

## 우크라이나 전동차의 공기 기적 개선에 대한 고찰

### A Study of Air Horn Modernization for Ukraine EMU

윤기석\*, 정호영\*, 이정을\*

Gi-Seok Yun\*, H.Y. Jung\*, J.Y. Lee\*

**Abstract** The purpose of this study is to compile the knowledge and experience regarding air horn modernization for Ukraine EMU in service operation of winter climate. In order to fulfill this purpose, the problems and measures related to snow damaged are review.

**Keywords** : Air horn, Ukraine EMU, Snow packing

**초 특** 본 연구는 우크라이나 전동차의 영업운행 중 발생한 공기 기적의 문제점을 파악 및 개선안 고찰을 통하여 공기 기적 설치에 대한 설계지식과 경험축적에 목적이 있다. 주행 중 발생하는 외부 이물질 타격에 의한 파손을 최소화 하고자 상하공기 기적의 설치 높이를 레일 상면으로부터 이격 시켰으며 동절기 눈 덮임을 최소화 하고자 상하 눈 쌓임 경향을 고려한 적설이 발생하지 않는 위치로 공기 기적을 설치했다.

**주요어** : 공기 기적, 우크라이나 전동차, 동절기

## 1. 서 론

철도 차량의 기적(Horn or Whistle)은 소리형태로 외부에 경고를 주는 장치로써 공기로 작동하는 공기 기적(Air horn)과 전기로 작동하는 전기 기적(Whistle)이 있다. 최근 미래한 전두부 형상을 추구하는 고객의 요구에 의하여 기적은 하부에 위치하는 추세이다. 본 연구의 대상 전동차인 우크라이나 전동차<sup>[1]</sup>의 경우도 운전실 하부, 상하에 위치하고 있다.

주요 도시권을 연결 운행하는 간선형 우크라이나 전동차는 하루 평균 왕복 12시간 36분의 운행시간, 평균 왕복 운행거리 1,274km, 평균 100km/h이상의 표정 속도로 현지 자갈의 노상 선로(Ballast rail)를 달리기 때문에 주행 중 외부 이물질에 의한 타격에 의한 공기 기적의 손상이 빈번히 발생하고 있다. 또한 겨울철 높은 습도에 의한 눈이 많이 내리고 기온 편차가 커서 발생하는 결빙<sup>[4]</sup>에 의한 기적의 기능 상실이 발생하여 운행 중 외부로 경고를 줄 수 없는 경우가 발생했다.

따라서 본 연구는 우크라이나 전동차의 영업운행 중 발생한 공기 기적의 문제점을 파악 및 개선고찰을 통하여 공기 기적 설치에 대한 설계지식과 경험축적에 목적이 있다.

## 2. 본 론

### 2.1 공기 기적의 설치 상태

우크라이나 전동차의 기적은 고객사 요구에 의하여 고음(105dB(A))<sup>[1]</sup>, 저음(120dB(A))<sup>[1]</sup>의 2개의 음압을 낼 수 있도록 개별 기적으로 구성되어 있으며 작동은 공기로 울림판에 달려 있는 추를 움직여서 요구 음압을 내도록 되어 있다. 고객사의 공기 역학적인 외형형상 선호로 인하여 공기 기적의 위치는 아래 Fig.1과 같다.

