РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 382 017** (13) **C1**

(51) МПК
C06B 21/00 (2006.01)
C06D 5/06 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2008133855/02, 18.08.2008**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.08.2008

(45) Опубликовано: **20.02.2010** Бюл. № **5**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2230722 C2, 20.06.2004. RU 2179543 C2, 20.02.2002. US 4776993 A, 11.10.1988. FR 2116934 A1, 21.07.1972.**

Адрес для переписки:
614113, г.Пермь, ул. Чистопольская, 16, Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт полимерных материалов"

(72) Автор(ы):
Салахов Радус Фассахович (RU),
Салахов Рафис Фассахович (RU),
Куценко Геннадий Васильевич (RU),
Ковтун Виктор Евгеньевич (RU),
Федорова Валентина Ивановна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт полимерных материалов" (RU)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ ИЗ СМЕСЕВОГО РАКЕТНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологии взрывчатых веществ, в том числе смесевых ракетных твердых топлив (СРТТ). Предложен способ изготовления изделия из смесевого ракетного твердого топлива, включающий формование изделия, проведение путем изменения температуры теплоносителя ступенчатого отверждения изделия под давлением и охлаждение изделия. Изделие отверждают на начальной ступени при температуре теплоносителя на 5-15°С ниже температуры основного режима отверждения в течение 10-20% от общей продолжительности отверждения, а затем в основном режиме при температуре 60-80°С. Охлаждение осуществляют при температуре теплоносителя 10-35°С и продолжительности ($\tau_{охл}$; ч), определяемой по формуле $\tau_{охл}=0{,}61\ T_{ср}+0{,}65$, где $T_{ср}$ - фактическая средняя температура теплоносителя, °С. Изобретение позволяет сократить продолжительность процесса охлаждения изделия. 1 ил., 1 табл.

RU 2382017 C1

RU 2382017 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 382 017** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
C06B 21/00 (2006.01)
C06D 5/06 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008133855/02, 18.08.2008**

(24) Effective date for property rights:
18.08.2008

(45) Date of publication: **20.02.2010 Bull. 5**

Mail address:
614113, g.Perm', ul. Chistopol'skaja, 16, Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predprijatie "Nauchno-issledovatel'skij institut polimernykh materialov"

(72) Inventor(s):
Salakhov Radus Fassakhovich (RU),
Salakhov Rafis Fassakhovich (RU),
Kutsenko Gennadij Vasil'evich (RU),
Kovtun Viktor Evgen'evich (RU),
Fedorova Valentina Ivanovna (RU)

(73) Proprietor(s):
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predprijatie "Nauchno-issledovatel'skij institut polimernykh materialov" (RU)

(54) METHOD FOR MANUFACTURING OF ITEM FROM MIX SOLID ROCKET PROPELLANT

(57) Abstract:

FIELD: explosives.

SUBSTANCE: method for manufacturing of item from mix rocket solid propellant (MRSP) includes moulding of item, execution of staged hardening of item under pressure by means of coolant temperature variation and item cooling. Item is hardened at initial stage at the temperature of coolant 5-15°C below temperature of the main hardening mode for 10-20% of overall hardening duration, and then in the main mode at the temperature of 60 - 80°C. Cooling is carried out at coolant temperature of 10 - 35°C and duration ($\tau_{cooling}$, hr), defined by formula $\tau_{cooling}=0.61\ T_{average} + 0.65$, where $T_{average}$ is actual average coolant temperature, °C.

EFFECT: invention makes it possible to reduce duration of item cooling process.

1 dwg, 1 tbl, 12 ex

RU 2382017 C1

RU 2382017 C1

Изобретение относится к области изготовления изделия из смесевого ракетного твердого топлива (СРТТ), а конкретно - к процессу отверждения под давлением изделия, прочно скрепленного с корпусом.

Известны: способ получения смесевого твердого топлива путем экструзии, патент США №4776993 МПК C06B 21/00, з. 14.05.74 г., оп. 11.10.1988 г., предусматривающий перемешивание топливной массы в течение 3 часов, отверждение до твердости 40-70 единиц по Шору, экструдирование при температуре менее 49°С. Способ изготовления заряда смесевого ракетного твердого топлива, патент РФ №2179543, з. 24.04.2000 г., оп. 20.02.2002 г., МПК C06B 21/00, включающий формование заряда при температуре на 10-20°С ниже температуры отверждения, отверждение при температуре 65-85°С и давлении в корпусе 1,5-6,0 МПа, принятые за аналоги.

Применение указанных способов для изготовления зарядов из топлива, склонного к повышенному отжиму жидковязких компонентов, приводит к ухудшению его свойств на границе с корпусом из-за повышенной миграции жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой под действием высокой температуры и давления в начальной стадии отверждения (до формирования полимерной сетки).

