

PROPULSOR IMPULSOR DE ROLAMENTO – PIR OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ADESÃO DA PROTEÇÃO TÉRMICA RÍGIDA

Guilherme dos Santos Lemes¹, Fernando Guarnieri² e Adriano Gonçalves³

Universidade do Vale do Paraíba / Instituto de Atividades Espaciais

Av. Shishima Hifumi, 2911. Urbanova - São José dos Campos – SP – Brasil.

¹g_lemes_br@yahoo.com.br, ²guarnieri@univap.br, ³adriano@iae.cta.br

Resumo - O VSB-30 é um foguete biestágio que transporta cargas úteis científicas e tecnológicas e começou a ser desenvolvido pelas equipes do Instituto de Aeronáutica e Espaço - IAE em cooperação com a Agência Espacial Alemã - DLR para o programa de microgravidade. Ele realiza experimentos científicos e tecnológicos na faixa de 270 km de altitude e utiliza para sua estabilização durante o voo um sistema composto por três (3) mini-foguetes, cada qual denominado Propulsor Impulsor de Rolamento - PIR, dispostos na parte interna no Módulo Dianteiro do 1º estágio e são fabricados em liga de alumínio. Este trabalho apresenta uma proposta de otimização do dispositivo de adesão entre a proteção térmica rígida e a tampa traseira do Propulsor Impulsor de Rolamento, a fim de que se possa garantir a espessura do adesivo, otimizando o processo de montagem.

Palavras-chave: Propulsor Impulsor de Rolamento, proteção térmica rígida.

Área do Conhecimento: Engenharia Aeroespacial.

Introdução

A utilização de ambientes de microgravidade proporciona condições de gravidade próximas de zero e assim sendo, é uma das aplicações espaciais mais promissoras, pois permite a realização de experimentos em condições únicas, abrindo novas possibilidades na realização de projetos de pesquisa e desenvolvimento nas mais diversas áreas e especialidades, tais como: biologia, biotecnologia, medicina, materiais, combustão e fármacos.

A figura 01 mostra o veículo VSB-30 utilizado em experimentos em microgravidade:

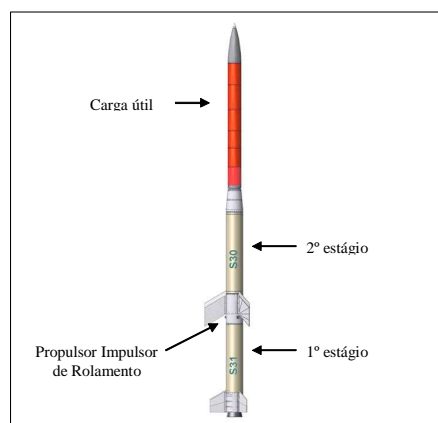


Figura 01 – Foguete VSB-30

O foguete VSB-30 é um veículo de 12 metros de comprimento, pesa aproximadamente duas toneladas e foi criado para permitir a execução de experimentos sejam científicos ou tecnológicos.

O VSB-30 começou a ser desenvolvido em 2001 pelas equipes do Instituto de Aeronáutica e Espaço - IAE do Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial - CTA, em cooperação com a Agência Espacial Alemã - DLR, com o objetivo de substituir os antigos foguetes Skylark 12 ingleses no programa de microgravidade europeu.

Este foguete é estabilizado por empenas e lançado de trilho. O primeiro estágio consiste em um propulsor denominado S31 e o segundo estágio é um propulsor S30, o mesmo utilizado nos foguetes de Sondagem VS-30 e Sonda III. Para estabilização e controle durante o voo, foi desenvolvido o Propulsor Impulsor de Rolamento como mostra a figura 02:

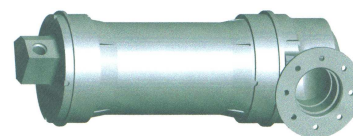


Figura 02 – Propulsor Impulsor de Rolamento - PIR

O acionamento desses propulsores é realizado no instante da saída do Veículo da rampa de lançamento através de um sistema elétrico com redundância, interligado a um dispositivo mecânico. O Propulsor Impulsor de Rolamento - PIR atua com combustível sólido, têm empuxo aproximado de 200 kN e age por 2 segundos, gerando uma indução de rolamento em torno de 2,5 rps. Eles estão instalados no Módulo Dianteiro do 1º Estágio como mostra a figura 03:



Figura 03 – Módulo Dianteiro do 1º Estágio

Durante a qualificação destes mini-foguetes, muitos ensaios foram realizados para a sua utilização, entre eles podemos citar os ensaios estruturais, hidráulico, vibração mecânica, ensaios de queima em banco de provas e ensaio de simultaneidade.

