

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 037020

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.01.27

(21) Номер заявки
201891089

(22) Дата подачи заявки
2016.11.02

(51) Int. Cl. *F42B 3/12* (2006.01)
F42D 1/055 (2006.01)

(54) СПОСОБ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ДЕТОНАТОРА И ЭЛЕКТРОННЫЙ
ДЕТОНАТОР

(31) 1560578

(32) 2015.11.04

(33) FR

(43) 2018.10.31

(86) PCT/FR2016/052829

(87) WO 2017/077228 2017.05.11

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДЕЙВИ БИКФОРД (FR)

(72) Изобретатель:
Гийон Франк (FR)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) US-A1-2003029344
ZA-A-9606213
EP-A2-0386860
WO-A1-9504253
EP-A1-1482271

(57) В изобретении способ воспламенения электронного детонатора, содержащего средства аккумуляции энергии, включает в себя прием (E2) электронным детонатором команды на воспламенение, причем осуществляют следующие этапы, пока не истекло связанное с упомянутым электронным детонатором время задержки с упомянутого приема (E2) команды на воспламенение: измерение (E3) энергии, аккумуляции в упомянутых средствах аккумуляции энергии, и воспламенение (E7) упомянутого электронного детонатора, когда измеренная аккумуляция энергии меньше или равна заданной энергии.

037020

B1

037020

B1

Настоящее изобретение относится к способу воспламенения электронного детонатора, а также к электронному детонатору, реализующему способ воспламенения.

В общем виде, комплект электронных детонаторов связан с одной и той же системой управления, причем система управления выполнена с возможностью управления функционированием электронных детонаторов, а также их питания.

Каждый электронный детонатор подключен к системе управления посредством электрических проводов (соответствующих проводам детонатора, линии шины и линии пуска) и включает в себя, в частности, взрывчатку или детонирующий заряд, капсуль-детонатор или модуль-детонатор с электронным управлением и средства запоминания времени задержки воспламенения, причем это время задержки соответствует времени, исчисляемому между приемом команды или инструкции на воспламенение электронным детонатором и собственно воспламенением.

Таким образом, электронный детонатор дополнительно включает в себя электронные цепи, выполненные с возможностью воспроизведения времени задержки воспламенения, например, при реализации окончательного расчета, соответствующего времени задержки с приема команды или инструкции на воспламенение.

В определенных случаях (например, когда электрические провода были разорваны при одной из предыдущих детонаций), сразу после выдачи системой управления команды на воспламенение, электронные детонаторы больше не снабжаются электропитанием системой управления, при этом питание каждого электронного детонатора обеспечивается за счет средств аккумулирования энергии, встроенных в каждый детонатор.

Средства аккумулирования энергии, встроенные в электронный детонатор, позволяют, помимо питания различных электронных цепей в детонаторе, таких как цепи, воспроизводящие время задержки, осуществлять аккумулирование энергии, необходимой для воспламенения электронного детонатора.

Если энергия, аккумулированная в средствах аккумулирования энергии, уменьшается настолько, что средства электронных цепей не снабжаются электропитанием, время задержки воспламенения не воспроизводится, и воспламенение электронного детонатора не реализуется.

Аналогичным образом, электронный детонатор не воспламеняется, если энергия, аккумулированная в средствах аккумулирования энергии, уменьшается настолько, что необходимой для воспламенения энергии не хватает в средствах аккумулирования энергии, в частности, сразу после истечения времени задержки.

Сбой в воспламенении электронного детонатора представляет серьезный риск для безопасности.

Задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить способ воспламенения электронного детонатора, а также электронный детонатор, в которых безопасность повышена.

С этой целью настоящее изобретение предполагает по первому аспекту способ воспламенения электронного детонатора, содержащего средства аккумулирования энергии, включающий в себя прием электронным детонатором команды на воспламенение.

Согласно изобретению способ включает в себя следующие этапы, выполняемые, пока не истекло связанное с электронным детонатором время задержки с упомянутого приема команды на воспламенение:

- измерение энергии, аккумулированной в средствах аккумулирования энергии, и
- воспламенение электронного детонатора, когда измеренная аккумулированная энергия меньше или равна заданной энергии.

Таким образом, как только электронный детонатор принимает команду на воспламенение и пока не истекло время задержки, связанное с электронным детонатором, контролируют энергию, аккумулированную в средствах аккумулирования энергии, для обеспечения воспламенения электронного детонатора, если измеренная аккумулированная энергия меньше или равна заданной энергии.

Следовательно, способ позволяет воспламенять электронный детонатор, хотя не истекло время задержки, которое к нему относится, после приема команды на воспламенение.

Здесь представлено средство контроля воспламенения электронного детонатора, отличное от отсчета времени задержки, а также улучшения безопасности применительно к электронному детонатору.