Известен также способ изготовления заряда из смесевого ракетного твердого топлива, патент РФ №2230722, з. 8.08.2002 г., оп. 20.06.2004 МПК C06B 21/00, который взят авторами в качестве прототипа. Указанный способ предусматривает формование заряда в корпусе при температуре ниже температуры (утверждения, отверждение под давлением, охлаждение заряда после отверждения при контроле среднеобъемной температуры заряда в произвольно выбранные моменты времени путем изменения температуры теплоносителя, выбирая ее значение на 3-10°С ниже среднеобъемной температуры заряда.

Способ изготовления заряда из СРТТ по прототипу предложен для ускорения процесса прогрева заряда с температуры формования до температуры отверждения путем повышения температуры отверждения заряда в начальной стадии процесса, а также для охлаждения заряда путем изменения температуры теплоносителя и сравнения ее со среднеобъемной температурой заряда. Благодаря этим признакам способа достигается снижение нагрузок на заряд в процессе отверждения и распрессовки.

Однако способ по прототипу, также и как аналоги не применим для изготовления изделия из состава СРТТ, обладающего повышенным отжимом жидковязких компонентов при воздействии технологических нагрузок (температуры, давления), так как предусмотренные в способе высокие значения температуры и давления в начальной стадии отверждения приводят к ухудшению свойства топлива на границе с корпусом. Ограничение по температуре теплоносителя при охлаждении в пределах 3-10°С от среднеобъемной температуры изделия удлиняет производственный цикл.

Технической задачей настоящего изобретения является разработка способа изготовления изделия из СРТТ, обеспечивающего качество изделия за счет снижения миграции жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса изделия и сокращение продолжительности процесса охлаждения изделия.

Указанный технический результат при осуществлении изобретения достигается тем, что в способе изготовления изделия из смесевого ракетного твердого топлива, включающем формование изделия, проведение путем изменения температуры теплоносителя ступенчатого отверждения изделия под давлением и охлаждения изделия, особенность заключается в том, что изделие отверждают на начальной ступени при температуре теплоносителя на 5-15°С ниже температуры основного

режима отверждения в течение 10-20% от общей продолжительности отверждения, а затем в основном режиме при температуре 60-80°С, охлаждение осуществляют при температуре теплоносителя 10-35°С и продолжительности ($\tau_{охл}$, ч), определяемой по формуле

$\tau_{охл}=0,61T_{ср}+0,65$,

где $T_{ср}$ - фактическая средняя температура теплоносителя, °С.

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:

- отверждения изделия на начальной ступени при температуре на 5-15°С ниже температуры основного режима отверждения в течение 10-20% от общей продолжительности отверждения - снизить технологические нагрузки на отформованное изделие в начальной ступени отверждения (до формирования полимерной сетки), за счет этого ограничить миграцию жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой, обеспечить качество изделия. Продолжительность отверждения изделия на начальной ступени в течение более 20% общей продолжительности отверждения приводит к потере живучести (подвижности) топлива в результате формирования полимерной сетки, образованию микротрещин в изделии при переходе из режима начальной ступени в основной режим отверждения. Продолжительность отверждения изделия на начальной ступени отверждения меньше 10% общей продолжительности отверждения недостаточна для снижения миграции жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса изделия. Снижение температуры на начальной ступени отверждения более чем на 15°С от основного режима отверждения приводит к образованию внутренних дефектов (воздушных включений) в изделии. Снижение температуры отверждения менее чем на 5°С не достаточно для уменьшения миграции жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса изделия до допустимых пределов;

- отверждения изделия в основном режиме при температуре 60-80°С - обеспечить получение качественных изделий. Температура отверждения изделия ниже 60°С увеличивает технологический процесс. Повышение температуры отверждения выше 80°С приводит к росту давления в процессе отверждения, превышающего прочность корпуса изделия, что недопустимо;

- охлаждения изделия при температуре теплоносителя 10-35°С - создать максимально-допустимый (оптимальный) перепад между температурой отверждения и охлаждения изделия, сократить продолжительность процесса охлаждения. При температуре охлаждения изделия менее 10°С возрастают тепловые нагрузки в изделии из-за большого перепада температур отверждения и охлаждения. Температура охлаждения изделия выше 35°С удлиняет технологический цикл;

- охлаждения изделия продолжительностью ($\tau_{охл}$, ч), определяемой по формуле $\tau_{охл}=0,61T_{ср}+0,65$, где $T_{ср}$ - фактическая средняя температура теплоносителя, °С - обеспечить назначение продолжительности охлаждения изделия с учетом изменения температуры изделия при охлаждении и с требуемой точностью.

