

연료유 및 윤활유 전처리용 원심분리식 청정기에 관한 고찰

(주) 알파 - 라발 무역

부장 김 선 일

1. 개요

선박이 목적하는 바를 달성할 수 있도록 하는 것 중에서 가장 중요한 위치에 있는 것은 주기관 입에는 이론의 여지가 없다. 선박의 건조가격에서 차지하는 비중이나 운항비에서 차지하는 기관의 연료비나, 보수유지를 위한 지출경비 등 어느 면에서나 단연 막중한 위치에 있다. 이러한 점을 감안할 때, 경제적인 선박운항을 위하여는 기관의 선택, 각 계통의 합리적인 방법 채용 및 엄격한 관리 등이 필연적이다.

이 중에서도 연료유 및 윤활유계통의 전처리에 관한 것을 살펴보고자 하며, 특히 오늘날 많이 채택, 설치하고 있는 원심식 청정기에 대하여 상술함으로써 관심있는 분이나, 관련 종사자의 이해를 돕고자 한다.

2. 박용유류종의 불순물과 그 영향

가. 연료유

1) 침전물과 수분

연료유에 들어 있는 이물질은 먼지, 수분, 모래, 녹 등이 있고, 이러한 물질은 분사노즐을 막히게 한다. 이 중에서 수분이 1% 이하일 때는 연소에 미치는 영향이 미미하나, 그 양이 많아지면, 특히 해수분이 많으면 매우 심각하게 되며, 그 영향은 다량의 나트륨, 칼슘 및 무기염류가 물의 증

발시 결정체로 되어 실린더 내에 잔류하게 되고, 이는 내부 마찰부위를 마모시키며 과도한 경우는 연소불량 및 내압감소 등의 원인이 된다.

2) 잔류탄소분

통상 어선에서 사용하는 A 중유의 경우 잔류탄소분은 0.5% 이하로 C 중유보다 적으나, 이 잔류탄소가 연료분사노즐에 고착되면 연료의 무화를 나쁘게 하여 불완전 연소를 일으키게 한다.

3) 유황분 (sulphur)

유황분은 연소할 때 이산화황 (SO₂)을 발생하여 저온부에서는 수분에 용해되어 유황산을 만들고, 유황분은 탄화수소와 결합하여 아스팔트분을 형성하므로 연소찌꺼기가 노즐을 막아 분사를 나쁘게 하고 피스톤링의 고착과 실린더 라이너의 과대 마모를 일으키게 한다.

4) 회분

주성분은 규소, 철, 알루미늄 등의 산화물로 윤활유의 유막과 혼합하여 실린더 내에 남아 실린더 라이너, 피스톤링, 배기밸브 등에 유해한 영향을 준다.

나, 윤활유

1) 침전물과 수분

각종 이물질은 스트레이너의 폐쇄를 일으키고, 윤활부에 이르러서는 유막을 손상시키거나 마모를 일으킨다. 또한 함유된 수분은 윤활유와 혼합하여 유막의 형성을 방해하거나 유막을 파괴하여 심각한 사고의 원인이 되기도 한다.

2) 연소개스

어선인 경우 기관의 대부분이 트렁크형이므로 연소가스가 직접 크랭크케이스 내에 유입되어 잔류탄소와 아스팔트분, 유황분, 실리카 및 알미나 성분이 윤활유에 혼합되어 윤활유의 오손 및 열화, 중화부하를 높여 기관에 악영향을 미친다.

3. 전처리의 종류와 효과

전처리의 종류를 대별하면, 필터에 의한 여과, 원심분리방식의 분리, 분쇄방식에 의한 입자의 균질화 등으로 나눌 수 있다. 여기서 필터에 의한 방식은 필터의 망에 의하여 일정한 규모 이상의 물질이 통과하지 못하게 하는 것으로 고전적인 방법이나 현재도 다른 전처리 과정과 병행하여 사용되고 있다.

원심분리방식은 1878년 스웨덴의 기사 구스타프 디 라발 (Gustaf De Lavel)에 의해 개발되어 1910년 중반부터 사용되기 시작하여 오늘날 대형선에는 필수적으로 탑재하는 기기가 되었다.

