(19) **RU** (11) **2 230 722** (13) **C2**

(51) МПК[7] **C 06 B 21/00, C 06 D 5/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2002121908/02, 08.08.2002

(24) Дата начала действия патента: 08.08.2002

(43) Дата публикации заявки: 20.02.2004

(46) Дата публикации: 20.06.2004

(56) Ссылки: RU 2179543 C2, 20.02.2002. RU 2167135 C2, 20.05.2001. US 5619073, 08.04.1997. DE 3523953, 15.01.1987. US 4650617, 17.03.1987.

(98) Адрес для переписки:
614113, г.Пермь, ул. Чистопольская, 16, Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт полимерных материалов", А.П.Талалаеву

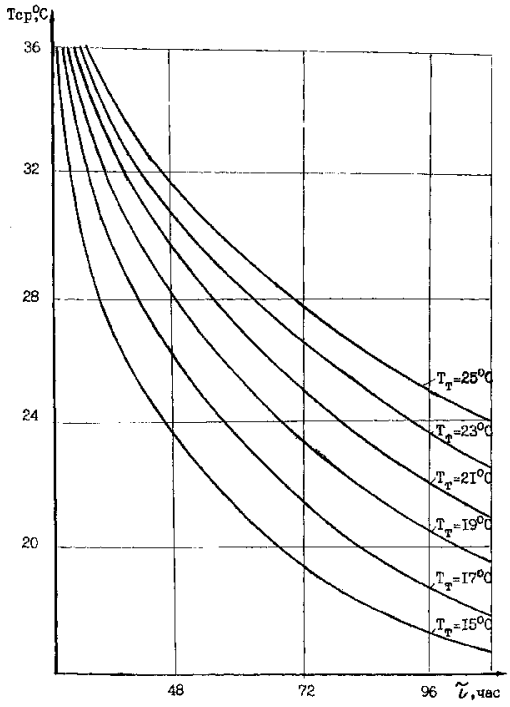
(72) Изобретатель: **Талалаев А.П. (RU), Куценко Г.В. (RU), Салахов Р.Ф. (RU), Салахов Р.Ф. (RU), Пименова Л.И. (RU), Федченко Н.Н. (RU), Винокуров Ю.А. (RU), Гринберг С.И. (RU)**

(73) Патентообладатель:
Федеральное государственное унитарное предприятие "Научно-исследовательский институт полимерных материалов" (RU), Федеральное государственное унитарное предприятие "Пермский завод им. С.М. Кирова" (RU)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАРЯДА СМЕСЕВОГО РАКЕТНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

(57)

Изобретение относится к изготовлению заряда ракетного двигателя из смесевого ракетного твердого топлива. Предложен способ изготовления заряда смесевого ракетного твердого топлива, прочно скрепленного с корпусом ракетного двигателя, включающий формование заряда при температуре ниже температуры отверждения и отверждение заряда под давлением. Отверждение заряда под давлением проводят путем ступенчатого изменения температуры теплоносителя, для чего сначала в течение 5-15% общего времени отверждения заряд отверждают при температуре на 10-25°С выше температуры следующей ступени отверждения, а затем отверждение проводят при температуре 60-80 °С, после отверждения заряда осуществляют охлаждение. В процессе охлаждения контролируют среднеобъемную температуру заряда в произвольно выбранные моменты времени и изменяют температуру теплоносителя, выбирая ее значение на 3÷10°С ниже среднеобъемной температуры заряда, в момент достижения среднеобъемной температуры заряда на 2-5 °С ниже равновесной температуры заряда подачу теплоносителя прекращают, проводят распрессовку. Изобретение направлено на создание способа изготовления заряда смесевого ракетного твердого топлива, прочно скрепленного с корпусом ракетного двигателя, обеспечивающего целостность заряда при распрессовке. 1 ил., 1 табл.