Существенной особенностью предлагаемого способа изготовления изделия из СРТТ, направленного на обеспечение качества изделия за счет снижения миграции жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса изделия и сокращение продолжительности процесса охлаждения изделия за счет определения ее по фактической средней температуре теплоносителя является то, что изделие отверждают

на начальной ступени при температуре на 5-15°С ниже температуры основного режима отверждения в течение 10-20% от общей продолжительности отверждения, а затем в основном режиме при температуре 60-80°С охлаждение осуществляют при температуре теплоносителя 10-35°С и продолжительности ($\tau_{охл}$, ч), определяемой по формуле $\tau_{охл}=0,61\ T_{ср}+0,65$, где $T_{ср}$ - фактическая средняя температура теплоносителя, °С.

Благодаря выбранным оптимальным режимам отверждения изделия на начальной стадии процесса, охлаждения изделия по завершении процесса отверждения обеспечивается снижение миграции жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса изделия и сокращение продолжительности охлаждения изделия.

Примеры конкретного исполнения способа приведены в таблице. Примеры приведены для корпусов с коэффициентом жесткости μ=0,2 МПа/°С. Технологические параметры изготовления изделия следующие:

температура формования - 55°С;

давление в корпусе после отсечки подачи топлива - 0,5МПа;

максимально допустимое давление в корпусе при отверждении -5,5 МПа.

Изделие отверждают и охлаждают согласно режимам предлагаемого способа в герметичной кабине путем подачи в кабину теплоносителя (воздуха). При этом необходимую температуру в кабине в процессе отверждения и охлаждения обеспечивают изменением температуры теплоносителя. Получают зависимость продолжительности охлаждения изделия от фактической средней температуры теплоносителя (см. чертеж) в виде эмпирической формулы следующего вида:

$\tau_{охл}=0,61\ T_{ср}+0,65$,

где $\tau_{охл}$ - продолжительность охлаждения изделия, ч;

0,61, 0,65 - постоянные коэффициенты, учитывающие геометрические размеры изделия, теплофизические характеристики (теплопроводность, теплоемкость), удельный вес материалов изделия, участвующих в теплообмене;

$T_{ср}$ - фактическая средняя температура теплоносителя, °С.

Фактическую среднюю температуру теплоносителя при охлаждении изделия определяют по показаниям датчиков температуры путем сложения температур, фиксируемых через каждые 30 минут, и деления полученной суммы на количество замеров. Изделие охлаждают в течение времени, определенного по полученной зависимости.

Из данных таблицы видно, что авторам удалось выбрать такие режимы выполнения операций способа, которые позволили достичь поставленной технической задачи - снизить технологические нагрузки на начальной ступени отверждения (температуру и давление), в результате уменьшить миграцию жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса изделия, обеспечить качество изделия и сократить продолжительность охлаждения изделия (варианты 1-4).

Отклонение параметров ведения процесса за пределы, предусмотренные способом, приведет к нарушению качества изделия в результате:

- повышенной миграции низковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса изделия из-за высокого давления в корпусе на начальной ступени отверждения (вариант 5) и недостаточного времени отверждения на начальной ступени (вариант 6);

- потери живучести (подвижности) топлива, образования микротрещин в изделии (вариант 7);

- подсоса воздуха в корпус изделия из атмосферы и образования внутренних дефектов в изделии (вариант 8);

- воздействия высоких тепловых нагрузок при охлаждении изделия (вариант 9).

При температуре отверждения ниже 60°С (вариант 10), при температуре охлаждения изделия выше 35°С (вариант 11) увеличивается продолжительность процесса.

При температуре отверждения изделия выше 80°С давление в корпусе при отверждении становится выше допустимого значения (вариант 12).

Предлагаемый способ изготовления изделия из СРТТ с положительным результатом прошел опытную проверку изготовлением изделий в условиях ФГУП "НИИПМ". Способ обеспечивает качественное изготовление изделий и сокращает продолжительность охлаждения изделия.