이 방식은 이물질의 무게에 따라 원심력을 달리하는 성질을 이용하여 청정하는 것이다.

분쇄방식에 의하는 것은 몇 차례의 유투파동으로 사용연료의 저급화에 따라 최근에 개발된 것으로 기관의 이물질 제거라는 개념보다는 연료유 자체의 입자 균일화라는 데 목적이 있는 것이며 일반적으로 호모지나이저 (Homogenizer)라는 이름으로 알려져 있다.

이러한 세가지 전처리방식의 채택에 따른 실선 실험에 의하면 아래표와 같다. (사용 연료유는

IBF-- 180임)

이 표에 나타난 바와 같이 동일 조건에서 원심분리식이 호모지나이저에 비해서는 약 4배의 효과가 있고 필터에 비해서는 약 2.5배의 효과가 있음을 알 수 있다.

4. 원심분리식 청정기

가. 원리

기름을 탱크에 담아두면 각종 기름보다 무거운 이물질들이 침전되는데, 이들의 침전속도는 크기, 밀도 및 기름의 점도에 의하여 결정되며 이물식으로 나타내면 다음과 같이 된다.

$$V_g = \frac{d^2(\rho_p - \rho_l)}{18\eta} \cdot g$$

V_g : 침전속도 (m/sec)

d : 이물질의 크기 (m)

ρ_p : 이물질의 밀도 (kg/m³)

ρ_l : 기름의 밀도 (kg/m³)

η : 기름의 점도 (kg/m·sec)

g : 중력가속도 (9.81 m/sec²)

따라서 침전속도는

-이물질의 크기에 제곱비례하여 커지고,

-기름과 이물질의 밀도차 ($\rho_p - \rho_l$)에 비례하여 커지며,

-기름의 점도에 반비례한다.

그러나 기관이 요구하는 기름의 성질을 얻기 위해서 자연적인 침전으로 효과를 기대하자면 상당한 시간과 대용량의 침전탱크가 필요하게 된다.

전처리 방식별 실선실험

기 관 형 식	출 력	사 용 유	전처리방식	1 천시간당 실린더 마모율
8 K 74EF	13, 600BHP	A유	호모지나이저	0. 33mm
"	"	"	원심분리기	0. 08mm
650VT 2BF	4, 000BHP	B유	원심분리기	0. 09mm
750VT BF	4, 000BHP	"	필터	0. 22mm
6 RD 76	9, 600BHP	A유	원심분리기	0. 08mm
8K 74EF	13, 600BHP	"	필터	0. 22~0. 29mm

제한된 시간과 공간 및 계속적인 진동이 있는 선박에서는 적용하기 어렵다. 이런 어려운 점을 해결하기 위하여 고안된 것이 원심분리방식으로, 이는 중력에 의하여 이물질의 침전을 기다리는 것이 아니라, 밀폐된 용기에 기름을 넣고 고속으로 회전시켜 원심력에 의하여 빠른 속도로 이물질을 외곽으로 모이게 한다.

즉 전술한 방식에서 중력가속도 대신에 원심력을 채택하고 기름의 점도를 낮추기 위하여 가열한다.

나. 종류

기본원리를 근간으로 한 원심분리기의 종류는 원반형(Disc type), 원통주발형(Cylindrical bowl type) 및 병형(Decanter type) 이 있다.

현재 세계적으로 널리 사용되고 있는 것은 원반형이며, 그 처리능력은 원반의 크기, 중심선으로부터의 각도, 회전수, 처리할 기름의 종류 등에 따라 결정된다. 또한 원반형 중에서도 찌꺼기(Sludge)의 배출방법에 따라 다음과 같이 분류할 수가 있다.

1) 수동식(Solid retaining type)

일정시간 청정기름을 작동시킨 후 슬러지가 모인 통을 들어내는 방법

2) 자동식(Self cleaning type)

자동식은 슬러지를 배출하는 것이 청정기 자체에 내장한 장치에 의하여 스스로 배출하는 방법이며, 이 방법은 다시 일체배출식(Total discharge type)과 부분배출식(Partial discharge type)으로 분류된다.