Например, заданная энергия соответствует минимальной энергии, необходимой для питания и для воспламенения электронного детонатора.

Следовательно, когда энергия, аккумулированная в средствах аккумулирования энергии, достигает минимального значения, больше не допускающего питания и/или воспламенения электронного детонатора, воспламенение электронного детонатора осуществляется до истечения времени задержки.

Фактически, когда аккумулированная энергия превосходит заданную энергию, средства аккумулирования энергии содержат энергию, необходимую для питания электронного детонатора и, собственно, для его воспламенения.

Напротив, когда аккумулированная энергия достигает заданной энергии или ниже заданной энергии, существует риск отсутствия воспламенения электронного детонатора.

Таким образом, электронный детонатор воспламеняется, как только энергия, аккумулированная в средствах аккумулирования энергии, достигает заданной энергии, во избежание того, что электронный

детонатор никогда не воспламенится.

Следует отметить, что если аккумулированная энергия ниже заданной энергии, то отсчет времени задержки не может быть осуществлен, а, следовательно, электронный детонатор никогда не будет воспламенен, хотя необходимая для воспламенения энергия остается, или же отсчет времени задержки может быть осуществлен, но оставшейся в средствах аккумулирования энергии будет недостаточно для воспламенения, т.е. не остается энергии ни для питания, ни для воспламенения электронного детонатора.

Согласно одной характеристике, способ воспламенения дополнительно включает в себя этап сравнения измеренной аккумулированной энергии с заданной энергией.

Согласно одной характеристике этап измерения аккумулированной энергии включает в себя этап измерения напряжения на выводах средств аккумулирования энергии, а этап сравнения включает в себя этап сравнения измеренного напряжения с заданным напряжением, характерным для заданной энергии.

Таким образом, когда напряжение, измеренное на выводах средств аккумулирования энергии, меньше или равно заданному напряжению, этап воспламенения электронного детонатора реализуется до истечения времени задержки.

Фактически, если напряжение, измеренное на выводах средств аккумулирования энергии, меньше или равно заданному напряжению, электронный детонатор воспламеняется перед тем, как энергии, аккумулированной средствами аккумулирования энергии, более не будет достаточно для того, чтобы электронный детонатор воспламенился.

Таким образом, электронный детонатор воспламеняется тогда, когда остается достаточно энергии для снабжения электропитанием и для инициирования детонирующего заряда электронного детонатора.

Из этого следует, что пока измеренное на выводах средств аккумулирования энергии напряжение не меньше заданного напряжения, отсчет времени задержки продолжается, и этап воспламенения электронного детонатора выполняется после истечения времени задержки, связанного с электронным детонатором.

Согласно одному варианту воплощения, когда измеренная аккумулированная энергия меньше или равна упомянутой заданной энергии, способ дополнительно включает в себя этап определения временного интервала, существующего между периодом времени, истекшим с приема команды на воспламенение, и временем задержки, связанным с электронным детонатором, причем упомянутый этап воспламенения осуществляют, когда упомянутый временной интервал меньше заданного значения времени.

Таким образом, согласно этому варианту воплощения, если было подтверждено, что измеренная аккумулированная энергия меньше или равна заданной энергии, проверяют, является ли временной интервал между соответствующим временем задержки и временем, истекшим после приема команды на воспламенение, меньшим заданного значения времени, и этап воспламенения осуществляют лишь в том случае, если этот временной интервал меньше или равен заданному значению временного интервала.

Напротив, если временной интервал превышает заданное значение времени, отсчет связанного с электронным детонатором времени задержки продолжается.

В одном варианте воплощения этап измерения аккумулированной энергии включает в себя первый этап измерения энергии, аккумулированной в первых средствах аккумулирования энергии, и второй этап измерения энергии, аккумулированной во вторых средствах аккумулирования энергии, причем воспламенение электронного детонатора происходит, если аккумулированная энергия, измеренная на первом этапе измерения, меньше или равна первой заданной энергии, или если аккумулированная энергия, измеренная на втором этапе измерения, меньше или равна второй заданной энергии.

В этом варианте воплощения первая заданная энергия соответствует минимальной энергии, необходимой для электропитания электронного детонатора, а вторая заданная энергия соответствует минимальной энергии, необходимой для воспламенения электронного детонатора.

Кроме того, этап сравнения включает в себя первый этап сравнения аккумулированной энергии, измеренной на первом этапе измерения, с первой заданной энергией и второй этап сравнения аккумулированной энергии, измеренной на втором этапе измерения, со второй заданной энергией.

В этом варианте воплощения средства аккумулирования энергии электронного детонатора включают в себя также два различных средства аккумулирования энергии, причем воспламенение электронного детонатора происходит, когда аккумулированная энергия, измеренная на первом этапе измерения, меньше или равна первой заданной энергии, и/или аккумулированная энергия, измеренная на втором этапе измерения, меньше или равна второй заданной энергии.

