



(51) МПК
F42D 5/00 (2006.01)
E21C 37/18 (2006.01)
G01N 33/22 (2006.01)

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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2008119935/03**, **21.05.2008**
 (24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.05.2008
 (45) Опубликовано: **20.11.2009** Бюл. № 32
 (56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: **МИНДЕЛИ Э.О. Разрушение горных
 пород. - М.: Недра, 1974, с.298-301,316-318. SU
 168160 A1, 01.01.1965. SU 1261402 A1,
 15.02.1992. SU 1803866 A1, 23.03.1993. RU
 2015508 C1, 30.06.1994. RU 2311720 C1,
 27.11.2007. US 3103882 A, 17.09.1963.**

Адрес для переписки:
**105005, Москва, Госпитальный пер., 10, НИИ
 СМ МГТУ имени Н.Э. Баумана, В.А.
 Одинцову**

(72) Автор(ы):
Одинцов Владимир Алексеевич (RU)
 (73) Патентообладатель(и):
**Государственное образовательное
 учреждение высшего профессионального
 образования "Московский государственный
 технический университет имени Н.Э.
 Баумана" (RU)**

(54) УЧЕБНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ

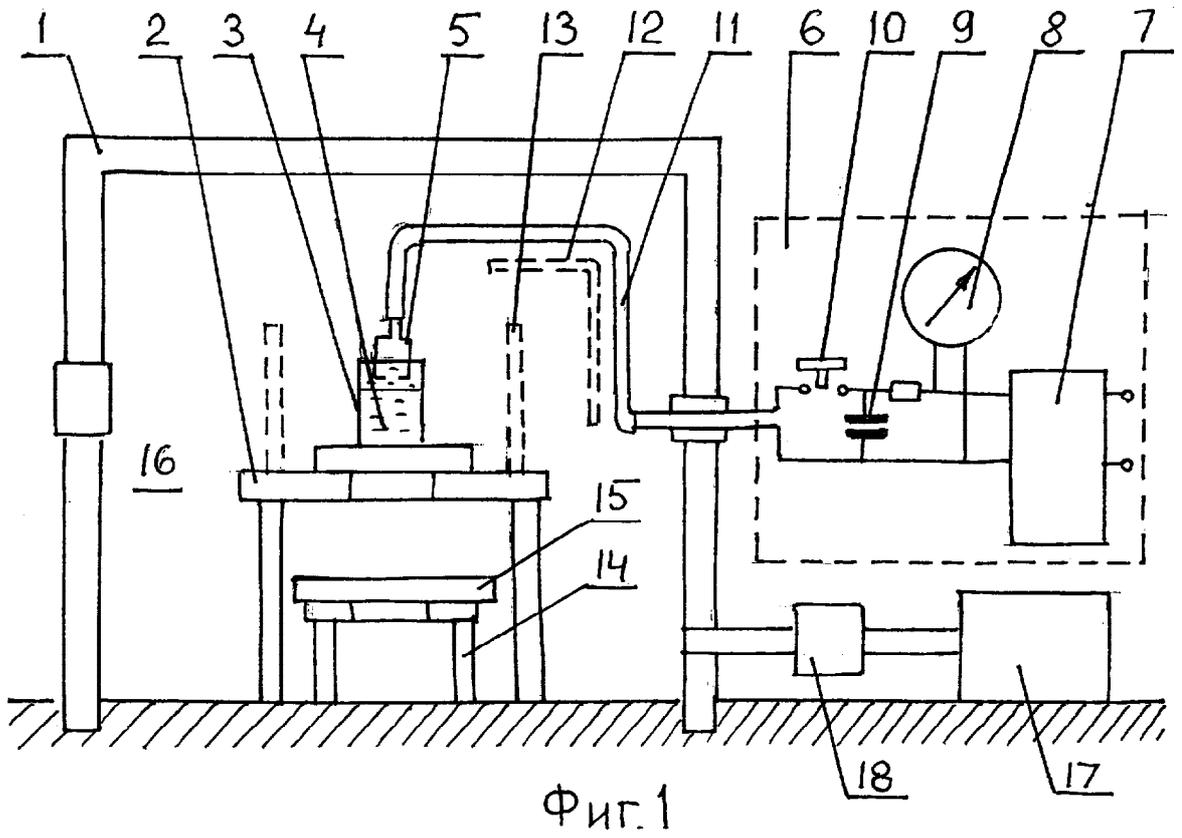
(57) Реферат:
 Изобретение относится к лабораторному оборудованию, используемому при изучении курсов теории взрывчатых веществ, действия взрыва, экспериментальных методов физики взрыва. Учебная лабораторная установка для исследования взрывных процессов содержит взрывную камеру 1, размещенный в ней штатив 2 для установки или подвешивания заряда взрывчатого вещества, заряд взрывчатого вещества, источник электрического импульса, размещенный вне камеры, электрический кабель 11, соединяющий источник с зарядом. Заряд

