



유압유의 오염제어 (V)

(주)유공 윤활유부 공 석 수

V. 부품의 오염에 대한 허용치 (Tolerance)

유압장치에서의 오염 허용치는 오염에 대한 민감도와 운전조건에 의해 결정된다. 오염에 대한 민감도는 오염에 대한 저항성의 역수로 정의되며 다음 세가지 설계요소의 기능이다. 기본 메카니즘 • 사용부품의 재질 • 가해지는 단위하중

운전조건이라 함은 사용오일의 특성, 시스템의 압력, 온도, 순환속도등을 말한다. 오일의 오염수준은 시스템내로 유입되는 입자와 필터로 제거되는 입자비에 비례한다. 오염허용치가 증가할수록 오염에 의한 마모와 성능저하가 크게된다. 이 결과 그림 1에서 처럼 수명단축과 신뢰도의 저하가 이루어진다.

1. 고유 민감도

오염민감도는 장치고유의 특성이며 수학적으로 모델화될 수 있고 경험적으로도 도출될 수 있다. 오염마모율은 표준 민감도테스트를 통해 어떤 입자크기에서도 결정될 수 있다. 이러한 마모율에 근거하여 엔지니어는 실제운전조건에서 장치의 오염수명을 예측할 수 있다.

유압장치의 오염민감도 테스트 절차는 특히 여러가지 민감도치를 구별할 수 있는 결과를 얻도록 디자인 되었다. 예를들면 각각의 입자크기 범위에 따라 유동성저하율을 플롯팅하면 그림 5.2처럼 민감도를 그리게되며 펌프28은 펌프62보다 큰 민감도를 나타내고 있다.

2. 오메가 평가방법

오염민감도 이론은 지난 수년간 중요한 진보를 이룩하였다. 사용자의 입장에서 볼때 오메

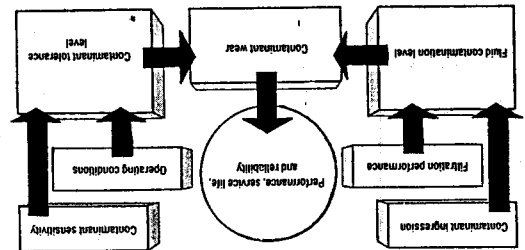


그림 5. 1. 유압유 오염에 관한 주요 요소의 관계

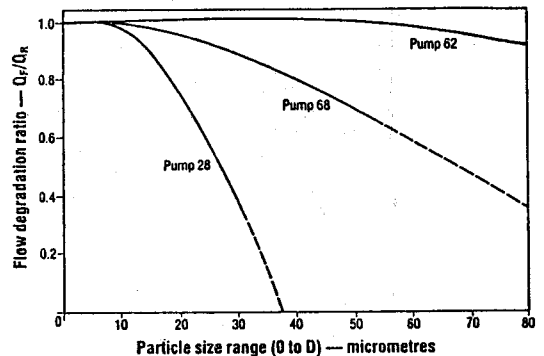


그림 5. 2. 오염에 대한 펌프의 민감도

가 오염허용치 평가방법은 다른 평가시스템에 비해 다음과 같은 몇가지 중요한 잇점이 있기 때문이다.

- 단순 평가시스템
- 사용필터 (Beta Ten)에 직접 관계되는 조건 가정하의 평가치
- 평가치는 시험데이터로부터 생산도표 화하

여 얻을 수 있다.

오메가 평가시스템은 다음과 같은 가정에 기초를 두고 있다.

- 장치의 손상은 오염미립자에 관련이 있다.
 - 현장오염의 강도와 모양은 AC Fine Test Dust와 동일하다.
 - 사용 유압유는 실험실에서와 같다.
 - 오염민감도에 대한 운전압력의 효과는 알려져 있다.
 - 필터 성능은 Oklahoma State University의 Beta Ten Filter 모델에 따르며 실험실적인 성능과 같다.
 - 필터에 순환유동, 서어지유동, 저온시동, 바이패스 유출, 불량 유압유등의 비정상 운전 조건은 고려하지 않는다.
- 오메가 평가 시스템에서 수치가 높을수록 필터의 보호가 요구된다. 유압연구소(Fluid Power Research Center)에서 200개이상의 펌프를 테스트한 결과는 그림5.3과 같다.
- 50%의 펌프는 오메가 평가치가 3 이하이며 90%가 4이하, 10%만이 1.1이하이다.