Также можно по отдельности контролировать минимальную энергию, необходимую для воспламенения электронного детонатора, и минимальную энергию, необходимую для электропитания электронного детонатора.

Когда одна из энергий достигает минимального значения, электронный детонатор воспламеняется заранее.

По второму аспекту настоящее изобретение предусматривает электронный детонатор, включающий в себя средства аккумулирования энергии и средства приема команды на воспламенение.

Согласно изобретению электронный детонатор дополнительно включает в себя средства измерения энергии, аккумулированной в средствах аккумулирования энергии, и

средства воспламенения, выполненные с возможностью осуществления воспламенения электронного детонатора до истечения времени задержки, связанного с электронным детонатором, когда аккумулированная энергия, измеренная средствами измерения, меньше или равна заданной энергии.

Согласно одной характеристике электронный детонатор включает в себя средства сравнения аккумулированной энергии, измеренной средствами измерения, с упомянутой заданной энергией.

Согласно одной характеристике средства измерения энергии, аккумулированной в средствах аккумуляции энергии, включают в себя средства измерения напряжения на выводах упомянутых средств аккумуляции энергии, а средства сравнения включают в себя средства сравнения напряжения, измеренного средствами измерения, с заданным напряжением, характерным для заданной энергии.

В одном варианте воплощения средства аккумуляции энергии включают в себя первые средства аккумуляции энергии, выполненные с возможностью аккумуляции энергии, необходимой для питания электронного детонатора, и вторые средства аккумуляции энергии, выполненные с возможностью аккумуляции энергии, необходимой для воспламенения электронного детонатора.

Благодаря различным средствам аккумуляции энергии для аккумуляции энергии, необходимой для питания электронного детонатора, и для аккумуляции энергии, необходимой для воспламенения электронного детонатора, можно измерять напряжение на выводах каждого из упомянутых средств аккумуляции энергии и воспламенять детонатор, когда одно из напряжений меньше или равно заданному напряжению.

Согласно одной характеристике средства аккумуляции энергии включают в себя конденсатор.

По третьему аспекту настоящее изобретение предлагает систему детонации, включающую в себя комплект электронных детонаторов согласно изобретению и реализующую способ воспламенения согласно изобретению.

Электронный детонатор и система детонации демонстрируют преимущества, аналогичные тем, которые были описаны ранее применительно к способу воспламенения согласно изобретению.

Другие особенности и преимущества изобретения станут понятными из приведенного ниже описания.

На приложенных чертежах, приведенных в качестве не ограничивающих примеров:

фиг. 1 схематически представляет систему детонации согласно варианту воплощения, включающему в себя несколько электронных детонаторов;

фиг. 2 представляет электронный детонатор согласно варианту воплощения изобретения;

фиг. 3 иллюстрирует блок-схему, представляющую способ воспламенения электронного детонатора согласно варианту воплощения изобретения;

фиг. 4а-4с представляют примеры изменения во времени напряжения на выводах средств аккумуляции энергии.

Фиг. 1 представляет систему детонации, включающую в себя множество электронных детонаторов 1, 2, ..., N.

Электронные детонаторы 1, 2, ..., N подключены к пусковой установке или системе 20 управления через электрические провода 30. Электрические провода 30 включают в себя провода детонатора, линию шины и пусковую линию.

Система 20 управления предназначена, в частности, для электропитания электронных детонаторов 1, 2, ..., N, проверки их надлежащего функционирования и управления их функционированием, например управления их воспламенением.

Для этого система 20 управления включает в себя электронные цепи, необходимые для управления функционированием комплекта электронных детонаторов и для связи с ними.

Таким образом, пусковая установка или система 20 управления генерирует сигналы питания, а также управляющие сигналы, например тестовые сигналы или сигналы воспламенения. Эти сигналы направляются по электрическим проводам 30 к электронным детонаторам 1, 2, ..., N.

У каждого электронного детонатора 1, 2, ..., N есть время задержки, которое с ним связано, например, за счет приема по электрическим проводам 30, время задержки, вызванное пусковой установкой 20, или за счет приема через другие проводные или беспроводные средства, исходящие из другого устройства, такого как консоль или блок программирования (не представленный на чертеже).

Фиг. 2 представляет электронный детонатор 1 согласно одному варианту воплощения изобретения.

Средства, существенные для реализации изобретения, представлены на фиг. 2.

Электронный детонатор 1 включает в себя нагревательный элемент сопротивления R, предназначенный для воспламенения детонирующего заряда (не представлен на чертеже) в ходе воспламенения электронного детонатора 1.

Электронный детонатор 1 дополнительно включает в себя средства 100 аккумуляции энергии, необходимой, в частности, для питания электронного детонатора 1 в случае, когда он не запитывается пусковой установкой 20, а также для собственно воспламенения электронного детонатора 1.

