



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016140016, 11.10.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.10.2016

Дата регистрации:  
11.12.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.10.2016

(45) Опубликовано: 11.12.2017 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

195043, Санкт-Петербург, ул. Челябинская, 95,  
Акционерное общество "Научно-  
производственное предприятие  
"Краснознамёнец"

(72) Автор(ы):

Агеев Михаил Васильевич (RU),

Лунев Андрей Николаевич (RU),

Попов Владимир Кузьмич (RU),

Ширшов Александр Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество

"Научно-производственное предприятие

"Краснознамёнец" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: Комплект конструкторской  
документации Патрон ПГН-150ВПД-  
НДИШВ.773955.504 Инв. N16105 ФГУП  
НПП "КРАСНОЗНАМЕНЕЦ", 1995 г. SU  
1745022 A1, 10.03.1996. RU 2028576 C1,  
09.02.1995. RU 2071029 C1, 27.12.1996. RU  
2121654 C1, 10.11.1998. GB 1545624 A,  
10.05.1979. CN 105423830 A, 23.03.2016.

(54) Электродетонатор для прострелочно-взрывных работ, защищенный от блуждающих токов

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам инициирования и предназначено для инициирования детонирующего шнура, шашечных зарядов взрывчатых веществ и т.п. в негерметичной прострелочно-взрывной аппаратуре, использующейся преимущественно при геологоразведке и разработке нефтяных и газовых месторождений. Устройство включает капсуль-детонатор и электровоспламенитель, снабженный трансформатором, обеспечивающим защиту от блуждающих токов. Трансформатор представляет собой сердечник из магнитодиэлектрического материала на основе

Мо-пермаллоя, на который намотаны две обмотки. Первичная обмотка подключается к линии электропитания, вторичная замкнута на мостик накаливания электровоспламенителя. Количество витков в первичной обмотке  $W_1$  определяется соотношением  $W_1 \geq (50000/\mu)^{0,5}$ , где  $\mu$  - начальная магнитная проницаемость материала сердечника, а соотношение витков первичной и вторичной обмоток составляет не менее 2 и не более 4. Повышается гидробаростойкость электродетонатора, что обеспечивает возможность применения его в более глубоких скважинах. 1 табл., 1 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2016140016**, 11.10.2016(24) Effective date for property rights:  
**11.10.2016**Registration date:  
**11.12.2017**

Priority:

(22) Date of filing: **11.10.2016**(45) Date of publication: **11.12.2017** Bull. № 35

Mail address:

**195043, Sankt-Peterburg, ul. Chelyabinskaya, 95,  
Aktionernoe obshchestvo "Nauchno-  
proizvodstvennoe predpriyatie "Krasnoznamnets"**

(72) Inventor(s):

**Ageev Mikhail Vasilevich (RU),  
Lunev Andrej Nikolaevich (RU),  
Popov Vladimir Kuzmich (RU),  
Shirshov Aleksandr Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aktionernoe obshchestvo  
"Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie  
"Krasnoznamnets" (RU)**

(54) **ELECTRIC DETONATOR FOR SHOOTING-BLASTING OPERATIONS PROTECTED AGAINST STRAY CURRENTS**

(57) Abstract:

FIELD: blasting.

SUBSTANCE: device includes a detonator cap and an electric igniter provided with a transformer that provides protection against stray currents. Transformer represents a core made of magnetodielectric material based on Mo-perm alloy, onto which two windings are wound. The primary winding is connected to the power supply line, the secondary winding is closed to the filament bridge of the electric igniter. The number of

turns in the primary winding  $W_1$  is determined by the ratio  $W_1 \geq (50000/\mu)^{0.5}$ , where  $\mu$  is the initial magnetic permeability of the core material, and ratio of turns of primary and secondary windings is not less than 2 and not more than 4.

EFFECT: increased hydrobar resistance of the electric detonator which makes it possible to use it in deeper wells.

1 tbl, 1 dwg

Изобретение относится к средствам инициирования и предназначено для инициирования детонирующего шнура, шашечных зарядов взрывчатых веществ и т.п. в составе негерметичной прострелочно-взрывной аппаратуры (ПВА), используемой при геологоразведке и разработке нефтяных и газовых месторождений.

5 Функционирование ПВА происходит в скважинах на глубине несколько километров, что обуславливает воздействие высокой температуры и давления.

