РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 303 587** (13) **C2**

(51) МПК
C06B 21/00 (2006.01)
C06D 5/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2005129831/02, 26.09.2005**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.09.2005

(45) Опубликовано: **27.07.2007 Бюл. № 21**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2220935 C1, 10.01.2004. RU 2240298 C2, 20.11.2004. FR 2116934 A, 21.07.1972. US 4776993 A, 11.10.1998.**

Адрес для переписки:
614113, г.Пермь, ул. Чистопольская, 16, ФГУП "Научно-исследовательский институт полимерных материалов", главному инженеру Г.В.Куценко

(72) Автор(ы):
Куценко Геннадий Васильевич (RU),
Салахов Рафис Фассахович (RU),
Пименова Людмила Ивановна (RU),
Федорова Валентина Ивановна (RU),
Гринберг Семен Ионович (RU),
Лисовский Владимир Михайлович (RU),
Божья-Воля Николай Сергеевич (RU),
Кузьмицкий Геннадий Эдуардович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт полимерных материалов" (RU),
Федеральное казенное предприятие "Пермский пороховой завод" (ФКП "Пермский пороховой завод") (RU)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ ИЗ СМЕСЕВОГО РАКЕТНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области изготовления зарядов смесевого ракетного твердого топлива (СРТТ). Предложен способ изготовления изделия из СРТТ, включающий приготовление топливной массы, формование изделия, отбор топливной массы в процессе формования изделия, формование из нее контрольного образца в изложнице с измерительной системой замера модуля сдвига топлива, определение времени завершения процесса отверждения топлива на контрольном образце по изменению модуля сдвига топлива во времени и отверждение изделия по времени завершения процесса отверждения топлива на контрольном образце. Предварительно до изготовления изделия готовят топливную массу с составом компонентов, на котором изготавливают изделие, формуют из нее несколько образцов в изложнице с системой замера модуля сдвига топлива, определяют коэффициент пересчета продолжительности отверждения топлива в образце на продолжительность отверждения топлива в изделии при соответствующей температуре и определяют время отверждения топлива в изделии. Изобретение направлено на получение изделия из СРТТ с учетом изменения кинетических параметров отверждения топлива при изменении температуры формования, размеров изделия, материала корпуса. 3 ил.

RU 2303587 C2

RU 2303587 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 303 587** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
C06B 21/00 (2006.01)
C06D 5/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2005129831/02, 26.09.2005**

(24) Effective date for property rights: **26.09.2005**

(45) Date of publication: **27.07.2007 Bull. 21**

Mail address:
614113, g.Perm', ul. Chistopol'skaja, 16, FGUP "Nauchno-issledovatel'skij institut polimernykh materialov", glavnomu inzheneru G.V.Kutsenko

(72) Inventor(s):
Kutsenko Gennadij Vasil'evich (RU),
Salakhov Rafis Fassakhovich (RU),
Pimenova Ljudmila Ivanovna (RU),
Fedorova Valentina Ivanovna (RU),
Grinberg Semen Ionovich (RU),
Lisovskij Vladimir Mikhajlovich (RU),
Bozh'ja-Volja Nikolaj Sergeevich (RU),
Kuz'mitskij Gennadij Ehduardovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predprijatie "Nauchno-issledovatel'skij institut polimernykh materialov" (RU),
Federal'noe kazennoe predprijatie "Permskij porokhovoj zavod" (FKP "Permskij porokhovoj zavod") (RU)

(54) METHOD OF MANUFACTURING AN ARTICLE FROM MIXED SOLID PROPELLANT

(57) Abstract:

FIELD: rocket fuels.

SUBSTANCE: invention relates to manufacture of charges of mixed solid propellant and comprises: preparing fuel mass, molding article, recovering a quantity of fuel mass during article molding operation, molding reference sample therefrom in mould provided with fuel shear modulus measuring system, determining fuel hardening end time on the reference sample from variation of fuel shear modulus in time, and hardening of article at time moment when hardening of reference sample fuel is ended. Before manufacture of the article, fuel mass is prepared having the same composition as that which is used to manufacture the article, after which several samples are molded therefrom in mould provided with fuel shear modulus measuring system, factor of converting sample fuel hardening time into hardening time of fuel in the article at corresponding temperature is determined, and hardening time of fuel in the article is thereby found.