Следует отметить, что перед тем, как пусковой установкой 20 выдана команда на воспламенение, электронный детонатор 1 запитывается по электрическим проводам 30. В частности, сигнал питания, исходящий из пусковой установки 20, перенаправляется на выпрямитель 300, подключенный на входе

электронного детонатора 1, причем сигнал питания заряжает энергией средства 100 аккумулярования энергии.

В варианте воплощения, представленном на фиг. 2, средства 100 аккумулярования энергии включают в себя первые средства 101 аккумулярования энергии, выполненные с возможностью аккумулярования энергии, необходимой для питания электронного детонатора 1, и вторые средства 102 аккумулярования энергии, выполненные с возможностью аккумулярования энергии, необходимой для воспламенения электронного детонатора 1.

Согласно другим вариантам воплощения первые и вторые средства 101, 102 аккумулярования энергии могут быть заменены едиными средствами аккумулярования энергии, аккумулярующими энергию, необходимую и для питания электронного детонатора 1, и для его воспламенения.

В варианте воплощения, представленном на фиг. 2, первые и вторые средства 101, 102 аккумулярования энергии включают в себя соответственно конденсатор.

Конденсатор первых средств 101 аккумулярования назван конденсатором 101 питания, а конденсатор вторых средств 102 аккумулярования назван пусковым конденсатором 102.

Таким образом, конденсатор 101 питания содержит энергию, необходимую для поддержания напряжения питания электронного детонатора 1 и, в частности, электронных цепей, необходимых для функционирования электронного детонатора 1, в течение некоторого периода времени.

Пусковой конденсатор 102 накапливает необходимую энергию, позволяющую поддерживать напряжение, необходимое для воспламенения электронного детонатора 1.

Электронный детонатор 1 дополнительно включает в себя управляющий модуль 200, содержащий электронные цепи, необходимые для управления функционированием электронного детонатора 1.

Например, управляющий модуль 200 управляет размыканием и замыканием прерывателей T1, T2, позволяющих соответственно заряжать пусковой конденсатор 102 и подключать пусковой конденсатор 102 к нагревательному элементу сопротивления R при воспламенении электронного детонатора 1.

Например, управляющий модуль 200 включает в себя микроконтроллер 201, выполненный с возможностью управления функционированием электронного детонатора 1.

В частности, микроконтроллер 201 включает в себя средства приема команды на воспламенение. Эта команда на воспламенение принимается от части пусковой установки 20. Он также включает в себя средства для подсчета времени задержки, связанного с электронным детонатором 1, т.е. времени, истекшего с тех пор, как электронный детонатор 1 принял команду на воспламенение от пусковой установки или системы 20 управления, и для инициирования воспламенения сразу после того, как отсчет времени достигает времени задержки, связанного с электронным детонатором 1.

Электронный детонатор 1 и, в частности, управляющий модуль 200 дополнительно включают в себя средства 202 измерения энергии, аккумулярованной в средствах 100 аккумулярования энергии, и средства сравнения измеренной аккумулярованной энергии с заданной энергией.

В одном варианте воплощения средства измерения энергии, аккумулярованной в средствах 100 аккумулярования энергии, включают в себя средства измерения напряжения на выводах средств 100 аккумулярования энергии, а средства сравнения измеренной аккумулярованной энергии с заданной энергией включают в себя средства сравнения напряжения с заданным напряжением.

Таким образом, в варианте воплощения, представленном на фиг. 2, средства измерения включают в себя средства измерения напряжения на выводах конденсатора 101 питания и на выводах пускового конденсатора 102.

Измерение напряжения на выводах конденсатора 101 питания позволяет узнать, содержится ли в нем энергия, необходимая для питания электронного детонатора 1, в частности для питания электронных цепей 200, управляющих его функционированием.

Измерение напряжения на выводах пускового конденсатора 102 позволяет узнать, содержится ли в нем энергия, достаточная для собственно воспламенения электронного детонатора 1.

В одном варианте воплощения средства 202 измерения аккумулярованной энергии включают в себя аналогово-цифровой преобразователь 202 (АЦП). Таким образом, напряжение на выводах конденсатора 101 питания и пускового конденсатора 102 измеряют посредством аналогово-цифрового преобразователя 202.

В этом варианте воплощения электронный детонатор 1 включает в себя один аналогово-цифровой преобразователь 202 для дискретизации напряжения на выводах конденсатора 101 питания и пускового конденсатора 102. Таким образом, в этом варианте воплощения управляющий модуль 200 включает в себя мультиплексор 203, имеющий два входа 203a, 203b и один выход 203c.

Разумеется, электронный детонатор может вместо мультиплексора содержать два аналогово-цифровых преобразователя.

В других, не представленных вариантах воплощения средства измерения энергии и сравнения могут содержать другие средства, например аналоговые средства измерения напряжения и сравнения.