выполнен из жидкого взрывчатого вещества 4, представляющего смесь жидких окислителя и горючего, залит в металлическую или неметаллическую оболочку 3, снабжен искровым разрядником 5 или взрывающимся проводником, погруженным в жидкое взрывчатое вещество 4. Разрядник 5 соединен высоковольтным электрическим кабелем 11 с источником электрического импульса. Изобретение позволяет повысить безопасность опытов, исключить возможность несанкционированного использования взрывчатых веществ. 20 з.п. ф-лы, 15 ил.

RU 2 373 489 C1

RU 2 373 489 C1

RU 2373489 C1



Фиг. 1

RU 2373489 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
F42D 5/00 (2006.01)
E21C 37/18 (2006.01)
G01N 33/22 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008119935/03, 21.05.2008**

(24) Effective date for property rights:
21.05.2008

(45) Date of publication: **20.11.2009 Bull. 32**

Mail address:

**105005, Moskva, Gospital'nyj per., 10, NII SM
MGTU imeni N.Eh. Baumana, V.A. Odintsovu**

(72) Inventor(s):

Odintsov Vladimir Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet imeni N.Eh. Baumana" (RU)**

(54) TRAINING LABORATORY TO INVESTIGATE PROCESSES OF EXPLOSION

(57) Abstract:

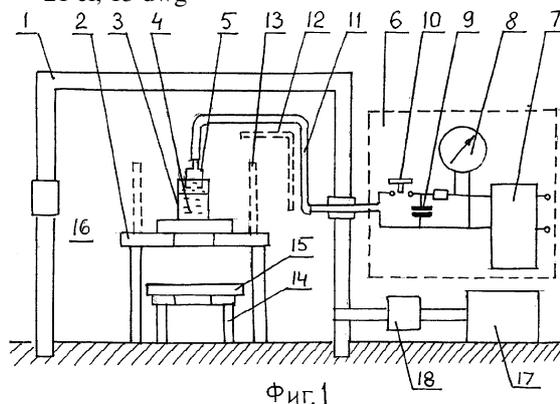
FIELD: blasting jobs.

SUBSTANCE: invention relates to laboratory equipment used in training in theory of explosives, explosion effects and experimental methods of physics of explosion. Proposed laboratory comprises blasting chamber 1 accommodating mount 2 to place thereon or suspend thereto an explosive charge, electric pulse source arranged outside the chamber and electric cable 11 to connect aforesaid source with charge. Aforesaid charge is made from liquid explosive substance 4 representing a mix of liquid oxidiser and combustible filled in metal or non-metal shell 3. It comprises also spark discharger 5 or exploding conductor dipped into liquid explosive

4. Discharger 5 is connected, via high-voltage cable 11, with electric pulse source.

EFFECT: higher safety of experiments.

21 cl, 15 dwg



Фиг. 1

RU 2 3 7 3 4 8 9 C 1

RU 2 3 7 3 4 8 9 C 1

Изобретение относится к лабораторному оборудованию, используемому при изучении курсов теории взрывчатых веществ (ВВ), действия взрыва, экспериментальных методов физики взрыва.

Известные лабораторные установки включают в себя лабораторные заряды твердых ВВ, снабженных оболочками, кумулятивными выемками и т.п., электрический капсюль-детонатор (ЭД), источник тока, например подрывную машинку и проводник, соединяющий ЭД с источником тока. Заряд ВВ и ЭД размещаются обычно в бронекамере.

Основные проблемы связаны с трудностями организации хранения и перевозки ВВ и ЭД, особенно в условиях учебных заведений. Кроме того, использование штатных мостиковых ЭД, например ЭД №8, создает опасность самопроизвольных подрывов от наводок и утечек тока, а при возможном обрыве мостика и, как следствие, превращении мостикового ЭД в искровой с произвольным искровым промежутком - также самопроизвольных подрывов от статического электричества.

