

ÖZET**YÜKSEK AŞINDIRICI REJİMDE ÇALIŞAN KATI YAKITLI ROKET MOTOR GÖVDE
YALITIMI İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ SİLİKA KUMAŞ TAKVİYESİ İLE ABLASYON
5 PERFORMANSI ARTIRILMIŞ ABLATİF TERMAL YALITIM MALZEMELERİ**

Buluş, katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere geliştirilen; erozyon direncini artırıcı organik takviye, kül verimini artırıcı inorganik takviye, yapışkanlık artırıcı, proses kolaylaştırıcı kimyasallar ve yağlar, ve kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içeren 10 etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçuk matris ve bu kauçuk katman ile birleştirilmiş silika kumaş içeren, aşınma performansı artırılmış, ablatif bir termal yalıtım malzemesi ve bunun üretim yöntemi ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı, ablatif bir termal yalıtım malzemesinin üretim yöntemi olup özelliği;
5
i. Elastomerik bağlayıcı olarak kullanılan etilen propilen dien monomer (EPDM) matrise, erozyon direncini artırıcı organik takviye, kül verimini artırıcı inorganik takviye, yapışkanlık artırıcı, proses kolaylaştırıcı olarak metalik oksit sabunların ve yağların eklenip karıştırılmasıyla ana karışımın elde edilmesi,
10
ii. Ana karışıma kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sisteminin eklenip karıştırılmasıyla EPDM kauçuk hamurunun elde edilmesi,
iii. Silika kumaşın yüzey modifikasyon işlemine tabi tutulması,
iv. EPDM kauçuk hamuru ve yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanlarının kalender prosesi yardımıyla birleştirilmesi
15
işlem adımlarını içermesidir.
2. İstem 1'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsi geçen silika kumaş yüzey modifikasyonu prosesinin,
20
i. Silika kumaşın 120°C'ye ısıtılmış fırından geçirilerek yüzeyine tutunmuş olan nemin uçurulması,
ii. Daldırma veya spreyleme yöntemi ile silika kumaşın yüzeyi toluen veya ksilen içerisinde çözülmüş kauçuk ve epoksi karışımı içeren yapıştırıcı ile kaplanması,
iii. Kaplanan silika kumaşın 70°C'ye ısıtılmış fırından geçirilerek yapıştırıcının
25
çözücüsünün uçurulması
işlem adımlarını içermesidir.
3. İstem 1'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; (i) işlem adımında elastomerik bağlayıcı olarak kullanılan etilen propilen dien monomer (EPDM) matrise, erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak
30

reçine, proses kolaylaştırıcı olarak metalik oksit sabunları ve yağların eklenip karıştırılmasıyla ana karışımın elde edilmesi işlem adımını içermesidir.

- 5 **4.** İstem 3'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak 10-30 phr (parts per hundred rubber) aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak 10-40 phr amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak 5-25 phr reçine, proses kolaylaştırıcı olarak 1-10 phr metalik oksit sabunu ve 5-25 phr yağ kullanılmasıdır.
- 10 **5.** İstem 1'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; 4.5-14 phr kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi kullanılmasıdır.
- 15 **6.** İstem 1 veya 3 veya 4'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; 400°C ve üzeri sıcaklıkta erozyon direncini artırıcı organik takviyenin 0.75-1.2 mm fiber boyuna ve 5-8 m²/gr yüzey alanına sahip aramit pulp olmasıdır.
- 7.** İstem 1 veya 2'ye göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsi geçen silika kumaşın en az %95 oranında silika içermesidir.
- 20 **8.** İstem 1 veya 3 veya 4'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; kül verimi artırıcı takviyenin 200 m²/gr BET yüzey alanına sahip amorf toz silika olmasıdır.
- 25 **9.** İstem 1'e göre bir aşınma performansı artırılmış bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen proses kolaylaştırıcının yağ asidi ve metal sabunu içermesidir.
- 10.** İstem 1'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen EPDM matrisin sıvı EPDM kauçuk ve katı EPDM kauçuk içermesidir.

11. İstem 10'a göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen sıvı matrisin miktarının 30 phr ila 50 phr arasında olmasıdır.
- 5 12. İstem 10'a göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen katı matrisin miktarının 50 phr ila 70 phr arasında olmasıdır.
- 10 13. İstem 1 veya 5'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsi geçen olgunlaştırma sisteminin en az bir hızlandırıcı ve en az bir aktivatör içermesidir.
- 15 14. İstem 13'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; hızlandırıcı olarak benzotiazol disülfid, tetrametil tiuram monosülfür (TMTM), tetrametil tiuram disülfür (TMTD), tellür dietil/ditiyokarbamat (TDEC), çinko dietil ditiokarbamat (ZDEC), 2-merkaptobenzotiyazol (MBT), benzotiyazol disülfür (MBTS), çinko dibutil ditiokarbamat (ZDBC), 2-merkapto 4(5)-metilbenzimidazolün çinko tuzu (ZMTI), tetraetil tiüram disülfür (TETD) içeren gruptan en az birinin seçilmesidir.
- 20 15. İstem 13'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; aktivatörün çinko oksit ve/veya stearik asit olmasıdır.
- 25 16. İstem 1 ila 15'ten herhangi birine göre bir yöntemle üretilen, aşınma performansı artırılmış, ablatif bir termal yalıtım malzemesi.
- 30 17. Katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı, ablatif bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye, kül verimini artırıcı inorganik takviye, yapışkanlık artırıcı, proses kolaylaştırıcı metalik oksit sabunları ve yağlar, ve kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içeren en az bir etilen propilen dien monomer (EPDM)

kauçuk katman ve bu kauçuk katman ile birleştirilmiş yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanı içermesidir.

- 5 **18.** İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; iki adet bahsi geçen etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçuk katman ve bu kauçuk katmanlar arasında yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanı içermesidir.
- 10 **19.** İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak reçine, proses kolaylaştırıcı olarak metalik oksit sabunu ve yağ, ve kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içermesidir.
- 15 **20.** İstem 17 veya 18'e göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak 10-30 phr (parts per hundred rubber) aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak 10-40 phr amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak 5-25 phr reçine, proses kolaylaştırıcı olarak 1-10 phr metalik oksit sabunu ve 5-25 phr yağ ve 4.5-14 phr kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içermesidir.
- 20 **21.** İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; silika kumaşın en az %95 silika içermesidir.
- 25 **22.** İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; olgunlaştırma sisteminin en az bir hızlandırıcı ve en az bir aktivatör içermesidir.
- 30 **23.** İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; hızlandırıcı olarak benzotiazol disülfür, tetrametil tiuram monosülfür (TMTM), tetrametil tiuram disülfür (TMTD), tellür dietil/ditiyokarbamat (TDEC), çinko dietil ditiokarbamat (ZDEC), 2-merkaptobenzotiyazol (MBT), benzotiyazol disülfür (MBTS), çinko dibutil

ditiokarbamat (ZDBC), 2-merkaptto 4(5)-metilbenzimidazolün çinko tuzu (ZMTI), tetraetil tiüram disülfür (TETD) içeren gruptan en az birinin seçilmesidir.

