ в соответствующем буфере, 10 вносили трехкратный избыток глиоксаля, встряхивали в течение трех минут и анализировали аналогично растворам из предыдущего эксперимента. Результаты анализа приведены в таблице 2. Как видно из приведенных данных, в диапазоне рН от 3 до 12, в котором лежат значения кислотностей большинства типов почв, реакция взаимодействия НДМГ и глиоксаля протекает без изменений стехиометрии, полно и с 15 высокой скоростью, что делает глиоксаль потенциально перспективным реагентом для связывания НДМГ в различных по кислотности типах почв.

Пример 5. Определение влияния типа почв на связывание НДМГ по реакции с глиоксалем.

20 Для выяснения влияния почвы на протекание реакций взаимодействия вносили избыток глиоксаля в водно-почвенные суспензии, содержащие водный раствор с концентрацией НДМГ 1 г/л и почвы разных типов в соотношении 10:1 (раствор к почве). При внесении глиоксаля, его концентрацию варьировали в диапазоне от 5% до 46%, при этом установлено, что оптимальная промачиваемость почвы достигается 25 при содержании глиоксаля в растворе от 10 до 20%. Полученные растворы встряхивали в течение трех минут, отбирали образцы надосадочных жидкостей и подвергали центрифугированию, после чего анализировали. В качестве почв для проведения эксперимента выбрали почвы двух типов - бурую пустынно-степную 30 суглинистую и дерново-подзолистую (тип «А» и тип «Б» соответственно).

Хроматограммы растворов, полученных из водно-почвенных суспензий, приведены на фиг.3 для того, чтобы было наглядно видно, что пик на хроматограмме водно-почвенной суспензии действительно соответствует гидразону.

35 Данные по анализу растворов, полученных центрифугированием, водно-почвенных суспензий приведены в таблице 3. Из представленных данных видно, что взаимодействие НДМГ и глиоксаля в водно-почвенных суспензиях происходит так же, как и в модельных растворах. Остаточные содержания НДМГ малы и не обнаруживаются методом ионной хроматографии, то есть трехкратного избытка 40 глиоксаля достаточно для полного связывания НДМГ, присутствующего в различных типах почв, что говорит об инертности глиоксаля по отношению к веществам, входящим в состав почв.

Пример 6. Определение устойчивости моно-диметилгидразона (МДГ), образующегося при связывании НДМГ по реакции с глиоксалем.

45 Для изучения стабильности связывания был проведен следующий эксперимент - готовились растворы НДМГ (1 г/л) в буферах с граничными значениями рН и водно-почвенные суспензии на основе почв типа «А» и «Б», в которые вносился трехкратный избыток глиоксаля. Реакционные системы тщательно перемешивались и анализировались на содержание НДМГ и моно-диметилгидразона глиоксаля через 5 50 минут, 1, 7 и 30 суток после внесения реагента.

Для количественного измерения моно-диметилгидразона использовался метод ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием. Разделение пробы проводили



на колонке для определения НДМА, в режиме градиентного элюирования. Для выбора длины волны детектора был исследован спектр поглощения анализируемого соединения и выбран максимум поглощения, находящийся при 300 нм.

В таблице 4 приведены результаты определения содержания НДМГ и содержания моно-диметилгидразона глиоксаля в модельных системах в зависимости от типа почвы, ее кислотности и времени, прошедшего от момента детоксикации.

Проведенные эксперименты показали возможность применения глиоксаля в диапазоне pH, соответствующем реальным почвам, а эксперименты на модельных суспензиях позволили ожидать высокой эффективности данного реагента и в условиях окружающей среды. Во всех исследованных системах моно-диметилгидразон глиоксаля характеризуется высокой гидролитической стабильностью, что подтверждает прочность связи НДМГ в виде этого вещества и не приводит к самопроизвольной регенерации НМДГ в условиях окружающей среды.

Как видно из приведенных примеров, применение глиоксаля для детоксикации ракетного топлива в почве и грунтах позволяет надежно провести связывание основного токсичного компонента топлива - НДМГ.

Используемая при этом техника работы - проливка зараженных участков, обеспечивает большую однородность и эффективность использования реагентов.

Эффективная работа глиоксаля не требует дополнительных добавок и катализатора.

Важно отметить также, что концентрированные растворы реагентов имеют низкие температуры замерзания, что позволяет использовать их и при отрицательных температурах в осенне-зимний период.