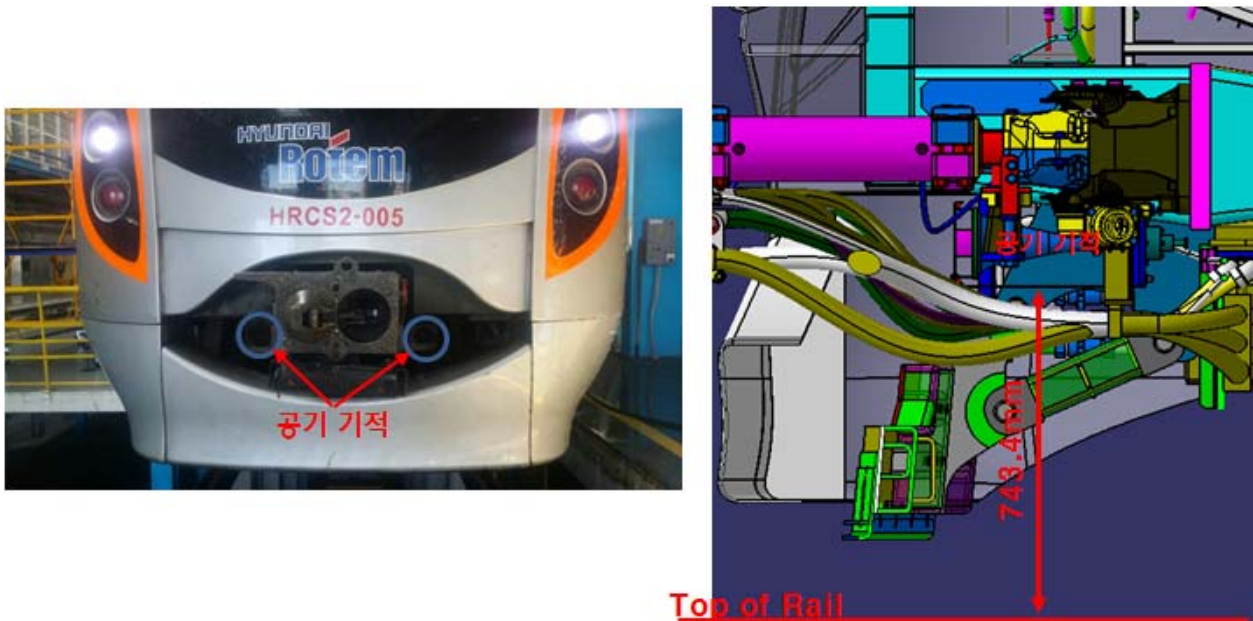


Fig.1 공기 기적 설치 상태

### 2.2 공기 기적의 발생한 문제점

우크라이나 전동차 영업운행 중 발생한 공기 기적의 문제점은 3가지 유형으로 정리되며 시간 경과에 따라서 공기 기적의 기능 상실을 초래한다. 따라서 외부에 경고를 주는 기능의 공기 기적의 기능 상실은 철도차량의 운행 안전과 밀접한 관계를 가지는 문제로 간주된다.

#### 2.2.1 외부 이물질(벌레, 꽃가루, 먼지)에 의한 막힘

운행 최고속도 160km/h의 준고속 우크라이나 전동차는 빠른 운행속도로 인한 공기 중에 이물질이 차량의 상대속도의 크기로 부딪치게 되며 평균 왕복 운행거리 1,274km의 도시간 장거리를 운행하기 때문에 이물질의 쌓임이 가속되는 결과를 초래한다. 또한 기적 소리 전파를 용이하기 위하여 전두부 커플러 개방 구역에 노출시켜 놓은 공기 기적은 위에서 언급한 2가지 요인에 의하여 주기적인 유지보수 관리를 하지 않으면 공기 기적 내에 소리를 발생하는 울림판이 적층된 이물질에 의하여 고착되어 음압이 감소하는 결과를 발생시킨다(Fig. 2 참조).