Настоящее изобретение направлено на устранение указанных недостатков. Техническое решение состоит в том, что твердое ВВ заряда заменяется жидким ВВ, представляющим смесь жидких окислителя и горючего, капсюль-детонатор исключается и заменяется высоковольтным искровым разрядником, в состав лабораторной установки вводится генератор высоковольтного импульса.

Техническим результатом является уменьшение финансовых и организационных затрат при проведении учебного процесса, повышение безопасности опытов, исключение возможности несанкционированного использования ВВ.

Фиг.1 - схема лабораторной установки, фиг.2-14 - варианты исполнения заряда и искрового разрядника, фиг.15 - схема оптической съемки с подсветкой.

Схема лабораторной установки представлена на фиг.1. Установка включает в себя взрывную камеру 1, размещенный в ней штатив 2 для установки или подвешивания заряда, испытуемый заряд, в сборе состоящий из оболочки 3, наполненной жидкой взрывчатой смесью (ЖВС) 4 и искрового высоковольтного разрядника 5, и генератор 6 высоковольтного импульса, состоящий из высоковольтного выпрямителя 7, киловольтметра 8, высоковольтного конденсатора 9, разрядного ключа 10. Генератор размещен вне камеры и соединен с разрядником высоковольтным кабелем 11. Часть кабеля, расположенная в камере, защищена от воздействия осколков кожухом 12.

В число дополнительного оборудования камеры могут входить стальные экраны 13, обеспечивающие защиту камеры от осколков, штатив 14 для установки бронеплиты 15 в случае демонстрации действия бронебойных зарядов, оптическое окно 16 с бронестеклом для скоростной фотосъемки процесса взрыва, вакуум-насос 17 с вакуум-затвором 18 для откачки воздуха из камеры перед взрывом.

В качестве разрядного ключа 10 может быть использован тригатрон (монография «Физика быстропротекающих процессов», пер. под ред. Н.А.Златина. «Мир», 1971, т.1, с.139). При проведении высокочастотной съемки процесса взрыва камерой СФР-2М подача высоковольтного импульса на поджигающий электрод тригатрона производится непосредственно с пульта прибора.

Регистрирующее приборное оборудование варьируется в зависимости от вида демонстрируемого действия взрыва.

Различные варианты исполнения заряда и искрового разрядника представлены на фиг.2-14. Оболочка может быть выполнена как из неэлектропроводящего материала (пластмассы, стекла, целлюлозы, нитроцеллюлозы (фиг.2-12), так и из металла

(фиг.13, 14). В первом случае разрядник может быть выполнен в виде отдельной сборки, вставляемой в оболочку, во втором случае применяется последний вариант. Оболочка заряда имеет преимущественно форму тела вращения или сферы. При этом ось пары искровых электродов расположена или перпендикулярно оси тела вращения в любом месте по длине заряда, или ось искровых электродов совпадает с осью тела вращения. В первом случае расположение электродов у дна оболочки создает возможность варьирования массы заряда ЖВС.

На фиг.2 показан заряд, предназначенный для исследования детонационных фронтов и способов управления ими. Заряд горизонтального расположения снабжен торцевой прозрачной стенкой 19 и горловиной 20 для заливки ЖВС. Искровые электроды 21 выполнены с возможностью перемещения, например, с помощью резьбы относительно оболочки 3, что обеспечивает смещение точки инициирования. На фиг.3 представлен заряд для демонстрации и исследования сферических ударных волн в воздухе. Оболочка 3 заряда должна быть выполнена с минимальной толщиной стенки для исключения влияния ее осколков на датчики давления. В перспективе возможно изготовление оболочки из наноматериала. Для надежной фиксации искровых электродов в оболочке они могут быть снабжены фланцами 22.

На фиг.4 представлен заряд для контактного нагружения металлической плиты 23. Искровые электроды укреплены в крышке 24 с возможностью перемещения относительно нее, что обеспечивает смещение точки инициирования по высоте заряда. На фиг.5 показан заряд, предназначенный для исследования метательной способности ВВ. Определяемой величиной является скорость металлической пластины 25. В данной схеме заряд состоит из ЖВС двух различных составов, при этом, как правило, состав 26, находящийся в контакте с искровыми электродами, обладает более высокой чувствительностью.