일체배출식(Total discharge type)은 기존의 수동식을 자동식으로 발전시킨 형으로서 슬러지를 배출시킬 때는 기름의 유입이 중지되고, 청정기 내에 있는 슬러지와 기름의 일부가 동시에 배출된다. 이 방법은 유류과동 이후 선박의 운항비중에서 연료유 및 윤활유가 차지하는 비율이 높아짐에 따라 새로운 방식이 요구되게 되었다.

부분배출식(Partial discharge type)은 일체 배

출식에서 발생하는 사용 가능한 기름의 배출을 막을 뿐 아니라 다음과 같은 장점을 갖고 있다.

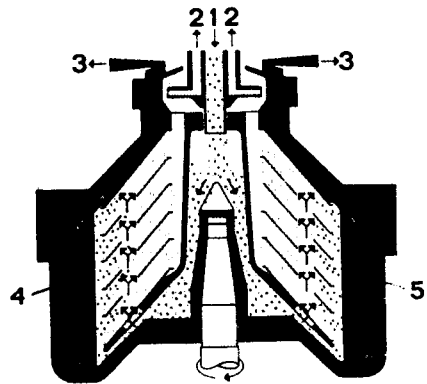
- 확실하고 짧은 배출시간으로 기름손실이 없다. (0.5초에서 0.01초로 줄임)

- 청수의 소모가 준다. (약 75% 감소)

- 온수의 불필요로 3~6 kW의 전력절감.

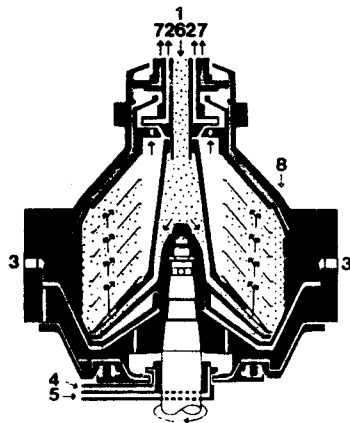
- 배출시간 중에도 처리유를 공급하므로 소형으로도 요구하는 용량을 처리할 수 있는 등, 여러 가지 부차적인 장점을 갖고 있다.

원심분리기의 기본적인 구성은 다음 그림과 같다.



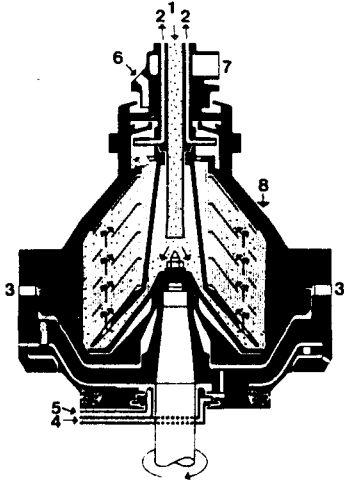
1. Dirty oil in 4. Oil-water interface
2. Purified oil out 5. Sludge
3. Water out

Solid Retaining type



1. Oil inlet 6. Inlet for liquid seal and displacement water
2. Oil outlet 7. Water outlet
3. Sludge outlet 8. Water/oil interface
4. Make-up and closing water inlet
5. Opening water inlet

Total discharge type



- 1. Oil inlet
- 2. Oil outlet
- 3. Sludge outlet
- 4. Make-up and closing water inlet
- 5. Opening water
- inlet
- 6. Inlet for liquid seal and displacement water
- 7. Water outlet
- 8. Water/oil interface

Partial discharge type

5. 어선용 원심분리식 청정기

어선용이라고 하여 특별한 성격을 갖는 것이 아니라, 기존의 청정기는 거의 모두 대형 선박용으로 생산하였고, 용량도 매우 커 소형기관을 탑재하는 어선에 부적합했다. 그러나 어선도 차츰 대형화 되고, 사용연료도 저질화되어 가며, 운영비에서 차지하는 유류비가 커짐에 따라 필요성이 높아졌다.

최근 세계적 청정기 제작사인 스웨덴의 알파-라발 (Alfa-Laval) 사에서 “MMPX”형이라는 새로운 모델을 개발하여 소형 기관을 탑재하는 선박에 공급하기 시작했다.

