

유수분리기의 제작과 성능 평가

Manufacture and Efficiency Evaluation of Oil Water Separator

유연향*, 장동환*, 오무송**, 이은학***, 김태성*

Yu Yeon Hyang, Jang Dong Hwan, Oh Moo Song, Lee Eun Hwak, Kim Tea Sung

Abstract

This paper describes oil water separator using difference of electrical resistor. Oil is a non-conductive element and water is a relatively high conductive element. It is possible to detect water included in oil. Electric sensor is formed 8mm iron stick. Valve is operated With controller inputting signal of electric sensor. A experiment was done for necessary voltage in making program of controller. Oil water separator which was tested in field conditions was saved 7% of whole oil and was drained over 150% water than manual valve.

Key Wards(중요용어) : Electric resistor(전기저항), Electric sensor(전기적 센서), Water separator(유수 분리장치)

1. 서 론.

포항제철이나 광양제철에서 철의 가공 시에 기계를 작동시키기에 따라 각종 윤활유가 쓰이고 있다. 이 윤활유에는 많은 물이 함유된다. 공장에서 윤활유에 함유된 수분을 제거하는 방법으로는 유수 분리기가 쓰이고 있다. 이는 오일탱크에 윤활유를 유입시켜 밑 부분에 가라앉은 물을 수동조작으로 밸브를 조작시켜 개방시켜 물을 제거하는 방법으로 작동되고 있다. 보통 현장에서는 수동밸브가 지하 밑에 있기 때문에 사람이 직접 들어가 수동밸브를 조작하므로 각종 위험이 산재해 있어서 주의를 요하고 있다. 게다가 물의 배출 양을 알지 못한 채 하루에 2번 정도 주기적으로 밸브 조작을 하는 실정이다. 현재 미국에서는 이러한 점을 보완하기 위해 물과 기름의 비

열 차를 이용하여 물을 배출시키는 유수 분리기가 나오고 있으나 가격이 비싸므로 이러한 기계를 우리나라에 들여서 쓰기에는 어려운 형편이다.

따라서 본 논문에서는 물과 기름의 도전성 원리를 이용하여 전기 저항치를 이용한 전기 센서를 통해 물을 감지하도록 하였으며 전기 센서에 의해 유수 분리기의 밸브가 자동으로 작동하도록 controller를 제작하여 인력 소모를 줄이고 각종 위험으로부터 노출을 없애도록 하였다.

2. 수분제거 장치의 제작

2-1. 센서부

논문에서 언급된 센서는 물의 도전성과 기름의 비도전성의 원리에 기초를 두고 있다. 센서 부는 안정 검출 범위가 $\pm 3\text{m}$ 이내, 최대검출범위가 10m이고 검출물체가 물과 오일, 반복성으로는 0.001mm sec이고 주변온도는 5-70도로서 전원전압은 DC 5V인 4개의 센서 봉으로 이루어져 있다. 센서 봉은 직경 8mm의 철제 전극 봉으로서 각각 30cm, 40cm, 50cm, 60cm 의

* 전남대학교 전기공학과
** 조선대학교 컴퓨터공학과
*** : 한라공과대학 전기공학과

길이이다[1]. 그리고 여기에 1mA의 아주 미세한 전류가 흐른다. 센서에 전압이 가해지면 회로 상에는 1mA이하의 매우 미약한 전류가 통전 되어 방폭 규정치 이하를 유지하게 된다. 4개의 센서는 물, 물과 윤활유가 혼합된 에멀전층 및 윤활유 층의 미세한 전압차이를 구분하여 컨트롤러에 보내며 이때의 전압을 본 프로그램에서 처리하여 밸브를 개방시키게 된다.

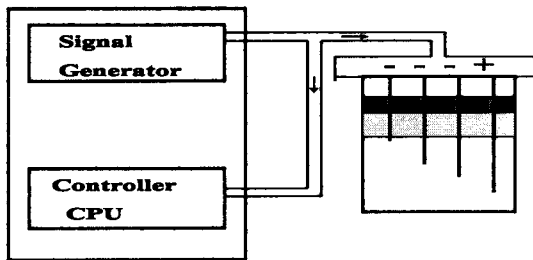


Fig. 1. Circuit of sensor.

