

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
29 апреля 2021 (29.04.2021)



(10) Номер международной публикации
WO 2021/080461 A2

(51) Международная патентная классификация:
F42D 5/045 (2006.01)

(21) Номер международной заявки: PCT/RU2020/000513

(22) Дата международной подачи:
05 октября 2020 (05.10.2020)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(30) Данные о приоритете:
2019134276 24 октября 2019 (24.10.2019) RU

(71) Заявитель: **РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ, ОТ
ИМЕНИ КОТОРОЙ ВЫСТУПАЕТ ГОСУДАР-
СТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ
ЭНЕРГИИ "РОСАТОМ" (STATE ATOMIC
ENERGY CORPORATION "ROSATOM" ACTS ON
BEHALF OF THE RUSSIAN FEDERATION)** [—/RU];
ул. Большая Ордынка, 24, Москва, 119017, Moscow
(RU).

(72) Изобретатели: **АГАФОНОВ, Геннадий Леонидович
(AGAFONOV, Gennadij Leonidovich)**; ул. 2-й Павлов-
ский переулок, 15, кв. 54, Москва, 115093, Moscow
(RU). **МЕДВЕДЕВ, Сергей Павлович (MEDVEDEV,
Sergej Pavlovich)**; ул. Инессы Арманд, 8/17, кв. 14,
Москва, 117463, Moscow (RU). **МИХАЛКИН, Вик-
тор Николаевич (MIKHALKIN, Viktor Nikolaevich)**;
ул. Проезд Инессы Арманд, 13, кв. 46, г. Пушки-
но, Московская область, 141200, g. Pushkino (RU).

**НЕКРАСОВ, Андрей Александрович (NEKRASOV,
Andrei Aleksandrovich)**; ул. Строителей, 6, корп. 7,
кв. 31, Москва, 117311, Moscow (RU). **ПЕТУХОВ,
Вячеслав Александрович (PETUKHOV, Vyacheslav
Aleksandrovich)**; ул. Университетский просп., 23, корп.
3, кв. 131, Москва, 119330, Moscow (RU). **ПЕТРУШЕ-
ВИЧ, Юрий Васильевич (PETRUSHEVICH, Yuriy
Vasilevich)**; ул. Доброслободская, 4, кв. 70, Москва,
105066, Moscow (RU). **СТАРОСТИН, Андрей Нико-
нович (STAROSTIN, Andrej Nikonovich)**; ул. Рого-
ва, 18, корп. 1, кв. 121, Москва, 123098, Moscow (RU).
**ТАРАН, Михаил Дмитриевич (TARAN, Mikhail
Dmitrievich)**; п. Шишкин Лес, 6, кв. 40, пос. Михай-
лово-Ярцевское, 108833, pos. Mikhailovo-Yartsevskoe
(RU). **ХОМИК, Сергей Викторович (KHOMIK,
Sergej Viktorovich)**; ул. Гарибальди, 10, корп. 6, кв. 629,
Москва, 117393, Moscow (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD OF IMPROVING THE EXPLOSION SAFETY OF NUCLEAR POWER PLANTS

(54) Название изобретения: СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ АЭС

(57) Abstract: The invention relates to methods of decreasing the effect of blast loads on industrial spaces relating to, inter alia, nuclear power plant and large chemical manufacturing facilities. A method of improving explosion safety in closed spaces by attenuating the effect of a combustion wave or shock wave on a protected surface consists in placing obstructions before the protected surface in the form of elastic membranes filled with a flame-retardant substance. A non-flammable gas is used as the substance filling the membranes; the membranes themselves are made of a material that disintegrates during, and under the action of, displacement of the front of a combustion wave or shock wave along the surface of the membranes. The membranes are filled with a non-flammable gas immediately after flammable gas is detected at a dangerous concentration in the space in front of the protected object. The technical result consists in increasing explosion safety, decreasing the effect that an explosive wave formed in an accidental explosion of fuel-air mixtures has on the walls and floors of protected spaces.

