



수분이 베어링 파손의 원인이 되는 주된 이유

Jim Fitch

윤활 분야에 종사하는 우리들 대부분은 500ppm 이하 소량의 수분만으로도 구름베어링의 수명을 단축 시킬 수 있다고 종종 이야기해 온 적이 있다. 그러나 이러한 이야기를 뒷받침하기 위해서 참으로 방대한 량의 실험과 분석이 뒤따랐다는 사실을 간과해서는 안될 것이다. 실제적으로 수분에 의하여 베어링 파손에 영향을 받는 것은 오염물질 입자에 의해 파손되는 정도와 비슷하거나 그 이상이다.

그러므로 이 칼럼에서 수분이 단순히 베어링에 해롭다는 사실만을 서술하는 것 보다 어떻게, 왜 수분이 해로운지 그 이유에 대해서 이야기 하는 것이 더 효과적이다. 수분이 어떻게 부식을 야기시키고 파손의 원인이 되는 것을 아는 것이 오일을 항상 청결하고 건조하게 유지해야 된다는 목표 설정에 기여할 수 있고 또 이후에 파손을 분석하고 조사 할 때 도움을 줄 수가 있다. 게다가 수분의 침투를 피할 수 없는 그런 환경의 경우 추가적으로 이러한 수분에 강한 윤활제 선정이라던가, 베어링 및 시일의 적절한 선정에 도움을 줄 수가 있다.

기계에 가장 치명적인 위해요소

수분 보다 더 복잡하고, 집중적이고, 당혹케 하는 오염물질은 없다. 이러한 이유로 수분과 관련된 여러가지 현상들에 대해 연구가 계속해서 진행되고 있다.

수분은 직 간접적으로 기계표면에 손상을 가하기도 하지만, 오일의 조기 산화를 유도해서 이 산화물들과 결합되어 부식성 산화 유체 형태로 존재하게 된다. 또한 산화로 인해 슬러지가 발생되고 오일의 점도가 상승하게 되면 유동성이 떨어지므로 효율적인 베어링 윤활이 저하된다.

파손의 형태들

수소 취성 파손. 이 손상은 대부분의 베어링 제조업체나 마찰학 관련 연구원들이 알고 있는 것 보다 더 심각하고 널리 퍼져있는 현상인데, 이 수소는 물로 인한 부식이나 전기분해에 의해서 발생하게 된다. 수분이 볼 그리고 롤러들 사이에서 모세관 현상으로 미세 피로 크랙의 틈새로 전파된다는 관찰 증거가 있다. 수분이 이 틈새로 들어가 새 금속을 만나면 분해되어 수소가 발생하게 된다. 이러한 현상들이 더 크랙을 유발시키고 고강도 금속의 경우에 있어서 이러한 현상들이 더욱 더 위험해질 수 있다.

극압(EP)나 내마모(AW) 첨가제로부터 황 성분이나, 광유나 환경적으로 발생한 황화합물이 이러한 수소 발생 현상들을 촉진시키기도 한다

부식. 수분은 녹 발생에 크게 기여한다. 베어링 구름요소와 raceway 상의 표면이 부식으로 인해 에칭되었거나 피팅현상이 발생한 경우 마모나 피로 현상을 방지해야 하는 EHD 오일 유막이 이로 인해 파괴될 수 있다.



산화. 많은 경우에 있어서 베어링에 들어가는 윤활유의 양이 한정되어 있으므로 극소량의 산화 방지제만 들어 있게되는데, 떨어져나온 금속입자로 인해 발생된 고온 환경하에서 소량의 산화 방지제 마저 수분에 의해 급속히 소멸하게 된다. 이러한 부정적인 현상에 기인하여 오일의 유동에 방해를 주는 부식,슬러지 바니쉬등이 형성되게 된다.

첨가제 소멸. 우리는 수분에 의한 산화방지제의 소멸 이외에도 성능상 매우 중요한 첨가제 역시 수분에 의해 소멸될 경우가 있다. 내 마모,극압,부식 방지제,분산제와 같은 첨가제 등이 여기에 해당된다. 황 화합물인 EP 첨가제의 경우 수분에 의해서 황산,인산등으로 변환되고 이로인해 오일의 산도(AN)를 증가시키게 된다

오일 유동성 저하. 수분은 높은 극성을 갖는데 이러한 극성이 역시 극성을 가지고 있는 다른 오일 불순물을 감싸게 되어 불순물을 형성하고 이 불순물에 의해 오일 순환 계통의 오리피스나 패킹, 오일 흐름 통로등을 막는 부작용을 초래하기도 한다.

거품발생. 수분은 오일보다 표면장력이 적기 때문에 공기가 흡입이 되면 거품이 발생하게된다. 오일속에 1,000 ppm 정도의 수분만 있어도 베어링 윤활 sump 를 거품옥조의 수준으로 바꾸게 된다. 당연히 공기는 유막을 약하게 하고 온도가 상승하게 되고 결과적으로 산화를 가속시키는 역할을 한다.

불충분한 유막강도. 구름 베어링은 하중하에서 유막을 유지하기 위해서 오일의 점도에 의존하는데,만약에 하중이 크거나, 속도가 느리거나 점도가 너무 낮거나하면 베어링의 피로 수명이 줄어들게된다. 오일이 하중영역에 있게되면 하중을 견디기 위해 유막이 강해지는 반면에 적은 수분 방울이 하중 영역에 들어오게되면 상대 금속면들의 마찰로 인해 쉽게 공극이 없어지게 되거나 고 하중에 의해 과열된 증기 형태로 변하여서 오일 유막을 파손시키기도 한다.

미생물의 오염. 수분은 미생물이나 박테리아의 증식을 크게돕는다. 시간이 지나면 이들이 증식을 하여 필터나 오일 유동 통로를 메꾸는 경우가 발생한다.

수분 세척.그리스가 수분에 의해 오염이 되는경우,그리스가 물러지거나 베어링으로 부터 흘러 나가는 현상이 발생된다.

수분 문제의 명백한 해결책은 사전 예방 조치이다.즉,오일과 그리스를 보호하기 위해서 베어링 속으로 수분의 유입을 방지하여야 하고, 주변의 오염물질로 부터 베어링을 안전하게 지키도록 조치를 강구하는것이 현명한 투자이다.

Please reference this article as:

Jim Fitch, "How Water Causes Bearing Failure". *Machinery Lubrication Magazine*. July 2008