На фиг.6-9 показаны различные исполнения кумулятивных зарядов. Для более надежного крепления электродов оболочка может быть снабжена кольцевыми выступами - внешним 27 (фиг.6) или внутренним 28 (фиг.7). Оболочка 3 может быть выполнена в форме усеченного конуса (фиг.8). На фиг.9 показан кумулятивный заряд с регулируемым по высоте расположением взрывонепроводящей линзы 29. На фиг.10 представлен заряд для демонстрации газокумулятивного действия. На фиг.11 показан заряд для демонстрации процесса разлета слоя готовых поражающих элементов 30.

На фиг.12 показан пример исполнения демонстрационного заряда взрывной разводки. Показан взрывной блок с искровым инициированием для разведения детонации в три точки с опережающим выходом на среднюю точку.

Благодаря использованию ЖВС легко решается проблема заполнения взрывчатыми веществами изогнутых каналов, которая в случае твердых ВВ может быть связана с большими трудностями.

Значительный интерес представляют демонстрационные опыты с удлиненными зарядами ЖВС, помещенными в стеклянных трубках и гибких трубках, изготовленных из полиэтилена и других материалов. Эти опыты имеют целью демонстрацию действия моделей удлиненных зарядов разминирования на пластилиновый слой, имитирующий грунт, действия линейных зарядов разделения панелей, зарядов аварийного вскрытия объемов и т.п.

В случае зарядов с металлическими оболочками искровые электроды размещаются в изоляторах 22. Различные варианты исполнения разрядников представлены на фиг.13, 14. На фиг.13 показано исполнение для стандартного осколочного цилиндра по патенту RU 2025646 с вводом детонации через канал винтового дна 32. Утолщение

изолятора в районе расположения электродов обеспечивает более стабильные условия возбуждения взрыва. На фиг.14 показано исполнение разрядника при наличии так называемого «подгрузочного» заряда 33 для осколочной оболочки заданного дробления 34 с регулируемой глубиной погружения электродов в ЖВС.

5 В качестве ЖВС могут использоваться, например, смеси тетранитрометана с нитрометаном, тетранитрометана с нитробензолом. Характеристики этих смесей приведены в монографии «Физика взрыва», под ред. Л.П.Орленко, изд. 3-е, в 2-х томах, т.1, с.413, табл.10.9. Накоплен большой опыт искрового инициирования ЖВС
10 тетранитрометан-дизельное топливо при объемном соотношении 80:20. Скорость детонации при этом соотношении составляет 7320 м/с, критический диаметр менее 0,5 мм (см. В.А.Одинцов. О существовании малой скорости детонации в смеси тетранитрометан - дизельное топливо. Журнал прикладной химии. Т.XXXIV, издательство АН СССР, 1961, с.1092). Для облегчения операций и уменьшения
15 просачивания смеси в зазоры смесь в отдельных опытах загущалась полиметилметакрилатом.

Опытная установка в течение двух лет использовалась в учебном процессе МГТУ (тогда МВТУ) им. Н.Э.Баумана. С ее помощью проводились лабораторные работы по
20 курсам теории ВВ и экспериментальных методов физики взрыва. Емкость конденсатора составляла 1 мкФ, рабочее напряжение 10 кВ, величина зарядного сопротивления 1 МОм, величина зазора между электродами $1 \pm 0,05$ мм, длина разрядного кабеля 500 мм.

Рабочее напряжение установлено экспериментально. При напряжении 9 кВ
25 вероятность инициирования составила 1.0, при напряжении 8 кВ - 0.9. При дальнейшем снижении вероятность быстро падала и при 7 кВ составила 0.3. В дальнейшем все подрывы проводились при напряжении 10 кВ. Всего на установке выполнено более четырехсот подрывов. Не было зафиксировано ни одного отказа.

30 Проводились также опыты по инициированию смесей азотная кислота - дихлорэтан 60:40 и четырехокись азота - бензин (70:30, 80:20). Отмечена более низкая чувствительность этих ЖВС.

Наряду с искровым инициированием ЖВС может использоваться инициирование с
35 помощью взрывающихся проволочек или фольги. В опытах использовались медная проволока и фольга толщиной 0,05 мм. Применение этой схемы связано с более высокими трудозатратами.

Масса заряда ЖВС изменялась от 2 до 50 г. Подрывы на первом этапе
40 производились в основном в стеклянных пробирках, в дальнейшем для устранения вредного воздействия стеклянной пыли на органы дыхания и загрязнения лабораторных помещений - в пластмассовых емкостях.

