

오일 오염 정보 장치 개발을 위한 연구

The Study of Alarm System for Oil Conditions

*#정석규¹, 빈제환¹, 홍준혁²

*#S. K. Jung(sketchbook21@gmail.com)¹, J. H. Bin¹, J. H. Hong²

¹충남대학교 기계공학과, ²충남대학교 기계공학과 BK21 메카트로닉스 사업단

Key words : Oil Condition, Alarm System

1. 서론

윤활유는 기계장치 구동에 필연적으로 사용된다. 윤활유는 열화 등의 원인으로 화학적 조성이 변하는 오염과 수분, 기타 오염 입자에 의하여 오염된다. 이러한 오염의 원인들은 외부적인 요인을 제외하면 대부분 기계의 상태에 따라 일어나기 때문에 인체의 건강을 혈액 샘플을 측정하여 알 수 있는 방법과 같이 기계의 상태를 진단하는데 이용할 수 있다. 대표적으로 윤활유 내의 마모입자를 분석하여 문제가 있는 기계시스템을 파악 할 수 있다.

윤활유 내의 마모입자를 측정하고 분석하는 방법의 대표적인 방법으로 입자계수기 등이 국내외적으로 잘 알려져 있으며, 산업 현장에서 많이 쓰이고 있다.

윤활유가 오염되면 재생 후 연료유로 사용되기도 하며, 재생 방법으로는 활성백토처리법, 감압증류법, 이물질의 제거, 부상원 심분리법 및 유동층 열분해 장치를 이용하여 재생유를 수거하는 방법 등의 연구 결과가 있다. 하지만 오염된 윤활유의 재생 과정은 새로운 환경오염 물질의 발생과 오염물을 처리하는 과정에 필요한 불필요한 에너지 소비로 인한 경제적인 문제 등이 있다. 이에 윤활유의 오염을 적절히 제거하여 윤활유의 수명을 늘리기 위한 연구가 진행되어 상용화 제품이 현장에서 쓰이고 있다.

윤활유의 화학적인 변화인 열화를 제외한 수분에 의한 오염과 오염입자에 의한 오염을 보다 간편하게 측정하기 위해 연구를 진행하고 있으며, 여러 가지 방법 중 광섬유 센서를 이용하여 광이 투과되는 차이를 측정하여 윤활유의 상태를 진단하는 시스템을 구성하기 위한 기초 연구로 본 논문을 구성하였다. 특히 본 논문에서는 윤활유가 순환하는 상태에서 오염원으로 수분이 일정 비율로 첨가될 때 시간에 따른 오염도의 변화를 측정하여 정리 하였다. 이는 다양한 상황에서 사용되고 있는 윤활유의 상태를 진단하기 위해 추후 측정 신호의 분석을 하기 위한 자료가 될 것으로 생각한다.

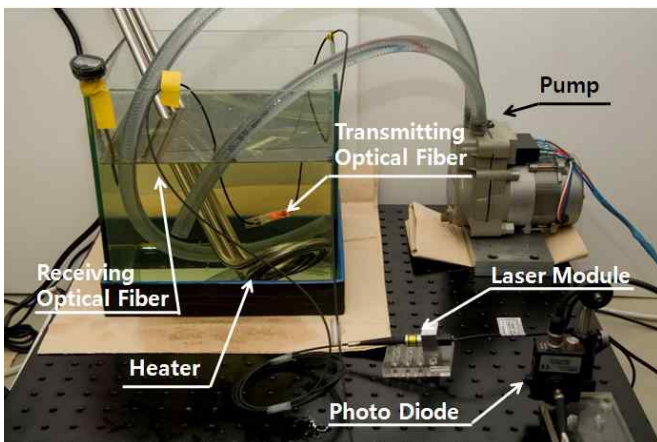


Fig. 1 Experimental setup

2. 이론적 배경

오일 내에 오염물질이 있을 경우 일정한 세기를 가지고 그 속을 투과하고 있는 광은 그 세기가 줄어들게 된다. 광은 오일 내의 오염입자의 표면과 충돌하여 산란하거나, 흡수 되어 광의

세기가 감소하게 된다. 오염 입자의 크기가 클수록 반사에 의한 광 감쇠가 대부분 일어나게 되며, 오일 내에 존재하는 수분입자도 투과하는 광의 세기를 줄어든게 만드는 오염 입자로 작용한다는 것을 기존 연구의 결과로도 알 수 있다.

