

탁월한 가시성을 위한 벤팅 솔루션

먼지, 물, 결로로부터 안정적으로 헤드램프를 보호하는 방법

자동차의 헤드램프는 매일 변화하는 다양한 환경적 요인들에 상시 노출되어 있다. 헤드램프가 효과적으로 작동하고, 운전자에게 선명한 시야를 제공하기 위해서는 먼지나 파편, 오염 물질, 그리고 결로로부터 보호되어야만 한다. 이를 위해 자동차 제조사와 부품 공급사들이 선택할 수 있는 옵션은 다양하나, 그 중에서도 벤트를 선택할 시, 선택한 솔루션이 헤드램프 하우징 내부의 압력 평형을 잘 이루어주는지, 먼지와 물의 침투를 효과적으로 방지해주는지, 결로를 효과적으로 저하시켜줄 수 있는지의 여부를 반드시 확인해야 한다.

습기를 유발하는 세 가지 요인

헤드램프 내부의 습기는 주로 세 가지 요인에 의해 발생하는데 (그림 1), 이 중 가장 주요한 요인은 바로 온도차에 의해 발생하는 탈습이다. 헤드램프 광원의 전원이 꺼지면 온도가 내려가면서 헤드램프의 플라스틱 재질이 마치 스펀지처럼 습기를 빨아들이게 된다. 그리고 다시 광원이 켜지면 온도가 다시 상승하면서 하우징 소재에 흡수됐던 습기가 방출된다 (그림 2). 동시에 이슬점이 상승하여 헤드램프의 가장 차가운 곳에 결로를 형성하게 되는 것이다. 그 다음 다시 광원이 꺼지면 온도가 내려가면서 플라스틱 소재가 다시 습기를 흡수하게 되는데, 헤드램프 결로의 약 80%가 보통 이러한 과정에서 발생한다.

습기의 두 번째 요인은 바로 침투이다. 침투는 장기간에 걸쳐 외부의 수증기가 지속적으로 플라스틱을 통해 하우징 내부로 확산되면서 발생하는 현상이다.

세 번째 요인은 벤트 그 자체에서 발생하는 것으로, 벤트를 통해 습기가 헤드램프 안팎으로 이동하게 되면서 발생한다.

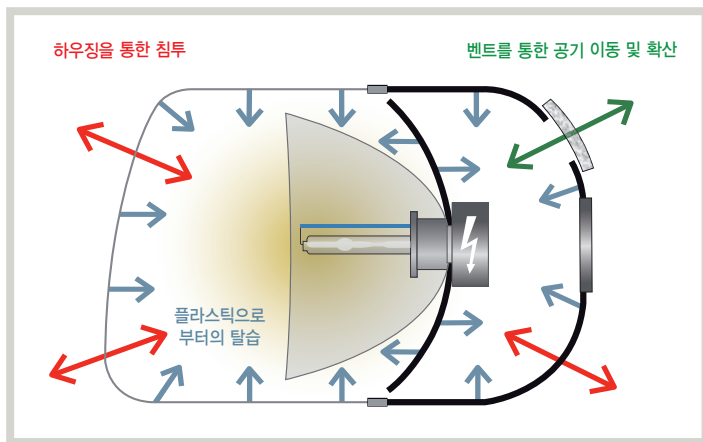


그림 1: 자동차 헤드램프 내 습기를 유발하는 세 가지 요인

Thilo Haiss,
오토모티브 라이팅 사업부 제품 매니저
W. L. Gore & Associates

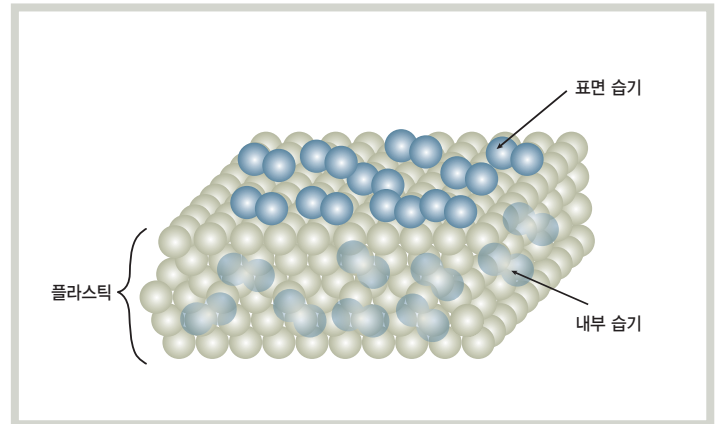


그림 2: 탈착되는 습기의 50% 이상은 표면 습기이다.