Установка позволяет легко изменять конфигурацию заряда за счет изменения формы оболочки или ее донной части, а также изменять положение точки инициирования в заряде ВВ для демонстрации способов управления взрывом.

45 Заряд ВВ изготавливается непосредственно перед опытом из доступных химических реагентов, что снимает проблемы учета, хранения и перевозки. Устраняется необходимость постройки в учебном заведении обвалованного хранилища с системой сигнализации и охраны.

50 Значительно повышается безопасность при проведении лабораторных работ, так как исключается использование электродетонатора - наиболее опасного элемента взрывных сборок.

Следует отметить, что для малых лабораторных зарядов размеры

капсюлей-детонаторов соизмеримы с размерами зарядов, что будет приводить к отступлению от требуемой симметрии, например, при инициировании сферических зарядов. Искровое инициирование ЖВС свободно от этого недостатка.

Ниже приводится краткий перечень основных тем учебных лабораторных работ, проведенных на установке с указанием методов измерения и необходимого дополнительного оборудования:

1. Управление фронтами детонационной волны. Регистрация проводится камерой СФР в режиме щелевой развертки.

2. Формирование и распространение ударных волн в воздухе, воде и других средах. Регистрация проводится камерой СФР в режиме щелевой и покадровой съемки, а также с помощью пьезоэлектрических и пьезорезистивных датчиков давления.

3. Контактное действие заряда ВВ на толстую пластину с измерением скорости откольной тарелки с помощью рам-мишеней и электронного декадного счетчика.

4. Определение метательной способности ВВ методом контактного метания пластин, в том числе менисковых облицовок, с измерением их скорости.

5. Определение толщин гомогенной и многослойной преград, пробиваемых кумулятивными зарядами.

6. Измерение запреградного действия кумулятивных зарядов.

7. Действие газокумулятивных зарядов.

8. Действие осколочных зарядов, определенное по щитовой мишенной обстановке.

9. Действие взрывных разводов и детонационных логических элементов.

В случае оптической съемки со взрывной подсветкой для последней может быть также использован заряд ЖВС. Соответствующая схема представлена на фиг.7 (включает заряд ЖВС подсветки 35, взрывающиеся проволоочки 36, трубу 37, электронно-оптическую камеру 38).

Фронт воздушной ударной волны в течение всего времени распространения ее по трубе издает яркое свечение, обеспечивающее подсветку процесса в проходящем свете. При необходимости с помощью зарядов ЖВС может быть реализована и передняя подсветка.

Применение в лабораторных работах ЖВС с бескапсюльным электрическим инициированием имеет еще один полезный аспект. При соответствующем подборе состава продукты взрыва являются практически прозрачными, а исключение капсюля-детонатора снимает проблему экранировки взрыва непрозрачными продуктами разложения азидов свинца. Это позволит, например, с помощью оптической съемки демонстрировать процесс разрушения осколочной оболочки, процесс формирования ударного ядра и т.п.

В состав установки может быть также включен магнитно-импульсный метатель с питанием от того же генератора 6. В этом случае установка приобретает комплексный характер и позволит проводить широкий круг лабораторных работ по физике взрыва и удара.

Описание магнитно-импульсного метательного устройства приведено в статье К.В.Татмышевского, С.А.Козлова «Магнитно-импульсные метательные устройства в качестве средств поражения в системах активной защиты объектов особой важности», «Специальная техника», 2005, №5.

Литература

1. Действие средств поражения и боеприпасов: учебное пособие / И.Ф.Кобылкин, С.В.Ладов, В.А.Одинцов, В.Н.Охитин. Изд-во МВТУ им. Н.Э.Баумана, 2005.

2. И.Ф.Кобылкин, В.В.Селиванов, В.С.Соловьев, Н.Н.Сысоев. Ударные и

детонационные волны. Методы исследования. Изд. 2-е, М.: Физматлит, 2004.

3. Физика взрыва, в 2-х т / под ред. Л.П.Орленко, М.: Физматлит, 2004.

4. Физика быстропротекающих процессов. / Под ред. Н.А.Златина. «Мир», 1971, т.1.