В представленном варианте воплощения первый вход 203a мультиплексора 203 подключен к конденсатору 101 питания, а второй вход 203b подключен к пусковому конденсатору 102. Выход 203c мультиплексора 203 подключен к входу 202a аналогово-цифрового преобразователя 202.

Напряжение на выводах конденсатора 101 питания и напряжение на выводах пускового конденсатора 102 дискретизируется аналогово-цифровым преобразователем 202, каждое в свою очередь.

В частности, микроконтроллер 201 предусматривает осуществление периодического и, разумеется, одного за раз, измерения напряжения на выводах конденсатора 101 питания и пускового конденсатора 102. Как правило, напряжения на выводах 203a, 203b передаются на его выход 203с, каждое в свою очередь.

Таким образом, когда микроконтроллер 201 управляет измерением напряжения на выводах конденсатора 101 питания, при этом выбирается первый вход 203a мультиплексора 203, а напряжение на этом первом входе 203a передается на выход 203с мультиплексора 203, т.е. на вход 202a аналогово-цифрового преобразователя 202.

В описанном варианте воплощения напряжение, измеренное на выводах конденсатора 101 питания и пускового конденсатора 102, можно сравнить соответственно с заданным напряжением, характерным для заданной энергии.

Разумеется, заданные напряжения для конденсатора 101 питания и для пускового конденсатора 102 могут иметь разные значения.

Измерение и сравнение напряжений будут описаны в дальнейшем со ссылкой на фиг. 3.

Выход 202b аналогово-цифрового преобразователя выходит на микроконтроллер 201, где средства сравнения сравнивают напряжение, принятое аналогово-цифровым преобразователем 202, с заданным напряжением, характерным для заданной энергии.

В одном варианте воплощения заданная энергия соответствует минимальной энергии, необходимой для электропитания электронного детонатора 1 и для воспламенения.

Следует отметить, что заданная энергия учитывает запас времени, соответствующий времени, истекающему между моментом, когда было установлено, что электронный детонатор 1 должен быть воспламенен заранее, и собственно моментом воспламенения.

В другом варианте воплощения, не представленном на чертежах, средства аккумулирования энергии включают в себя единственный конденсатор, в котором необходимая энергия позволяет поддерживать напряжение, подходящее и для питания электронного детонатора, и для его воспламенения.

В этом варианте воплощения аналогово-цифровой преобразователь дискретизирует напряжение непосредственно на выводах упомянутого конденсатора, без необходимости в мультиплексоре.

Фиг. 3 демонстрирует блок-схему, отображающую способ воспламенения электронного детонатора согласно одному варианту воплощения изобретения. Электронный детонатор является таким же, какой был представлен на фиг. 2. Разумеется, способ воспламенения согласно изобретению может быть реализован в электронных детонаторах согласно другим вариантам воплощения.

В такой системе детонации, какая представлена на фиг. 1, электронные детонаторы 1, 2, ..., N запитываются или находятся под напряжением E0 за счет пусковой установки 20 посредством электрических проводов 30.

Когда электронные детонаторы 1, 2, ..., N находятся под напряжением, их необходимо прослушивать для выявления приема команды на воспламенение.

Электронные детонаторы 1, 2, ..., N, таким образом, приведены на этом этапе E1 прослушивания команд на воспламенение.

Разумеется, электронные детонаторы 1, 2, ..., N могут осуществлять другие задачи, оставаясь в состоянии прослушивания команды на воспламенение.

Выявление приема команды на воспламенение реализуется в ходе этапа E2 проверки приема команды на воспламенение.

При выявлении приема команды на воспламенение в ходе этапа E2 проверки, способ воспламенения включает в себя этап измерения энергии, аккумулированной в средствах 100 аккумулирования энергии.

В описанном варианте воплощения этап измерения аккумулированной энергии включает в себя этап E3 измерения напряжения на выводах средств 100 аккумулирования энергии.

Этот этап E3 измерения напряжения на выводах средств 100 аккумулирования энергии реализуется до истечения связанного с электронным детонатором 1 времени задержки с приема команды на воспламенение (или выявления приема команды на воспламенение на этапе E2 проверки).

В описанном варианте воплощения, соответствующем такому электронному детонатору, как представленный на фиг. 2, измерение E3 напряжения на выводах средств 100 аккумулирования энергии включает в себя первое измерение на выводах конденсатора 101 питания и второе измерение на выводах пускового конденсатора 102.

Разумеется, когда в электронном детонаторе 1, 2, ..., N имеется единственное средство аккумулирования энергии, реализуется единственное измерение напряжения.

Кроме того, способ воспламенения согласно изобретению включает в себя этап сравнения измеренной аккумулированной энергии с заданной энергией.

В описанном варианте воплощения способ воспламенения включает в себя этап E4 сравнения измеренного напряжения с заданным напряжением, которое характерно для заданной энергии.