Известен патрон герметичный ПГ-170 [1]. В его состав входит капсюль-детонатор (КД) и электровоспламенитель (ЭВ) с мостиком накаливания, на который нанесен  
10 воспламенительный состав. Мостик непосредственно подключается к линии электропитания - геофизическому кабелю. КД представляет собой оболочку, содержащую инициирующий и основной заряды взрывчатого вещества.

Функционирует патрон ПГ-170 следующим образом.

При подаче переменного или постоянного электрического тока за счет джоулева  
15 тепла происходит разогрев мостика накаливания ЭВ и воспламенение состава, нанесенного на мостик. Форс газообразных продуктов воспламеняет инициирующий заряд КД, что приводит к его взрыву и инициированию основного заряда. Последний создает взрывной импульс, обеспечивающий выполнение возложенных на патрон функций.

Патрон ПГ-170 обладает высокими эксплуатационными характеристиками  
20 (термостойкость 170°C, гидробаростойкость 150 МПа). Однако применение его ограничено из-за низкой стойкости к блуждающим токам различного происхождения (гальванического, электростатического, токов утечки и наводки). Безопасный ток патрона (значение тока, не вызывающего срабатывание изделия) составляет 0,2 А при сопротивлении мостика от 1 до 4 Ом, что соответствует минимально допустимому  
25 уровню, принятому для ЭД промышленного назначения [2].

Следствием низкого уровня защиты от блуждающих токов являются и  
дополнительные издержки при ведении прострелочно-взрывных работ. Они обусловлены тем, что согласно Правилам безопасности [3] при использовании изделий, чувствительных к блуждающим токам, необходимо обесточивать близкорасположенное  
30 электрооборудование и осветительные приборы на время спуска ПВА в скважину. Время спуска ПВА на геофизическом кабеле составляет несколько часов, количество спусков не ограничено, поэтому работа на соседних скважинах может прекращаться на длительное время.

Известен электродетонатор Dynawell 1423HNS [4], выпускаемый фирмой  
35 DYNAenergetics GmbH & Co. Данный электродетонатор по конструкции и механизму функционирования аналогичен патрону ПГ-170 за тем отличием, что в его электрическую цепь последовательно мостику включен резистор, увеличивающий общее сопротивление изделия до  $(50 \pm 2)$  Ом. Безопасный ток при этом составляет также 0,2 А, но безопасное значение разности потенциалов увеличивается более чем в 10 раз.  
40 Тем самым вероятность несанкционированного срабатывания под действием блуждающих токов уменьшается.

Еще более безопасным является патрон герметичный нечувствительный ПГН-150 [5], принятый за прототип настоящего изобретения. Его конструкция включает КД и ЭВ с мостиком накаливания, снабженный трансформатором, выполняющим функции  
45 узла защиты от блуждающих токов. Трансформатор состоит из кольцевого сердечника из феррита марки НМ 2000, первичной обмотки из 6 витков и вторичной обмотки из 2 витков. Концы вторичной обмотки присоединены к мостику накаливания ЭВ. Концы первичной обмотки через токопроводящие элементы подключаются к линии

электропитания. На мостик нанесен воспламенительный состав. КД представляет собой оболочку, содержащую инициирующий и основной заряды взрывчатых веществ. Патрон используется в составе системы, включающей прибор контроля ТЕСТ-ЭДТ-А и прибор взрывной высокочастотный ПВВ-1.

5      Механизм функционирования ПГН-150 следующий.

При подаче на первичную обмотку переменного напряжения в ней возникает электрический ток, создающий магнитный поток, пронизывающий витки вторичной обмотки и индуцирующий в них э.д.с. В мостике, замкнутом на вторичную обмотку, возникает ток. Если его величина достигает значения тока воспламенения, процесс  
10      развивается так же, как в аналогах: мостик разогревается, воспламеняет нанесенный на мостик состав, затем воспламеняется и взрывается инициирующий заряд КД, что приводит к детонации основного заряда КД. Если ток в мостике оказывается меньше безопасного тока, происходит отказ.

Величина индуцированного тока зависит от частоты. Как показано в работе [6], при  
15      частоте тока в линии электропитания до 1 кГц и более 10 МГц ток в мостике прототипа не может превысить безопасное значение. Таким образом, обеспечивается защита от блуждающих токов низкой частоты, в частности постоянных токов гальванического происхождения и токов утечки, имеющих, как правило, частоту 50 Гц, а также от блуждающих токов высокой частоты, наводимых электромагнитными полями.