2-2. 제어부

제어부는 차단기, Power supply, Controller, Relay 부분으로 구성된다. Power supply에서 AC220V/DC18V의 전압이 공급되며 Controller부분에서 DC5V로 변환하여 출력하게 된다. 센서에서 측정된 전압을 통해 Controller의 CPU에서 프로그램의 연산에 의해 Relay를 작동시켜 밸브를 열고 닫아 물을 배출시키게 된다. 이때 센서 부에서 측정된 전압차를 아날로그의 형태로 감지하여 디지털로 변환한 후 프로그램 상에서 처리하게 된다[2][5].

그림 2는 Controller의 회로도이다. 센서 신호가 입력되면 본 프로그램에서 연산하여 LCD에서 그 측정값을 나타내고 연산된 결과에 의해 유수분리 시스템을 제어한다. 밸브가 작동하면 LED(green lamp)가 점등되고 오류가 발생하면 LED(red lamp)가 점등된다. Relay에서는 증폭된 신호로 오류작동 등과 밸브 작동 등의 스위치 역할을 할 수 있게 한다. 밸브 작동시 입력되는 신호가 일정기간 이상 작동되는 것을 막기 위해 입력된 시간이 지나면 밸브를 닫을 수 있는 타이머를 설치하도록 되어있다.

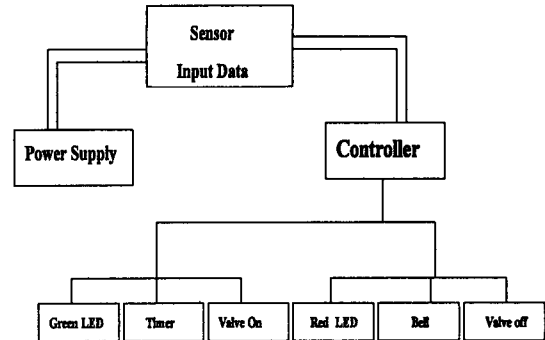


Fig. 2. Circuit of controller board.

3. 전압측정을 위한 실험 및 방법

3-1. 출력전압 변인요소

프로그램 상에 해당 전압을 셋팅 하기 위해서는 출력 전압을 측정해야 한다. 출력 전압을 변화시키는 요인을 2가지로 설정하였다.

1. 윤활유의 종류
2. 오일탱크 속의 윤활유의 동요 정도

윤활유는 종류에 따라 점도와 비중이 다르므로 물과 결합하는 정도가 다르다[3]. 윤활유의 혼합 정도에 따라 출력 전압은 다를 것이다. 다음은 윤활유의 종류에 따른 점도와 비중에 관해 나타낸 것이다.

Table 1. Species of oil

Oil	Specific Gravity	Viscosity
Pressure oil	0.88	ISO VG 150
Machine oil	0.81	ISO VG 32
Compound oil	0.86	ISO VG 68
Gear oil	0.84	ISO VG 46

오일탱크 속의 윤활유의 동요 정도는 오일 탱크로 들어오는 오일의 속도에 따라 탱크내의 액체들이 동요를 일으키는데 이것도 역시 출력 전압을 변화시킬수 있다.

3-2. 실험장치의 제작

오일 탱크 안의 물, 물과 윤활유가 섞인 에멀전층, 윤활유 층의 전압을 측정하기 위해 제작한 실험장치의 주요 구성형태는 표 2와 같다.

Table 2. Specification of experimental equipment

Component	Q'ty	Specification	Remark
Magnetic Stirrer	1	type B Model MS-200	630[W] 220[V], 50/60[Hz] RPM Max 1600
Supporting Stand	1		
Beaker	4	200[cc]	
DC Voltmeter	1		
Sensor	2		30[cm]

그림 4는 표 2로 만들어진 실험장치 회로도이다. 스탠드 옆에 부착된 클램프로 비이커 위에 센서봉을 고정시킨다. 이때 센서봉은 8mm철제로서 30cm 2개이다. 이 센서봉은 컨트롤러 보드와 연결되어 있고 컨트롤러 보드에는 전압입력단자에 직류 전압계가 연결되어 있어서 출력 전압을 읽을 수 있다.