EFFECT: enabled manufacture of article from mixed solid propellant taking onto account variation in fuel hardening kinetic parameters caused by variations in molding temperature, article dimensions, and material of shell.

3 cl

RU 2303587 C2

RU 2303587 C2

Изобретение относится к области изготовления изделия из смесевого ракетного твердого топлива (СРТТ), а конкретно к способу отверждения изделия при постоянном контроле изменения степени отверждения и механических свойств топлива в процессе отверждения.

Известны способы получения изделия из СРТТ, предусматривающие перемешивание топливной массы в течение 60-120 мин, отверждение до твердости 40-70 единиц по Шору, формование при температуре ниже 49°С и окончательное отверждение топлива (патент США №4776993, МКИ С06В 21/00); отверждение изделия при температуре 40-50°С в течение 2-3 недель под давлением инертного газа, превышающего атмосферное, но не превышающего 1/4 рабочего давления в корпусе при эксплуатации (патент Франции №2116934, кл. С06В 21/00).

Существенным недостатком названных способов является отсутствие в процессе отверждения изделия информации об изменении степени отверждения и механических свойств топлива, что приводит к ошибкам при назначении продолжительности отверждения изделия и, как следствие, к ухудшению качества изделия и технико-экономических показателей технологического процесса.

Известен также способ изготовления изделия из СРТТ по патенту РФ №2220935, принятый авторами за прототип. Способ включает дозирование компонентов, приготовление топливной массы, формование изделия, отбор топливной массы в процессе формования изделия и формование из нее контрольного образца в изложнице с системой замера модуля сдвига топлива, термостатирование контрольного образца при температуре на 10-20°С выше температуры отверждения изделия и отверждение изделия по времени завершения процесса отверждения топлива на контрольном образце.

Способ изготовления изделия СРТТ по указанному изобретению предложен для определения продолжительности отверждения изделия с учетом степени отверждения топлива, благодаря которому достигается обеспечение качества изделия, улучшение технико-экономических показателей процесса. Однако способ содержит не все признаки для достижения поставленной цели, в том числе отсутствуют операции, порядок их выполнения и режимы для осуществления перехода с процесса отверждения контрольного образца на процесс отверждения изделия.

Технической задачей предложенного изобретения является разработка способа изготовления изделия из СРТТ, обеспечивающего назначение продолжительности отверждения изделия по контрольному образцу с учетом изменения кинетических параметров отверждения топлива при изменении температуры (константы скорости реакции отверждения, энергии активации и т.д.) и габаритных размеров, условий теплообмена с окружающей средой, теплофизических свойств топлива, материалов корпуса, изделия и пресс-формы.

Указанный технический результат достигается тем, что в известном способе изготовления изделия из СРТТ, включающем дозирование компонентов, приготовление топливной массы, формование изделия, отбор топливной массы в процессе формования изделия, формование из нее контрольного образца в изложнице с системой замера модуля сдвига топлива, определение времени завершения процесса отверждения топлива на контрольном образце по изменению модуля сдвига топлива во времени и отверждение изделия по времени завершения процесса отверждения топлива на контрольном образце, особенность заключается в том, что предварительно до изготовления изделия готовят топливную массу с составом компонентов, на котором изготавливают изделие, формуют из нее несколько образцов в изложнице с системой замера модуля сдвига топлива, термостатируют образцы при разных температурах в диапазоне температур 50...90°С, с интервалом 10...20°С, определяют время завершения процесса отверждения топлива в образце для каждой выбранной температуры по изменению модуля сдвига топлива во времени, по полученным данным определяют коэффициент пересчета продолжительности отверждения топлива в образце на продолжительность отверждения топлива в изделии при соответствующей температуре ($К_к$) и соответствующей температуре ($К_к$) и определяют

время отверждения топлива в изделии $\tau_и$, ч., по зависимости:

$$\tau_и = К_к \cdot \tau_к + в \quad (1),$$

где $\tau_к$ - время завершения процесса отверждения топлива в контрольном образце, отформованном из топливной массы, отобранной в процессе формования изделия, ч.;

в - постоянная величина, определяемая из габаритных размеров, теплофизических свойств материала топлива, корпуса, пресс-формы и условий теплообмена изделия, ч.