Заданная энергия соответствует минимальной энергии, необходимой для электропитания и для воспламенения электронного детонатора 1, 2, ..., N.

В электронном детонаторе, таком как представленный на фиг. 2, этап E4 сравнения включает в себя первый этап сравнения напряжения, измеренного на выводах конденсатора 101 питания, с первым заданным напряжением V_A (фиг. 4a-4c) и второй этап сравнения напряжения, измеренного на выводах пускового конденсатора 102, со вторым заданным напряжением V_T (фиг. 4a-4c).

Разумеется, значения первого заданного напряжения V_A и второго заданного напряжения V_T могут быть разными или равными между собой.

Первое заданное напряжение V_A соответствует минимальной энергии, необходимой для питания электронного детонатора. Второе заданное напряжение V_T соответствует второй минимальной энергии, необходимой для воспламенения электронного детонатора.

Разумеется, в случае электронного детонатора, включающего в себя единственные средства аккумуляирования энергии, измеряют одно-единственное напряжение на выводах средств аккумуляирования энергии, и это напряжение сравнивают с единственным заданным напряжением, соответствующим минимальной энергии, необходимой для электропитания и воспламенения электронного детонатора 1, 2, ..., N.

Если на этапе E4 сравнения измеренной аккумуляированной энергии с заданной энергией измеренная энергия меньше или равна заданной энергии, реализуется этап E7 воспламенения (раннее воспламенение).

В таком электронном детонаторе, как представленный на фиг. 2, если в ходе этапа E4 сравнения напряжения измеренное на выводах конденсатора 101 питания напряжение ниже первого заданного напряжения V_A , и/или измеренное на выводах пускового конденсатора 102 напряжение меньше или равно второму заданному напряжению V_T , то реализуется этап E7 воспламенения.

Таким образом, когда одно из измеренных напряжений на выводах конденсатора 101 питания и пускового конденсатора 102 меньше или равно соответствующему заданному напряжению V_A , V_T , то выполняют этап E7 воспламенения электронного детонатора 1, не дожидаясь истечения времени задержки, связанного с электронным детонатором.

В варианте воплощения, представленном на фиг. 3, когда на этапе E4 сравнения определяют, что по меньшей мере одно из измеренных напряжений меньше или равно соответствующему заданному напряжению, способ воспламенения дополнительно включает в себя этап E8 определения временного интервала, существующего между периодом времени, истекшим с приема команды на воспламенение, и временем задержки, связанным с электронным детонатором 1, 2, ..., N.

При определении того, что этот временной интервал меньше значения времени, заданного в ходе этого этапа E8 определения, реализуется воспламенение E7 электронного детонатора 1, 2, ..., N.

Напротив, когда временной интервал, определенный на этапе E8 определения, превосходит заданное значение времени, способ воспламенения продолжается этапом E5 отсчета времени задержки.

Таким образом, в этом варианте воплощения, когда напряжение на выводах средств 100 аккумуляирования энергии меньше или равно заданному напряжению, а временной интервал, существующий между периодом времени, истекшим с приема команды на воспламенение, и временем задержки, связанным с электронным детонатором 1, 2, ..., N, меньше заданного значения времени, реализуется этап E7 воспламенения, хотя связанное с электронным детонатором 1 время задержки с приема команды на воспламенение еще не истекло.

Если на этапе E4 сравнения измеренные на выводах конденсатора 101 питания и пускового конденсатора 102 напряжения V_{101} , V_{102} (фиг. 4a-4c) превосходят соответственно первое заданное напряжение V_A и второе заданное напряжение V_T , то продолжается отсчет E5 времени задержки, связанного с электронным детонатором 1, 2, ..., N.

В ходе этапа E6 проверки проверяют, истекло ли связанное с электронным детонатором 1, 2, ... N время задержки с приема команды на воспламенение. В положительном случае воспламеняют электронный детонатор 1, 2, ..., N в ходе этапа E7 воспламенения.

Следует отметить, что воспламенение электронного детонатора 1, 2, ..., N по истечении времени задержки, которое с ним связано, представляет собой нормально реализуемый случай воспламенения.

В том случае, когда на этапе E6 проверки времени задержки, связанного с электронным детонатором 1, 2, ..., N, истечение времени задержки не подтверждено, реализуется соответственно этап E3 измерения напряжения на выводах средств 100 аккумуляирования энергии (конденсатора 101 питания и пускового конденсатора 102 в описанном варианте воплощения), а также этап E4 сравнения измеренного напряжения с заданным напряжением (первым заданным напряжением V_A и вторым заданным напряжением V_T).

Фиг. 4a-4c иллюстрируют кривые, характеризующие значения напряжения, измеренные на выводах конденсатора 101 питания и на выводах пускового конденсатора 102, в зависимости от времени.