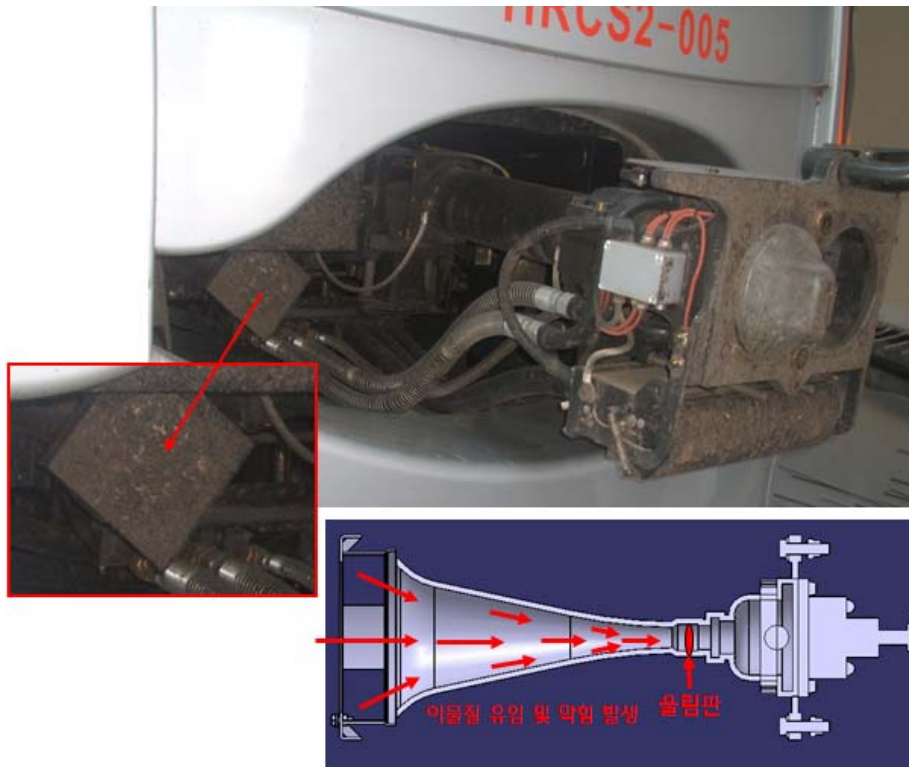


Fig. 2 외부 이물질의 적층

### 2.2.2 타격에 의한 손상

공차 중량<sup>[1]</sup>이 평균 53 ton인 9량 1편성 차량이 나무재질의 목침과 자갈로 도포된 레일을 빠른 속도로 통과시 레일에 수직하중이 인가된다. 이 하중은 레일을 타고 도포된 자갈을 일정 압력으로 누르는 효과를 발생하면서 자갈의 응집력이 작은 경우는 비정상하게 된다. 이렇게 비정상한 자갈은 운행하는 열차의 하부 장치에 타격으로 가해지며 장치의 손상을 발생시킨다.

Fig. 3과 같이 현지 선로와 도포된 자갈(둥글 자갈은 응집력이 낮음)을 확인할 수 있으며 타격에 의한 변형된 공기 기적의 상태도 확인 할 수 있다. 타격 손상, 변형된 공기 혼은 울림판에 의한 음압의 확산 및 울림판의 작동을 방해하여 음압의 감소를 발생한다(Fig. 3 참조).



Fig. 3 선로 및 타격 손상 상태

### 2.2.3 스노우 패킹(Snow Packing)<sup>[1][3]</sup>에 의한 기능상실

동절기 영업운행시 내리는 눈은 차량 표면에 부착되며 주행 속도에 의하여 부착되는 눈의 적층이 발생한다. 적층된 눈 입자는 서로 압착되면서 얼음으로 변화하게 된다. 이 얼음 덩어리는 내리는 눈의 덮임을 가속시키며 특히, 열차의 하부의 경우 기능성 기기 장치가 박스 형태로 설치되어 있기 때문에 공기저항이 심하게 발생하기 때문에 장치의 눈 덮임의 현상이 상부보다 심하게 발생한다.

주행 방향으로 향하고 있는 공기 기적의 깔때기 형상인 나팔은 스노우 패킹을 가속시키는 효과를 발휘하며 눈 막힘에 의한 울림판 결빙으로 공기 기적의 소리 기능 상실이 발생한다.

상기 프로젝트의 공기 기적은 울림판의 결빙을 방지하기 위하여 공기 기적 후단에 40W 용량의 히터를 설치했으나, 공기 기적 나팔로 유입되는 눈의 양이 히터가 처리할 수 있는 용량을 초과하기 때문에 히터가 있으나 결빙이 발생하고 있다(Fig.4 참조).



Fig. 4 동절기 운행 및 스노우 패킹 현상

### 2.3 공기 기적의 개선방안

2.2 절에서 기술한 우크라이나 전동차, 공기 기적의 문제점은 환경에서 오는 외부 이물질(오염물질, 자갈, 눈)에 의한 막힘과 타격이며 이로 인하여 공기 기적의 소리를 만들어 내는 울림판의 고착 및 손상에 의한 기능상실이다.

이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 2가지 개선 방안을 제시하고자 한다. 공기 기적은 소리 에너지를 파동형태로 공기 중에 전파시켜 외부에 경고를 주는 장치이므로 외부 이물질 유입을 방지하기 위하여 밀폐를 시키면 음압 감소가 발생하기 때문에 현지 환경과 열차의 운행 조건을 고려하여 본 연구에서 제안 방안을 조합하여 설치해야 한다.