습기 측정

헤드램프의 습기 레벨은 보통 상대 습도로 많이 표현되지만, 실제로는 이슬점으로 측정하는 것이 주변 온도의 영향을 받지 않으므로 훨씬 유용하고 정확하다. 이는 이슬점과 온도 간의 상관성을 보여주는 아래 예시에서 더욱 분명히 알 수 있다. 예시에 표기된 습도는 실험실 조건에서 측정되었으며, 22°C의 온도와 50% 상대 습도 조건에 이슬점은 11°C이다 (그림 3).

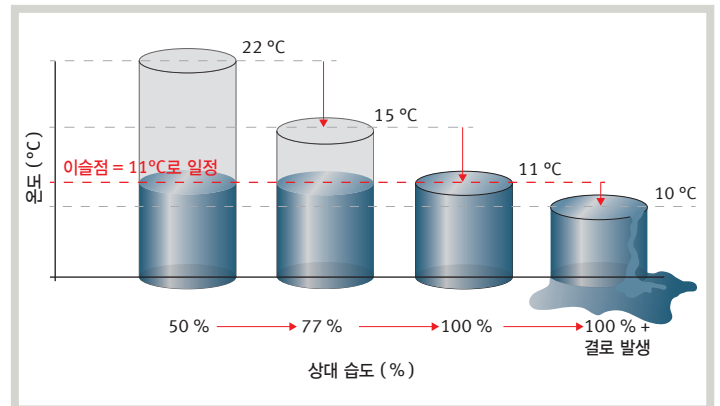


그림 3: 위 실험은 온도와 습도 간의 상관성을 보여준다.

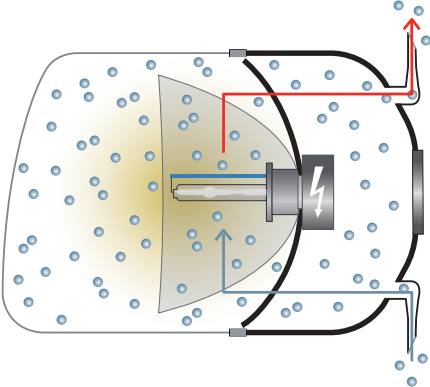
온도가 15°C로 하락하면 상대 습도는 77%로 상승하나, 이 때에도 이슬점은 일정하게 지속된다. 11°C의 온도에서 상대 습도는 100%까지 상승하는데, 이는 공기가 포화되어 더 이상 습기를 흡수할 수 없음을 뜻한다. 결로 현상은 온도가 이슬점 이하로 하락할 경우 발생하게 된다.

Automotive Vents

대류 및 확산을 통한 습기 배출

헤드램프의 습기를 제거하고 통기성을 부여하는 방법에는 기본적으로 두 가지가 있는데, 이는 대류와 확산이다. 대류란 개방된 공간을 공기가 가로지르도록 하는 통풍 방법으로, 최소 2개의 벤팅 튜브가 있어야 사용할 수 있으며, 공기를 순환시킴으로써 습기가 밖으로 배출되도록 하는 방법이다. 이 방법은 압력차의 원리로 작동하는데, 압력차는 온도가 상승하거나 (예: 헤드램프의 전원이 켜져 있는 경우) 혹은 자동차가 이동하고 있을 때 그 움직임으로 인해 발생한다. 이러한 압력차는 기류를 형성하여 습한 공기를 바깥으로 이동시킨다 (그림 4). 주변 공기가 하단의 개방구를 통해 유입되고, 다시 상단의 개방구를 통해 배출되는 구조인데, 이와 같은 개방형 벤팅 솔루션의 단점은 먼지 및 각종 오염 입자, 벌레 등이 공기가 흡입될 때 함께 헤드램프 안으로 유입된다는 것이다. 또한 이 같이 대류에 기반한 벤팅은 자동차가 움직이거나 헤드램프가 점등되었을 시에만 활용이 가능하며, 무엇보다도 엔진룸이 부품으로 가득 차 있는 경우에는 공기가 헤드램프까지 충분히 순환되지 못한다는 문제점이 있다.

