

러시아의 액체로켓엔진 개발과정 및 전망

김철웅* · 박순영** · 조원국** · 설우석**

The characteristics in the developments of Liquid Rocket Engines in Russia

Cheul-Woong Kim* · Soonyoung Park** · Won Kook Cho** · Woo Seok Seol**

ABSTRACT

This paper deals with the characteristics of the developments of liquid rocket engines in Russia. In 1960s the efforts to achieve the maximum pressure in combustion chamber and specific impulse by applying the closed cycle for liquid rocket engines were made. Lately the decreasing the cost for experimental improvement and expanding international cooperation have been in progress.

초 록

러시아의 액체로켓엔진 개발과정과 특징을 살펴보았다. 1960년대에는 closed cycle을 채용하여 연소압과 비추력을 최대한 높이려고 노력하였으며, 근래에는 기존 개발 부품의 이용과 최적화된 시험-개선과정으로 엔진개발비용을 최소화하고, 시장확대를 위한 활발한 국제협력을 진행하고 있다.

Key Words: Liquid Rocket Engine(액체로켓엔진), Experimental improvement(시험개선과정), Closed cycle(폐회로 사이클), Energomash(에네르고마쉬)

1. 서 론

러시아의 액체로켓엔진은 고성능과 높은 신뢰성을 가지고 있으며 국제 상업용 발사체 시장에서도 높은 경쟁력을 보여주고 있다. 이러한 성과는 그간의 많은 인적, 물적 자원의 투입과 200여 종이 넘는 액체로켓엔진을 개발한 경험이 있었기에 가능했다.

액체로켓엔진 개발에 있어서 러시아의 경험들은 향후 우리가 겪게 될 여러 가지 기술적, 관리적 문제들에 대한 합리적인 결정을 하는데 중요한 사례로서 연구의 가치가 크다. 본 논문의 목적은 러시아의 액체로켓엔진 개발과정과 미래를 조망해 봄으로써 장시간과 많은 물적 비용이 소요되는 엔진개발에 있어서 참고할 수 있는 지표를 얻고자 함이다.

* 한국항공우주연구원 발사체엔진팀
연락처, E-mail: kimcw@kari.re.kr

** 한국항공우주연구원 발사체엔진팀

2. 러시아의 액체로켓 개발과정

러시아의 액체로켓엔진 개발에 있어서 산업구

조적 측면에서의 특징은 다수의 개발 및 생산업체(켈디쉬 연구소, Energomash, KB Chimmash, KBkhA, Energia, Samara 과학기술complex, NITs RKP와 Motorostroitel, Permskii motors, 바로네쉬 기계공장 등)가 각자의 특성화된 영역에서 엔진개발을 수행하고 있다는 점이다.

서방국가의 엔진들과 비교하여 러시아 액체로켓엔진들의 특징은 고성능의 closed cycle엔진이 많다는 점이다.

러시아 액체로켓엔진 개발의 주요 방향은 최대의 비추력을 얻을 목적으로 closed cycle을 적용하여 연소실 내에 최대 압력을 얻는 것이었다. 그림 1에서는 러시아의 주요엔진들이 서방의 엔진들보다 연소압과 비추력이 큰 경향을 잘 보여주고 있다. 또 다른 엔진 개발과정상 특징은 1990년대 이후 경제성과 생태적 고려가 중요시되고 있다는 점이다. 새로운 엔진을 개발함에 있어서 기존의 엔진은 변형하거나 이미 사용되고

있는 부품을 이용하여 신뢰도를 높이고, 이로써 엔진 개발시험에 필요한 엔진개수와 시험 횟수를 획기적으로 줄이고 있다.

RD-180의 개발 시 약 75%의 부품을 RD-170과 동일한 것을 이용하였으며 RD-191 또한 RD-170과 동일한 연소기를 써서 개발하였다. 이러한 방법을 사용함으로써 약 10개의 엔진과 100여회의 연소시험으로 요구신뢰도를 맞출 수 있었다.

엔진개발비용의 60% 이상이 소요되는 엔진의 시험-개선과정에 있어서는 엔진의 반복시험과 수리의 편의성을 재고하고, 시험 시 부하를 조금씩 늘리는 방향으로 시험프로그램을 최적화하며, 엔진에 영향을 주는 인자를 종합하여 시험회수를 줄이고, 최신의 진단시스템을 적용하여 위험한 상황을 회피하며, 사고방지시스템으로 사고발생 시 고가의 시험설비와 엔진을 보호함으로써 개발시험비용을 최소화 하고 있다.

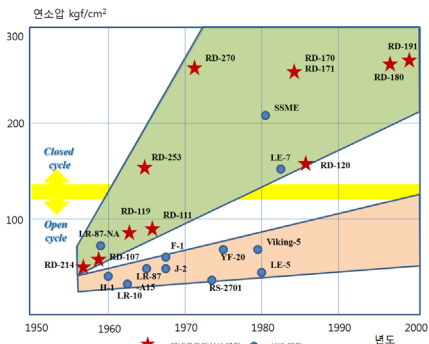
최근에는 메탄엔진과 더불어 3추진제 엔진의 개발을 진행하고 있는데, 제1작동조건에서는 3성분(산소-케로신-수소)의 추진제를 사용하여 최대 추력을 얻고, 고공에서는 제 2작동조건으로 전환하여 산소-수소의 2성분을 사용하여 최대 비추력을 얻는 방식을 사용한다.

4. 결 론

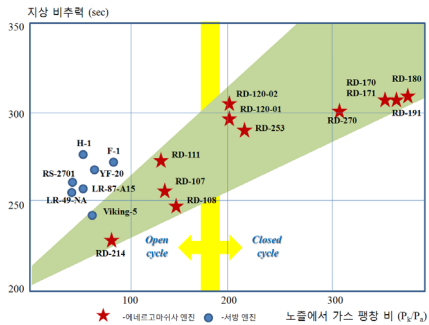
러시아에서는 높은 연소압과 비추력을 갖는 액체로켓엔진 개발에 매진해왔다. 근래에는 이러한 경향과 더불어 경제성을 크게 고려하고 있으며, 기존 개발엔진과 부품을 이용하거나 국제협력력을 통한 새로운 엔진 개발에 힘쓰고 있다.

참 고 문 헌

1. B.I. Katorgin, "Prospect for the developments of the powerful liquid rocket engine", Herald of the Russian Academy of Sciences, Vol 74, No3, pp. 499~506, 2004
2. 김철웅 외, "액체로켓엔진 시험-개선과정의 방법론", 한국추진공학회지, 13권 1호, pp.1~9, 2009



(a) 액체로켓엔진의 연소압 변화



(b) 액체로켓엔진 노즐확대비와 비추력 관계

Fig. 1 러시아와 서방 액체로켓엔진의 성능향상 경향