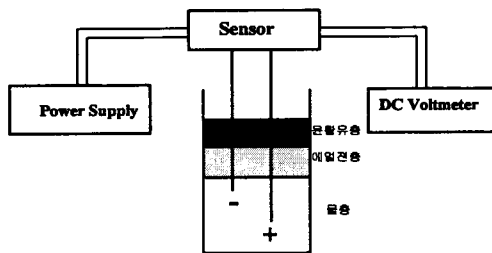


Fig. 3. The circuit of experimental apparatus.

3-3. 시료 제작

200cc 비이커에 물 80cc 윤활유 80cc를 혼합하면 물층 에멀전층 윤활유층으로 분리된다[4]. 윤활유는 광양제철이나 포항제철에서 쓰이는 윤활유를 선정하였으며 유압작동유, 기계유, 합성유, 기어오일로 하였다.

3-4. 실험과정

먼저 4개의 윤활유를 물과 잘 섞은후 물층, 윤활유층, 에멀전층으로 분리가 되도록 한다. 시료를 실험장치로 전압을 측정할 수 있도록 Voltmeter를 컨트롤러 보드 단자에 연결시킨다. 그리고 magnetic stirrer, 클램프가 부착된 스탠드, Voltmeter가 연결된 센서 봉등으로 실험장치를 제작한다. 실험을 시작할 때 컨트롤러 보드에 전원 투입을 시킨다. 그리고 액체 종류마다 비이커 속에 센서 봉의 위치를 달리하여 밑 부분에서부터 전압을 측정한다. 측정이 끝나면 Beaker에 magnetic stirrer를 넣고 auto

mixer위에 놓는다. 전원을 투입한후 선택스위치를 0-4로 돌려가면서 회전수 변화에 따라서 센서 봉으로 전압을 측정한다. 전압 측정후 본 프로그램에 전압을 셋팅해서 실제 장치에 적용을 시켜 전체 시스템의 작동 상황을 관찰한다[6].

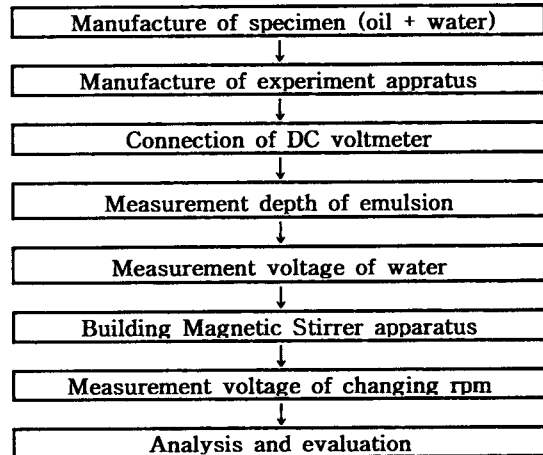


Fig. 4. The experiment process of voltage measurement.

4. 결과 및 고찰

4-1. 윤활유와 물의 혼합 분포

실험상 쓰이는 윤활유는 각각 비중과 점도가 다르므로 물과의 혼합정도도 다르게 나타난다. 각 윤활유를 물과 80cc씩 혼합하여 놓았더니 각각 물과의 혼합정도에 차이가 나타났다. 그림 5은 윤활유 종류에 따른 혼합정도이다. 여기서는 에멀전층이 두꺼울수록 물과 혼합정도가 많은 것을 알 수 있다.

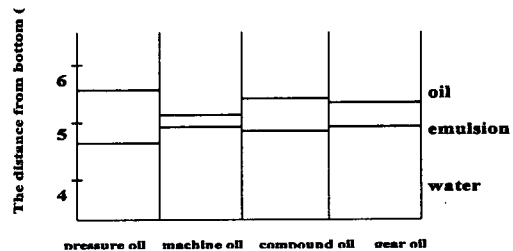


Fig. 5. Emulsion depth of specimens.