Примеры конкретного исполнения способа

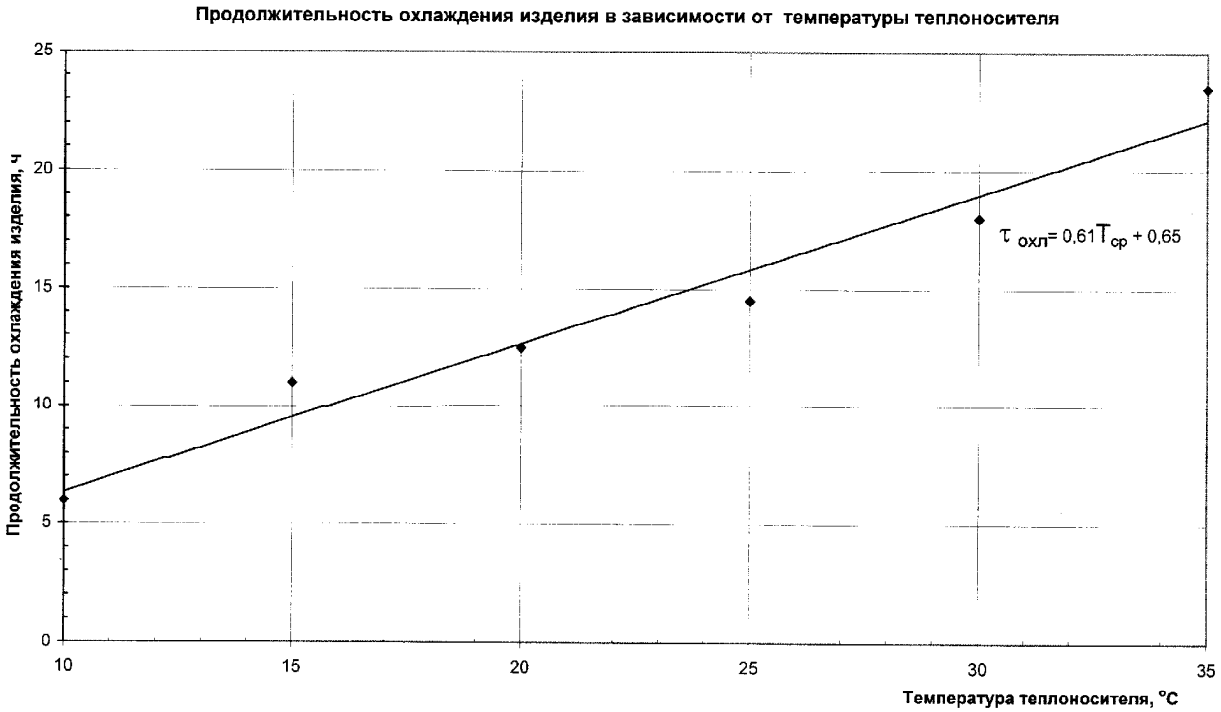
Таблица

Варианты	Режим в начальной ступени отверждения изделия			Основной режим отверждения			Режим охлаждения изделия		Результат
	Температура на начальной ступени отверждения, °С	Продолжительность в % от общей пр-ти отверждения	Давление в корпусе, МПа	Температура отверждения, °С	Давление в корпусе, МПа	Продолжительность отверждения, час	Температура теплоносителя °С	Продолжительность охлаждения, $\tau_{охл}$, час	
1	65	10	2,5	70	3,5	110	10	6,7	Снижаются технологические нагрузки в начале отверждения, миграция жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса, обеспечивается качество и сокращается продолжительность охлаждения изделий. *Нарушается качество изделий из-за:* - повышенной миграции жидковязких компонентов из топлива в крепящий слой корпуса - потери живучести топливной массы - подсоса воздуха в корпус изделия из атмосферы - высокой нагрузки в изделии при охлаждении Увеличивается продолжительность технологического цикла. Давление в корпусе при отверждении выше допускаемого
2	55	20	0,5	70	3,5	125	35	22,0	
3	65	10	0,5	60	1,5	135	10	6,7	
4	55	20	2,5	80	5,5	82	10	6,7	
5	67	10	2,9	70	3,5	108	10	6,7	
6	65	8	2,5	70	3,5	109	10	6,7	
7	65	21	2,5	70	3,5	115	10	6,7	
8	52	10	Отсутствует	70	3,5	112	10	6,7	
9	65	10	2,5	70	3,5	110	9	6,2	
10	53	10	0,1	58	0,9	150	10	6,7	
11	65	10	2,5	70	3,5	110	36	25,0	
12	55	10	2,4	82	5,9	-	-	-	

Формула изобретения

Способ изготовления изделия из смесевого ракетного твердого топлива, включающий формование изделия, проведение путем изменения температуры

теплоносителя ступенчатого отверждения изделия под давлением и охлаждение изделия, отличающийся тем, что изделие отверждают на начальной ступени при температуре теплоносителя на 5-15°С ниже температуры основного режима отверждения в течение 10-20% от общей продолжительности отверждения, а затем в основном режиме при температуре 60-80°С, охлаждение осуществляют при температуре теплоносителя 10-35°С и продолжительности ($\tau_{охл}$, ч), определяемой по формуле $\tau_{охл}=0,6\ T_{ср}+0,65$, где $T_{ср}$ - фактическая средняя температура теплоносителя, °С.


Продолжительность охлаждения изделия в зависимости от температуры теплоносителя
Продолжительность охлаждения изделия, ч
25
20
15
10
5
0
10
15
20
25
30
35
Температура теплоносителя, °С
τ охл= 0,61Tср + 0,65