- 5 **24.** İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; aktivatörün çinko oksit ve/veya stearik asit olmasıdır.
- 25.** İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; proses kolaylaştırıcı yağın parafinik yağ olmasıdır.
- 10 **26.** En az bir yüzeyi istem 17 ila 25'ten herhangi birine göre EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip bir termal yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı, yapısal katmanı kompozit olan roket motor gövdesinin üretim yöntemi olup özelliği;
- 15 i. EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı ve ablatif bir termal yalıtım malzemesinin mandrel üzerine uygulanması,
- 20 ii. mandrel üzerine uygulanmış ablatif yalıtım malzemesi üzerine kompozit katmanın uygulanması ve en az 110 °C, 25-35 dakika süre ile kompozit malzemenin olgunlaştırma döngüsüne uygun olacak şekilde olgunlaştırılmasıyla EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi
- işlem adımlarını içermesidir.
- 25 **27.** En az bir yüzeyi istem 17 ila 25'ten herhangi birine göre EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip bir termal yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı, yapısal katmanı metal olan roket motor gövdesinin üretim yöntemi olup özelliği,
- 30 i. EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı ve ablatif bir termal yalıtım malzemesinin metal gövde içerisine plakalar halinde uygulanması,
- ii. en az 110 °C, 25-35 dakika süre ile, 14 bar basınç altında olgunlaştırılmasıyla EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip

ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi

işlem adımlarını içermesidir.

5 **28.**En az bir yüzeyi istem 16'ya göre bir termal yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı, yapısal katmanı kompozit olan roket motor gövdesinin üretim yöntemi olup özelliği;

10 iii. EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı ve ablatif bir termal yalıtım malzemesinin mandrel üzerine uygulanması,

15 iv. mandrel üzerine uygulanmış ablatif yalıtım malzemesi üzerine kompozit katmanın uygulanması ve en az 110 °C, 25-35 dakika süre ile kompozit malzemenin olgunlaştırma döngüsüne uygun olacak şekilde olgunlaştırılmasıyla EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi

işlem adımlarını içermesidir.

20 **29.**En az bir yüzeyi istem 16'ya göre bir termal yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı, yapısal katmanı metal olan roket motor gövdesinin üretim yöntemi olup özelliği,

25 iii. EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı ve ablatif bir termal yalıtım malzemesinin metal gövde içerisine plakalar halinde uygulanması,

iv. en az 110 °C, 25-35 dakika süre ile, 14 bar basınç altında olgunlaştırılmasıyla EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi

işlem adımlarını içermesidir.

İSTEMLER

1. Katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı, ablatif bir termal yalıtım malzemesinin üretim yöntemi olup özelliği;
5
i. Elastomerik bağlayıcı olarak kullanılan etilen propilen dien monomer (EPDM) matrise, erozyon direncini artırıcı organik takviye, kül verimini artırıcı inorganik takviye, yapışkanlık artırıcı, proses kolaylaştırıcı olarak metalik oksit sabunuları ve yağların eklenip karıştırılmasıyla ana karışımın elde edilmesi,
10
ii. Ana karışıma kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sisteminin eklenip karıştırılmasıyla EPDM kauçuk hamurunun elde edilmesi,
iii. Silika kumaşın yüzey modifikasyon işlemine tabi tutulması,
iv. EPDM kauçuk hamuru ve yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanlarının kalender prosesi yardımıyla birleştirilmesi
15 işlem adımlarını içermesidir.
2. İstem 1'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsi geçen silika kumaş yüzey modifikasyonu prosesinin,
20
i. Silika kumaşın 120°C'ye ısıtılmış fırından geçirilerek yüzeyine tutunmuş olan nemin uçurulması,
ii. Daldırma veya spreyleme yöntemi ile silika kumaşın yüzeyi toluen veya ksilen içerisinde çözülmüş kauçuk ve epoksi karışımı içeren yapıştırıcı ile kaplanması,
iii. Kaplanan silika kumaşın 70°C'ye ısıtılmış fırından geçirilerek yapıştırıcının
25 çözücüsünün uçurulması işlem adımlarını içermesidir.
3. İstem 1'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; (i) işlem adımında elastomerik bağlayıcı olarak kullanılan etilen propilen dien monomer (EPDM) matrise, erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak
30

reçine, proses kolaylaştırıcı olarak metalik oksit sabunları ve yağların eklenip karıştırılmasıyla ana karışımın elde edilmesi işlem adımını içermesidir.

- 5 **4.** İstem 3'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak 10-30 phr (parts per hundred rubber) aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak 10-40 phr amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak 5-25 phr reçine, proses kolaylaştırıcı olarak 1-10 phr metalik oksit sabunu ve 5-25 phr yağ kullanılmasıdır.
- 10 **5.** İstem 1'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; 4.5-14 phr kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi kullanılmasıdır.
- 15 **6.** İstem 1 veya 3 veya 4'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; 400°C ve üzeri sıcaklıkta erozyon direncini artırıcı organik takviyenin 0.75-1.2 mm fiber boyuna ve 5-8 m²/gr yüzey alanına sahip aramit pulp olmasıdır.
- 20 **7.** İstem 1 veya 2'ye göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsi geçen silika kumaşın en az %95 oranında silika içermesidir.
- 25 **8.** İstem 1 veya 3 veya 4'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; kül verimi artırıcı takviyenin 200 m²/gr BET yüzey alanına sahip amorf toz silika olmasıdır.
- 9.** İstem 1'e göre bir aşınma performansı artırılmış bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen proses kolaylaştırıcınının yağ asidi ve metal sabunu içermesidir.
- 10.** İstem 1'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen EPDM matrisin sıvı EPDM kauçuk ve katı EPDM kauçuk içermesidir.

11. İstem 10'a göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen sıvı matrisin miktarının 30 phr ila 50 phr arasında olmasıdır.
- 5 12. İstem 10'a göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsedilen katı matrisin miktarının 50 phr ila 70 phr arasında olmasıdır.
- 10 13. İstem 1 veya 5'e göre bir termal yalıtım malzemesi üretim yöntemi olup özelliği; bahsi geçen olgunlaştırma sisteminin en az bir hızlandırıcı ve en az bir aktivatör içermesidir.
- 15 14. İstem 1 veya 5'e göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; hızlandırıcı olarak benzotiazol disülfür, tetrametil tiuram monosülfür (TMTM), tetrametil tiuram disülfür (TMTD), tellür dietil/ditiyokarbamat (TDEC), çinko dietil ditiokarbamat (ZDEC), 2-merkaptobenzotiyazol (MBT), benzotiyazol disülfür (MBTS), çinko dibutil ditiokarbamat (ZDBC), 2-merkapto 4(5)-metilbenzimidazolün çinko tuzu (ZMTI), tetraetil tiuram disülfür (TETD) içeren gruptan en az birinin seçilmesidir.
- 20 15. İstem 1 veya 5'e göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; aktivatörün çinko oksit ve/veya stearik asit olmasıdır.
16. İstem 1 ila 15'ten herhangi birine göre bir yöntemle üretilen, aşınma performansı artırılmış, ablatif bir termal yalıtım malzemesi.
- 25 17. Katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı, ablatif bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye, kül verimini arttırıcı inorganik takviye, yapışkanlık arttırıcı, proses kolaylaştırıcı metalik oksit sabunları ve yağlar, ve kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içeren en az bir etilen propilen dien monomer (EPDM) 30 kauçuk katman ve bu kauçuk katman ile birleştirilmiş yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanı içermesidir.