RU 2230722 C2

RU 2230722 C2

(19) **RU** (11) **2 230 722** (13) **C2**

(51) Int. Cl.[7] **C 06 B 21/00, C 06 D 5/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2002121908/02, 08.08.2002

(24) Effective date for property rights: 08.08.2002

(43) Application published: 20.02.2004

(46) Date of publication: 20.06.2004

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

(72) Inventor: Talalaev A.P. (RU),
Kutsenko G.V. (RU), Salakhov R.F.
(RU), Salakhov R.F. (RU), Pimenova L.I.
(RU), Fedchenko N.N. (RU), Vinokurov Ju.A.
(RU), Grinberg S.I. (RU)

(73) Proprietor:
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predprijatie "Nauchno-issledovatel'skij
institut polimernykh materialov" (RU),
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predprijatie "Permskij zavod im. S.M. Kirova" (RU)

(54) METHOD OF MANUFACTURING CHARGE OF MIXED SOLID ROCKET FUEL

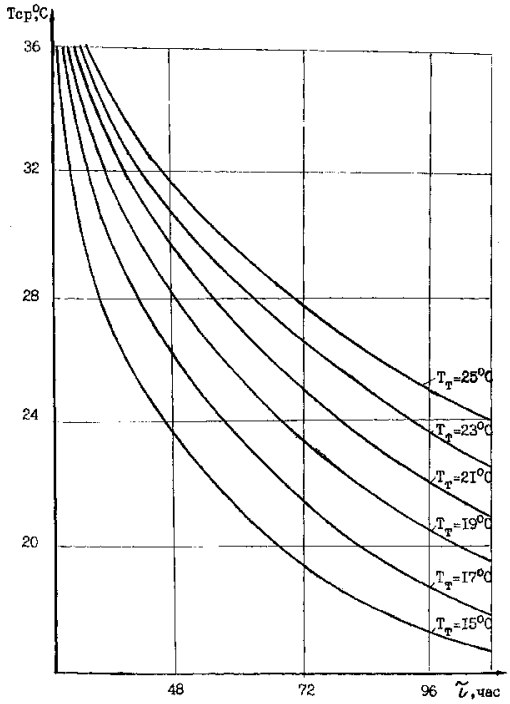
(57) Abstract:

FIELD: rocket fuels.

SUBSTANCE: invention provides a method for manufacturing charge of mixed solid rocket fuel firmly fastened to rocket engine body, which comprises formation of charge at temperature below hardening temperature and hardening of charge under pressure. The latter is performed by stepwise varying heat carrier temperature, for which charge is first, during 5-15% of the total hardening time, is hardened at temperature by 10-25°C superior to temperature of the next hardening step and then it is hardened at 60-80 °C and finally cooled. In the course of cooling operation, average-volume charge temperature is controlled at deliberately chosen points of time and heat carrier temperature is changed choosing its values by 3-10°C below average-volume charge temperature. At the time point when this temperature achieves value by 2-5°C below equilibrium temperature of charge, feeding of heat carrier is stopped and pressing-out follows.

EFFECT: ensured integrity of charge during pressing-out.

1 dwg, 1 tbl, 2 ex



RU 2230722 C2

RU 2230722 C2

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

Отверждение заряда СРТТ относится к процессу блочной полимеризации, при которой реакция полимеризации протекает в достаточно обширном объеме. Для этого типа полимеризации характерны низкие скорости теплообмена, неравномерность распределения температуры и степени отверждения по объему.

Анализ патентной литературы показывает, что созданию способов отверждения зарядов СРТТ посвящено большое количество работ. Известны, например, способ литья заряда под давлением (патент Франции №2415530 от 24.08.79 г.), предусматривающий формование заряда цилиндрической формы под давлением и отверждение при повышенной температуре, способ изготовления СРТТ (патент США №4650617 от 17.03.87 г), предусматривающий формование топливной массы и отверждение под давлением.