Table 1 Technical specs of Oil

Oil name	Houhto Spin 40
Specific gravity(15/4°C)	0.82
viscosity	5
Flash point(°C)	120
Pour point(°C)	Under -35.0
Copper Corrosion	1a
Color(ASTM)	0.5

3. 실험 방법

Fig. 1은 실험 장치를 구성한 모습의 사진이다. 오일이 순환하는 과정 중에 오염이 일어날 수 있는 상황을 재현하기 위한 실험 장치를 구성하였다. 순환펌프를 이용하였고, 수조를 이용하여 기계장치에서 사용되는 오일탱크의 용도로 사용하였다. 오일을 지속적으로 순환시키는 과정 중에 일정량의 수분을 첨가하였다. 수분이 오염원으로 작용하여 오일의 투명도가 변하게 하였으며, 오일의 투명도는 수조에 설치한 광섬유 센서를 이용하여 측정하였다. 10L의 오일에 수분 50ppm의 농도씩 첨가하였다. 실험 상태일 때의 오일 내 수분 함유량을 측정하여 오일 내 포함된 수분의 농도를 정확하게 파악하였다. 사용한 오일에 대한 내용은 Table 1에서 설명하였으며, 실험이 진행되는 동안에는 가열기를 이용하여 오일의 온도를 40°C(±2°C)로 유지하였다.

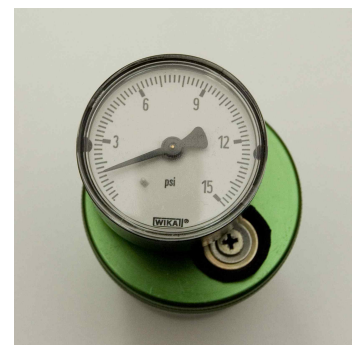


Fig. 2 Water concentration of New Oil

4. 실험 결과

실험 상태에서 오일 내 수분의 농도는 Fig. 2 에서 보이는 것과 같이 160ppm을 나타내었다. 그 상태에서 10L 오일에 대한 수분의 농도 50ppm씩 측정을 하였고, 그 결과를 Table 2 로 정리하였다. 수분이 함유되고 오일의 투명도가 줄어들면서 광 투과량의 변화가 생기게 되면서 포토다이오드를 이용한 광량의 세기는 감소하게 된다. 그 후 감소되었던 광량은 수분이 오일과 결합된 상태의 용해수(dissolved water)에서 점점 수분과 오일이 독립적으로 분리되어있는 상태의 자유수(free water) 상태로 변하게 되어 다시 증가하였다. 광량의 세기 변화는 오일 내 수분이 많이 첨가될수록 천천히 일어났음을 실험 결과를 통해 알 수 있다.

Table 2 DATA of Experiment

ppm	The Time elapsed							
	0min	1min	3min	5min	7min	10min	12min	15min
260	11.4	5.1	3.1	4.3	5.7	7.8	8.9	10.0
310	10.0	2.1	2.8	4.0	5.5	7.5	8.5	9.8
360	9.9	4.3	3.0	3.8	4.9	6.7	8.0	9.5
410	9.7	7.2	3.7	4.1	4.8	6.4	7.6	9.2
460	9.3	4.2	3.2	3.5	4.5	5.7	6.9	8.5
510	8.5	3.8	3.0	3.4	4.2	5.3	6.4	8.1
560	8.2	6.8	4.0	4.1	4.4	5.3	6.2	7.9
610	8.3	3.8	3.1	3.5	4.2	5.2	6.1	7.7
660	8.0	3.7	3.0	3.6	4.2	5.1	6.0	7.5
710	8.3	2.8	2.8	3.3	4.2	5.1	6.2	7.9

수분의 첨가 초기 상태에서는 첨가된 수분의 농도와 측정값과의 연관성이 부족한 결과를 얻었다. 이는 오일 내로 수분이 섞이는 시간이 서로 다르기 때문에 나타나는 일시적인 현상이라고 판단되며, 수분 첨가 5분에서 7분정도가 지나면 오일에 수분이 섞여서 순환하게 되어 측정값으로 변화량의 경향을 확인 할 수 있었다.

Fig. 3은 수분을 첨가하고 5분이 경과했을 때의 각각의 수분 농도에 따른 측정값의 결과이다. Fig. 4는 수분 첨가 10분 후의 측정값이며, Fig. 5는 15분 후의 결과 값이다. 시간이 지남에 따라 점점 측정값이 증가하는 경향을 보이지만 각각의 경과 시간에 측정값은 차이를 보인다. 경과 시간 5분에서 각각의 수분 농도에 대해 일정한 경향성을 보이지 않았는데 이는 앞서 설명한 오일과 수분의 혼합정도가 측정 시마다 다른데서 오는 결과이다. 오일에 충분히 수분이 첨가되었다고 판단되는 10분 이후의 결과에서는 일정한 경향성이 보이고 있음을 알 수 있었다.

