



유압유의 오염제어 (Ⅲ)

(주)유공 윤활유개발과

공 석 수

Ⅲ. 오염물질의 침입

유압장치의 구성부품을 제작, 보관, 조립, 길들이기, 운전 및 보수하는중 노출되어 있었던 모든 환경이 유압장치 오염물의 근원이 될 수있다. 오염물질의 범위는 장비의 생산 및 운전과 연관되어 있으며, 운전환경 역시 시스템의 오염특성에 영향을 미친다.

시스템내에서 오염물질의 형태는 마모형태, 화학반응과 잠입경로등과 같은 침투기구에 따라 달라진다. 시스템의 오염정도는 기계에 대한 지식 또는 경험등의 인적 요인과도 관련된다.

마모 또는 환경의 가혹도가 증대되지 않는다면, 시스템이 운전됨에 따라 오염물질의 침입은 줄어들게 된다. 그러므로 모든 종류의 오염물질이 다 중요한 요인이 되는 것이 아니고, 유압유시스템에서의 주요오염물질이 대개 진단의 인디케이터가 된다.

1. 오염물질의 분류

시스템 오염물질은 근원에 따라 다음과 같이 분류된다.

- 공장내 (Implanted) - 모든 생산과정중의 잔존물.
- 침투 (Induced) - 조립, 보수 및 가혹한 운전중에 인간의 활동 및 무관심에 의해 침입한 물질.
- 생물 (Biological) - 죽거나 살아있는 모든 미생물.
- 혼입 (Ingested) - 환경으로 부터 온 물질(먼지, 수분, 증기, 화학물질등)
- 박리 (Escaped) - 분리기(여과기 또는 합착요소)에서 떨어져나온 포집 오염물질.

이들 분류는 통상 사용하는 제조 (Built-in), 생성 (Generated), 환경 (Environmental)의 분류와는 다르다. 오염관리를 위해서는 주요오염물질로서 반영되는 오염의 원인을 찾아내는 것이 필수적이므로 이러한 관점에서 보면 통상의 분

류는 부적당하다. 예를 들면, 애초에 주위환경으로 부터 야기된 (Ingested) 오염물질이 있을 때, 이를 박리된 오염물질 (Escaped Contaminant) 이라고 규정할수 있다면, 실제 문제점은 필터의 Bypass 또는 surge flow등이라고 규정될 수있을 것이다.

혼입된 (Ingressed) 오염물질은 근원에 관계없이 모든 오염물질을 지칭한다. 기계의 수명 및 기름의 신뢰도에 관한 한, 오염물질의 근원이 아니라 오염물질전체의 침입속도이다. 그러나, 오염물질의 침입을 막기 위해서는 각각의 근원을 제어하여야 하며, 따라서 오염물질의 총체적인 제어는 각각의 근원을 이해하여야만 이루어질 수 있다.

2. 공장내 오염물질 (Implanted Contaminant)

공장내 오염물질을 줄이기 위해서는 먼저 기계부품을 효과적으로 세척하여야 한다. 깨끗하지 못한 부품은 시스템내에 계속적으로 오염물질을 방출하게 된다. 이러한 공장내 오염물질을 줄이는 유일한 방법은 완전히 세척되고 산화에 대한 방지가 잘 된 부품을 사용하여 시스템을 조립하는 것이다.

표준세척절차는 매 공정이 끝날 때 마다 부품을 세척하는 것으로서, 이는 공정별로 표면에 부착되어 있는 오염물질을 제거하는 방법이 다르기 때문에 꼭 필요한 절차이다. 실제로 모든 공정이 끝난 후 한 번에 모두 세척하는것 보다는 매 공정마다 세척하는 방법이 훨씬 더 깨끗한 제품을 만들 수 있다는 것이 경험적으로 알려져 있다.

또한, 정밀세척, 청정도 평가, 표면방지 및 기름의 포장등의 중요성도 인식되어야 한다. 공정별 또는 전체세척 후에는 항상 정밀세척이 뒤따라야 하는데, 예를 들면 청정유로 부품을 세척한 후 초음파 또는 증기 세척이 행해지는 것을 말한다. 부품의 청정도는 SAE Standard RP J1227과 같이 이미 확립된 절차에 의해

평가될 수 있다. 청정도가 만족되면 방청형 R-KO Fluid를 표면에 도포하고, 적절한 포장을 한다.

3. 침투 오염물질 (Induced Contaminant)

기계를 조립하는 인간에 의해서도 시스템의 오염정도가 크게 영향을 받는다. 소위 이상적인 상태의 부품도 조립시 오염될 가능성이 있는데, 예를 들면, 한 부품을 다른 부품과 결합할 때 응착마모에 의해 마모분이 생길 수가 있다. 일반적으로 기계의 파괴로 까지 이르는 경우에는 정상적인 수준이상의 마모분이 생성된다.