- 5
18. İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; iki adet bahsi geçen etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçuk katman ve bu kauçuk katmanlar arasında yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanı içermesidir.
- 10
19. İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak reçine, proses kolaylaştırıcı olarak metalik oksit sabunu ve yağ, ve kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içermesidir.
- 15
20. İstem 17 veya 18'e göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak 10-30 phr (parts per hundred rubber) aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak 10-40 phr amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak 5-25 phr reçine, proses kolaylaştırıcı olarak 1-10 phr metalik oksit sabunu ve 5-25 phr yağ ve 4.5-14 phr kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içermesidir.
- 20
21. İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; silika kumaşın en az %95 silika içermesidir.
- 25
22. İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; olgunlaştırma sisteminin en az bir hızlandırıcı ve en az bir aktivatör içermesidir.
- 30
23. İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; hızlandırıcı olarak benzotiazol disülfid, tetrametil tiuram monosülfür (TMTM), tetrametil tiuram disülfür (TMTD), tellür dietil/ditiyokarbamat (TDEC), çinko dietil ditiokarbamat (ZDEC), 2-merkaptobenzotiyazol (MBT), benzotiyazol disülfür (MBTS), çinko dibutil ditiokarbamat (ZDBC), 2-merkaptto 4(5)-metilbenzimidazolün çinko tuzu (ZMTI), tetraetil tiuram disülfür (TETD) içeren gruptan en az birinin seçilmesidir.

24. İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; aktivatörün çinko oksit ve/veya stearik asit olmasıdır.

5

25. İstem 17'ye göre bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; proses kolaylaştırıcı yağın parafinik yağ olmasıdır.

10

26. En az bir yüzeyi istem 17 ile 25'ten herhangi birine göre EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip bir termal yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı, yapısal katmanı kompozit olan roket motor gövdesinin üretim yöntemi olup özelliği;

i. EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı ve ablatif bir termal yalıtım malzemesinin mandrel üzerine uygulanması,

15

ii. mandrel üzerine uygulanmış ablatif yalıtım malzemesi üzerine kompozit katmanın uygulanması ve en az 110 °C, 25-35 dakika süre ile kompozit malzemenin olgunlaştırma döngüsüne uygun olacak şekilde olgunlaştırılmasıyla EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi

işlem adımlarını içermesidir.

20

27. En az bir yüzeyi istem 17 ile 25'ten herhangi birine göre EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip bir termal yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı, yapısal katmanı metal olan roket motor gövdesinin üretim yöntemi olup özelliği,

25

i. EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı ve ablatif bir termal yalıtım malzemesinin metal gövde içerisine plakalar halinde uygulanması,

30

ii. en az 110 °C, 25-35 dakika süre ile, 14 bar basınç altında olgunlaştırılmasıyla EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi

işlem adımlarını içermesidir.

TARİFNAME

YÜKSEK AŞINDIRICI REJİMDE ÇALIŞAN KATI YAKITLI ROKET MOTOR GÖVDE YALITIMI İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ SİLİKA KUMAŞ TAKVİYESİ İLE ABLASYON 5 PERFORMANSI ARTIRILMIŞ ABLATİF TERMAL YALITIM MALZEMELERİ

Buluşun İlgili Olduğu Teknik Alan

Mevcut buluş, yüksek aşındırıcı rejimde çalışan katı yakıtlı roket motor gövde yalıtımı için
10 uygun silika kumaş takviyesi ile ablasyon performansı artırılmış EPDM matrisli ablatif
termal yalıtım malzemesi ve bunun üretim yöntemi ile ilgilidir.

Mevcut buluş özellikle; katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip
olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere geliştirilen, erozyon direncini artırıcı
15 organik takviye, kül verimini artırıcı inorganik takviye, yapışkanlık artırıcı, proses
kolaylaştırıcı kimyasallar ve yağlar, kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma
sistemi içeren EPDM kauçuk malzeme ile silika kumaş malzemesini katmanlar halinde
içeren, aşınma performansı artırılmış bir termal yalıtım malzemesi ve bunun üretim
yöntemi ile ilgilidir. Ayrıca, buluşta termal yalıtım malzemesi ile kaplanmış roket motor
20 gövdesi üretim yöntemi de açıklanmaktadır.

Tekniğin Bilinen Durumu

25 Katı yakıtlı roket motorlarının yapısal bileşenlerinin yakıtın yanması ile açığa çıkan yüksek
sıcaklık, yüksek basınç ve aşındırıcılığa sahip yanma ürünlerinden korunması
gerekmektedir. Bu amaçla ablatif yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Katı yakıtlı roket
motorlarında kullanılan yalıtım ablatif yalıtım malzemelerinin yakıt ile benzer mekanik
özelliklere sahip olması depolama esnasında yakıt ara yüzlerinde oluşacak yükleri en aza
30 indirmektedir. Katı yakıtlı roket motorlarını yüksek basınç ve sıcaklıktaki aşındırıcı yanma
ürünlerinden ablatif termal yalıtım malzemeleri korumaktadır. Katı yakıtlı roket