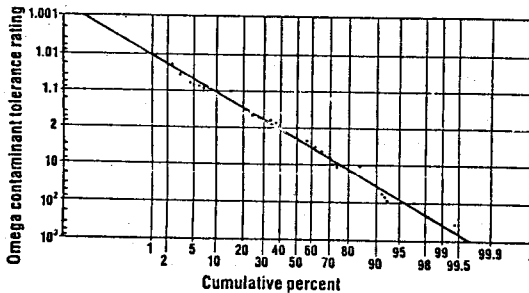


그림 5. 3. 오메가 평가치가 클수록 부품의 오염에 대한 민감도가 크다.

3. 평가 사이의 관계

펌프에 대한 표준 오메가 평가는 160bar의 압력, 10마이크론 이상의 입자가 1억개 유입될때 1000시간 사용할 수 있는 베타 텐(Beta Ten) 필터로 수행된다.

베타텐 평가와 오메가 평가와의 관계는 다음과 같이 파악될 수 있다.

- log-normal 필터모델에 따르면 주어진 베타텐 요소는 시스템에서 필터를 통과하는 유속과 입자유입율이 일정할 때 특정한 오염수준(입자크기 분포)이 결정된다.
- 부품의 오염-마모 계수를 사용하여 오염

수명은 어떠한 유체 오염수준에 대해서도 계산될 수 있다.

• 그러므로 오메가 평가는 단순히 10마이크론보다 큰 입자가 분당 1억개로 유입될 때 1000시간의 오염수명을 갖는 필터의 베타텐 값과 일치한다.

• 계산식과 계산도표는 Fitch의 "Encyclopedia of Fluid Contamination Control"에 주어져 있으며 어떤 일련의 운전조건에서 펌프수명을 구할 수 있다. 시험과정은 꾸준히 발달되어 왔고 고정 배출펌프, 모타, 압력보상 펌프등에 사용되고 있다.

4. 웨로그래피 시험 (Ferrography)

역사적으로 오염 민감도 시험은 부품이 시험 오염물질에 노출시 성능저하를 검사함으로써 수행되었다. 웨로그래피는 마모형 오염민감도를 측정하는 성능저하 보다도 더 민감한 방법이다. 예를 들면 마모에 대한 표준 오염-민감도 시험은 측정할 수 있는 저하치를 얻기위해 300mg/ℓ