(57) Реферат: Изобретение относится к способам уменьшения воздействий взрывных нагрузок на промышленные помеще-
ния, относящиеся в том числе к объектам АЭС и крупных химических производств. Способ повышения взрывобезопасности в
закрытых помещениях путем ослабления воздействия на защищаемую поверхность волны горения или ударной волны заклю-
чается в расположении перед защищаемой поверхностью препятствий в виде эластичных оболочек, заполненных веществом,
не поддерживающим горение. В качестве вещества, заполняющего оболочки, используют негорючий газ, сами оболочки вы-
полнены из материала, разрушающегося за время и под действием перемещения вдоль поверхности оболочек фронта волны
горения или ударной волны. Заполнение оболочек негорючим газом происходит непосредственно после обнаружения в про-
странстве перед защищаемым объектом горючего газа в опасной концентрации. Технический результат состоит в повышении
взрывобезопасности, уменьшении воздействия взрывной волны, образовавшейся при аварийном взрыве горюче-воздушных
смесей, на стены и перекрытия защищаемых помещений.



WO 2021/080461 A2

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

— без отчёта о международном поиске и с повторной публикацией по получении отчёта (правило 48.2(g))

Способ повышения взрывобезопасности АЭС

Изобретение относится к способам уменьшения воздействий взрывных нагрузок на промышленные помещения, относящиеся, в том числе, к
5 объектам АЭС и крупных химических производств.

Известны способы и устройства для ослабления ударной волны с использованием пены или пористых материалов, но при этом без использования каких-либо дополнительных механизмов гашения [1. Кудинов В.М., Паламарчук Б.И., Гельфанд Б.Е., Губин С.А. Параметры ударных волн
10 при взрыве заряда ВВ в пене // "Доклады АН СССР", Т. 228, 1974, 4. - С. 555-558. 2. Гельфанд Б.Е., Губанов А.В., Тимофеев Е.И. Взаимодействие ударных воздушных волн с пористым экраном // "Известия АН СССР, МЖГ", 1983, 4. - С. 79-84].

Однако такие устройства отличаются низкой эффективностью и
15 большим потреблением расходных материалов, что существенно ограничивает возможности их практического применения.

Для уменьшения интенсивности ударных волн используют также экраны из пористого материала с открыто ячеистой структурой (например, поролон), наполненного негорючей жидкостью [RU 2150669, F42B 33/00,
20 F42D 5/04, 15.03.1999.].

Однако использование такого подхода в промышленных помещениях не эффективно, так как наличие жидкости в пористом экране приводит к образованию повышенной влажности и, соответственно, коррозии, а также повышенной весовой нагрузки на стены и перекрытия защищаемого
25 помещения.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по назначению и совокупности существенных признаков является способ повышения взрывобезопасности, включающий размещение перед защищаемой поверхностью препятствий в виде эластичных оболочек, заполненных
30 негорючей жидкостью, предназначенных для ослабления взрывной волны,

который принят за прототип [RU 2125232, F42B 39/00, F42B 33/00, 23.09.1997].

Недостатком прототипа, так же, как и аналогов, является постоянная статическая нагрузка на стены и перекрытия защищаемого помещения.

5 Задачей заявляемого изобретения является повышение взрывобезопасности.

Техническим результатом данного изобретения является уменьшение воздействия взрывной волны, образовавшейся при аварийном взрыве горюче-воздушных смесей, на стены и перекрытия защищаемых помещений.

10 Для достижения указанного технического результата в известном способе повышения взрывобезопасности путем ослабления воздействия на защищаемую поверхность волны горения или ударной волны, заключающемся в расположении перед защищаемой поверхностью препятствий в виде эластичных оболочек, заполненных веществом, не

15 поддерживающим горение, предложено в качестве вещества, заполняющего оболочки, использовать негорючий газ, сами оболочки выполнять из материала, разрушающегося за время и под действием перемещения вдоль поверхности оболочек фронта волны горения или ударной волны, причем

20 заполнение оболочек негорючим газом происходит непосредственно после обнаружения в пространстве перед защищаемым объектом горючего газа в опасной концентрации. Для заполнения эластичных оболочек в качестве

25 вещества, не поддерживающего горения, используют гелий. Эластичные оболочки располагают перед защищаемой поверхностью минимум в два слоя. Каждый последующий слой эластичных оболочек располагают во впадинах предыдущего. Для заполнения эластичных оболочек в качестве

30 вещества, не поддерживающего горения, используют смесь воздуха с гелием с содержанием гелия не менее 50% объемных. Перед оболочками, заполненными гелием, располагаются оболочки, заполненные воздухом.

Суммарная толщина заполненных негорючим веществом эластичных оболочек вдоль нормали к защищаемой поверхности превышает два

критических диаметра детонации в свободном пространстве для смеси стехиометрического состава.