Максимальные значения тока в мостике достигаются в диапазоне частот от 50 кГц до 500 кГц. Однако для подрыва ПГН-150 используют электрический сигнал меньшей частоты, так как с увеличением частоты увеличивается индуктивное сопротивление линии электропитания и уменьшается ток в первичной обмотке. При длине линии электропитания, составляющей 2-6 км, оптимален сигнал частотой 15 кГц,  
20      вырабатываемый прибором ПВВ-1. Сигнал частотой около 50 кГц используют для контроля сопротивления мостика, осуществляемого с помощью прибора ТЕСТ-ЭДТ-А, подключаемого непосредственно к контактам ПГН-150.

Эффективная защита от постоянных блуждающих токов, переменных токов низкой (менее 1 кГц) и высокой (более 10 МГц) частоты определяет широкое применение  
30      патрона ПГН-150. Однако недостаточная гидробаростойкость, составляющая 50 МПа, накладывает существенные ограничения. Учитывая, что плотность скважинной жидкости составляет до 2000 кг/м, давлению 50 МПа может соответствовать высота столба жидкости 2,5 км. Между тем глубина нефтяных и газовых скважин нередко превышает 5 км. Ограничение по гидробаростойкости обусловлено магнитоупругим эффектом,  
35      состоящим в изменении намагниченности магнетика под действием механических деформаций. С ростом давления деформация увеличивается, что приводит к снижению коэффициента полезного действия (КПД) трансформатора, уменьшению тока в мостике и вероятности срабатывания. Этому способствует оболочка, окружающая сердечник, обеспечивающая неравномерное распределение воздействующих на него усилий.

40      Цель настоящего изобретения состоит в повышении гидробаростойкости и, соответственно, расширении области применения ЭД с узлом защиты от блуждающих токов трансформаторного типа.

Поставленная цель достигается тем, что в качестве материала сердечника использован магнетодиэлектрик на основе Мо-пермаллоя, количество витков в первичной обмотке  
45      трансформатора  $W_1$  определяется соотношением  $W_1 \geq (50000/\mu)^{0,5}$ , где  $\mu$  - начальная магнитная проницаемость материала сердечника, а соотношение количества витков первичной и вторичной обмоток  $W_1/W_2$  оставляет от 2 до 4.

Пример предлагаемого ЭД представлен на фиг. 1. Он включает КД 1 и ЭВ 2, снабженный трансформатором, состоящим из кольцевого сердечника 3 из магнитодиэлектрика на основе Мо-пермаллоя с начальной магнитной проницаемостью  $\mu$ , равной  $140 \pm 10\%$ , вторичной обмотки 4 из семи витков, замкнутой на мостик накаливания 5, и первичной обмотки 6 из двадцати одного витка, концы которой присоединены к гильзе 7 и штырю 8, являющимися токопроводящими элементами, подключаемыми к линии электропитания. На мостик нанесен воспламенительный состав 9. КД 1 содержит гильзу 7, снаряженную взрывчатыми веществами 10.

Механизм функционирования предлагаемого ЭД не отличается от прототипа, патрона ПГН-150. Как при малой (до 1 кГц), так и при большой (более 10 МГц) частоте тока в линии электропитания из-за очень низкого КПД трансформатора ток в мостике не превышает безопасное значение практически при любых значениях тока в линии питания (первичной обмотке). В областях, примыкающих к частоте 15 кГц, КПД трансформатора достаточно большой, что обеспечивает достижение тока воспламенения в мостике ЭВ при относительно небольших значениях тока в линии питания, например, при использовании прибора ПВВ-1.

Магнитная проницаемость сердечника из магнитодиэлектрика на основе Мо-пермаллоя при воздействии давления не изменяется. Ограничения по глубине применения ЭД, обусловленные магнитоупругим эффектом, присущим сердечнику прототипа, снимаются, что позволяет вести прострелочно-взрывные работы с предлагаемым ЭД в более глубоких скважинах. Эксперименты проводились как на сердечниках в состоянии поставки, так и на сердечниках в составе ЭВ.