시나리오 1: 온도 변화로 인한 압력차 발생



시나리오 2: 자동차의 움직임으로 인한 압력차 발생

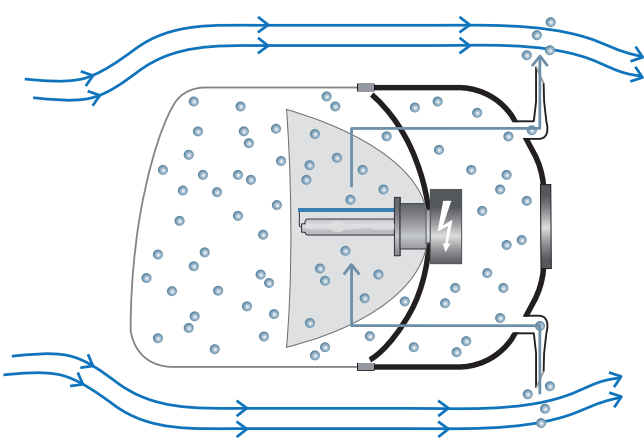


그림 4: 온도 상승 및 자동차의 움직임은 헤드램프 내 공기 순환을 발생시킨다.

헤드램프의 습기를 제거하는 더욱 효과적인 방법은 바로 확산으로, 이는 수증기를 밀도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이송시키는 물리학적 원리에 기반한다. 이와 같은 확산의 법칙은 다음 공식을 통해 더 자세히 알 수 있다. $v_0 = -D \cdot A \cdot dc/dx$ 이 공식에서 v_0 는 확산율을, D 는 확산 상수를 나타낸다. 따라서 확산율인 v_0 를 높이기 위해서는 교환 표면을 나타내는 A , 또는 밀도 기울기인 dc/dx 를 증가시켜야 한다. 여기서 dc 는 밀도차를 나타내며, $(dc = c_1 - c_2) dx$ 는 밀도 간의 거리를 나타낸다. 교환 표면 A 가 확산율에 끼치는 영향은 그림 5에 묘사되어 있다.

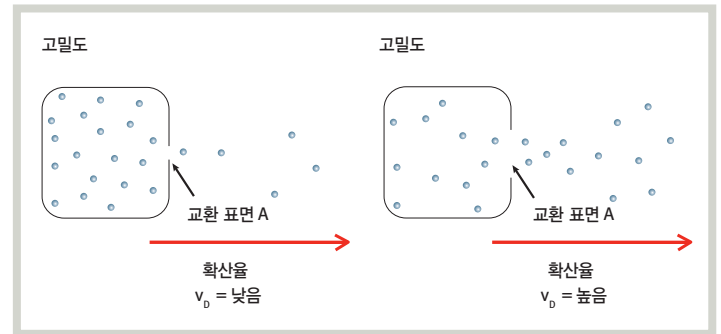


그림 5: 교환 표면이 넓을수록 확산율은 높아진다.

또한 밀도 기울기 dc/dx 가 높으면 높을수록 확산율은 그만큼 상승하게 된다 (그림 6). 밀도 기울기의 증가는 헤드램프의 내·외부에서 아래와 같은 조건들이 충족됐을 때 발생한다.