#### 2.3.1 위치 이동(옥상, 적설 회피 영역)

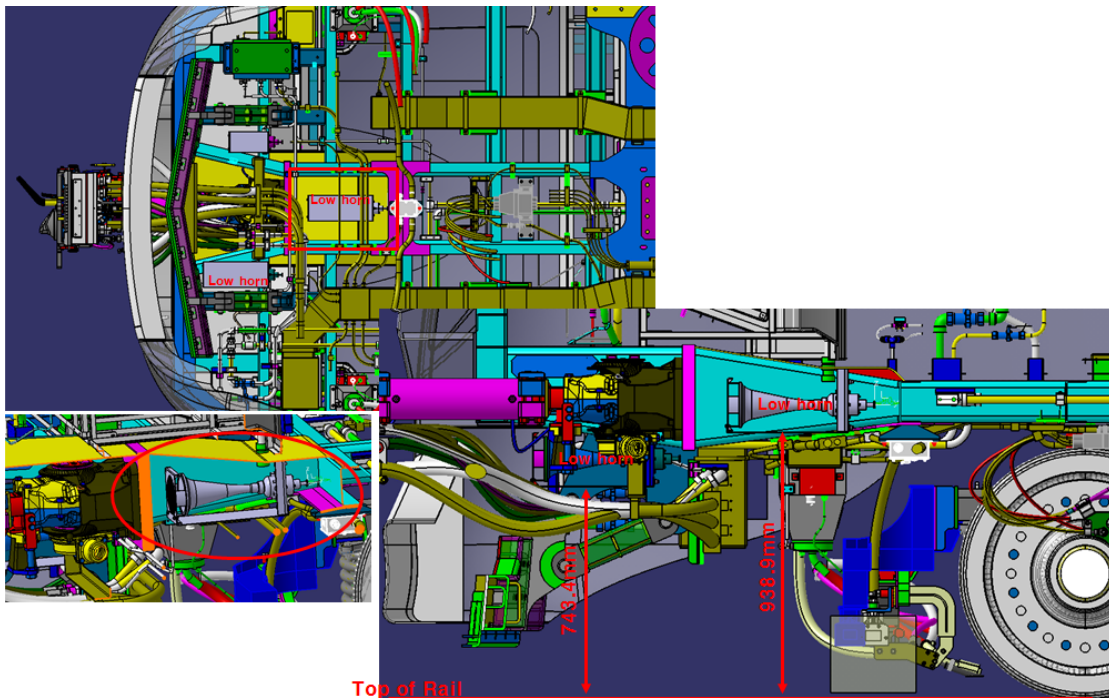
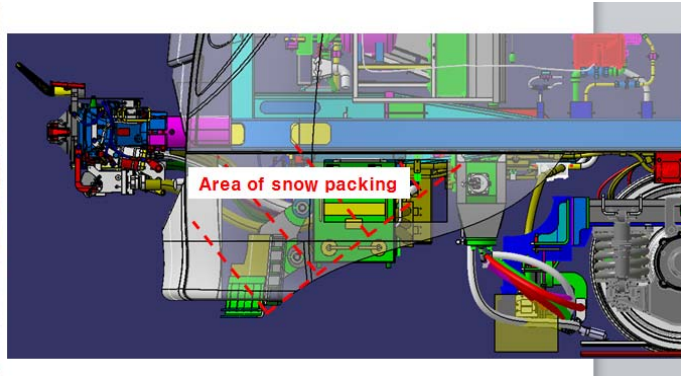
외부 타격을 발생하는 이물질은 선로 주변에 있는 자갈, 보수 후 치우지 않은 장애물 등에 의한 물리적인 충돌에 의한 손상이므로 가능한 레일상면으로부터 최대한 이격 거리를 유지하도록 하는 방안이다.

이 개선 방안은 타격에 의한 손상을 개선할 수 있으나 외부 오염물질 및 눈에 의한 막힘이 한계를 가지고 있기 때문에 Fig. 5와 같이 커버 씌움의 방안을 추가적으로 적용하고 있다.