Наличие в описываемом способе изготовления изделия из СРТТ совокупности действий, порядка их выполнения во времени и условиями, обеспечивающими возможность выполнения этих действий, позволяет, в частности, за счет:

- предварительного приготовления топливной массы, формования из нее нескольких образцов в изложнице с системой замера модуля сдвига топлива, термостатирования образцов при разных температурах - обеспечить контроль изменения степени отверждения, механических характеристик топлива в процессе отверждения и определить время завершения процесса с высокой точностью при разных температурах;

- термостатирования образцов при разных температурах в диапазоне температур 50 до 90°С, с интервалом 10...20°С, определения времени завершения процесса отверждения топлива в образце для каждой выбранной температуры по изменению модуля сдвига топлива во времени - получить зависимость продолжительности отверждения топлива от температуры для расчета коэффициента пересчета продолжительности отверждения топлива в образце на продолжительность отверждения топлива в изделии при соответствующей температуре $К_к$;

- определения коэффициента пересчета продолжительности отверждения топлива в образце на продолжительность отверждения топлива в изделии $К_к$, входящего в зависимость (1) - обеспечить назначение времени отверждения топлива в изделии по времени отверждения контрольного образца, отверждаемого при более высокой температуре, чем изделие;

- наличия постоянной величины "в" в зависимости (1), используемой для определения продолжительности отверждения топлива в изделии, - учитывать влияние условий теплообмена, теплофизические свойства материалов топлива, корпуса, пресс-формы конкретного изделия, габаритные размеры на продолжительность отверждения изделия и обеспечить назначение продолжительности отверждения изделия с высокой точностью.

Изготовление изделия из СРТТ по предложенному способу осуществляется следующим образом.

До изготовления изделия предварительно готовят топливную массу с составом компонентов, на котором изготавливают изделие. На приготовленной топливной массе формуют несколько образцов в изложнице с системой замера модуля сдвига топлива. Образцы термостатируют при разных температурах в диапазоне температур 50 до 90°С с интервалом 10...20°С. В процессе отверждения периодически в фиксированные моменты времени проворачивают измерительный стержень на угол в пределах упругости контрольного образца, создавая деформацию сдвига, измеряют и фиксируют значение модуля сдвига. Отверждение каждого контрольного образца ведут до установления постоянного значения модуля сдвига, что свидетельствует о завершении процесса отверждения. Характер изменения модуля сдвига топлива при температуре отверждения 50, 70, 80, 90°С показан на фиг.1. После завершения процесса отверждения из фиг.1 определяют продолжительность отверждения топлива в образце при каждой выбранной температуре, что составляет при температуре 50, 70, 80, 90°С соответственно 475; 240; 95; 40 часов. По полученным данным строят зависимость безразмерного фактора продолжительности отверждения топлива H_t от температуры (см. фиг.2) и определяют коэффициент пересчета продолжительности отверждения контрольного образца на продолжительность отверждения изделия при выбранной температуре отверждения изделия $К_к$. Например, при температуре отверждения контрольного образца 80°С и температуре отверждения изделия 70°С из фиг.2 следует $К_к = H_{конт}/H_{изд} = H_{80}/H_{70} = 1/0,4 = 2,5$.