O propulsor é confeccionado em liga de alumínio, composto das seguintes partes mecânicas: Envelope motor, Tubeira, Tampa dianteira e Tampa traseira. A figura 04 mostra a tampa traseira utilizada no Propulsor Impulsor de Rolamento:

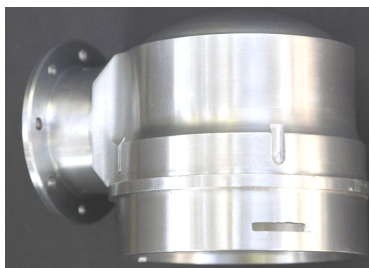


Figura 04 – Tampa traseira

A tampa traseira é confeccionada em liga de alumínio, possui uma proteção térmica rígida, denominada "PTR" produzida em material composto para resistir à alta temperatura na

saída dos gases durante o processo de queima do combustível sólido.

Além da espessura adequada, é importante obter-se a uniformidade do adesivo na área de contato. Observou-se que o dispositivo utilizado, não permite manter a espessura mínima que deve variar entre 0,5 e 0,7 mm conforme a figura 05:



Figura 05 – Espessura do adesivo

A proposta deste trabalho é apresentar melhorias no dispositivo de adesão da proteção térmica rígida PTR, que compõe a tampa traseira.

Metodologia

A metodologia proposta para este trabalho teve início com o levantamento do problema, ou seja, a não uniformidade do adesivo encontrado entre a parte interna da tampa traseira e a proteção térmica rígida. As etapas a seguir mostram a metodologia utilizada para este trabalho:

- Levantamento dos desenhos de fabricação. Este levantamento é necessário para verificação das possibilidades de otimização.
- Procedimentos de fabricação. Os procedimentos de fabricação permitem verificar como todo o processo se desenvolve e onde deve ser otimizado.
- Projeto do novo dispositivo de adesão. O projeto de um novo dispositivo não está definido numa concepção única, estando sujeito a modificações durante o processo até que se obtenha um resultado satisfatório.
- Fabricação do novo dispositivo de adesão. Na fabricação do novo dispositivo é importante manter as dimensões para atingir o resultado final esperado.
- Metrologia do dispositivo de adesão. Através da metrologia dimensional podemos garantir a integridade do dispositivo, bem como a qualidade dos resultados esperados.
- Verificação da adesão. A verificação da adesão será feita através de um corte longitudinal na tampa, observada a espessura e a uniformidade final do adesivo.

Construção do dispositivo de adesão

O dispositivo de adesão da proteção térmica rígida foi projetado em aço SAE 1040 por não permitir deformações e possuir características mecânicas apropriadas, fator determinante para uso em dispositivos. No processo de fabricação, cada componente do conjunto é usinado e posteriormente é realizada a metrologia dos mesmos, mantendo o padrão de qualidade exigida pelo projeto. A figura 06 mostra o conjunto montado:

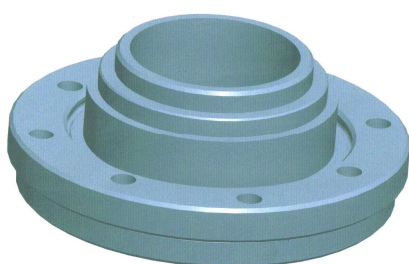


Figura 06 – Dispositivo de adesão

Cada componente tem uma determinada função. Assim, após o posicionamento da proteção térmica rígida (material composto) no dispositivo é aplicada uma certa quantidade de adesivo sobre a superfície da mesma. A tampa traseira (liga de alumínio) é posicionada em seguida para que a realização da adesão.

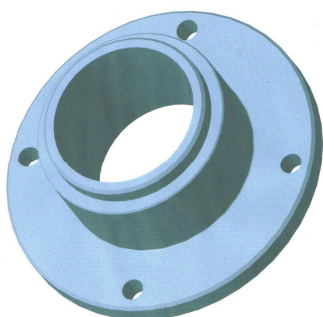


Figura 07 – Punção 01

A figura 07, denominada punção 01, é responsável por centrar a proteção térmica rígida antes da aplicação do adesivo.

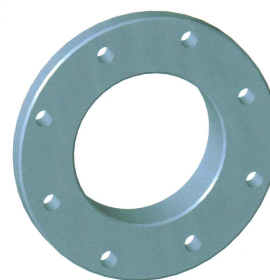


Figura 08 – Guiagem

A figura 08 mostra a peça denominada guiagem que realiza a centralização da tampa traseira sobre a proteção térmica rígida e a camada de adesivo.