또한 눈 덮임에 의한 공기 기적 피해를 회피하고자 공기 기적이 설치되어 있는 하부 적설상태를 모니터링 하여 적설이 최소화되는 하부 영역을 찾아 공기 기적을 위치시킨다. 하부 기기가 설치되는 열차의 주 골조의 메인 프레임(main frame)은 등간격으로 배열되어 있기 때문에 메인 프레임 사이의 공간은 인접 메일 프레임에 의한 적설 도피 구간이 생성된다. 공기 기적 한 개 추가시 음압을 생성하는 원천(음원 source)이 2배가 되기 때문에 에너지가 2배로 커지며 이에 해당하는 음압은 3dB(A) 증가된다(Fig. 6 참조).



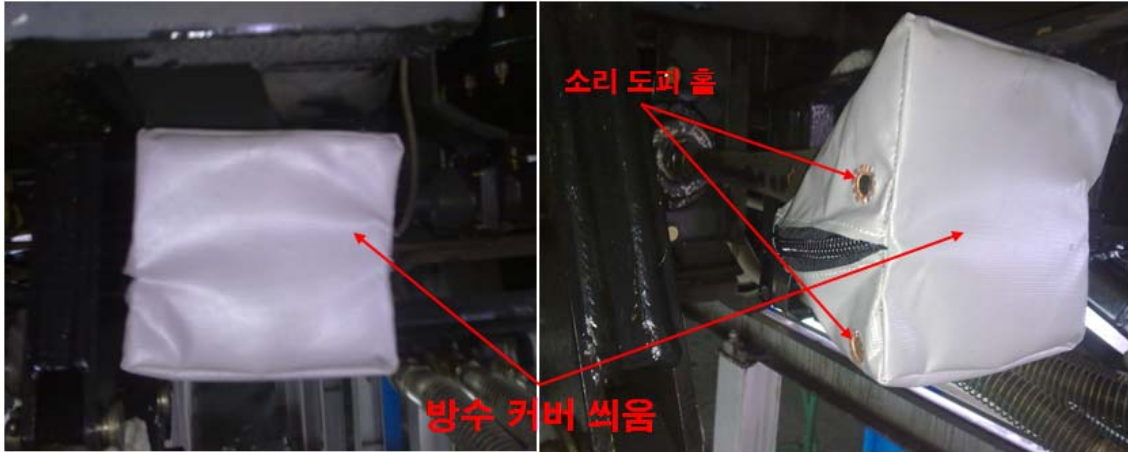
Fig. 5 옥상 설치 및 커버 씹힘



**Fig. 6 옥상 설치 및 커버 씌움**

2.3.2 커버 설치 및 각도 기울기

외부 오염물질이 공기 기적 나팔로의 유입을 막기 위해서는 유입 입구를 물리적으로 차단하는 방안이 있으나 이 방법은 공기 기적의 음압을 낮추는 결과를 초래하기 때문에 초기 설계시 부터 고려하지 않을 경우 음압 사양 만족에 어려움이 있다.