Фиг. 4a-4c демонстрируют уровень первого заданного напряжения V_A , представляющего минимальную энергию, необходимую для питания электронного детонатора 1, 2, ..., N, и уровень второго заданного напряжения V_T , представляющего минимальную энергию, необходимую для собственно вос-

пламенения электронного детонатора 1, 2, ..., N.

Кривая V_{101} представляет напряжение на выводах конденсатора 101 питания, а сравнительная кривая V_{102} представляет напряжение на выводах пускового конденсатора 102.

Момент времени t_1 представляет собой момент, в который команда на воспламенение принята электронным детонатором 1, 2, ..., N (выявление приема команды на воспламенение в ходе этапа E2 проверки приема).

Таким образом, именно в этот момент времени t_1 начинается отсчет времени задержки, связанного с электронным детонатором 1, 2, ..., N.

Второй момент времени t_2 , представленный на чертежах, представляет собой момент, в который электронный детонатор 1, 2, ..., N больше не запрашивается или запрашивается частично пусковой установкой 20.

Третий момент времени t_3 представляет собой момент, в который истекает отсчет времени задержки, связанного с электронным детонатором 1, 2, ..., N, и это тот момент, в который электронный детонатор 1, 2, ..., N должен быть воспламенен.

На фиг. 4а напряжение V_{101} на выводах конденсатора питания и напряжение V_{102} на выводах пускового конденсатора уменьшаются, начиная со второго момента времени t_2 , и всегда остаются выше заданных напряжений V_T , V_A для конденсатора 101 питания и для пускового конденсатора 102, вплоть до истечения времени задержки.

Таким образом, в случае этого чертежа, электронный детонатор 1, 2, ..., N воспламеняется на этапе E7 воспламенения по истечении времени задержки, которое с ним связано.

В случае, представленном на фиг. 4b, напряжение на выводах пускового конденсатора 102 уменьшается очень быстро, так что в момент t_{3A} это напряжение достигает второго заданного напряжения V_T , соответствующего пусковому конденсатору 102.

Именно в этот момент t_{3A} электронный детонатор 1, 2, ..., N воспламеняется заранее, т.е. до того, как истекло время задержки (момент t_3).

В случае графика, представленного на фиг. 4с, напряжение на выводе конденсатора 101 питания уменьшается очень быстро, так что оно достигает первого заданного напряжения V_A перед тем, как истечет время задержки, связанное с электронным детонатором (момент t_3).

Электронный детонатор 1, 2, ..., N поэтому воспламеняется в этот момент t_{3A} заранее, т.е. до того, как истекло связанное с ним время задержки (момент t_3).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ воспламенения электронного детонатора (1, 2, ..., N), содержащего средства (100) аккумуляции энергии, включающий в себя прием (E2) электронным детонатором команды на воспламенение, причем упомянутый способ отличается тем, что он включает в себя следующие этапы, осуществляемые, пока не истекло связанное с упомянутым электронным детонатором (1, 2, ..., N) время задержки с упомянутого приема (E2) команды на воспламенение:

измерение (E3) энергии, аккумулированной в упомянутых средствах (100) аккумуляции энергии,

когда измеренная аккумулированная энергия меньше или равна заданной энергии, определение (E8) временного интервала, существующего между периодом времени, истекшим с приема команды на воспламенение, и упомянутым временем задержки, связанным с упомянутым электронным детонатором (1, 2, ..., N), и

воспламенение (E7) упомянутого электронного детонатора (1, 2, ..., N), когда упомянутый временной интервал меньше заданного значения времени.

2. Способ воспламенения по п.1, отличающийся тем, что упомянутая заданная энергия соответствует минимальной энергии, необходимой для питания и для воспламенения упомянутого электронного детонатора (1, 2, ..., N).

3. Способ воспламенения по любому из пп.1 или 2, отличающийся тем, что он дополнительно включает в себя этап сравнения измеренной аккумулированной энергии с упомянутой заданной энергией.

4. Способ воспламенения по п.3, отличающийся тем, что упомянутый этап измерения аккумулированной энергии включает в себя этап измерения (E3) напряжения на выводах средств аккумуляции энергии, а упомянутый этап сравнения включает в себя этап сравнения (E4) упомянутого измеренного напряжения с заданным напряжением (V_A , V_T), характерным для упомянутой заданной энергии.