Далее расчетным путем для отверждаемого изделия определяют постоянную величину "в", входящую в зависимость (1). Для расчета используют габаритные размеры корпуса, изделия и пресс-формы (внешний, внутренний радиусы, длина, толщина корпуса, изделия), условия теплообмена, теплофизические свойства материала топлива, корпуса и пресс-формы (коэффициенты удельной теплоемкости, теплопроводности). Например, для изделия с исходными данными:

- внешний радиус изделия 15 см
- длина пресс-формы 48 см
- толщина стенки пресс-формы 0,2 см
- внутренний радиус изделия 5,5 см
- вес массы 48 кг,

- коэффициент теплопроводности:

- материала корпуса 21,8 ккал/м·ч·°С
- топлива 0,505 ккал/м·ч·°С

- удельная теплоемкость:

- материала корпуса 0,105 ккал/кг·°С
- топлива 0,290 ккал/кг·°С

- плотность:

- материала корпуса 7770 кг/м^3
- топлива 1840 кг/м^3

величина постоянного коэффициента равна 12 часам.

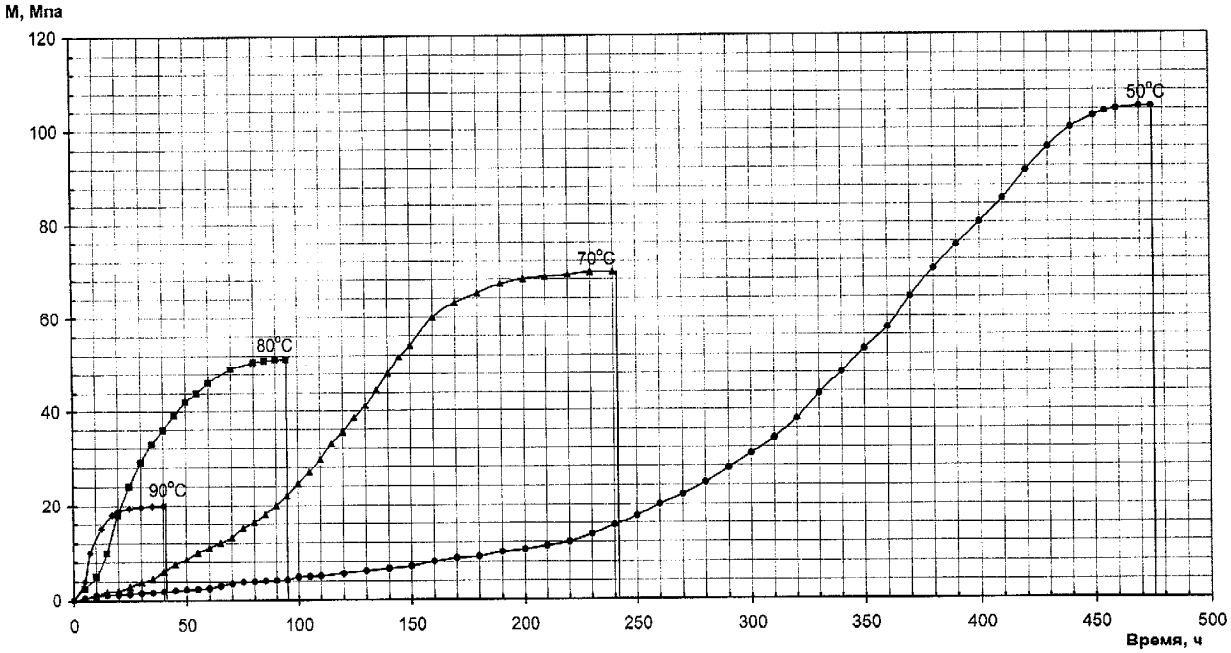
В процессе формования изделия отбирают топливную массу и формуют из нее контрольный образец в изложнице с системой замера модуля сдвига топлива, контрольный образец термостатируют при температуре на 10-20°С выше температуры отверждения изделия, например, при температуре 80°С и проводят отверждение. При отверждении контрольного образца периодически в фиксированные моменты времени проворачивают измерительный стержень с системой замера модуля сдвига топлива на угол в пределах упругости топлива, создавая деформацию сдвига в контрольном образце и измеряют модуль сдвига топлива до установления постоянного значения. По полученным данным строят зависимость модуля сдвига от продолжительности термостатирования (см. фиг.3) при выбранной для состава температуре отверждения, по которой определяют время завершения процесса отверждения топлива на контрольном образце, отформованном из топливной массы, отобранной в процессе формования изделия $\tau_к$. Из фиг.3 следует $\tau_к$ равно 92 часам. После чего, полученные значения параметров ($К_к=Н_{80}/Н_{70}=1/0,4=2,5$, $\tau_к=92$ час, в=12) подставляют в зависимость (1) $\tau_и=К_к\cdot\tau_к+в=2,5\cdot92+12$ и определяют продолжительность отверждения изделия при температуре 70°С $\tau_и=242$ часа.