- 밀도차 dc 가 최대한 클 때
- 거리 dx 가 최대한 작을 때

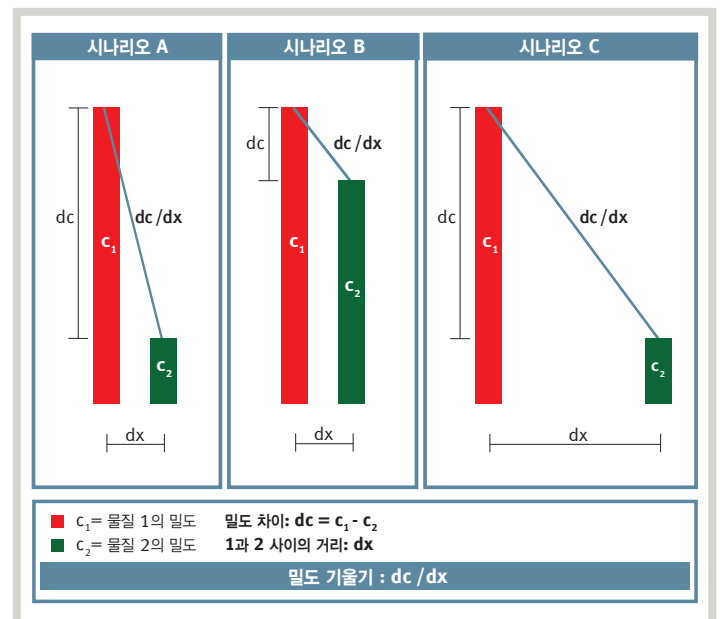


그림 6: 밀도 기울기가 상승할 때, 확산율도 증가한다.

캡 벤트 VS 벤팅 멤브레인

확산을 유도할 수 있는 방법으로는 캡 벤트와 벤팅 멤브레인의 두 가지 방법이 있다. **그림 7**에서 보는 바와 같이 단순히 헤드램프 하우징에 부착하기만 하면 되는 벤트(점착형 벤트)는 결로 저하에 매우 효과적인 솔루션이다. 점착형 벤트의 교환 표면 A는 일반적으로 캡 벤트의 교환 표면보다 더 넓기 때문에 확산율을 높여주는 효과가 있다. 또한 점착형 벤트는 두께가 평균 0.3mm 밖에 되지 않는 반면, 캡 벤트는 길이가 약 20mm에 달하기 때문에 결과적으로 습기가 이동해야 하는 거리(dx)가 훨씬 길어 결로 저하가 제대로 이루어지지 않는다. 나아가 먼지, 파편 등 각종 오염 입자가 캡 벤트의 환기 통로를 막아 통풍이 더욱 어려워지게 된다.

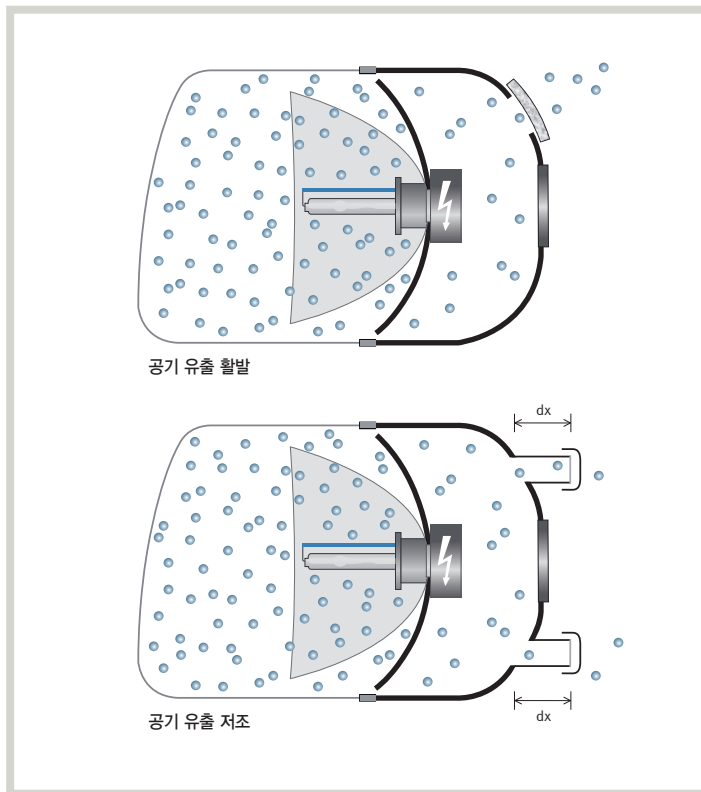


그림 7: 벤트는 공기를 배출하는 통로가 짧고, 저항력이 적다.