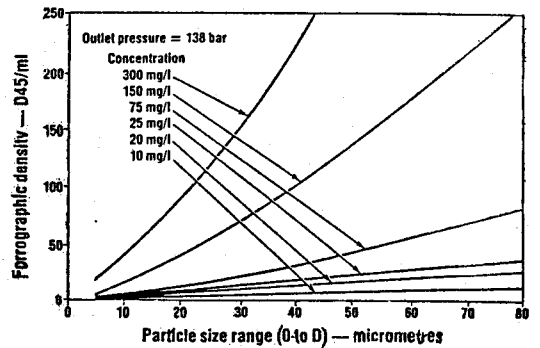


그림 5. 4. 입자크기와 펌프에 노출된 농도에 따른 웨로그래피 민감도

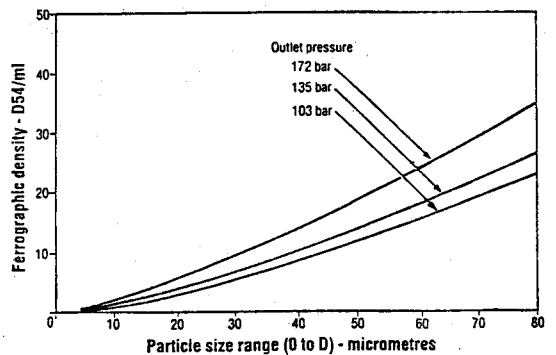


그림 5. 5. 펌프출구압력과 노출입자크기 변화에 따른 웨로그래피 민감도

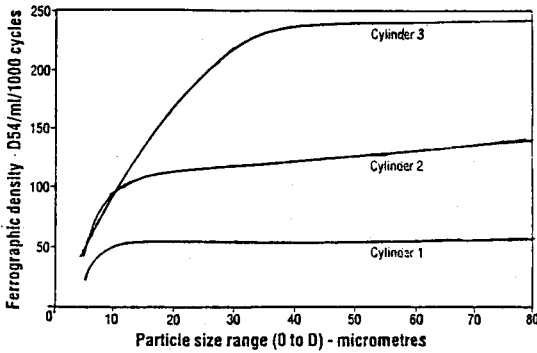


그림 5. 6. 실린더 모양과 노출 입자 크기 변화에 따른 웨로그래피 민감도

의 오염농도의 시료를 필요로 한다. 그러나 웨로그래피를 사용함으로써 단지 10~20mg/l의 오염농도로 여러 변수의 변화에 따라 기인하는 작은 마모율의 변화도 그림 5.4, 5.6에서와 같이 충분히 나타낼 수 있다.

웨로그래피 밀도는 광학밀도계로 측정되며 마모입자의 양과 관계가 있다. 반면 농도 (concentration)는 부품에 노출된 시험더스트 (dust)의 양과 관련이 있다. 웨로그래피는 성능저하에 의해 효율적으로 평가될 수 없는 많은 부품의 평가방법을 제공한다. 그림 5.6의 실린더는 그 좋은 예이다.

5. 밸브손상의 두가지 유형

밸브가 오염물질에 노출될 때 오염간섭과 오염마모중의 하나에 의해 손상될 수 있다. 간섭 유형은 보통 심각한 피해를 초래하는데 실팅 (Silting), 오리피스 차단, 또는 작동불능의 결과를 초래한다. 이 결과로 기계적인 작동과 오일의 흐름에 제한을 받게된다.

마모유형은 점진적인 성능저하이다. 밸브 표면의 마모는 시스템은 정적, 동적 불안정을 초래하며 이 변화는 간섭형 손상만큼 심각하나 보통은 운전자가 예견할 수 있다.

대부분의 밸브는 스톱, 포핏, 플린저, 스프링

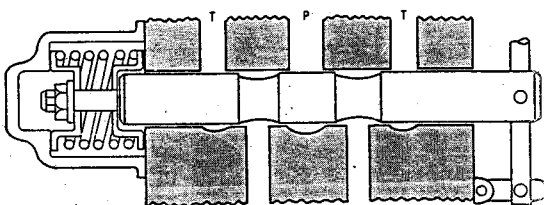


그림 5. 7. 방향조정밸브의 실트면

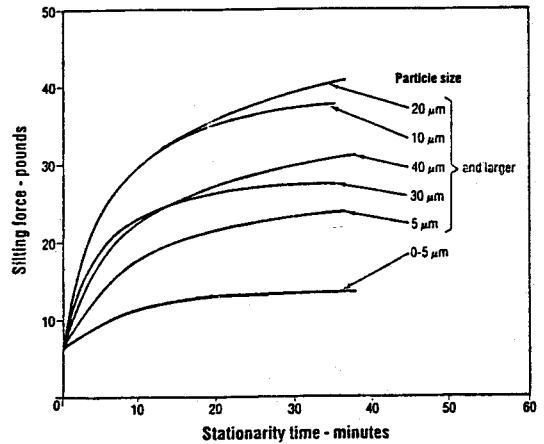


그림 5. 8. 실트 (silt) 력 도표 밸브에서 큰 침전물은 스톱을 움직이는데 큰 힘을 필요로 한다.