Предлагаемый способ изготовления изделия из СРТТ проверен с положительными результатами в условиях ФГУП "Пермский завод им. С.М.Кирова".

Формула изобретения

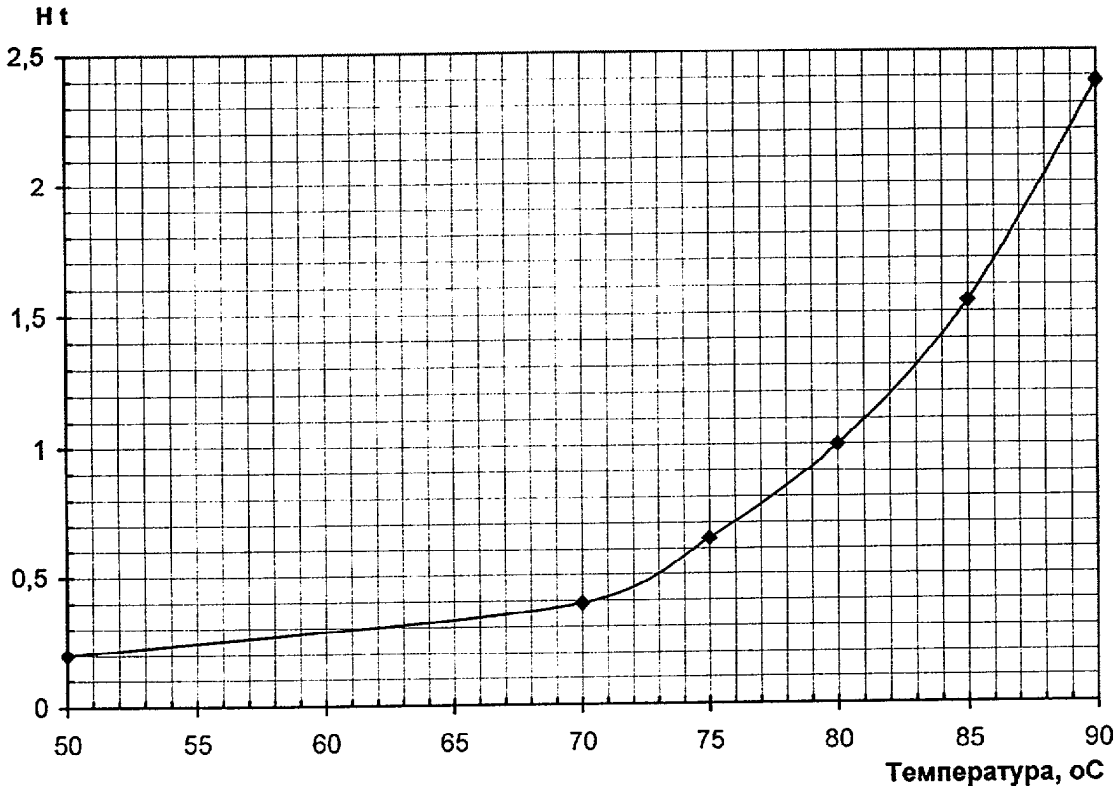
Способ изготовления изделия из смесевого ракетного твердого топлива, включающий дозирование компонентов, приготовление топливной массы, формование изделия, отбор топливной массы в процессе формования изделия, формование из нее контрольного образца в изложнице с измерительной системой замера модуля сдвига топлива, определение времени завершения процесса отверждения топлива на контрольном образце по изменению модуля сдвига топлива во времени и отверждение изделия по времени завершения процесса отверждения топлива на контрольном образце, отличающийся тем, что предварительно до изготовления изделия готовят топливную массу с составом компонентов, на котором изготавливают изделие, формуют из нее несколько образцов в изложнице с системой замера модуля сдвига топлива, термостатируют образцы при разных температурах в диапазоне температур 50-90°С с интервалом 10-20°С, определяют время