벤팅 표면이 넓을수록 높아지는 확산 성능

벤트 제품의 습기 제거 성능을 입증할 수 있는 가장 손쉬운 방법은 바로 투습률(MVTR, moisture vapor transmission rate) 테스트이다 (**그림 8**). 테스트 방법은 다음과 같다. 우선 관에 100ml의 물을 채우고 밀폐한 뒤, 벤트 제품을 설치한다. 그리고 확산되는 물의 양을 측정하기 위해 2주 동안 실험실 조건에서(온도 22°C, 습도 50%) 매일 관의 무게를 측정한다. 테스트 결과, 하루 동안 약 550mg의 액체가 GORE® 오토모티브 벤트 AVS 9 시리즈를 통해 확산되었으며, 반면에 AVS 9 시리즈와 동일한 소재로 만들어진 GORE® 오토모티브 벤트

트 AVS 5 시리즈는 매일 약 125mg의 물만 투과시킬 수 있었다. 이는 교환 표면 A의 영향을 보여주는데, 교환 표면(AVS 9: 285 mm² / AVS 5: 65 mm²)과 하루 동안 투과되는 습기량 간에는 선형 상관관계가 존재한다는 것을 알 수 있다. 하지만 더 작은 사이즈의 AVS 5 시리즈의 경우에도 튜브 벤트나 캡 벤트와 비교했을 때에는 투습률이 두 제품의 2배에 이르렀다. 이러한 특성 덕분에 AVS 5 시리즈는 테일 램프(후미등)나 포그 램프(안개등)와 같은 작은 크기의 하우징에 적용하기에 매우 이상적인 제품이다.

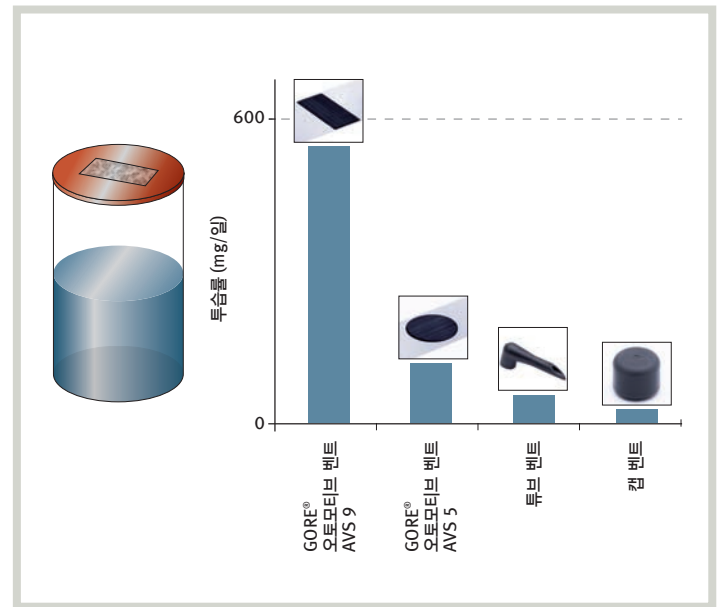


그림 8: MVTR 테스트는 GORE® 오토모티브 벤트의 탁월한 확산 성능을 보여준다.

이처럼 GORE® 오토모티브 벤트는 확산 및 보호, 두 가지 성능 면에서 모두 타 솔루션들에 비하여 탁월함을 보여준다. 튜브 벤트는 대류를 통해 자동차가 움직이는 동안에는 효과적인 결로 저하를 제공하지만, 먼지, 파편, 물 및 각종 오염 입자들이 헤드램프에 침투될 수 있다는 단점이 있다. 캡 벤트는 각종 오염 입자에 대한 탁월한 보호 성능을 제공하는 대신 확산율이 제한적이기 때문에 결로 저하 성능이 뛰어나지 않다. 이에 반해 GORE® 오토모티브 벤트 AVS 9 시리즈는 오염 입자 및 액체 침투 방지뿐만 아니라 검증된 신뢰성 높은 결로 저하 성능으로 최적의 균형잡힌 솔루션을 제공해준다.