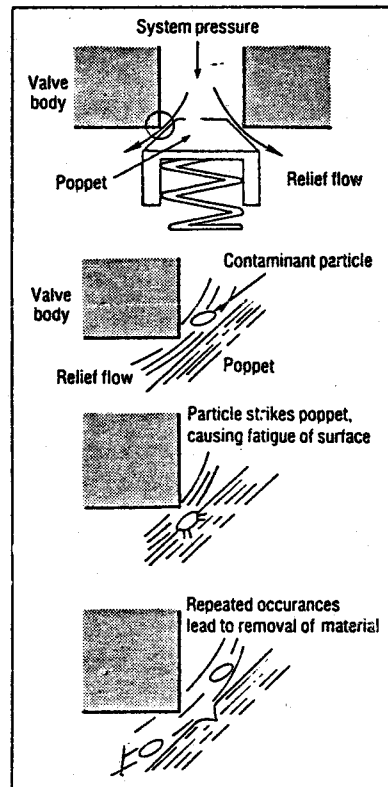


그림 5. 9. 압력 릴리프밸브에서 부식성 마모 진행설명

오리피스 등의 동작부분으로 구성된다. 이 부품들은 오염물질에 의해 동작에 방해받거나 마모된다. 그러므로 오염-민감도 시험전에 밸

브요소는 적당한 손상모드가 평가될 수 있도록 연구되어야 한다.