завершения процесса отверждения топлива в образце для каждой выбранной температуры по изменению модуля сдвига топлива во времени, по полученным данным определяют коэффициент пересчета продолжительности отверждения топлива в образце на продолжительность отверждения топлива в изделии при соответствующей температуре $К_к$ и определяют время отверждения топлива в изделии $\tau_и$, ч, по зависимости $\tau_и=К_к \cdot \tau_к+в$, где $\tau_к$ - время завершения процесса отверждения топлива в контрольном образце, отформованном из топливной массы, отобранной в процессе формования изделия, ч, в - постоянная величина, определяемая из габаритных размеров, теплофизических свойств материала топлива, корпуса, пресс-формы и условий теплообмена изделия.



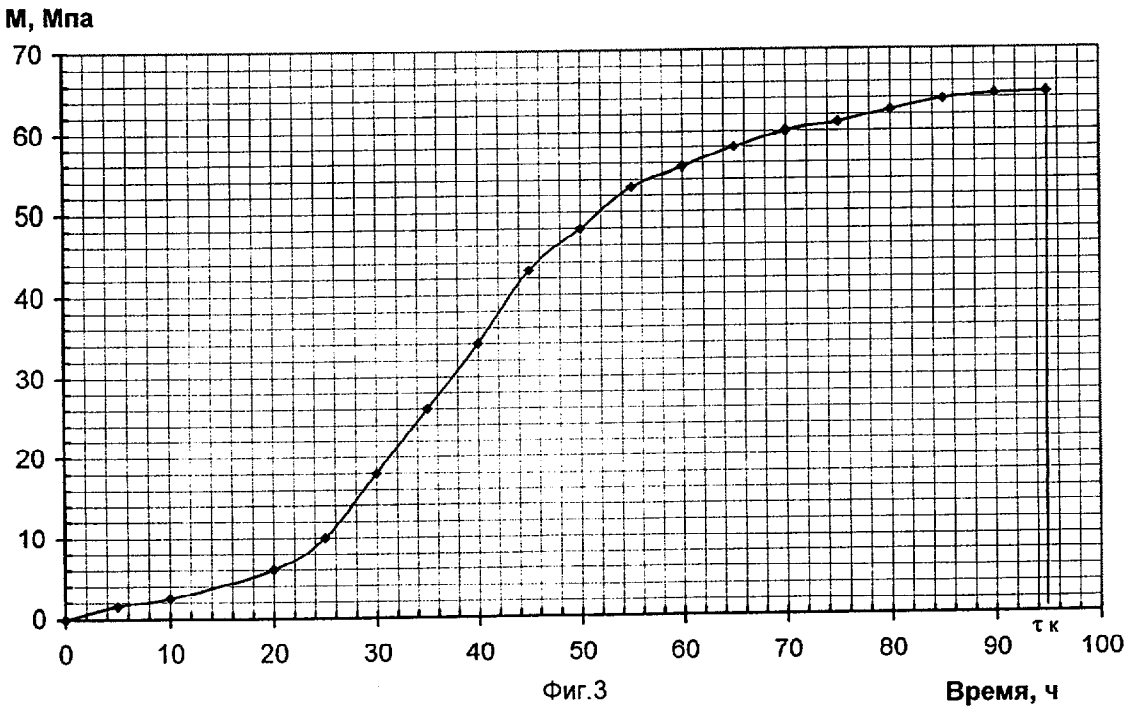
Характер изменения модуля сдвига топлива при температурах отверждения 50, 70, 80, 90°C.

Фиг.1



Зависимость безразмерного фактора продолжительности отверждения топлива от температуры

Фиг.2



Фиг.3

Зависимость модуля сдвига топлива на контрольном образце от времени термостатирования при температуре 80°С.

Фиг.3