이러한 침투 오염물질을 제거하는 방법은 다음과 같은 세척유의 조합으로서 시스템을 세척하는 것이다.

- 고속유체
- 고밀도 유체
- 저점도 유체

즉, 강한 난류로서 세척하여야 한다. 다행이도 효과적인 세척방법이 개발되어 있어 어떠한 시스템도 만족스럽게 세척할 수가 있게 되었다.

조립된 장비내·유압시스템의 청정도를 평가하는 방법으로서 Roll-off Cleanliness Procedure (NFPA T2 - 9 - 8 M - 1979)가 고안되었다. 이 방법은 가동되기 전 모든 기계에 대해 수행되어야 하며, 기계 제작자, 보수 시설, 사용자의 보호를 위해 정기적으로 이러한 테스트를 시행하여 청정상태를 점검하여야 한다.

시스템에 오염물질이 들어오는 또 하나의 길은 신유보충에 의해서이다. 신유라고해서 반드시 깨끗하지는 않다는 것을 기억해야 한다. 아무리 밀봉이 완벽하다 하더라도 운송 및 저장 중 용기내에서의 입자 형성 및 성상은 가끔 문제가 될 수 있다.

첨가제 조성 또한 기름의 적합성관점에서 중요한 요소가 되고 있다. 따라서, 신유를 보충하기 전, 새로운 첨가제를 함유하는 모든 기름에 대해 여과 시험을 실시하여야 한다.

4. 생성 오염물질 (Generated Contaminant)

유압시스템내에서 생성되는 오염물질은 다음의 세가지 마모형태에 의한 것이다.

- 표면 대 표면 (Surface-to-Surface)
- 유체 대 표면 (fluid-to-Surface)
- 입자 대 표면 (Particle-to-Surface)

또한 마모량, 즉 생성된 오염물질의 양은 다음의 요인과 관련이 있다.

- 표면경도, 표면마무리정도, 부하 및 속력
- 유체의 성상, 유통형태, 전해조건, 내마모 특성
- 입자밀도, 경도, 크기, 형태, 농도

표면 대 표면 마모는 Tribological Wear로도 지칭되는 것으로서 다음과 같은 마모형태로 잘 알려져 있다.

- 부식 (Corrosive)
- 응착 (Adhesive)
- Scuffing 또는 Scoring
- 미끄럼 피로 (Sliding Fatigue)
- 구름 피로 (Rolling Fatigue)
- 긁힘 (Abrasive)

이 모든 형태는 인접하는 표면사이의 상대 운동 및 접촉에 의해 생기는 것이다.

유체 대 표면 마모에는 다음과 같은 침식마모 (Erosion Wear)의 형태가 있다.

- Cavitation
- Wire-drawing
- 정전기적 (Electro Kinetic)
- 부식
- 압력에 의한 피로
- 유동에 의한 방출 (Flow Induced Emission)

Wire drawing은 Control Orifice에서 증기압이 높은 유체가 일정속도이상으로 움직일 때 생기며, 압력에 의한 피로 및 유동에 의한 방출은 주로 호스내에서 생긴다.

입자 대 표면 마모는 유체 또는 상대운동하는 표면에 의해 입자가 표면과 격렬하게 상호작용하여 손상을 입힐 수 있는 곳에서는 어느 곳에서나 발생할 수 있으며, 다음과 같은 형태가 있다.

- 입자에 의한 긁힘-두표면사이에 있는 입자
- 입자충돌침식-Abrasion Erosion
- 입자에 의한 피로-구름표면사이의 입자

펌프의 운전시간과 생성 마모분의 관계가 그림 3.1에 나타나 있다. 또한 오염물질의 존재여

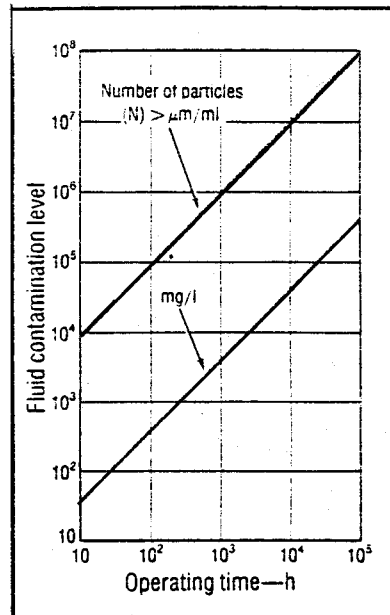


Fig. 3. 1. Pumps generate contaminant particles during system operation.