5

Формула изобретения

1. Учебная лабораторная установка для исследования взрывных процессов, содержащая взрывную камеру, размещенный в ней штатив для установки или подвешивания заряда взрывчатого вещества, заряд взрывчатого вещества, источник
10 электрического импульса, размещенный вне камеры, электрический кабель, соединяющий источник с зарядом, отличающаяся тем, что заряд выполнен из жидкого взрывчатого вещества, представляющего смесь жидких окислителя и горючего, залит в металлическую или неметаллическую оболочку, снабжен искровым разрядником или
15 взрывающимся проводником, погруженным в жидкое взрывчатое вещество, при этом разрядник соединен высоковольтным электрическим кабелем с источником электрического импульса.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что в качестве жидкого взрывчатого вещества используется смесь тетранитрометан-дизельное топливо при объемном
20 соотношении 80:20, причем эта смесь может быть загущена полиметилметакрилатом, а также смеси азотная кислота-дихлорэтан 60:40 и четырехокись азота-бензин (70:30, 80:20).

3. Установка по п.1, отличающаяся тем, что в качестве разрядного ключа используется тригатрон.

4. Установка по п.1, отличающаяся тем, что в ее состав включен высокоскоростной фоторегистратор, размещенный вне камеры, а камера снабжена оптическим окном.

5. Установка по п.1, отличающаяся тем, что оболочка заряда выполнена из электронепроводящего материала с укрепленными в ней искровыми электродами.

6. Установка по п.1, отличающаяся тем, что ось искровых электродов расположена или перпендикулярно оси цилиндрической оболочки, причем ось электродов
30 расположена в любом месте по длине заряда, или ось искровых электродов совпадает с осью цилиндрической оболочки.

7. Установка по п.5, отличающаяся тем, что оболочка снабжена с наружной или
35 внутренней стороны кольцевым выступом, в котором размещены искровые электроды.

8. Установка по п.5, отличающаяся тем, что искровые электроды выполнены с возможностью их перемещения вдоль оси, проходящей через электроды, в том числе с помощью винтовой пары.

9. Установка по п.5, отличающаяся тем, что оболочка заряда в торце, противоположном разряднику, снабжена прозрачным дном.

10. Установка по п.5, отличающаяся тем, что оболочка заряда в торце, противоположном разряднику, снабжена конической, полусферической или
менисковой кумулятивной облицовкой.

11. Установка по п.10, отличающаяся тем, что оболочка кумулятивного заряда
45 выполнена в форме усеченного конуса.

12. Установка по п.10, отличающаяся тем, что внутри оболочки установлена взрывонепроводящая линза с возможностью перемещения вдоль оси заряда.

13. Установка по п.5, отличающаяся тем, что оболочка снабжена осевой полостью, предназначенной для формирования газокумулятивной струи.

14. Установка по п.5, отличающаяся тем, что на наружной поверхности оболочки заряда размещен слой готовых поражающих элементов.

15. Установка по п.5, отличающаяся тем, что заряд содержит блок детонационной разводки с выполненными в нем коленчатыми или криволинейными каналами, заполненными жидкими взрывчатыми составами, или блок детонационных логических элементов.

5 16. Установка по п.1, отличающаяся тем, что заряд выполнен состоящим из двух частей, разделенных диафрагмой, при этом часть заряда, находящаяся в контакте с искровым разрядником, изготовлена из более чувствительного ВВ.

10 17. Установка по п.1, отличающаяся тем, что оболочка заряда выполнена металлической, а искровой разрядник выполнен в виде отдельной сборки с неэлектропроводящим корпусом (изолятором), вставляемым в оболочку.

18. Установка по п.1, отличающаяся тем, что электроды разрядника соединены между собой провололочкой или полоской фольги.

15 19. Установка по п.18, отличающаяся тем, что она содержит заряд задней подсветки для съемки в проходящем свете, выполненный из жидкого взрывчатого состава, причем оба заряда (основной и заряд подсветки) снабжены взрывающимися провололочками, соединенными последовательно, а заряд подсветки размещен в трубе, установленной по линии фотокамера - основной заряд.

20 20. Установка по п.1, отличающаяся тем, что она выполнена со следующими значениями параметров: емкость конденсатора $1 \div 1,5$ мкФ, рабочее напряжение $9 \div 11$ кВ, зарядное сопротивление $1 \div 1,2$ МОм, величина зазора между электродами $1 \pm 0,05$ мм, длина разрядного кабеля не более 500 мм.

25 21. Установка по п.1, отличающаяся тем, что в ее состав включен магнитно-импульсный метатель с питанием от общего высоковольтного генератора.