Заявленная совокупность признаков позволяет добиться высокой эффективности способа по уменьшению фугасного и термического воздействия взрывной волны на пространственно протяженные плоские и криволинейные поверхности, ограничивающие защищаемое помещение.

Среди известных способов уменьшения взрывного воздействия на защищаемые поверхности не обнаружено сочетание существенных признаков, соответствующее заявленным признакам.

Предложенный способ ослабления воздействия взрывной волны на защищаемую поверхность поясняется фиг. 1 и фиг. 2. На фиг. 1 приведен один из возможных вариантов осуществления заявляемого способа, а на фиг. 2 - принципиальная схема взрывной камеры, где экспериментально проверялась эффективность ослабления ударной волны.

В соответствии с фиг. 1, в защищаемом помещении 1 расположены датчики 2 для определения концентрации взрывоопасного газа; контроллер 3, приводящий, при необходимости, в действие механизм подачи газа 4; баллоны для хранения сжатых газов 5; система распределения подачи газа 6; эластичные оболочки 7 и компрессор 8.

Защита поверхностей помещений АЭС от взрывных нагрузок осуществляется следующим образом. От датчиков 2 на контроллер 3 непрерывно поступают сигналы о концентрации горючего газа, например, водорода, в защищаемом помещении АЭС.

При регистрации контроллером 3 недопустимой концентрации горючего газа (в случае возникновения аварийной ситуации) контроллер 3 выдает команду механизму подачи газа 4 и через систему распределения 6 из емкостей 5, происходит заполнение эластичных оболочек 7 негорючим газом, например, гелием (на приведенной фиг. 1 негорючим газом заполнены два слоя оболочек). Если концентрацию горючего газа в помещении 1 удастся снизить до безопасного уровня (например, в результате работы системы вентиляции и

системы химического окисления горючего газа, не показанных на приведенных фигурах), то газ из оболочек 7 при помощи соответствующих компрессоров можно перекачать обратно в емкости 5 для последующего использования. Таким образом, система защиты помещений от взрывных 5 нагрузок с использованием эластичных оболочек с негорючим (инертным) газом может быть возвращена в исходное рабочее состояние. При возникновении в помещении 1 взрывного горения, волна горения (или ударная волна), подойдя к эластичным оболочкам 7, разрушает их, и продолжает свое движение в среде негорючего (инертного) газа, что 10 приводит к уменьшению ее силового воздействия на стенки и, в частности, на купол помещения 1.

Эффективность ослабления ударной волны проверялась в крупномасштабных экспериментах взрыва локального объема смеси водород - воздух в сферической взрывной камере 9 диаметром 12 м, схема которой 15 показана на фиг. 2. Заранее перемешанная горючая смесь напускалась в латексную оболочку 10 (шар-зонд) объемом до 40 м³. Инициирование горения или детонации производилось в центре с помощью навески заряда конденсированного взрывчатого вещества 11. Внутри оболочки и частично 20 снаружи располагались датчики давления 12 Д₁₋₄ и ионизационные датчики 12 И₁₋₄.

По отношению к внешним объектам, которые в простейшем случае представлены ограничивающими поверхностями, сферический объем 10, расположенный в пристеночной области, моделирует скопление горючей водородовоздушной смеси во внутреннем пространстве АЭС. Для 25 регистрации параметров взрывной нагрузки вблизи поверхности взрывной камеры размещено четыре датчика давления 13, показанные в правой части схемы на фиг. 2. В качестве датчиков давления 13 использовались датчики модели РСВ113, которые монтировались заподлицо в стальной плите толщиной 6 мм размером 0,52×0,65 м² (на рисунке не показана). На часть 30 датчиков 13 были установлены эластичные оболочки 7, заполненные гелием

или воздухом, и имеющие толщину газовой прослойки по 0,6 м, или
заполненные двухслойной газовой системой воздух-гелий с такой же
суммарной толщины газовой прослойки 0,6 м и с отношением толщин слоев
1:1. В экспериментах сравнивалось давление, регистрируемое датчиками 13,
5 для двух вариантов - с использованием локальных защитных оболочек 7 и
без них, как показано на фиг. 2.