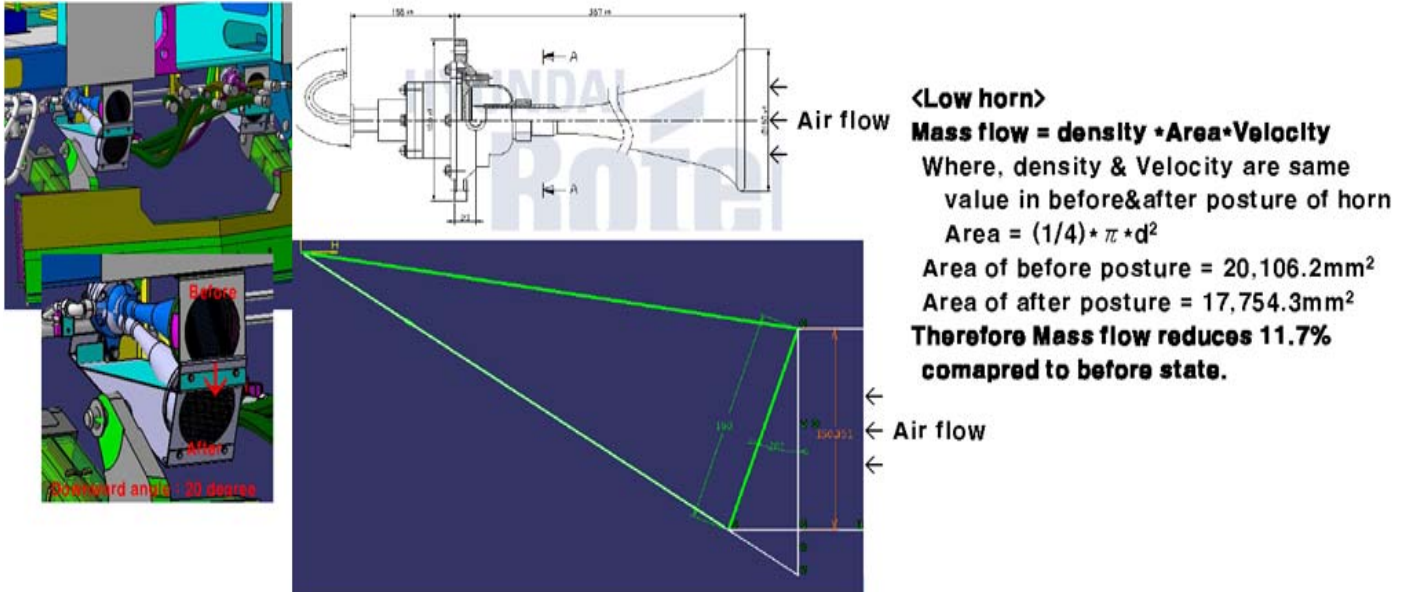
**Fig. 7 커버 설치**

우크라이나 전동차의 경우 커버(t 1.0mm 타폴린 재질) 씌우고 나서 음압의 감소는 저음 기적은 2.5dB(A), 고음 기적은 8dB(A) 발생한다. 적용 재질, 재질의 표면 처리, 소리 도파 홀의 크기 및 개수에 따라서 음압 감소량의 차이는 발생한다.

음압 감소를 발생하는 물리적인 커버 씌우지 않고 유입되는 외부 오염물질을 낮추려면 공기 기적의 설치 각도를 아래쪽 방향으로 기울여서 외부 유입 유량을 줄일 수 있으며 쌓여진 이물질이 자중에 의하여 아래로 떨어지는 효과를 얻을 수 있다.

**Table 1** 커버 적용 전.후 음압 측정 값 비교(2013.03.08)<sup>[4]</sup>

편성		Low 혼 데시벨(dB(A))		High 혼 데시벨(dB(A))	
		보호커버적용 전	보호커버적용 후	보호커버적용 전	보호커버적용 후
9	MC1	113	111	114	106
	MC2	112	109	114	106



### 3. 결론

본 연구를 통하여 철도 차량의 경고음을 발생하는 공기 기적의 의미와 하부 설치에 따른 문제점을 우크라이나 전동차의 영업운전 사례를 가지고 고찰했다. 또한 개선사례 고찰을 통한 각 개선안이 가지고 있는 장점 및 단점을 정리하여 철도 차량의 공기 기적 설치시 강건한 설계가 되도록 설계지식과 경험을 소개했다.

본 연구에서 사례를 잡은 우크라이나 전동차의 경우 동절기 운영을 통한 발생한 문제점들의 개선 및 보완 설계하고 있기 때문에 2.3절에서 소개한 개선안 중 눈이 적설되는 않는 영역으로 공기 기적 위치 이동 및 추가 설치, 기존 공기 기적의 커버 씌움, 설치 각도 기울기(5도)의 3가지 개선방안을 조합 적용하고 있다.

### 참고문헌

- [1] Швидкісний міжрегіональний електропоїзд «Український експрес» із Києва до Донецька прибув за графіком/ uz.gov.ua. 07.06.2012.
- [2] 윤기석(2012) 발포알루미늄을 이용한 철도차량용 사이드 스커트 개발, 2012년 한국철도학회(춘계)
- [3] Lennart Kloow & Mattias Jenstav(2006) Climate a study on winter related problems and solutions applied in Sweden, Norway and Finland, Transrail
- [4] 윤기석(2013) 우크라이나 전동차의 겨울철 상하기기 문제점 및 적용사례에 대한 고찰, 2013년 한국철도학회(춘계)