СПОСОБ ДЕТОКСИКАЦИИ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА В ПОЧВЕ И ГРУНТЕ.			Таблица 1
Мольное соотношение НДМГ:глиоксаль	Остаточное содержание НДМГ, %	Продукт взаимодействия	
1:1	0,3	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	
1:3	НДМГ не обнаружен	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	
1:10	НДМГ не обнаружен	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	
1:100	НДМГ не обнаружен	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	

СПОСОБ ДЕТОКСИКАЦИИ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА В ПОЧВЕ И ГРУНТЕ.			Таблица 2
pH	Остаточное содержание НДМГ, %	Продукт взаимодействия	
3,0	НДМГ не обнаружен	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	
5,4	НДМГ не обнаружен	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	
7,4	НДМГ не обнаружен	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	
10,8	НДМГ не обнаружен	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	
12,0	НДМГ не обнаружен	$(\text{CH}_3)_2\text{NN}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$	

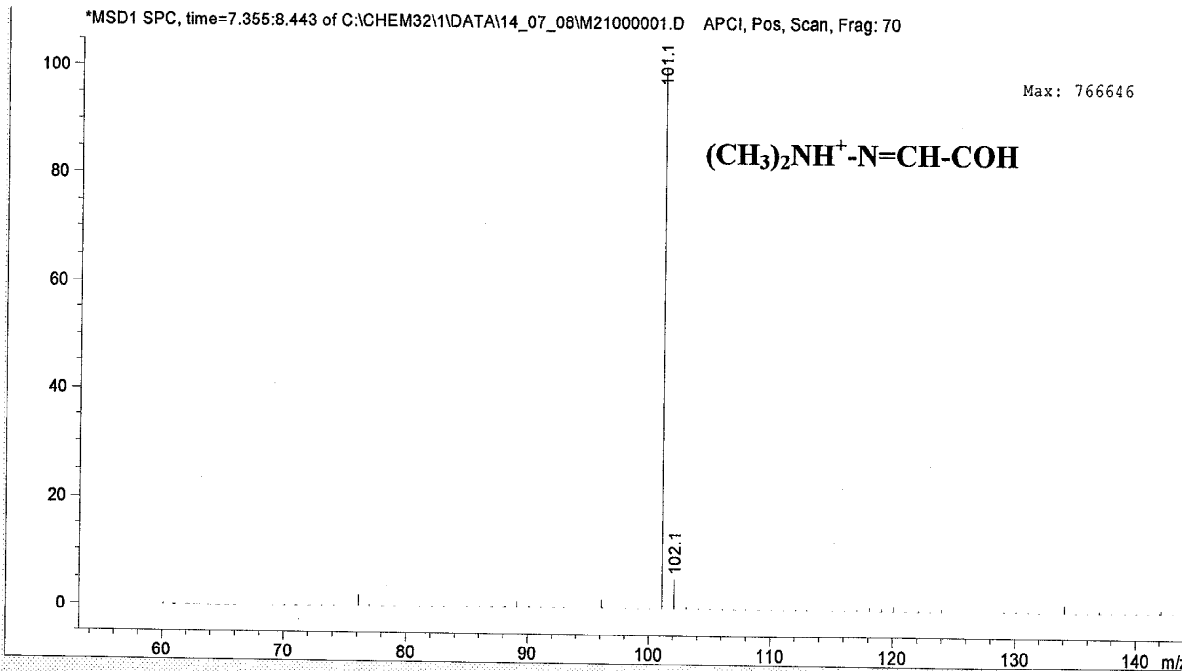
Почва		Остаточное содержание НДМГ, %		Таблица 3
Тип «А»		НДМГ не обнаружен		
Тип «Б»		НДМГ не обнаружен		

СПОСОБ ДЕТОКСИКАЦИИ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА В ПОЧВЕ И ГРУНТЕ.					Таблица 4
Время	5 минут	1 сутки	7 суток	30 суток	
Водно-почвенная суспензия на основе почвы типа «А» (вода:почва=10:1)					