이 청정기는 앞서 소개한 종류중에서 가장 최근의 부분배출식으로 디젤유 380 cst 이하의 중유 및 윤활유의 전처리에 적합하도록 설계 되어 있어 좋은 호응을 얻고 있다. 참고로 이 형식을 소개하면 다음과 같다.

가. 용량산출식

용량의 산출은 기관의 사양에 따라 결정되며 이의 산출식은 원심분리기의 공식으로부터 유도되어 기지의 요소들을 처리하여 간이화시킨 것이다.

-연료유

$$Q = \frac{N \times b \times 24}{\delta \times T} (e / h)$$

N : 연속최대출력

b : 마력당, 시간당 연료소모율

δ : 연료의 비중

T : 연속운전시간 (MMPX의 경우 23시간)

-윤활유

$$Q = k \times p (e / h)$$

k : 계수 (계수선정표 참조)

p : 연속최대출력

기관형식	사용연료	K 계 수	
		kW	HP
크로스헤드형	HFO/MDO	0.09~0.18	0.07~0.13
트렁크형	HFO	0.30	0.22
"	MDO	0.24	0.17
"	경유	0.18	0.13

윤활유의 청정기 용량 계산에 연료유가 고려되는 이유는, 연소상태에 따라 윤활유에 미치는 영향 때문이다.

상기 식으로서 간단히 연료유 및 윤활유의 청정기용량을 산출할 수 있으며, 관련 펌프의 용량이나 가열기의 용량을 결정할 수가 있다.

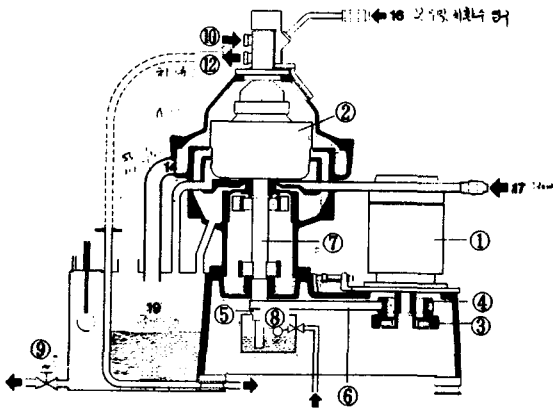
나. 장점

-설치가 간단하고 설치면적이 불과 1㎡ 이내의 소형이다.

-부분배출식 (Partial discharge type)의 특성을 모두 갖추고 있다.

-작동수 제통이 내장되어 보다 간소화 되었다.

-동력전달부가 내부에 벨트로 되어 사고 발생



- | | |
|---------------|---------------|
| ① Electric 모터 | ⑨ Sludge 출구 |
| ② Bowl | ⑩ 처리유입구 |
| ③ 마찰클러치 | ⑪ 처리유출구 |
| ④ 벨트 풀리 | ⑫ Sludge 배출구 |
| ⑤ " | ⑬ 봉수 및 치환수 입구 |
| ⑥ Flat 벨트 | ⑭ Bowl 개방수 입구 |
| ⑦ Bowl 축 | ⑮ 중간 탱크 |
| ⑧ 작동수 탱크 | |

MMPX 구조도

율이 낮으며 견고하다.

-보수 정비가 간단하다.

다. 구조

상부구조는 앞서 나타난 부분배출식의 그림과 같으며, 나머지 부분은 "MMPX" 형만이 갖는 특이한 구조로 되어 있다.

6. 맺음말

기관의 수명연장과 사고방지가 선주의 재산을 보호하고, 나아가서 선원의 생명을 보호하는 것은 두말할 여지가 없는 것입니다. 이를 위한 여러 수단이 강구되겠지만, 이제까지 설명한 청정기의 역할은 이에 더하여 유류가의 변동에 따르는 경제적 부담도 줄여 줄 수 있는 일석삼조의 기기임을 확신하며, 끝으로 선주 여러분의 뽐어를 기원한다.

청결은 내집부터

질서는 내가먼저