motorlarında genel olarak yanma sıcaklığı 2800°C civarında, yanma basıncı 15 MPa civarında ve yanma gazların hızı 0.05 Mach ile 0.3 Mach arasındadır. Bu şartlar altında çalışan roket motorunun yapısal bütünlüğünün sağlanması, roket motorunun yapısal bileşenlerinin yüksek basınç ve sıcaklıktaki gazlardan korunmasına bağlıdır. Aksi takdirde yanma ürünleri olan yüksek basınçta ve sıcaklıktaki gaz ve eriyik haldeki metal/metal oksitler temas ettikleri bütün bileşenleri eritecek ve roket motorunun yıkımsal bir şekilde başarısızlığa uğramasına sebep olacaktır. Katı yakıtlı roket motorlarının yüksek sıcaklık, yüksek basınç ve yüksek aşındırıcı akışa karşı dayanıklı olup uygulaması kolay ve yakıt ile uyumlu olan malzemeler tarafından yalıtılması gerekmektedir. Elastomerik (kauçuk) malzemeler bu niteliklere sahiptir. "Ablatif malzeme" olarak bilinen bu malzemeler roket motorunun çalışma süresi boyunca küleşerek aşınırlar ve tükenirler. Roket motorunun tasarımı yapılırken buradaki aşınma hızı düşünülerek yalıtım kalınlığı uygulanır ve roket motorunun operasyonu süresince yeterli korumayı sağlayacak kalınlıkta yalıtım malzemesi uygulanır. Ablasyon fenomeni, yalıtım malzemesinin kendi yüzeyinden süblimleşerek, küçük parçacıklar halinde kütle kaybına uğrayarak ve diğer aşındırıcı proseslerle ısının uzaklaştırılması olarak tanımlanabilir. Bu süreçte yalıtım malzemesinin ısıya maruz kalan yüzeyinde kül katmanı oluşur. Bu kül katmanı ısının yalıtım malzemesinin henüz ısıya maruz kalmamış katmanlarına ulaşmasına engel olur. Diğer taraftan kül tabakası yüzeyinden yanma gazında bulunan aşındırıcı parçacıklarca mekanik erozyona uğrar. Bu sebeple kül katmanının mukametinin yüksek olması daha geç erozyona uğramasını sağlayarak, roket motoru içerisinde yanma ile oluşan yüksek ısının yalıtım malzemesine daha geç ulaşmasını sağlar. Daha geç ısınan yalıtım malzemesi ise, motoru daha uzun süre koruyabildiği için daha düşük kalınlıklarda ve kütlelerde uygulanabilir. Böylece roket motoru hafifletilerek daha verimli motor tasarımları mümkün olabilmektedir. Roket motoru yalıtım malzemelerinde tipik olarak fenolik reçineler, epoksi reçineler, yüksek sıcaklık melamin-formaldehit kaplamalar ve polyester reçineler gibi dolgulu ve dolgusuz kauçuklar ve plastikler kullanılmaktadır. Ek olarak, arzu edilen mekanik, termal ve ablatif özelliklerinden dolayı da elastomerler kullanılabilir. Örneğin, EPDM polimerleri olarak da bilinen etilen propilen dien monomer ("EPDM") kauçukları, yalıtım malzemelerinde yaygın olarak

kullanılabilmektedir. Bununla birlikte, bazı elastomerler zayıf termal özelliklere ve uzama yetenekleri ve gerilme mukavemeti gibi zayıf mekanik özelliklere sahiptir.

Elastomerik bileşimler çok sayıda roket motorunda roket motoru yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bunlar, mekanik, termal ve ablatif özellikleri özellikle roket motoru uygulamalarına uygun olduğu için seçilmektedir. Ancak bu özelliklerinin yansıra elastomerlerin aşınan özellikleri genellikle roket motorunun çalışması için yetersizdir. Teknikte bilinen ablatif yalıtım malzemeleri yanma gazlarının yalıtım yüzeyine paralel yani roket motoru ekseninde düşük akış hızına sahip olduğu katı yakıtlı roket motorlarında sorunsuz olarak çalışmaktadır. Tipik olarak roket motorlarında yanma gazları aksel düzlemde yalıtım malzemesine paralel olarak akarlar ve nozuldan dışarı atılırlar. Bu aksel akış ablasyon esnasında oluşan kül katmanının süpürülmesine sebep olmaktadır. Fakat bazı roket motoru tasarımlarında akış roket motoru duvarlarına paralel ve aksel olmamaktadır. Yanma gazlarının ablatif yalıtım malzemesine belirli bir açı ile vurduğu, güçlü vorteksler oluşturduğu veya 0.3 Mach'dan yüksek hızlı akış bölgeleri oluşmaktadır. Bu tip tasarımlarda yanma gazları ve eriyik metal/metal oksitler, roket motorunun duvarlarına açılı olarak gelebilmektedir. Bu açılı akış ise güçlü vorteksler oluşturmakta ve ablasyon performansında kritik öneme sahip kül katmanının çok hızlı bir şekilde dağılmasına sebep olmaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda polimerik elastomer (kauçuk) esaslı, çeşitli oranlarda aramit ve silika içeren ablatif termal yalıtım malzemeleri, yanma gazlarının yalıtım yüzeyine paralel yani roket motoru ekseninde akışa sahip olduğu katı yakıtlı roket motorlarında sorunsuz olarak çalışmaktadır. Fakat yanma gazlarının ablatif yalıtım malzemesine bir açı ile vurduğu ve güçlü vorteksler oluşturduğu veya 0.3 Mach'dan yüksek hızlı bölgeler içeren yanma rejimlerine sahip katı yakıtlı roket motorlarında sadece kauçuk matrisli aramit ve silika takviyeler içeren ablatif yalıtım malzemeleri yetersiz kalmaktadır. Teknikte bilinen diğer bir ablatif yalıtım malzemesi grubu olan silika kumaş takviyeli fenolik termoset malzemeler ise sert yapılı ve düşük elastikiyete sahip malzemeler olduğu için, yakıt ara yüzlerinde ayrılmalara sebebiyet verebilmekte ve katı yakıtlı roket motoru yalıtımı olarak tercih edilmemektedir. Ablasyon performansı yüksek olan bu tip yalıtımlar

daha çok roket motorunun nozul bölgesi veya burun bölgesi gibi direk yakıt ile teması bulunmayan fakat yüksek ısıya maruz kalan bölgelerde kullanılmaktadır. Bu sebeple, yüksek aşındırıcı akış bölgeleri için tasarlanmış ablasyon performansı iyileştirilmiş ablatif termal yalıtım malzemesine ilişkin bir geliştirme yapılması gerekli kılınmıştır.

5

Tekniğin bilinen durumunda termal yalıtım sağlayan kül katman mukavemeti yüksek olan NBR (nitril bütadien) matrisin asbest ile takviyelenmiş kauçuk hamuru kullanılmaktadır. Fakat roket motoru içerisinde yüksek sıcaklıktaki gaz akışının hızlı olduğu bölgelerde NBR matrisin kül katman mukavemeti de yeterli olmamaktadır. Ek olarak asbest kimyasalının çevreye ve sağlığa zararları bilinmektedir. Bu durumda matrisin kimyasal bozunma enerjisinin yüksek olması kül katman mukavemetinin yüksek olmasına göre daha tercih edilmiş ve kimyasal bozunma enerjisi NBR matrise göre daha yüksek olan böylelikle daha fazla ısıyı soğuran etilen propilen diene monomer (EPDM) ve maleik anhidrit ile modifiye edilmiş etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçuğu matris olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fakat bazı katı yakıtlı roket motorlarında yanma gazları yalıtıma paralel, motor ekseninde bir akış göstermemekte ve ablatif yalıtım malzemesine açılı bir şekilde vurarak güçlü vorteksler oluşturmaktadır. Bu durumda önceki teknikte söz edilen yalıtım malzemeleri çok hızlı bir şekilde aşınmaktadır.

20 Tekniğin bilinen durumunda US20040209987A1 sayılı patent başvurusunda düşük yoğunluklu bir EPDM polimer, en az bir alev geciktirici ve bir organik dolgu içeren bir yalıtım malzemesi açıklanmaktadır. Yalıtım malzemesi, bir roket motorunun yalıtım katmanında kullanılmakta olup, organik dolgu maddesi, polivinil klorür gibi polimerik, organik bir dolgu maddesidir. Söz konusu başvuruda bir yalıtım malzemesi içeren bir roket motoru da açıklanmaktadır. Yalıtım malzemesi, düşük yoğunluklu bir EPDM polimeri, en az bir alev geciktirici ve bir polimerik organik dolgu içermekte ve roket motorunun bir mahfazasının bir iç yüzeyi ile bir itici arasına uygulanmaktadır. Organik dolgu aynı zamanda alev geciktirici özellik gösterebilmektedir.

