



PROPELENTES QUÍMICOS PARA FOGUETES E SUAS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE DEFESA E SETOR AEROESPACIAL

Autor: Luís Rodrigo Machado¹ - ULBRA / UFRGS

Palavras Chave: Propelentes Químicos, Indústria de Defesa, Setor Aeroespacial

1- Graduação em Engenharia Química - ULBRA e Especialização em Estratégia e Relações Internacionais Contemporâneas - UFRGS

INTRODUÇÃO

Este trabalho é oriundo das pesquisas para o trabalho de conclusão de curso em engenharia química, e tem como objetivo discutir as tecnologias de propelentes químicos para foguetes, a complexidade dos motores requeridos para seu emprego, sua geração de resíduos e as suas aplicações na indústria de defesa e no setor aeroespacial. Como objetivo secundário, busca trazer a discussão sobre o desenvolvimento desta importante tecnologia para esta universidade.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica em literaturas específicas sobre projetos e construções de foguetes, consultas em material disponibilizados por institutos de pesquisa e agências governamentais e aplicação de conhecimentos adquiridos ao longo do curso nas áreas de química orgânica e inorgânica.

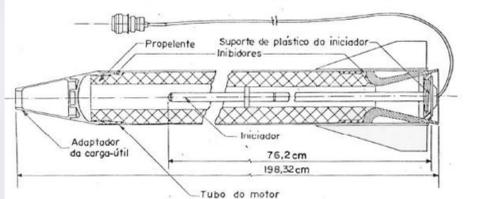


Fig 2: Esquemático de motor combustível sólido
Fonte: INPE

DISCUSSÃO

A tecnologia de propulsão de combustíveis sólidos (que utilizam motores com menor custo operacional sem versatilidade de controle nas diversas fases de sua combustão), e dos combustíveis líquidos (que propiciam um melhor controle sobre a potência dispensada porém requerem motores de complexidade e custos muito maiores e tecnologia restrita a poucas nações) diferem em muitos aspectos. Também foi possível verificar as diferentes taxas de geração de poluentes.

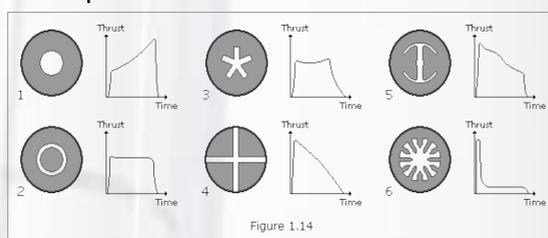


Fig 4: Relação Empuxo X Tempo conforme Geometria do bloco de combustível.
Fonte: Rocket & Space Technology

JUSTIFICATIVA

O atual cenário de inserção nacional do Brasil, as recentes iniciativas em prospecção de petróleo em jazidas no pré-sal localizadas na Zona Econômica Exclusiva e a publicação de importantes documentos na área de defesa, como o Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN), movimentaram a Base Industrial de Defesa do País. O LBDN prevê o desenvolvimento da indústria de defesa objetivando o desenvolvimento de capacidades tecnológicas estratégicas, domínio da construção de foguetes e mísseis para emprego na indústria de defesa no setor aeroespacial.

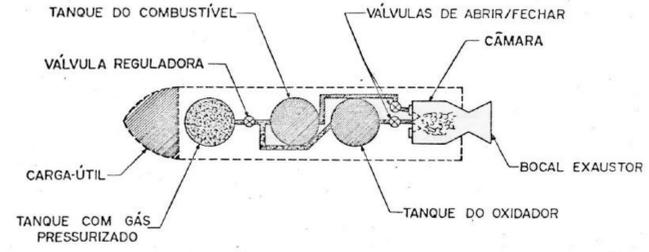


Fig 3: Esquemático de motor de combustível líquido
Fonte: INPE

MOTOR DE COMBUSTÍVEL SÓLIDO

- Combustível estável
- Baixa manutenção
- Pouca possibilidade de controle de aceleração (Fig 4).
- Alta geração de resíduo.
- Motor de construção simplificada – Basicamente um tubo metálico resistente – e baixo custo.
- Emprego em “boosters” lançamento, mísseis militares, veículos lançadores (VL) de baixa complexidade.

MOTOR DE COMBUSTÍVEL LÍQUIDO

- Combustível instável de manipulação complexa.
- Permite apurado controle de aceleração.
- Geração de resíduos intermediária.
- Motor de construção complexa (Fig 3) - com bombas válvulas e controles diversos – alto custo de produção.
- Emprego em estágios finais de VLs e motores de correção de curso de satélites.
- Permitem preciso manejo de satélites em órbita.

Componentes de Combustível Sólido Multicomponente			
Componente	Fórmula	Função	Observações
Perclorato de Amônio	NH ₄ ClO ₄	Oxidante	Libera vapores corrosivos
Nitrato de Amônia	NH ₄ NO ₃	Oxidante	Toxicidade moderada, média performance
Alumínio	Al	Combustível	Alta performance usado com perclorato ou nitrato de amônia
Magnésio	Mg	Combustível	Média performance usado com Nitrato de amônia
Oxido de Ferro	FE ₃ O ₄	Catalisador	
PBLH		Suporte	Matriz polimérica onde ficam dispersos os componentes
CL-20	C ₆ H ₆ N ₁₂ O ₁₂	Oxidante	Experimental, 20% mais potente. Pouco Poluente Gera fumaça "invisível".

Componentes de Combustível Líquido Bicomponente			
Componente	Fórmula	Função	Observações
Dimetil Hidrazina Assimétrica	H ₂ NN(CH ₃) ₂	Combustível	Altamente Carcinogênico e corrosivo. Tecnologia consolidada, libera vapores ácidos durante a combustão
Hidrogênio Líquido	H ₂	Combustível	Líquido na forma criogênica, deve ser carregado momentos antes da utilização.
Etanol	C ₂ H ₆ O	Combustível	Em desenvolvimento. Baixa toxicidade.
Hidrazina	N ₂ H ₄	Combustível / Monocomponente	Altamente Carcinogênico e corrosivo. Tecnologia consolidada, libera vapores ácidos durante a combustão. Quando monocomponente tem baixa potência.
Tetraóxido de Nitrogênio	N ₂ O ₄	Oxidante	Decompõe à NO ₂ a altas temperaturas.
Oxigênio Líquido	O ₂	Oxidante	Líquido na forma criogênica, deve ser carregado momentos antes da utilização.

CONCLUSÃO PARCIAL

Como conclusão parcial, pôde ser verificado que o combustível líquido deve ser utilizado para aplicações específicas que requerem precisão no controle da combustão, como a colocação de satélites estacionários em órbita. Também foi concluído que devido à complexidade da construção dos motores que utilizam o combustível líquido e à falta de domínio do Brasil nesta tecnologia, o melhor direcionamento para as etapas subsequentes desta pesquisa é aprofundar os estudos sobre utilização destes combustíveis.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Livro Branco de Defesa Nacional. Brasília: Ministério da Defesa.2012.
- BRASIL. Segurança No Manuseio De Foguete. São José dos Campos: INPE Ministério da Ciência e Tecnologia.2004.
- EUROPEAN SPACE AGENCY. Site oficial, 2013 disponível em: < http://www.esa.int/ESA > Acesso em 05 de junho de 2013.
- HILL, Philip G.; PETERSON, Carl R. Mechanics and Thermodynamics of Propulsion. 2 ed. New York, Addison-Wesley Publishing Company. 1992.
- ROCKET & SPACE TECHNOLOGY website, 2013 disponível em: < http://www.braeunig.us/space/index.htm > Acesso em 05 de junho de 2013.