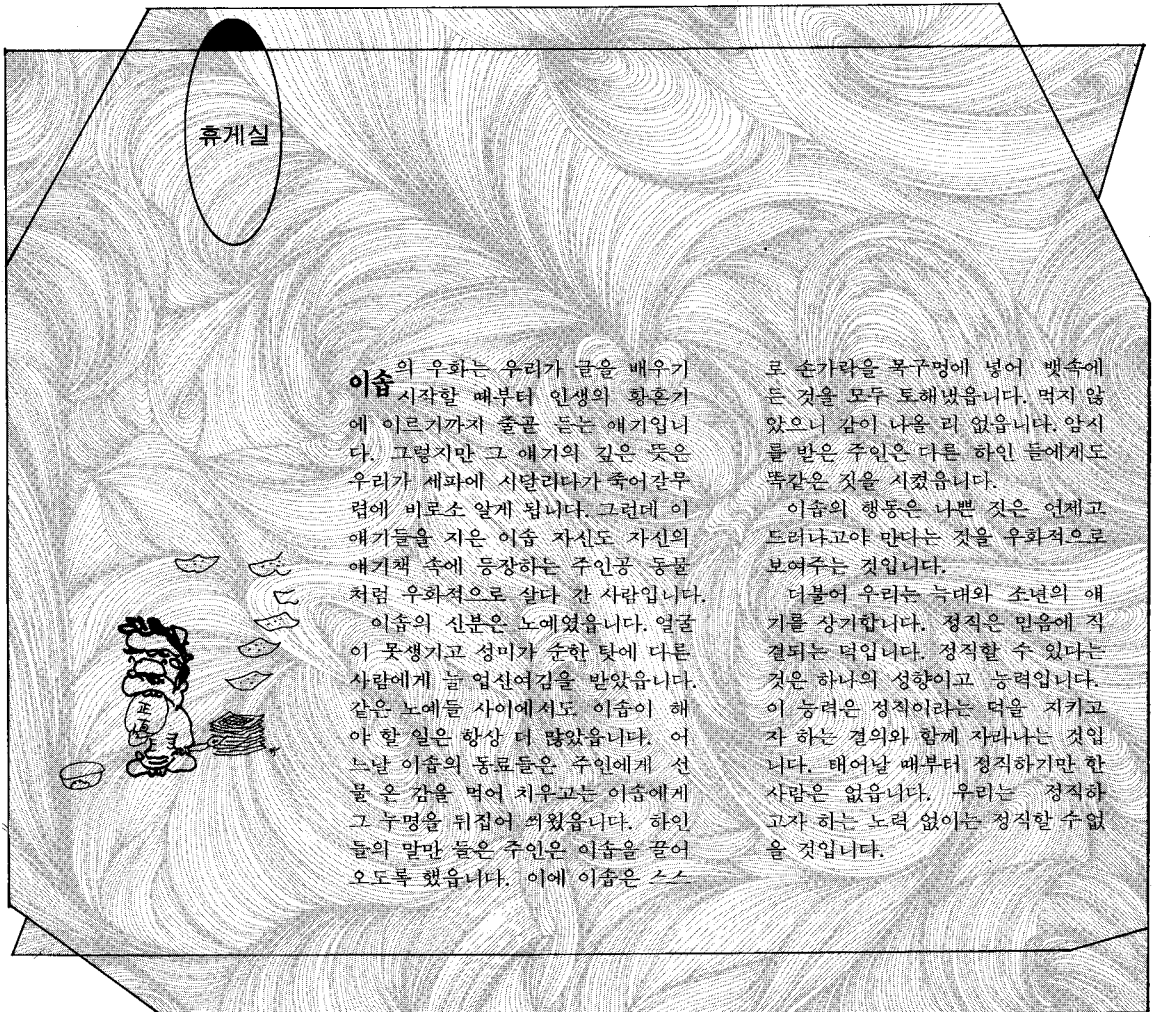
6. 밸브 표면 오염

방향조정 밸브의 중요한 표면은 실트(Silt)면이다. 이 단면은 그림5.7의 밸브내에 고압과 저압사이의 누출통로 또는 간극이다. 테스트 중이 밸브가 일정한 시간동안 정지될 때, 밸브는 여러가지 오염 영역에 노출된다. 밸브의 실팅 또는 오염잠금 특성은 그림5.8의 그래프에서 설명된다. 이러한 데이터로부터 밸브 오메가 평가는 비교적적으로 활용될 수 있다. 밸브 오메가 평가는 오염으로 인해 예상되는 실트(Silt) 힘을 극복하기 위해 스푼(Spool)에 충분한 힘이 전달됨을 확인할 수 있게한다.

입자의 막힘으로 인한 오리피스 차단과 플리머와 콜로이드상의 물질에 의한 폐색은 심각한 결과를 초래하는 간섭유형이다. 이러한 가능성은 억제되지 않은 오염과 Non-newtonian 유체를 생성할 수 있는 첨가제에 의해 더욱 증대된다.

7. 압력-밸브 손상

밸브손상의 마모 유형은 고속유체의 압력조절이 이루어지는 영역에서 특별히 명백하다. 이러한 영역에서 기포입자가 충돌할 수 있고 그림 5.9의 재질 피로현상이 일어난다. 이러한 부식성 마모의 영향은 릴리프 밸브의 성능 변화를 일으킨다. (完)



이슴의 우화는 우리가 글을 배우기 시작할 때부터 인생의 황혼기에 이르기까지 출몰 듣는 얘기입니다. 그렇지만 그 얘기의 깊은 뜻은 우리가 세파에 시달리다가 죽어갈 무렵에 비로소 알게 됩니다. 그런데 이 얘기들을 지은 이슴 자신도 자신의 얘기책 속에 등장하는 주인공 동물처럼 우화적으로 살다 간 사람입니다. 이슴의 신분은 노예였습니다. 얼굴이 못생기고 성미가 순한 탓에 다른 사람에게 늘 업신여김을 받았습니다. 같은 노예들 사이에서도 이슴이 해야 할 일은 항상 더 많았습니다. 어느날 이슴의 동료들은 주인에게 선물은 감을 먹여 치우고는 이슴에게 그 누명을 뒤집어 씌웠습니다. 하인들의 말만 들은 주인은 이슴을 끌어오도록 했습니다. 이에 이슴은 스스

로 손가락을 목구멍에 넣어 뱃속에서 것을 모두 토해냈습니다. 먹지 않았으니 감이 나올 리 없습니다. 암시를 받은 주인은 다른 하인들에게도 똑같은 짓을 시켰습니다. 이슴의 행동은 나쁜 짓은 언제나 드러나고야 만다는 것을 우화적으로 보여주는 것입니다. 더불어 우리는 늑대의 소년의 얘기를 상기합니다. 정직은 믿음에 직결되는 덕입니다. 정직할 수 있다는 것은 하나의 성향이고 능력입니다. 이 능력은 정직이라는 덕을 지키고자 하는 결의와 함께 자라나는 것입니다. 태어날 때부터 정직하지만 한 사람은 없습니다. 우리는 정직하고자 하는 노력 없이는 정직할 수 없을 것입니다.