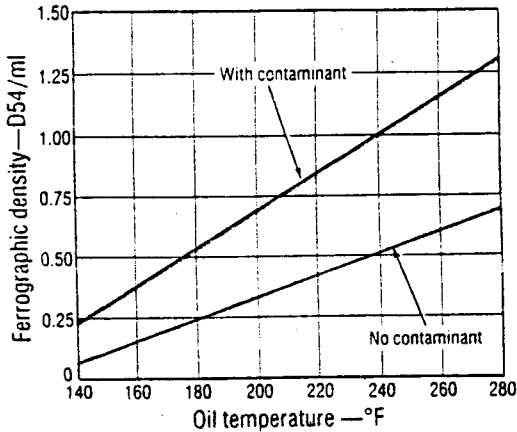


Fig. 3.2. As fluid temperature rises, pumps increase generation of particle contaminants. Fewer particles will be produced, if they are constantly filtered out of the fluid.

부가 마모량에 미치는 영향이 그림 3.2에 나타나 있다.

5. 혼입 오염물질 (Injected Contaminants)

대기중의 오염물질은 통기경로가 있는 곳이면 어디라도 혼입될 수 있다. 일반적으로 오염물질 혼입량은 분위기중의 오염물질 농도에 비례하는 것으로 알려져 있다.

유압실린더의 Rod Wiper Seal의 Ingestion 저항성을 평가하는 방법에는 SAE J1195가 있는데, 이 시험법으로 wiper Seal을 통한 오염물질의 침입도를 구할 수 있으며 따라서 Seal의 사용수명 특성을 알 수 있다. 그림 3.3과 같은 Nomograph를 이용하면 주위환경, Wiper Seal Ingressivity, 일 분당 Rod Cycle Distance를 알 경우 Wiper Seal의 Ingression Rate를 구할 수 있다.

6. 박리 오염물질 (Escaped Contaminant)

이 형태의 오염은 Bypass Valve 또는 필터의 균열등과 같이 필터주위로의 새어나가는 경로에 의해 발생된다. 또한 Surge나 저온시동시 포집된 입자에 걸리는 점성견인력이 필터섬유의 포집력보다 더 크므로 인해 오염물질이 박리되어 발생할 수도 있다.

7. 생물학적 오염물질

미생물은 다른 작은 입자와 같은 물리적 법칙에 따라 거동한다. 그러나 미생물은 번식하고 자기 추진력을 가지고 있으므로, 미생물 성장을 막지 않으면 기름을 부패시키게 된다.

미생물의 성장을 막는 방법에는 살균제를 사용하거나, 미생물의 생존에 필수적인 요소를 제거하는 방법이 있다. 미생물의 침입을 멈추게 할 수는 없을지 모르나, 그들의 성장에 필요한 조건은 제거할 수는 있을 것이다.

(다음호에 계속)

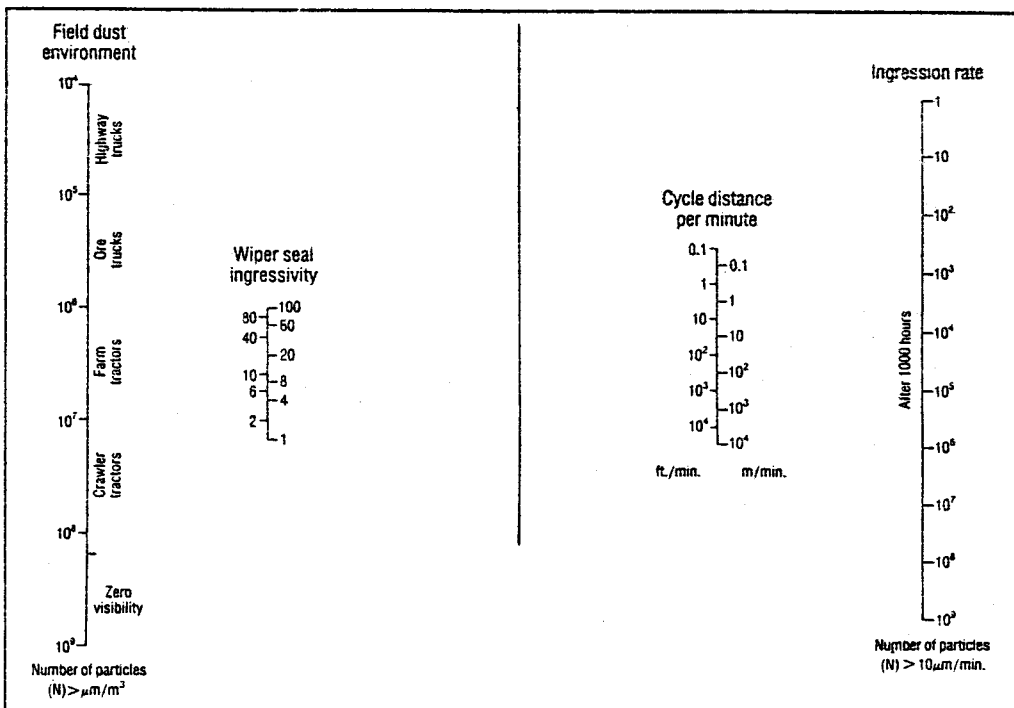


Fig. 3.3. Ingression rate nomograph helps determine ingressivity rate of a wiper seal.