Известен способ изготовления СРТТ (патент РФ 2179543), который взят авторами за прототип. Способ предусматривает формование заряда литьем топливной массы под давлением при температуре на 10-20°С ниже температуры отверждения, отверждение при температуре теплоносителя 65-85°С и давлении в корпусе 1,5-6,0 МПа, охлаждение и распрессовку.

Недостатками указанных способов и прототипа являются:

1. Режимы отверждения не обеспечивают достижения равномерного температурного поля заряда в процессе прогрева его с температуры формования до температуры отверждения до момента потери "живучести" топливной массы (до достижения 20% полноты отверждения). В результате деформирования подполимеризованной топливной массы в корпусе РД под воздействием температурных нагрузок и давления, действующих при прогреве, происходит образование микротрещин и нарушение работоспособности заряда.

2. В процессе охлаждения не предусмотрен контроль изменения среднеобъемной температуры заряда и регулирование температуры теплоносителя, что не позволяет вести охлаждение до полного открепления топлива от элементов технологической оснастки и исключить поломку заряда при распрессовке.

Технической задачей настоящего изобретения является разработка способа изготовления прочно скрепленного с корпусом РД заряда СРТТ, обеспечивающего процесс прогрева заряда с температуры формования до температуры отверждения, выравнивание температуры во всем объеме заряда до момента потери "живучести" топливной массы, а также ведение процесса охлаждения заряда до момента полного открепления топлива от элементов технологической оснастки, чем достигается снижение усилий и исключается нарушение целостности заряда при распрессовке.

Технический результат достигается следующим образом.

Способ изготовления заряда смесевого ракетного твердого топлива, прочно скрепленного с корпусом ракетного двигателя, включает формование заряда при температуре ниже температуры отверждения и отверждение заряда под давлением, при этом отверждение заряда под давлением проводят путем ступенчатого изменения температуры теплоносителя, для чего сначала в течение 5-15% общего времени отверждения заряд отверждают при температуре на 10-25°С выше температуры следующей ступени отверждения, а затем отверждение проводят при температуре 60-80°С. После отверждения заряда осуществляют охлаждение. При этом в процессе охлаждения контролируют среднеобъемную температуру заряда в произвольно выбранные моменты времени и изменяют температуру теплоносителя, выбирая ее значение на 3-10°С ниже среднеобъемной температуры заряда.

В момент достижения среднеобъемной температуры заряда на 2-5°С ниже равновесной температуры заряда подачу теплоносителя прекращают, проводят распрессовку.

Для процесса отверждения заряда из-за низкой теплопроводности топлива характерна низкая скорость теплообмена. Вследствие этого в процессе прогрева с температуры формования на температуру отверждения в заряде возникает существенный перепад по температуре и полноте отверждения топлива по объему. На участках заряда, контактирующих с теплоносителем, температура и полнота отверждения значительно выше, чем в глубинных слоях заряда, что приводит к возникновению напряжений в заряде. Кроме того, в процессе прогрева с ростом температуры происходит возрастание напряжений в заряде за счет повышения давления в корпусе РД. В начальный период формования структурно-механических свойств топлива, действие этих нагрузок является опасным с точки зрения сохранения целостности заряда (образования микротрещин). Поэтому прогрев заряда (до температуры отверждения) необходимо завершить до момента потери живучести (подвижности) топливной массы.

Предлагаемый ступенчатый режим отверждения заряда, сначала с повышенной температурой на 10-25°С выше по отношению к температуре следующей (основной) ступени, позволяет ускорить процесс теплообмена, обеспечивает прогрев заряда до температуры основной ступени отверждения (60-80°С) до момента потери живучести топливной массы и исключает образование микротрещин в заряде. Продолжительность начальной ступени отверждения (прогрева) зависит от габаритных размеров заряда, теплофизических свойств топлива, материала корпуса, коэффициента массообмена и колеблется в пределах 5-15% от общего времени отверждения.