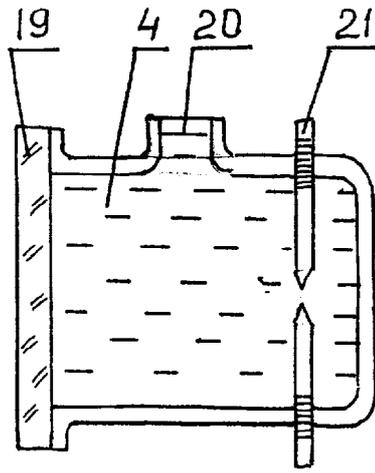
30

35

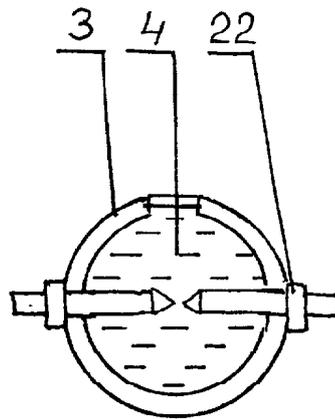
40

45

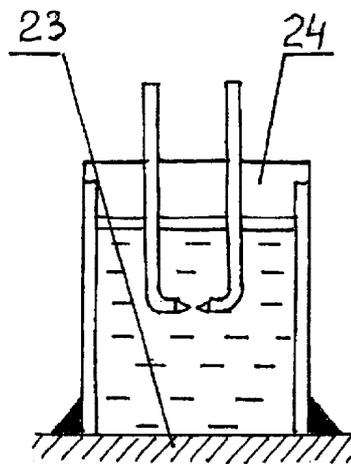
50



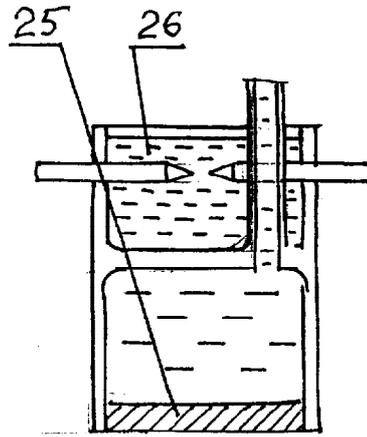
Фиг. 2



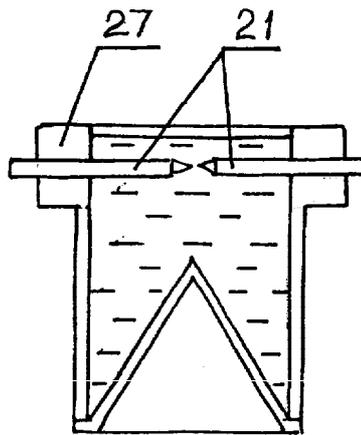
Фиг. 3



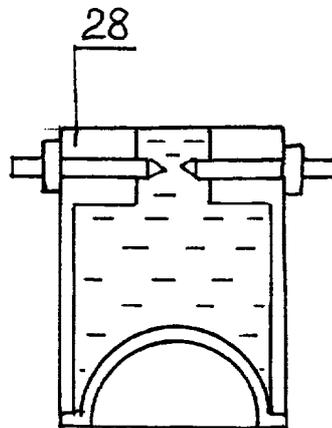
Фиг. 4



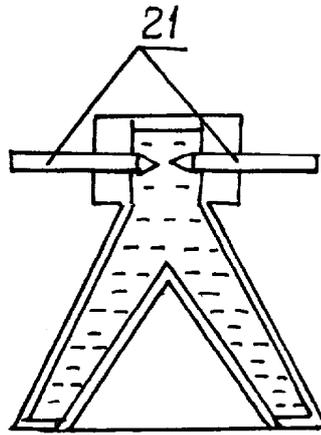
Фиг. 5