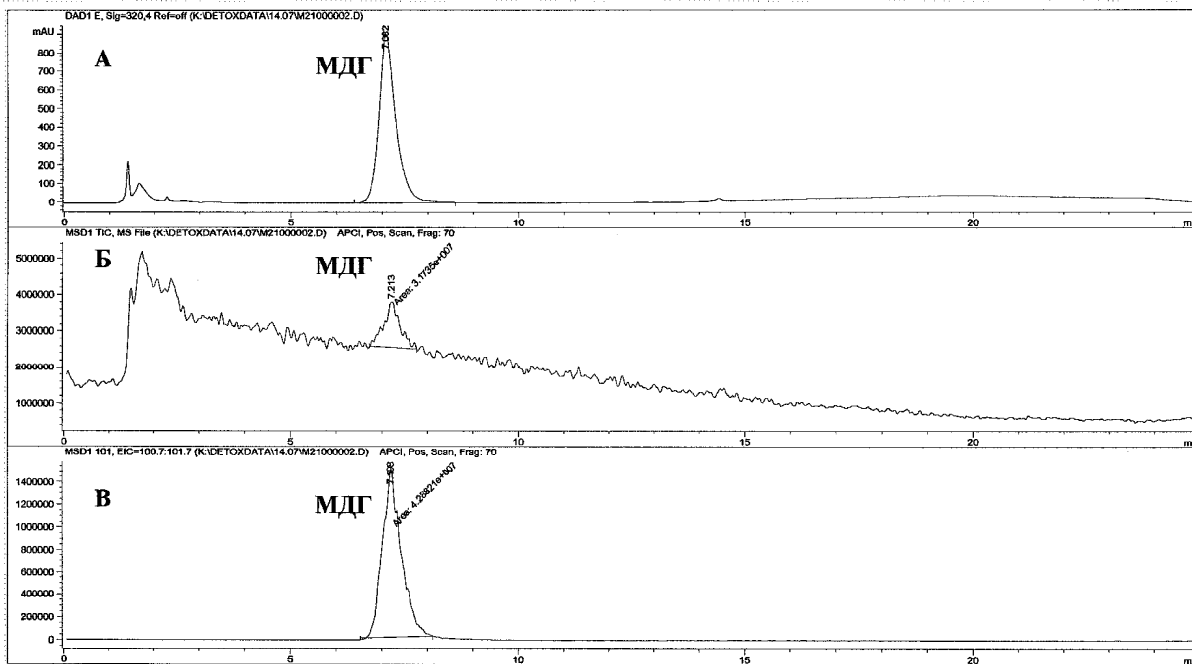
МДГ	1000 мг/л	960 мг/л	920 мг/л	860 мг/л
НДМГ	менее 0,01 мг/л	менее 0,01 мг/л	менее 0,01 мг/л	0,012
Водно-почвенная суспензия на основе почвы типа «Б» (вода:почва=10:1)				
МДГ	1000 мг/л	990 мг/л	970 мг/л	980 мг/л
НДМГ	менее 0,01 мг/л	менее 0,01 мг/л	0,015	менее 0,01 мг/л
Аммонийно-ацетатный буфер pH 5,4				
МДГ	1000 мг/л	100 мг/л	970 мг/л	990 мг/л
НДМГ	менее 0,01 мг/л	менее 0,01 мг/л	0,010	менее 0,01 мг/л
Гидрокарбонат натрия pH 7,4				
МДГ	1000 мг/л	960 мг/л	980 мг/л	950 мг/л
НДМГ	менее 0,01 мг/л	менее 0,01 мг/л	0,0	менее 0,01 мг/л
Карбонат натрия pH 10,8				
МДГ	1000 мг/л	910 мг/л	850 мг/л	800 мг/л
НДМГ	менее 0,01 мг/л	0,012	0,014	менее 0,01 мг/л

### Формула изобретения

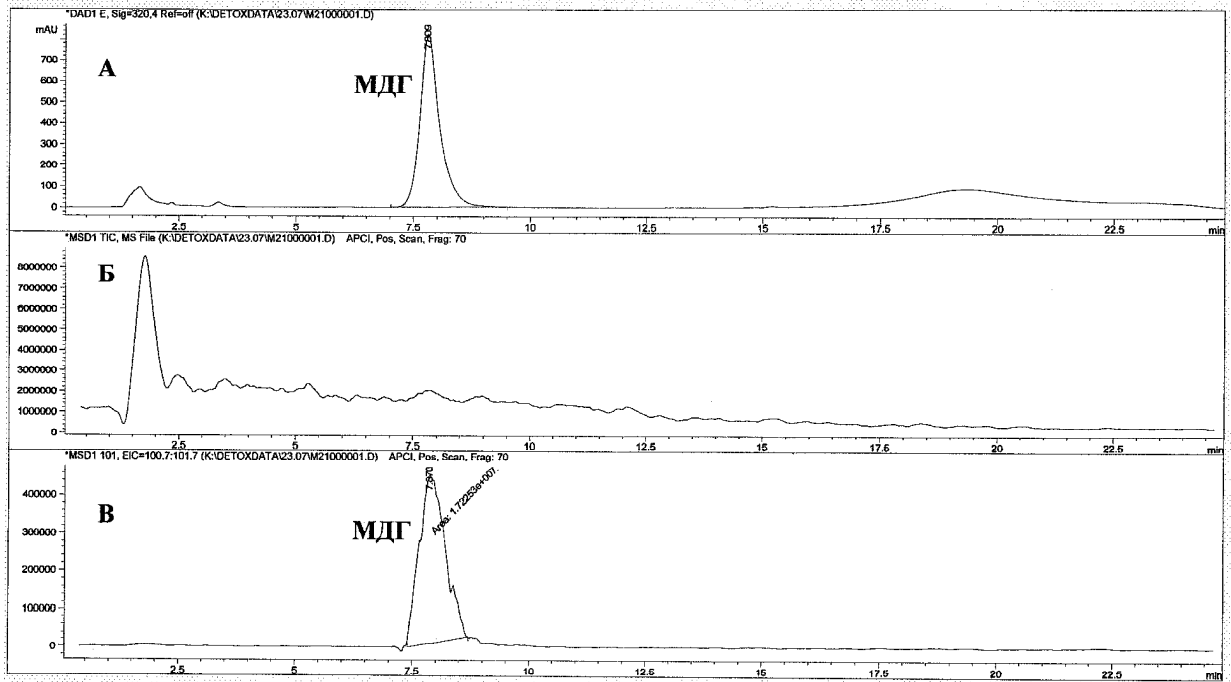
Способ детоксикации несимметричного диметилгидразина в почве и грунте путем обработки химическим реагентом в виде водного раствора, отличающийся тем, что в качестве химического реагента используют глиоксаль концентрацией от 10 до 40 об.%, а обработку ведут при стехиометрическом соотношении несимметричного диметилгидразина и глиоксаля, составляющем не менее 1:3.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3