30 Bir diğer tekniğin bilinen durumuna ilişkin US7070705B2 sayılı patentte bir roket motorunun yalıtılması için bir yöntem ve yalıtım malzemesi açıklanmaktadır. Yalıtım

malzemesi, kürlenmiş bir elastomer ve kürlenmiş elastomer içinde dağılmış buharla büyütülmüş karbon lifleri içermektedir. Kürlenmiş elastomer tercihen bir etilen propilen dien monomer (EPDM) terpolimer içeren bir öncü bileşimden oluşturulduğu gibi genel olarak, buharla büyütülmüş karbon lifleri, buhar biriktirilmiş amorf karbondan bir kılıfla çevrelenmiş bir iç grafitleştirilmiş tüpe sahiptir. US7070705B2 sayılı patentin bir uygulamasında bir roket motorunun yalıtılması için, içinde buharla büyütülen karbon liflerinin, çapraz bağlanabilir bir polimer içeren bir bileşim içinde dağıtıldığı bir yöntem sağlanmaktadır. Buharla büyütülmüş karbon lifleri, buhar biriktirilmiş amorf karbondan bir kılıfla çevrelenmiş bir iç grafitleştirilmiş tüpe sahiptir. Çapraz bağlanabilir polimer, içinde dağılmış karbon fiberlere sahip olan sertleştirilmiş bir elastomerik yalıtım oluşturmak için çapraz bağlanır. Yalıtım daha sonra roket motoru düzeneğinin içinde veya dışında ısı koruması için dahili olarak düzenlenebilir. Yeni yalıtımla yalıtılabilen parçalar arasında roket motoru muhafazası ve meme düzeneği bulunur. Kürlenmemiş bileşim doğrudan roket motoru düzeneğine uygulanabilir veya roket motoru düzeneğine uygulanmadan önce kürlenebilir özelliklidir.

Yukarıda belirtilen dokümanlarda kül katmanının bütünlüğünün sağlanamaması yalıtım malzemesinin çok hızlı tükenmesine sebep olduğu için çok kalın ve ağır yalıtım kullanılması gerekmekte ve bu durum verimliliği düşük roket motorları üretilmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla; katı yakıtlı roket motorlarında açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgeleri için özel olarak tasarlanmış, uygulaması ve üretimi kolay, yakıt ile uyumlu olan ablatif termal yalıtım malzemelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

25 **Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları**

Mevcut buluş, katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere, ablatif bir termal yalıtım malzemesi ve bunun üretim yöntemi ile ilgilidir. Buluşta ayrıca, kauçuk ve silika katmanlar içeren ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesinin üretim yöntemi de açıklanmaktadır. Söz konusu termal yalıtım malzemesi; elastomerik bağlayıcı olarak

etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçuk matris, erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak reçine, proses kolaylaştırıcı olarak kimyasallar ve yağ, ve kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içeren EPDM kauçuk katmanının kalender prosesi yardımıyla yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş ile birleştirilerek ablasyon performansı artırılmış, silika kumaş ve EPDM kauçuk katmanlarına sahip bir yalıtım malzemesidir. Termal yalıtım malzemesinin üretimine ilişkin yöntem ise; EPDM matrisin, erozyon direncini artırıcı organik takviyenin ve kül verimini artırıcı inorganik takviyenin bir hazne içerisine karıştırılarak eklenmesi sonrasında yapışkanlık artırıcı reçine, proses kolaylaştırıcı kimyasallar ve yağların eklenmesiyle ana karışımın elde edilmesi, bahsedilen ana karışıma kükürt olgunlaştırma ajanı içeren olgunlaştırma sisteminin karıştırılarak eklenmesiyle kauçuk hamurunun eldesi ve sonrasında kalender prosesi ile yüzeyi modifiye edilmiş silika malzemesi ile kauçuk malzemenin birleştirilmesi işlem adımlarını içermektedir.

15

Kauçuk ve silika katmanlar içeren ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesinin üretim yöntemi; kauçuk ve silika kumaş katmanları içeren malzemenin bir mandrel üzerine sarılması sonrasında yapısal katmanın uygulanması (metal gövdeli roket motorları için mandrelin gövde içerisinde şişirilerek yalıtım katmanlarının uygulanması, kompozit roket motorları için ise yalıtım üzerine kompozit katmanın sarılması) veya yapısal katmanın içerisine yalıtım malzemesinin katmanlar halinde yerleştirilmesi; yerleştirilen malzemenin 25-35 dakika (tercihen 30 dakika) süre ile 110-160°C sıcaklıkta (metal gövdeler için 10 bar basınç altında) olgunlaştırılmasıyla kauçuk ve silika kumaş katmanları içeren ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi işlem adımlarını içermektedir.

Buluşun en önemli amacı, katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere EPDM matrisli kauçuk ve silika kumaş katmanları içeren yalıtım malzemesi elde etmektir. Mevcut buluş, içerdiği silika kumaş takviyesi sayesinde neredeyse silika-fenolik termoset yalıtım malzemeleri kadar yüksek ablasyon performansı göstermektedir. Dolayısıyla, buluşta yüksek aşındırıcı rejimde

30

alışan katı yakıtlı roket motor gövde yalıtımı için uygun silika kumaş takviyesi ile ablyasyon performansı artırılmış EPDM matrisli ablatif termal yalıtım malzemeleri elde edilmekte, bu yalıtım malzemesi kullanılarak kauçuk ve silika katmanlar içeren ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi sağlanmaktadır.

5

Buluşun bir diğer amacı, silika kumaş takviyesi ile EPDM matrisli, aramit ve silika takviyeli kauçuk yalıtım malzemesinin ablyasyon performansı artırılmış bir yalıtım malzemesi elde etmektir. Mevcut buluş ile katı yakıtlı roket motorlarının yüksek aşındırıcı akış bölgelerinde kullanılmak üzere, EPDM matrisli ve silika kumaş katmanına sahip ablatif bir termal yalıtım malzemesi geliştirilmiştir. Burada bahsedilen silika kumaş takviyesi 1800°C'ye kadar bütünlüğünü koruyabildiği için; buluşa konu yalıtım malzemesi, yüksek aşındırıcı rejimlerde bütünlüğü bozulmadan çalışabilmektedir.

Buluşun bir diğer önemli amacı, ara yüz güvenilirliği yüksek bir yalıtım malzemesi elde edilmesidir. Buluşa konu termal yalıtım malzemesinin, EPDM kauçuk yapısından dolayı yalıtım malzemesi katı roket yakıtı ile benzer mekanik özelliklere sahip olduğu için arayüz güvenilirliği yüksek olmaktadır.