Таблица сравнения перепадов давления

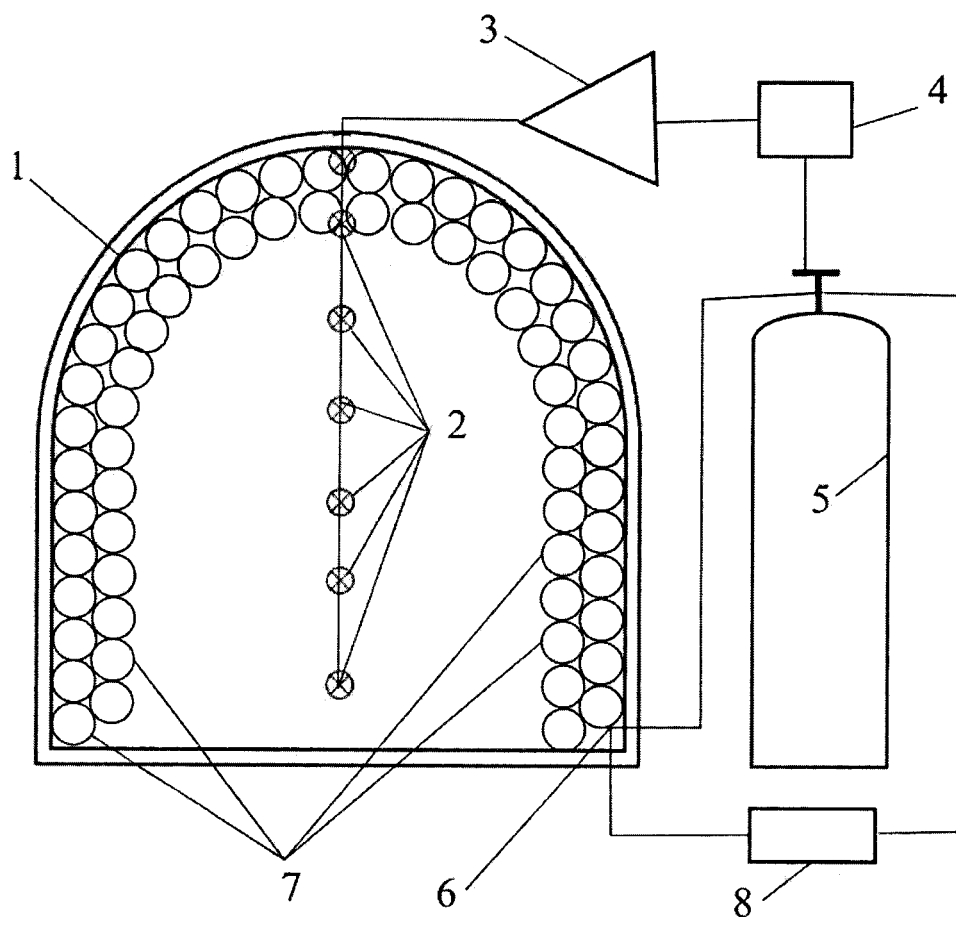
Датчик в плите не накрытый инертизатором, ΔP , бар	Датчик в плите накрытый инертизатором,	
	Вид и толщина слоя инертизатора	ΔP , бар
35 - 40	воздух, 0,6 м	14,9
	гелий, 0,6 м	4,7
	воздух-гелий 0,6 м (1/1)	5,4

Приведенные исследования показали, что наиболее эффективное снижение
давления оказывают эластичные оболочки, заполненные гелием.