4-2. 전압 분포

4-2-1. 윤활유 종류에 따른 전압 분포

윤활유와 물이 혼합된 비이커에 센서봉을 넣어서 윤활유에 따라 전압을 측정하였다. 하나의 센서봉을 에멀전층 밑에 고정시키고 다른 센서봉을 바닥으로

부터 위치를 달리하여 놓고 측정한 것이다. 그림 6에서와 같이 유압작동유, 기계유, 합성유, 기어오일 모두 윤활유층에서는 0V에 근접하게 나왔다. 그리고 에멀전층에서는 급격히 전압이 상승하는 것을 알 수 있다. 물층에서는 대체로 모두 4V이상의 전압이 나타났으며 비이커 밑부분으로 갈수록 전압이 낮아짐을 알 수 있다. 비이커 바닥부분으로 갈수록 전압이 낮게 나오는 것은 비이커 아래 부분에 불순물이 가라앉아 있어서 낮은 전압이 나오는 것으로 사료된다.

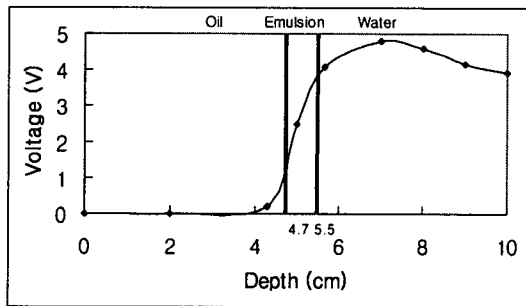


Fig. 6. Experimental results obtained pressure oil.

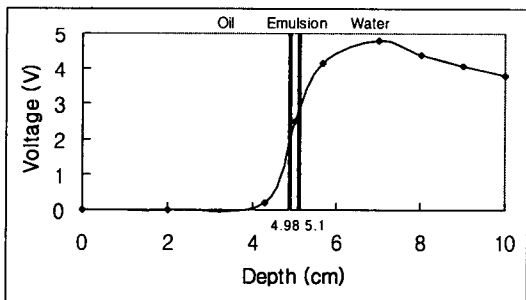


Fig. 7. Experimental results obtained machine oil.

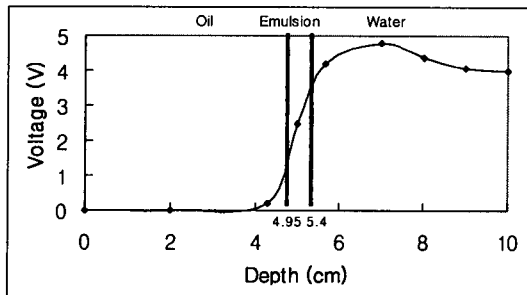


Fig. 8. Experimental results obtained compound oil.

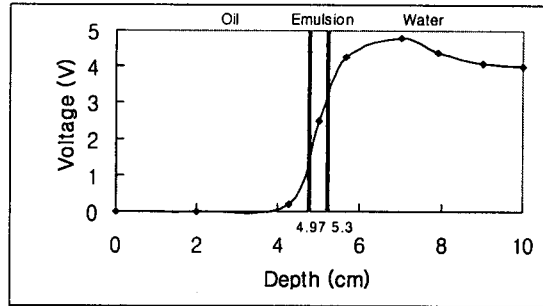


Fig. 9. Experimental results obtained gear oil.

4-2-2. 윤활유 동요에 따른 전압 분포

그림 10은 윤활유의 동요에 따른 전압 분포를 나타내고 있다. 여기서는 하나의 센서봉은 에멀전층 밑에 고정시키고 다른 센서봉은 물의 중간 부분에 놓고 측정하였다. magnetic stirrer의 레벨(0-4)에 따라 회전수가 400rpm, 800rpm, 1200rpm, 1600rpm이 되며 이에 따른 전압 측정 결과이다. 전압 분포는 회전수가 증가함에 따라 전압도 상승하였다. 그리고 2, 3단계에서 증가하여 4단계에서 다소 떨어지는 것을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 윤활유 속에 다소 동요는 있으나 큰 동요에서도 4-5V 사이에서 전압이 측정되는 것을 알 수 있다.