Buluşun bir diğer amacı, yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş ile aramit ve silika içeren EPDM matrisli kauçuk malzemenin kalender prosesi yardımı ile bir araya getirilmesi ile uygulaması kolay ve katı roket yakıtı ile uyumlu bir yalıtım malzemesi elde etmektir.

şekillerin Açıklaması

25

şekil 1: Artan Mach sayısına göre silika kumaş içeren ve silika kumaş içermeyen yalıtım malzemelerinin aşınma miktarını veren ablatif aşınma grafiği.

30

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

- 5 Buluş; katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşındırıcı akış bölgelerinde kullanılmak üzere geliştirilen, etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçuk katmana ve silika kumaş katmanına sahip ablatif bir termal yalıtım malzemesi ve bunun üretim yöntemi ile ilgilidir. Buluşta ayrıca bu çok katmanlı termal yalıtım malzemesiyle kaplanmış roket motor gövdesi üretim yöntemi de açıklanmaktadır. Söz konusu termal yalıtım malzemesi; yüksek aşındırıcı rejimde çalışan katı yakıtlı roket motor gövde yalıtımı için kullanılabilir. Buluşta elde edilen yüzeyi modifiye edilmiş silika
- 10 kumaş ve EPDM kauçuk katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi, katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanıldığında; katı yakıtlı roket motorunun yanması süresince oluşan yüksek ısı, basınç ve yüksek hızlı aşındırıcı parçacıklardan sistem bileşenlerinin korunması sağlanmaktadır.
- 15 Katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere, aşınma performansı artırılmış, çok katmanlı, ablatif bir termal yalıtım malzemesi olup özelliği; erozyon direncini artırıcı organik takviye, kül verimini artırıcı inorganik takviye, yapışkanlık artırıcı, proses kolaylaştırıcı metalik oksit sabunları ve yağlar, ve kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemi içeren
- 20 en az bir etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçuk katman ve bu kauçuk katman ile birleştirilmiş yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanı içermektedir. Buluşun bir uygulamasında, söz konusu termal yalıtım malzemesi; iki adet etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçuk katman ve bu kauçuk katmanlar arasında yüzeyi modifiye edilmiş bir silika kumaş katmanı içermektedir.
- 25 Buluşun tercih edilen uygulamasında; katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere geliştirilen, buluşa konu EPDM matrisli, çok katmanlı ablatif termal yalıtım malzemesi; erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak amorf
- 30 silika, yapışkanlık artırıcı olarak reçine, proses kolaylaştırıcı olarak metalik oksit sabunu ve yağ, ile kükürt olgunlaştırma ajanına sahip olgunlaştırma sistemini içeren iki adet

EPDM kauçuk katman ve bu kauçuk katmanlar arasında, kalender prosesi yardımıyla bu kauçuk malzemeye birleştirilmiş silika kumaş katmanı içermektedir.

5 Buluşun tercih edilen uygulamasında; EPDM matrisli ablatif termal yalıtım malzemesi; erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak 10-30 phr (parts per hundred rubber) aramit pulp, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak 10-40 phr amorf silika, yapışkanlık artırıcı olarak 5-25 phr reçine, proses kolaylaştırıcı olarak 1-10 phr metalik oksit sabunu ve 5-25 phr yağ ve 4.5-14 phr kükürt olgunlaştırma ajanı, en az bir hızlandırıcı ve en az bir aktivatör içeren olgunlaştırma sistemini içeren EPDM kauçuk malzeme ve kalender 10 prosesi yardımıyla bu kauçuk malzemeye birleştirilmiş silika kumaş içermektedir. Phr, kauçuk formülasyonlarında kullanılan oran ifadesidir ve 100 kauçuk başına hangi oranda ne içerdiğini ifade etmek için kullanılır.

Buluştta kullanılan silika kumaşın en az %95 oranında silika içermesi gerekmektedir. Bu kumaş takviyesi ablatif yalıtım malzemesinin ablasyon performansını iyileştirmekte, 15 kumaşın en az %95 oranında silika içermemesi durumunda ablasyon performansı kötü etkilenmektedir. Ek olarak %95 altında silika içeren kumaşlar yüksek ısı gördüğünde ölçüsel küçülmeye gitmekte; bu da ateşleme esnasında malzemede yırtılmalara sebep olmaktadır. Bu sebepler dolayısıyla, roket yalıtımı uygulamalarında hep %95 ve üzeri silika içerikli kumaşlar tercih edilmektedir.

20 EPDM matrisli ablatif termal yalıtım malzemesinde kullanılan olgunlaştırma sistemi; tercihen kükürt olgunlaştırma ajanı yanı sıra en az bir hızlandırıcı ve en az bir aktivatör de içermektedir. Kükürt olgunlaştırma ajanı olarak buluşta tercihen, polimerik kükürt kullanılmaktadır. Hızlandırıcı olarak buluşta tercihen; benzotiazol disülfür, tetrametil tiuram 25 monosülfür (TMTM), tetrametil tiuram disülfür (TMTD), tellür dietil/ditiyokarbamat (TDEC), çinko dietil ditiokarbamat (ZDEC), 2-merkaptobenzotiyazol (MBT), benzotiyazol disülfür (MBTS), çinko dibutil ditiokarbamat (ZDBC), 2-merkaptobenzotiyazolün çinko tuzu (ZMTI), ve tetraetil tiüram disülfür (TETD) kullanılmakta ve aktivatör olarak ise, çinko oksit ve/veya stearik asit kullanımı tercih edilmektedir.

30

Buluşun tercih edilen uygulamasında, elastomerik bağlayıcı olarak kullanılan EPDM kauçuk ve yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanları kalender prosesi yardımıyla bir araya getirilmekte ve böylece ablyasyon performansı iyileştirilmektedir. Buluşun bir diğer uygulamasında ise, bahsedilen elastomerik bağlayıcı sıvı ve katı elastomerik matrisidir. Bahsedilen sıvı matrisin miktarı tercihen 30 phr ile 50 phr arasındadır. Katı matrisin miktarı ise tercihen 50 phr ile 70 phr arasındadır. Bu sayede, kauçuk matrise yeterli miktarda katkının kolayca karıştırılması ve kalender prosesine uygun hale gelmesi sağlanmaktadır.

- 10 Buluşa konu katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgelerinde kullanılmak üzere geliştirilen, aşınma performansı artırılmış bir termal yalıtım malzemesinin üretim yöntemi,
- i. Elastomerik bağlayıcı olarak kullanılan etilen propilen dien monomer (EPDM) matrise, erozyon direncini artırıcı organik takviye, kül verimini artırıcı inorganik takviye, yapışkanlık artırıcı, proses kolaylaştırıcı olarak metalik oksit sabunları ve yağların eklenip karıştırılmasıyla ana karışımın elde edilmesi,
 - 15 ii. Ana karışıma kükürt olgunlaştırma ajanı içeren olgunlaştırma sisteminin eklenip karıştırılmasıyla EPDM kauçuk hamurunun elde edilmesi,
 - iii. Silika kumaşın yüzey modifikasyon işlemine tabi tutulması,
 - 20 iv. EPDM kauçuk hamuru ve yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş katmanlarının kalender prosesi yardımıyla birleştirilmesi
- işlem adımlarını içermektedir.

Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, silika kumaş yüzeyi toluen veya ksilen içerisinde çözülmüş kauçuk ve epoksi karışımı içeren yapıştırıcı ile modifiye edilmektedir. Silika kumaşın yüzey modifikasyonu tercihen,

- Silika kumaşın 120°C'ye ısıtılmış fırından geçirilerek yüzeyine tutunmuş olan nemin uçurulması,
 - Daldırma veya spreyleme yöntemi ile silika kumaşın yüzeyinin toluen veya ksilen içerisinde çözülmüş kauçuk ve epoksi karışımı içeren yapıştırıcı ile kaplanması,
- 30

- Kaplanan silika kumaşın 70°C'ye ısıtılmış fırından geçirilerek yapıştırıcının çözücüsünün uçurulması

işlem adımlarını içermektedir.

- 5 Buluşa konu termal yalıtım malzemesinin elde edilmesi için son kalender prosesi yardımıyla silika kumaşın EPDM kauçuk hamuru ile bir araya getirilmesi prosesi,
- Kaplanacak olan EPDM kauçuk hamurun açık karıştırıcıda ısıtılması,
 - Hamur kalınlığının iki silindir arasında 0.3-4 mm arasında bir kalınlığa, tercihen 0.5 mm'ye indirilmesi,
- 10 - Üçüncü bir silindir yardımı ile bu hamurun yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaşa baskılanması;

işlem adımlarını içermektedir.

- Buluştaki; 400°C ve üzeri sıcaklıkta erozyon dayanımını artıran organik takviye olarak
- 15 özellikle pulp formunda aramit tercih edilmiş olup, bunun sebebi fiber forma göre daha yüksek yüzey alanına sahip olması neticesinde ablyasyon süresince oluşan kül katmanının alt katmanlara daha mukavim tutunmasını sağlayarak termal yalıtımı iyileştirmesidir. Bahsedilen erozyon dayanımını artırıcı organik takviye miktarı tercihen 10 phr ile 30 phr arasındadır. EPDM kauçuk hamuru, kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak amorf toz
- 20 silika (silikon dioksit) içermektedir. Bahsedilen kül verimini artırıcı inorganik takviyenin miktarı ise; tercihen 10 phr ile 40 phr arasında olup BET yüzey alanı 100-300 m²/gr, tercihen 200 m²/gr'dır. EPDM kauçuk hamurunun yapışma performansı 5 phr ile 25 phr arasında eklenen yapışkanlık artırıcı reçine ile arttırılmıştır.

- 25 Şekil 1'de, aynı koşullarda katı yakıtlı roket motoru yanma gazlarına maruz bırakılmış silika kumaş içermeyen ablatif yalıtım malzemesi ile yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş ve EPDM kauçuk katmanlar içeren yalıtım malzemesinin ablyasyon performansları gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere; özellikle yüksek Mach sayısına sahip, dolayısıyla yüksek aşındırıcı akış rejimine sahip katı yakıtlı roket motoru bölgelerinde,
- 30 silika kumaş ve kauçuk katmanlarına sahip yalıtım daha az aşınma göstermektedir. Buluşa konu silika kumaş takviyesi buluşun arzu edilen işlerliğini sağlayan ana yalıtım

malzemesi olarak öne çıkmaktadır. Buluşta; silika kumaş içeren ve içermeyen yalıtımlar yalıtım test motorunda ateşlenmiş ve Şekil 1’de verilen artan Mach sayısına göre silika kumaş içeren ve silika kumaş içermeyen yalıtım malzemelerinin aşınma miktarını veren ablatif aşınma grafiği elde edilmiştir. Şekil 1’de görüldüğü üzere yüksek Mach sayısına sahip olan (0.3 ve üzeri) yüksek aşındırıcı bölgelerde silika kumaş içeren katmanlı yalıtım malzemesinin performansı, silika kumaş içermeyen yalıtıma göre daha yüksektir. Dolayısıyla buluş ile, yüksek akış hızlarında yüksek Mach sayısına sahip olan (0.3 ve üzeri) aşındırıcı bölgelerdeki aşınma performansının düşük olması, yalıtım materyalinin yüksek akış hızlarında bütünlüğünü koruyamaması dezavantajları giderilmekte, katı yakıtlı roket motorlarının açılı veya yüksek hızlı akışa sahip olan yüksek aşınma bölgeleri için özel olarak tasarlanmış aşınma performansı artırılmış bir termal yalıtım malzemesi ve bunun üretim yöntemi ortaya konulmaktadır. Buluşa konu termal yalıtım malzemesi, EPDM, silika tozu ve aramit içeren matrisin yanı sıra silika kumaş takviyesi içermektedir. Burada bahsedilen silika kumaş takviyesi 1800°C’ye kadar bütünlüğünü koruyabildiği için geliştirilmiş olan yalıtım malzemesi yüksek aşındırıcı rejimlerde çalışabilmektedir. Aynı şekilde silika kumaşın doğal niteliğinden gelen bu özelliği sayesinde buluşa konu termal yalıtım malzemesinin de 1800°C’ye kadar bütünlüğünü koruyabildiği ve yüksek aşındırıcı rejimlerde yüksek performansla çalışabildiği belirlenmiştir.

20 Mevcut buluş ile katı yakıtlı roket motorlarının yüksek aşındırıcı akış bölgeleri için özel olarak tasarlanmış EPDM matrisli ve silika kumaş katmanına sahip ablatif bir termal yalıtım malzemesi geliştirilmiştir. EPDM kauçuk yapısından dolayı yalıtım malzemesi katı roket yakıtı ile benzer mekanik özelliklere sahip olduğu için arayüz güvenilirliği yüksektir. İçerdiği silika kumaş takviyesi sayesinde ise neredeyse silika – fenolik termoset yalıtım malzemeleri kadar yüksek aşınma performansı göstermektedir. Dolayısıyla yüksek aşındırıcı rejimde çalışan katı yakıtlı roket motor gövde yalıtımı için uygun silika kumaş takviyesi ile ablasyon performansı artırılmış EPDM matrisli ablatif termal yalıtım malzemeleri elde edilmektedir.

En az bir yüzeyi buluşa konu EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı, yapısal katmanı kompozit olan roket motor gövdesinin üretim yöntemi;

- 5 - EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesinin, mandrel üzerine uygulanması,
 - mandrel üzerine uygulanmış ablatif yalıtım malzemesi üzerine kompozit katmanın uygulanması ve en az 110 °C, 25-35 dakika, tercihen 30 dakika, süre ile kompozit malzemenin olgunlaştırma döngüsüne uygun olacak şekilde olgunlaştırılmasıyla EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi ile 10 kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi
- işlem adımlarını içermesidir.

En az bir yüzeyi EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı, yapısal katmanı metal olan roket motor gövdesinin 15 üretim yöntemi ise;

- EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif yalıtım malzemesinin metal gövde içerisine plakalar halinde uygulanması,
 - en az 110 °C, 25-35 dakika (tercihen 30 dakika) süre ile, 14 bar basınç altında olgunlaştırılmasıyla EPDM kauçuk ve silika kumaş katmanlarına sahip ablatif 20 yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmesi
- adımlarını içermektedir.