В процессе охлаждения заряда температуру теплоносителя изменяют, обеспечивая при этом разницу между среднеобъемной температурой заряда и температурой теплоносителя на 3-10°С. При разнице температур менее 3°С процесс охлаждения протекает очень медленно, практически, снижение среднеобъемной

RU 2230722 C2

RU 2230722 C2

температуры не будет достигнуто.

В конце охлаждения подачу теплоносителя прекращают в момент достижения среднеобъемной температуры заряда на 2-5°С ниже равновесной. При этом за счет объемного сжатия топлива достигается раскрепление топлива от элементов технологической оснастки. Опыты показали, что для откреплення топлива от элементов технологической оснастки достаточно иметь разницу между среднеобъемной и равновесной температурой в 1-2°С. Для обеспечения гарантированного зазора между технологической оснасткой и топливом заряда подачу теплоносителя прекращают в момент достижения среднеобъемной температуры заряда на 2-5°С ниже равновесной. Образование гарантированного зазора снижает усилие при распрессовке заряда и исключается нарушение целостности заряда.

Примеры выполнения предлагаемого способа приведены в таблице.

Для осуществления способа на каждый тип заряда строят график зависимости среднеобъемной температуры. $T_{ср}$ (см. чертеж) от времени охлаждения τ при различных температурах теплоносителя $T_Т$. Зависимость строят исходя из начальной температуры, геометрических размеров, теплофизических свойств топлива и корпуса и коэффициента теплоотдачи от теплоносителя к заряду.

Определяют равновесную температуру заряда. В процессе охлаждения в произвольно выбранные моменты времени контролируют среднеобъемную температуру заряда при фактической температуре теплоносителя. Фактическую температуру теплоносителя определяют по показаниям датчика температуры путем сложения температур, фиксируемых через каждые 30-60 мин, и деления полученной суммы на количество замеров. В процессе охлаждения температуру теплоносителя изменяют таким образом, чтобы по мере снижения среднеобъемной температуры разница между $T_{ср}$-$T_Т$ в любой момент времени составляла не менее 3°С. Этим обеспечиваются наиболее благоприятные условия по температурным перегрузкам заряда и времени охлаждения.

Формула изобретения:

Способ изготовления заряда смесевого ракетного твердого топлива, прочно скрепленного с корпусом ракетного двигателя, включающий формование заряда при температуре ниже температуры отверждения и отверждение заряда под давлением, отличающийся тем, что отверждение заряда под давлением проводят путем ступенчатого изменения температуры теплоносителя, для чего сначала в течение 5-15% общего времени отверждения заряд отверждают при температуре на 10-25°С выше температуры следующей ступени отверждения, а затем отверждение проводят при температуре 60-80 °С, после отверждения заряда осуществляют охлаждение, при этом в процессе охлаждения контролируют среднеобъемную температуру заряда в произвольно выбранные моменты времени и изменяют температуру теплоносителя, выбирая ее значение на 3-10 °С ниже среднеобъемной температуры заряда, в момент достижения среднеобъемной температуры заряда на 2-5 °С ниже равновесной температуры заряда подачу теплоносителя прекращают, проводят распрессовку.

RU 2230722 C2

RU 2230722 C2

Примеры конкретного исполнения способа

$T_р$, °C	Требуемая $T_{ср}$ в конце охлаждения, °C	$T_т$, °C	$T_{ср}$ через каждые I2 часов охлаждения, °C							Время охлаждения час	Примечания
			24	36	48	60	72	84	96		
25	20 - 23	3I	40	38,5	36;5	35	34	33	32,5	∞	Невозможно обеспечить открепление топлива от техоснастки
		25	35,5	33	30,5	29	27,5	27	26,5	то же	
		I5	30,5	26;5	2I	20,5				60	Ожидаемый результат достигается

Предлагаемый способ изготовления заряда СРТТ с положительным результатом прошел опытную проверку на заводе им.С.М.Кирова.

RU 2230722 C2

RU 2230722 C2