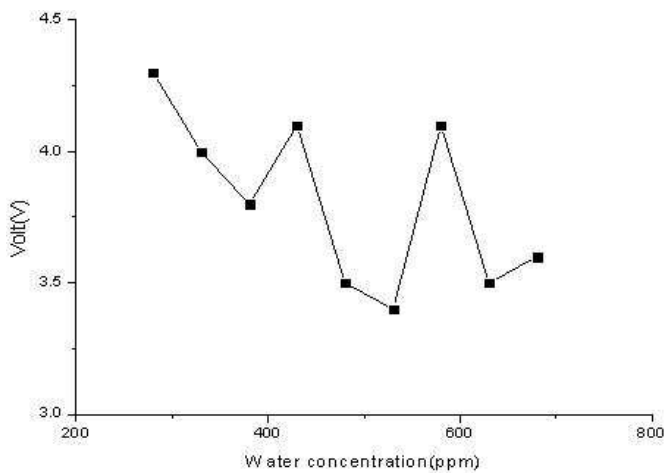


Fig. 3 Graph of 5 min elapsed

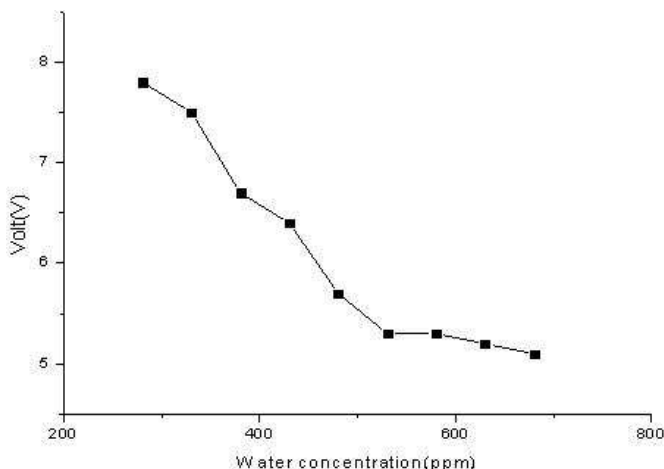


Fig. 4 Graph of 10 min elapsed

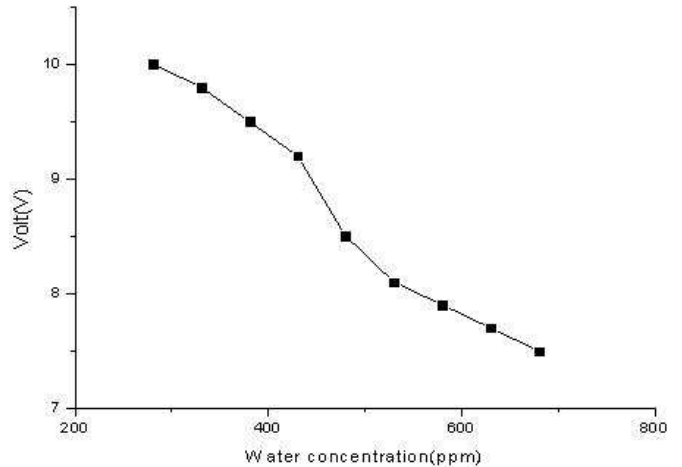


Fig. 5 Graph of 15 min elapsed

5. 결론

오일의 대표적인 오염원인 수분과 오염입자에 대한 오염도를 간단한 장치로 모니터링하기 위한 시스템을 구성하기 위한 기초 실험으로 오일이 순환하고 있는 기계장치에 수분이 오염원으로 첨가됨으로 오염되는 상태를 시간에 따라 측정하였다.

오일에 수분이 오염원으로 첨가되는 상황에서 5분 이하의 시간에서는 경향성을 찾기 어려웠지만, 시간이 10분, 15분 지남에 따라 수분의 함유량에 따른 결과 값의 차이를 명확하게 구별할 수 있었다.

참고문헌

1. S.H. Jeong, S.J. Park, W.S. Hong, Y.J. Kim, K.H. Goo, "An Experimental Study on the Dewatering from the Waste Lubrication Oil by Vacuum Evaporation," Journal of The Korea Society for Energy Engineering, Vol. 12, No. 3, pp.216-222, 2003
2. S.Y. Cho, C.J. Jang, H. Kong, E.-S. Yoon, H.G. Han, "An Experimental Study on the Light Transmission Characteristics With Oil Contamination," Journal of The Korea Society of Tribologist and Lubrication Engineers, Val. 17, No. 6, pp. 482-489, 2001
3. 도갑수, 백경일, 최균범, "폐유의 연료화 가능성에 관한 연구", 한국폐기물학회지, 제7권, 2호, 101-107, 1990
4. 김동수, "유류 정제시 이물질 제거 방안에 대한 연구", 한국자원재생공상 보고서, 2003
5. Gambhir, SP., "Resource Recovery-Oil from Sludge", Proceeding of the Industrial Waste Conferecne, 23, 1980
6. 한국동력자원연구소, "신 재생 에너지 기술 동향", 동력자원부 보고서, 1989
7. H.C. Van Hulst, Light Scattering By Small Particles, Wiley, New York, 1957
8. T.M. Hant, Handbook of Wear Debris Analysis and Particle Detection in Liquids, Elsevier Applied Science, 1993
9. 신우철, 홍준희, "스텝 인덱스 멀티모드 광섬유의 투광 조도분포 모델링" 한국 광학회지, Volume 17, Number 2, April 2006