Количество витков в первичной обмотке трансформатора  $W_1$  определяется соотношением  $W_1 \geq (50000/\mu)^{0,5}$ , основанным на расчетных и эмпирических данных, полученных для сердечников с типоразмерами, пригодными для использования в ЭД. При меньшем количестве витков в первичной обмотке индукционная связь между обмотками становится достаточно слабой. Это приводит к снижению надежности срабатывания ЭД до неприемлемого уровня (при использовании прибора ПВВ-1), а также к возрастанию погрешности измерений сопротивления мостика, выполняемых в процессе производства ЭД. Дефектные изделия могут попадать потребителю, а годные - в брак.

Соотношение количества витков первичной и вторичной обмоток  $W_1/W_2$  должно составлять от 2 до 4. Как видно из данных таблицы 1, полученных для ЭД, представленного на фиг. 1, с мостиком накаливания сопротивлением  $(0,75 \pm 0,25)$  Ом, при частоте сигнала 15 кГц, это соотношение оптимально: ток воспламенения в мостике ЭВ достигается при минимальных значениях тока в первичной обмотке и линии питания.

Таблица 1. – Зависимость тока в первичной обмотке, обеспечивающего срабатывание ЭД, от соотношения количества витков  $W_1 / W_2$

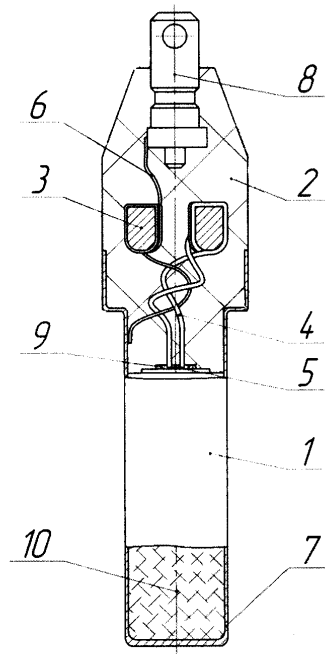
| Соотношение<br>$W_1 / W_2$ | Ток в первичной обмотке, обеспечивающий срабатывание ЭД, А |                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                            | при сопротивлении мостика 0,5 Ом                           | при сопротивлении мостика 1,0 Ом |
| 5 (20/4)                   | 0,60                                                       | 1,33                             |
| 4(20/5)                    | 0,57                                                       | 1,15                             |
| 3,33(20/6)                 | 0,56                                                       | 0,99                             |
| 2,86(20/7)                 | 0,55                                                       | 0,88                             |
| 2,5(20/8)                  | 0,56                                                       | 0,81                             |
| 2(20/10)                   | 0,61                                                       | 0,75                             |
| 1,66(20/12)                | 0,68                                                       | 0,77                             |
| 1,25(20/16)                | 0,86                                                       | 0,87                             |
| 1(20/20)                   | 1,03                                                       | 0,99                             |

#### Список литературы

1. Щукин Ю.Г., Лютиков Г.Г., Поздняков З.Г. Средства инициирования промышленных взрывчатых веществ. - М.: Недра, 1996. - 155 с.
2. Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе» (ТР ТС 028/2012) - <http://www.rospromtest.ru>.
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 декабря 2013 г. N 605 - <http://docs.cntd.ru/document/499066484>.
4. Dynaenergetics. Dynawell Technical Information. - <http://www.dynawell.com>.
5. Комплект конструкторской документации на патрон ПГН-150 ВПД-Н ДИШВ.773955.504. Инв. №16105 ФГУП НПП «Краснознаменец», 1995 г.
6. Агеев М.А., Климова А.А., Попов В.К. Защищенность электродетонаторов типа ПВПД-Н и ПГН от несанкционированного срабатывания. // Каротажник - 2013, - Вып.7 (229). - С. 47-56.

#### (57) Формула изобретения

Электродетонатор для прострелочно-взрывных работ, защищенный от блуждающих токов, содержащий капсуль-детонатор и электровоспламенитель, снабженный трансформатором, состоящим из сердечника, первичной обмотки, подключаемой к линии электропитания, и вторичной обмотки, замкнутой на мостик накаливания электровоспламенителя, отличающийся тем, что в качестве материала сердечника использован магнитодиэлектрик на основе Мо-пермаллоя, количество витков в первичной обмотке трансформатора  $W_1$  определяется соотношением  $W_1 \geq (50000/\mu)^{0,5}$ , где  $\mu$  - начальная магнитная проницаемость материала сердечника, а соотношение витков первичной и вторичной обмоток составляет не менее 2 и не более 4.



Фиг.1. Электродетонатор для прострелочно-взрывных работ, защищенный от блуждающих токов