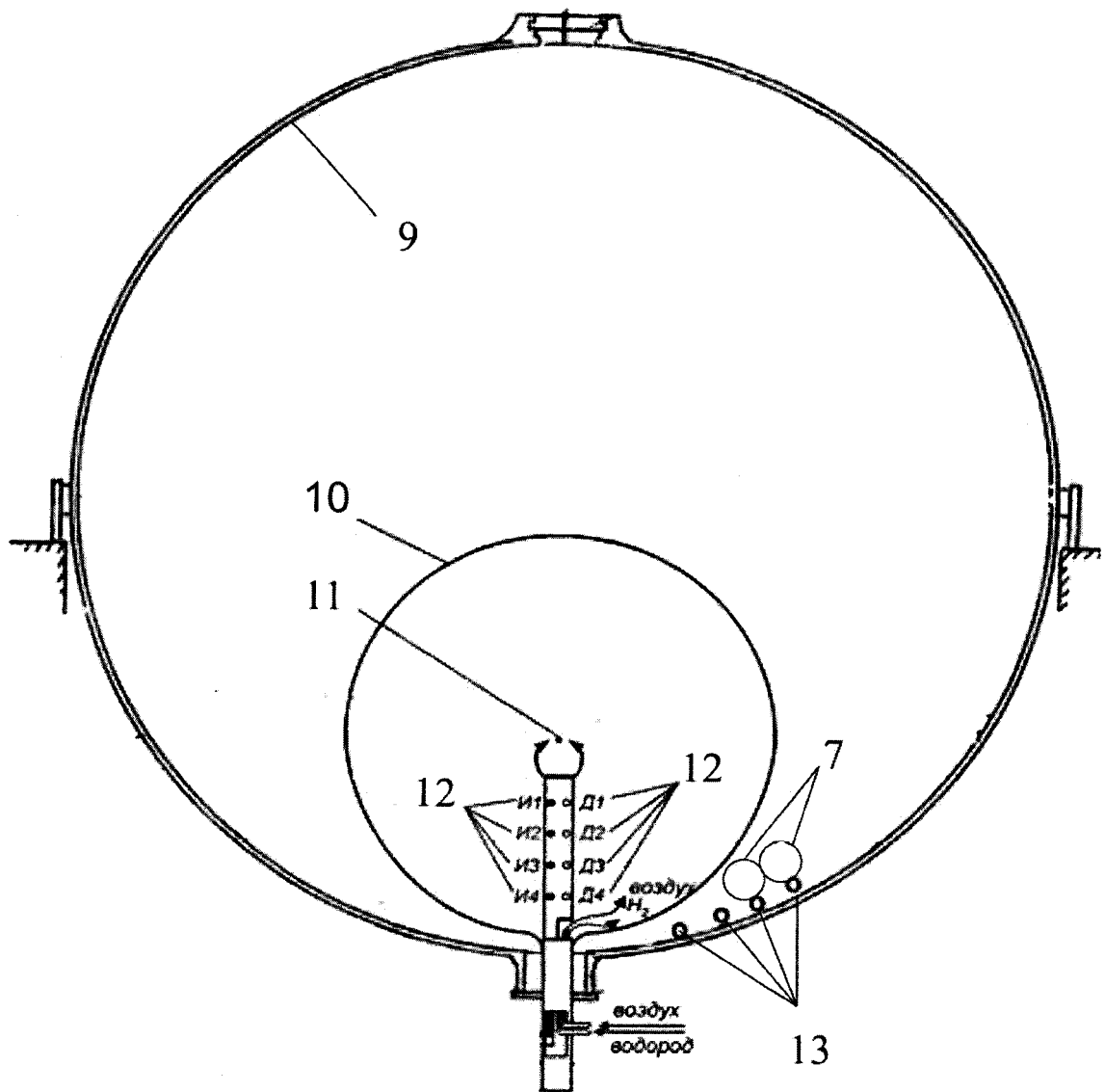
10 Указанная толщина 0,6 м газового слоя в эластичных оболочках на
пути распространения взрывной волны составляет не менее двух
критических диаметров детонации в свободном пространстве для смеси
стехиометрического состава водород-воздух.

Формула изобретения

1. Способ повышения взрывобезопасности в закрытых помещениях путем ослабления воздействия на защищаемую поверхность волны горения или ударной волны, заключающийся в расположении перед защищаемой
5 поверхностью препятствий в виде эластичных оболочек, заполненных веществом, не поддерживающим горение, отличающийся тем, что в качестве вещества, заполняющего оболочки, используется негорючий газ, сами оболочки выполнены из материала, разрушающегося за время и под действием перемещения вдоль поверхности оболочек фронта волны горения
10 или ударной волны, причем заполнение оболочек негорючим газом происходит непосредственно после обнаружения в пространстве перед защищаемым объектом горючего газа в опасной концентрации.
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что для заполнения эластичных оболочек в качестве вещества, не поддерживающего горения, используют
15 гелий.
3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что эластичные оболочки располагают перед защищаемой поверхностью минимум в два слоя.
4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что каждый последующий слой эластичных оболочек располагают во впадинах предыдущего.
- 20 5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что для заполнения эластичных оболочек в качестве вещества, не поддерживающего горения, используют смесь воздуха с гелием с содержанием гелия не менее 50 об.%.
6. Способ по п. 2, отличающийся тем, что перед оболочками, заполненными гелием, располагаются оболочки, заполненные воздухом.
- 25 7. Способ по п. 1, отличающийся тем, что суммарная толщина заполненных негорючим веществом эластичных оболочек вдоль нормали к защищаемой поверхности превышает два критических диаметра детонации в свободном пространстве для смеси стехиометрического состава.



Фиг. 1.



Фиг. 2.