Buluşun bir uygulamasında, yüzeyi toluen veya ksilen içerisinde çözülmüş kauçuk ve epoksi karışımı içeren yapıştırıcı ile modifiye edilmiş silika kumaş takviyeli EPDM kauçuk 25 katmanlara sahip ablatif yalıtım malzemesinin tercih edilen formülasyonu Tablo 1'de verilmektedir.

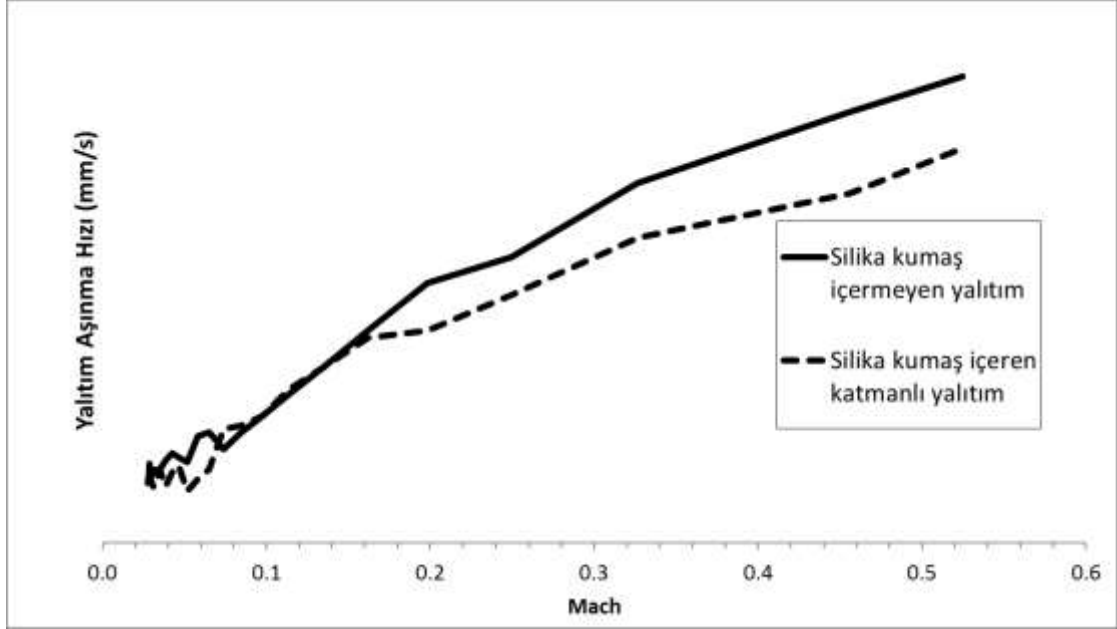
Tablo 1. Silika kumaş takviyeli EPDM kauçuk katmanlara sahip ablatif yalıtım malzemesi EPDM kauçuk hamur formülasyonu.

Hammadde Adı	Kullanılan Miktar (phr)
Katı EPDM	60.00
Sıvı EPDM	40.00
Aramit Pulp	25.00
Toz silika	35.00
Çinko Oksit	5.50
Stearik asit	1.00
PEG4000	1.50
TMQ	1.50
Nem Tutucu	3.00
Karbon Siyahı	2.00
Kumaron İnden Reçine	18.00
Parafinik Yağ	20.00
Kükürt	0.90
Tellirium Dietil Ditiokarbamat	1.50
Çinko Dietil Ditiokarbamat	1.50
Çinko Dibütil Ditiokarbamat	1.50
Aflux 42	1.00

- 5 EPDM kauçuk hamuru; tercihen elastomerik bağlayıcı olarak katı ve sıvı EPDM karışımını, erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak aramit pulp ve kül verimini artırıcı inorganik takviye olarak toz silika karışımını, yapışkanlık artırıcı reçine olarak kumaron inden reçine, proses kolaylaştırıcı olarak parafinik yağ ve metal oksit sabunu karıştırılarak eklenmesiyle ana karışım elde edilmektedir. Tablo 1’de bahsedilen ana
- 10 karışıma, olgunlaştırma ajanı olarak kükürt olgunlaştırıcı, hızlandırıcı olarak çinko oksit ve aktivatör olarak stearik asit içeren bir olgunlaştırma sistemi karıştırılarak bu karışımın eklenmesiyle bir EPDM kauçuk hamuru elde edilmektedir. Bu hamur malzeme ve yüzeyi

modifiye edilmiş olan silika kumaş, kalender prosesi ile bir araya getirilmektedir. Silika kumaşın her iki yüzeyi veya bir yüzeyi EPDM kauçuk hamuru ile kaplanabilir. Burada uygulanan kaplama kalınlığı yapılan roket motoru tasarımına bağlı olarak 0.3 mm ile 4 mm arasında değişebilmektedir. Örnek olarak aşındırıcılığın yüksek olduğu, fakat hacimsel marjinin düşük olduğu motorlarda en düşük hacimde en yüksek performansa ulaşmak önemli olduğu için 0.3 mm kalınlığında bir kaplama tercih edilirken, hacimsel marjinin nispeten daha yüksek olduğu roket motorlarında daha kalın kaplamalar tercih edilerek silika kumaş ve EPDM kauçuk katmanlara sahip yalıtım malzemesinin yoğunluğunun daha düşük olması sağlanmaktadır. Buluşun bir uygulamasında erozyon direncini artırıcı organik takviye olarak kullanılan aramit pulp uzunluğu, tercihen 0.75 ile 1.2 mm arasındadır, yüzey alanı ise 5 m²/g ile 8 m²/g arasındadır. Tablo 1'deki formülasyon ile elde edilen yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş ve EPDM kauçuk katmanlara sahip ablatif yalıtım malzemesinin, katı yakıtlı roket motor gövdesine uygun olarak motor gövdesine yerleştirilmesi, yerleştirilen malzemenin 120 dk süre ile 120±10°C sıcaklıkta ve 10 bar basınç altında olgunlaştırılmasıyla yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş ve EPDM kauçuk katmanlara sahip ablatif yalıtım malzemesi ile kaplanmış katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmektedir.

Buluşun alternatif bir uygulamasında ise; Tablo 1'deki formülasyon ile elde edilen yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş ve EPDM kauçuk katmanlara sahip ablatif yalıtım malzemesi, mandrel üzerine sarılmakta ve onun da üzerine karbon-epoksi kompozit malzemesi sarılmaktadır. Mandrel üzerinde yalıtım ve kompozit katmanlar içeren bütün, 360 dk süre ile 120±10°C sıcaklıkta olgunlaştırılmakta ve böylece yüzeyi modifiye edilmiş silika kumaş ve EPDM kauçuk katmanlara sahip ablatif yalıtım malzemesi içeren kompozit katı yakıtlı roket motor gövdesi elde edilmektedir.



Şekil-1