5. Электронный детонатор, реализующий способ воспламенения по любому из пп.1-4 и содержащий средства (100) аккумуляции энергии и средства приема команды на воспламенение (200, 201), причем упомянутый электронный детонатор (1, 2, ..., N) отличается тем, что он дополнительно содержит средства измерения (200, 202, 203) энергии, аккумулированной в упомянутых средствах (100) аккумуляции энергии,

средства определения временного интервала, существующего между периодом времени, истекшим

с приема команды на воспламенение, и упомянутым временем задержки, связанным с упомянутым электронным детонатором (1, 2, ..., N), и определяемого тогда, когда измеренная средствами измерения аккумулялированная энергия меньше или равна заданной энергии, и

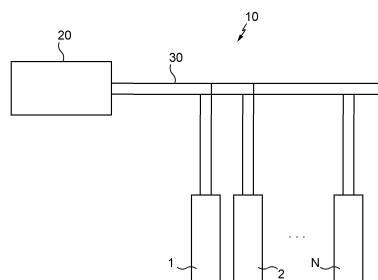
средства воспламенения (200, 201), выполненные с возможностью осуществления воспламенения упомянутого электронного детонатора (1, 2, ..., N) перед тем, как истечет время задержки, связанное с упомянутым электронным детонатором (1, 2, ..., N), когда упомянутый временной интервал, определяемый средствами определения, меньше заданного значения времени.

6. Электронный детонатор по п.5, отличающийся тем, что он включает в себя средства сравнения (200, 201) аккумулялированной энергии, измеренной средствами измерения (200, 202, 203), с упомянутой заданной энергией.

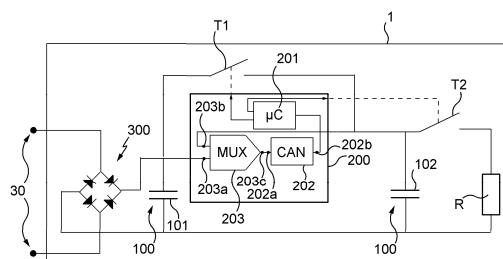
7. Электронный детонатор по п.6, отличающийся тем, что упомянутые средства измерения (200, 202, 203) энергии, аккумулялированной в упомянутых средствах (100) аккумулялирования энергии, включают в себя средства измерения напряжения (200, 202, 203) на выводах упомянутых средств (100) аккумулялирования энергии, а упомянутые средства сравнения (200, 201) включают в себя средства сравнения (200, 201) напряжения, измеренного упомянутыми средствами измерения, с заданным напряжением (V_A , V_T), характерным для заданной энергии.

8. Электронный детонатор по любому из пп.5-7, отличающийся тем, что упомянутые средства (100) аккумулялирования энергии включают в себя конденсатор (101, 102).

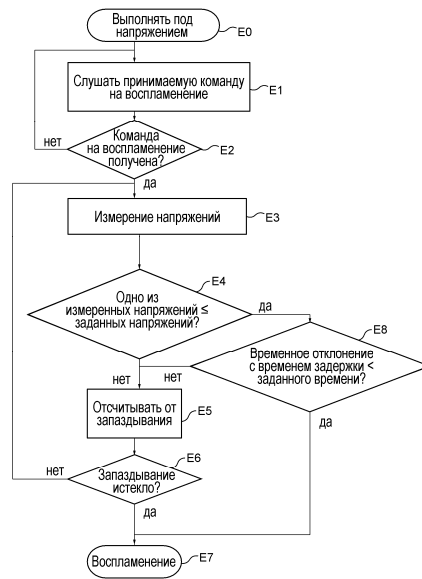
9. Система детонации, включающая в себя комплект электронных детонаторов (1, 2, ..., N) по любому из пп.5-8 и реализующая способ воспламенения по любому из пп.1-4.



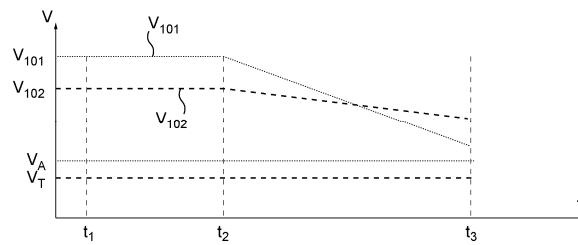
Фиг. 1



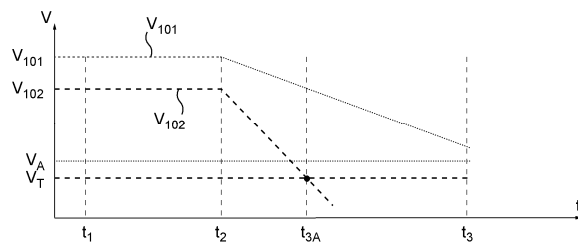
Фиг. 2



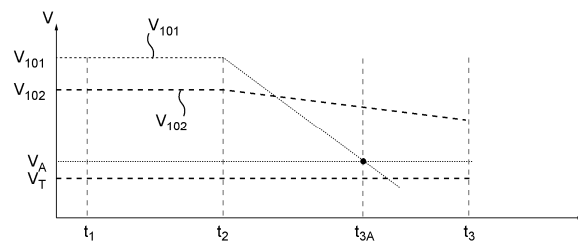
Фиг. 3



Фиг. 4а



Фиг. 4b



Фиг. 4с