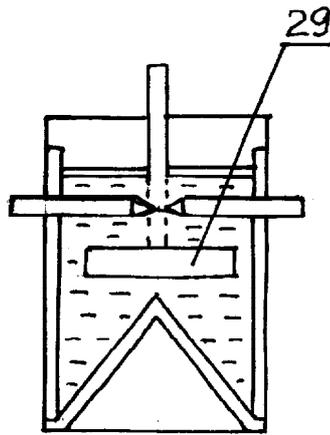
Фиг. 6



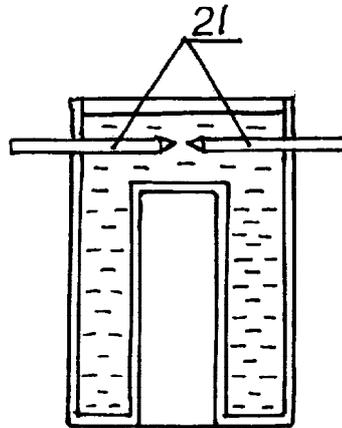
Фиг. 7



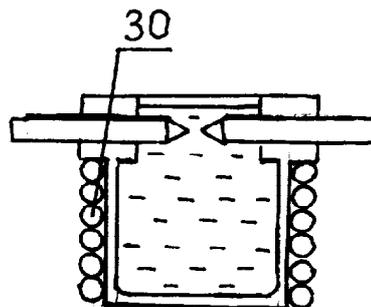
Фиг. 8



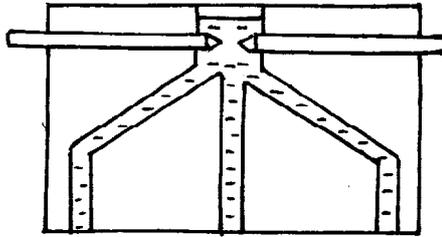
Фиг. 9



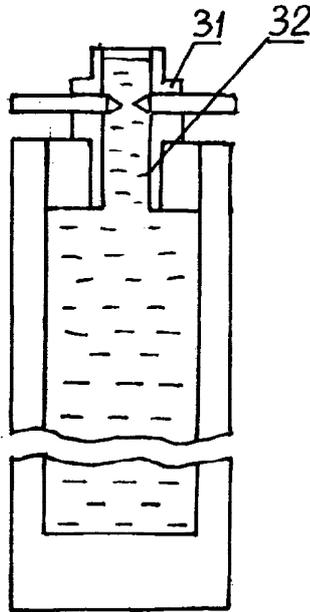
Фиг. 10



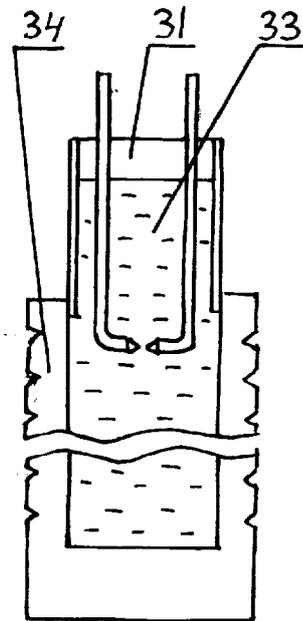
Фиг. 11



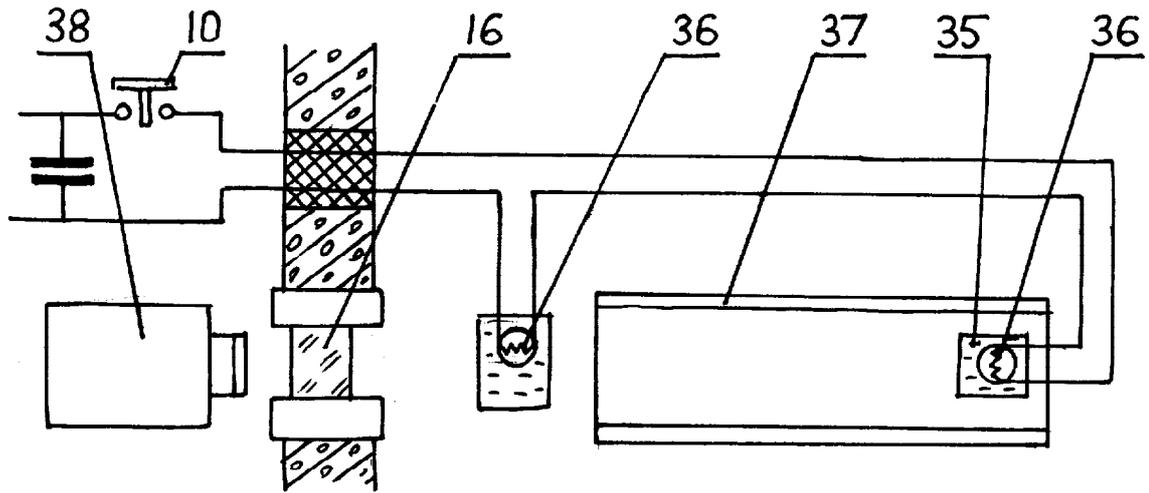
Фиг.12



Фиг.13



Фиг.14



Фиг. 15