O fechamento final é realizado pelo Anel de Compressão fixado por parafusos, figura 09

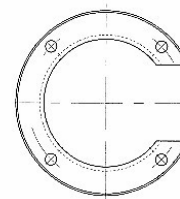
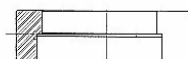


Figura 09 – Anel de compressão

Os parafusos de fixação são torqueados a fim de manter unidos os componentes até a cura completa do adesivo.

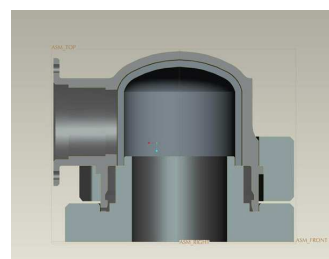


Figura 10 - Conjunto completo

Como demonstra a figura 10, o dispositivo de adesão montado com seus componentes, possibilita a uniformidade do adesivo e a tolerância exigida.

Resultados

Ao desenvolver o Propulsor Impulsor de Rolamento foi necessário confeccionar alguns dispositivos que permitissem a usinagem, a integração e os ensaios de qualificação do conjunto.

O dispositivo apresentado na figura 11 foi projetado para ensaio de simultaneidade de queima.

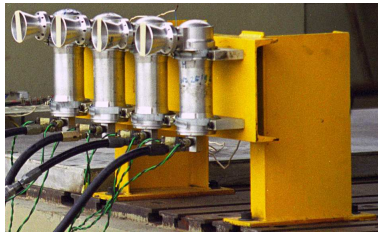


Figura 11 – Dispositivo de ensaio de simultaneidade.

Para a realização do ensaio hidráulico do conjunto, foi projetado o dispositivo de fechamento da tampa, como mostrado na figura 12.



Figura 12 – Dispositivo para Ensaio Hidráulico

Entre os dispositivos projetados está o de adesão da tampa traseira com a proteção térmica rígida.

Com base no dispositivo de adesão existente, verificou-se a possibilidade de ocorrer a redução de uma das peças do conjunto, assim podemos simplificar a fabricação e a utilização do mesmo. Observou-se também que é possível realizar a adesão da tampa traseira com a proteção térmica rígida com maior qualidade e em menor tempo. Sendo assim, estas modificações, na estrutura do dispositivo, possibilita a melhoria no processo como um todo e mantém a uniformidade do adesivo, gerando uma economia de tempo e de material.

A redução do número de componentes do conjunto, a uniformidade da espessura do adesivo aplicado e a ausência da usinagem final da proteção térmica rígida, sem dúvida irá garantir um ganho no processo de adesão utilizado no Propulsor Impulsor de Rolamento.

Conclusão

Portanto, podemos concluir que foi possível aperfeiçoar o processo de adesão, simplesmente reduzindo o número de componente do conjunto e realizando algumas modificações na parte dimensional. Com estas alterações, verificou-se que podemos obter menor tempo de integração, o que significa maior quantidade de peças montadas. Quanto a qualidade, verificou-se que a uniformidade do adesivo aplicado em toda a área de contato, permite garantir a adesão de dois materiais diferentes (liga de alumínio e material composto).

A espessura especificada do adesivo entre (0,5 à 0,7 mm) sendo distribuída uniformemente propicia além da correta adesão uma economia no uso do adesivo.

E por fim, outra vantagem apresentada com o uso deste novo dispositivo é a redução de uma operação no processo de fabricação, pois não é necessário a usinagem do material excedente, ou seja, a altura exata da proteção térmica rígida pode ser mantida eliminando a usinagem final.

A figura 13 mostra o novo dispositivo de adesão montado.

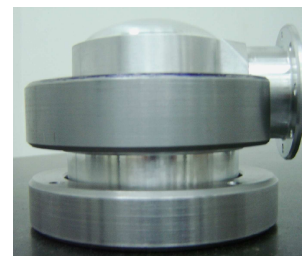


Figura 13 – Novo dispositivo de adesão

Agradecimentos

Agradecimentos ao Instituto de Aeronáutica e Espaço - IAE, pela fabricação do dispositivo de adesão; pelo apoio dos colaboradores que contribuíram para realização deste objetivo.

Referências

- Dr. Palmério, F. Ariovaldo, "Introdução à Engenharia de Foguetes", CTA/IAE, 2002 Consultado 20 de Maio de 2008

- http://www.AEB.gov.br/Programa_Nacional_de_Atividades_Espaciais_-_PNAE Consultado 2 de Junho de 2008