고어는 ePTFE (expanded polytetrafluoroethylene) 소재를 사용한 점착형 벤트를 제조한다 (**그림 9**). 본 소재는 물방울보다 20,000배 작고, 심지어 약 1.0 마이크로미터의 가장 작은 물방울 및 오염 입자의 침투까지 방지해주는 매우 미세한 기공이다. 또한 내온성 및 내화학성이 탁월하며, 낮은 표면 에너지로 인해 탁월한 소수성 및 소유성(물 및 기름을 거부하는 성질)을 지니고 있다. 이러한 성질은 특히 매우 중요한 속성인데, 후드 내부에서 멤브레인이 기름, 윤활제, 세척제 및 기타 자동차 유액들에 접촉될 수 있기 때문이다. 이러한 속성은 멤브레인을 한층 더 심도 있게 엔지니어링했을 시에만 획득할 수 있는 성질이다.



Automotive Vents

기술 백서

ePTFE 멤브레인으로 만들어진 본 벤트 제품은 이러한 속성으로 헤드램프를 먼지 및 각종 오염 입자로 부터 보호하고, 자동차의 수명 주기 동안 최적의 벤팅 성능을 유지하는 데 이상적인 솔루션으로 평가되고 있다. 고어는 전 세계에 수십억 개의 벤트 제품을 공급하며 자동차 산업에서 가장 신뢰할 수 있는 파트너로서의 명성을 쌓고 있으며, 수십 년간 세계 유수의 자동차 제조사와의 협력 관계를 유지하고 있다.

GORE™ 멤브레인

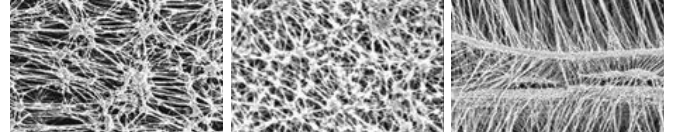


그림 9: ePTFE의 미세 다공성 구조는 다양하고 광범위한 적용 분야에 맞추어 특수하게 엔지니어링될 수 있다.

INTERNATIONAL CONTACTS

호주	+61 2 9473 6800	한국	+82 2 393 3411
베네룩스	+49 89 4612 2211	멕시코	+52 81 8288 1281
브라질	+55 11 5502 7800	스칸디나비아	+46 31 706 7800
중국	+86 21 5172 8299	싱가포르	+65 6733 2882
프랑스	+33 1 5695 6565	남미	+55 11 5502 7800
독일	+49 89 4612 2211	스페인	+34 93 480 6900
인도	+91 22 6768 7000	대만	+886 2 2173 7799
이탈리아	+39 045 6209 240	영국	+44 1506 460123
일본	+81 3 6746 2572	미국	+1 410 506 7812

(주) 고어 코리아

서울시 서대문구 충정로 3가 368 종근당 빌딩 12층

전화 : 02-3149-7670 팩스 : 02-393-1285

E-mail : kr_av@wlgore.com

gore.com/koreaav

산업용으로만 사용 가능합니다. 식품,약품, 화장품 또는 의료기기의 제조, 처리, 또는 포장 공정 용도로 사용할 수 없습니다.

본 자료에 기재된 모든 기술 정보 및 권고 사항은 고어의 경험 및 테스트 결과에 의거하여 작성되었습니다. 고어가 보유한 지식을 기반으로 작성된 본 자료에 대해 고어는 법적 책임을 지지 않습니다. 제품의 정확한 성능은 모든 필요 데이터가 있을시에만 판단 가능하므로 구체적인 적용 분야에서의 제품의 적합성 및 유용성은 개별 테스트가 필요합니다. 상기 정보는 변경될 수 있으며, 사양서의 용도로 사용될 수 없습니다.

고어의 판매 조건은 고어사가 제조한 제품의 판매에 적용됩니다.

GORE 및 디자인은 W. L. Gore & Associates의 등록 상표입니다.

© 2015 W. L. Gore & Associates, Inc.