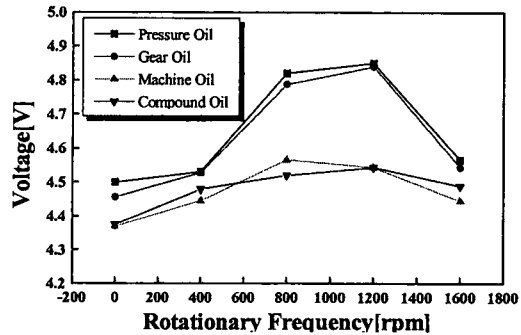


Fig. 10. Experimental results changing rpm.

4-3. 성능 및 평가

본 논문에서 고안한 유수 분리기를 현장 1500 l의 오일 탱크에서 동작시켜본 결과 기존의 수동밸브를 조작할 때보다 밸브 개방 횟수가 1일 2회에서 5회 - 7회로 증가하였으며 기준 한계선이 되면 즉시 물이 배출되었다. 따라서 기계 속으로 윤활유에 수분이 섞인 채 투입되는 양이 줄어들었다.

조작시간은 수동밸브 작동 시에는 1회에 1분으로

서 하루에 20분 정도이나 자동 밸브 조작 시에는 1회 1분 30초로서 하루에 8분 - 10분 정도가 되었다. 이는 수동밸브를 조작하는 사람이 무심코 밸브를 개방해 됨으로서 수분 배출 후 윤활유의 배출로 재생 가능한 윤활유가 낭비됨을 알 수 있다. 보통 현장에서는 1일 약1000ℓ의 윤활유가 흘러나가고 있다.

수분 배출량은 수동 밸브가 95ℓ이었던 것이 자동 밸브 조작 시에 150ℓ가 되었다. 이로서 자동 밸브 조작으로 150%정도의 효율이 높아진 것을 알 수 있다.

Conductivity of mixtures of liquid dielectric", IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol E1-8,Nr 2, June 1973, pp 55-59.

5. Victor, L.S. and Wylie E.B., "Fluid Mechanics," McGraw-Hill Kogaku-sha Ltd., pp.226-227,1967.
6. Colman, D.A., and Thew, M.T., "Correlation of Separation Results from light Dispersion Hydrocyclone," Chem. Eng.Res. Des. Vol. 61,pp.233-240,1983.다.

Table 3. Compare manual valve and auto valve

	수동밸브	자동밸브
밸브 개방 횟수	2회/일	5회 - 7회/일
동작 시간	10분/회	1분 30초/회
수분 배출량	95ℓ	150ℓ

5. 결론

기존의 유수분리기의 수동밸브를 자동으로 작동시키기 위하여 전기저항치를 이용한 유수분리기를 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 에멀전층의 두께를 측정된 결과 최고 8[mm]에서 최저 1.2[mm]의 결과가 나왔다.
2. 윤활유층에서는 0[V] 에멀전층에서는 2.5[V] 물층에서는 4-5[V]의 전압을 산출했다.
3. 기존의 수동밸브 조작보다 자동밸브의 동작을 통해 물의 배출 양이 150% 증가하였고, 전체의 7% 윤활유를 절약할 수 있었다.

참고문헌

1. Pair-Rite Products Corp.1998, ferrite products manual, <http://WWW.fair-rite.com>.
2. C. Strizzolo, J Converti, "Capacitance sensors for measurement of phase volume fraction in two phase Measurement, Vol 42, Nr. 3, Nr. 3, June 1993,pp.726-729.
3. F. Garcia-Golding, M. Giallorenzo, N. Moreno, V. Chang, "sensor for determining the water content of oil in water emulsion by specific admittance measurement", Sensors and Actuators, 1995, pp337-341.
4. T.S. Ramsu, Y. ayarana, "On the evaluation of