



폐유허유 처리기술

한국동력자원 연구소
박 상 도 · 최 익 수

제1장 서론

일반 연료유와는 달리 소모성 물질이 아닌 유허유는 사용중에 차차 변질하여 그 성상이 저하하게 되는데 이와같은 유허유의 열화현상은 유허유 자신이 일으키는 내부변화, 즉 화학변화와 외부적 요인에 의하여 생기는 유허유의 오염등에 기인 하는 것으로 알려져 있으며 열화현상이 발생되면 유허유는 주기적으로 교체하여야 한다. 자동차의 경우 폐유허유의 발생률은 엔진내에서의 자체 손실, 수거물 등을 고려할 때 약 50~60%의 폐유허유가 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 폐유허유의 재정제 이용은 유허유의 출현과 더불어 오랜 역사를 갖고 있는 재생분으로서 재정제 기술은 2차대전시 연구노력의 결과로 대단한 발전을 가져와 재정제유의 시장 점유율이 한때 상당한 '수준에 이른때도 있었으나(1960년대, 미국의 경우 최고 18%) 그이후 석유값의 하락 및 고체폐기물의 공해문제, 저품질에 기인된 시장확보 문제, 폐유허유 수집문제 등으로 상당히 위축되었었다.

그 이후 선진외국에서는 환경보존 및 자원절약의 측면에서 보다 경제성이 좋고 공해문제가 발생되지 않는 새로운 폐유허유 처리 기술을 개발하고자 APR(Association of Petroleum Re-refiners)와 같은 협회를 조직하여 환경보존, 수집방법, 처리기술등을 유기적으로 연구하여 왔다. 이와같은 일련의 꾸준한 연구노력의 결과로 새로운 공정들이 연구개발 및 상업화 되고 있으며 특히 이중 KTI에서 개발한 공정은 년산 20,000t의 규

모로 상업화 공정이 그리이스에 조업되고 있는 실정이다.

한편 국내에서도 1960년대에 폐유허유의 재정제에 관심을 가져 KIST²⁾와 민간업체에서 한때 연구된바 있으나 재래식 방법인 산/백토 처리에 용제추출이 첨가된 것으로써 실용화된 예는 아직 없었다. 현재 국내에서는 회수 가능한 약 150만 드럼의 폐유허유중 일부만이 재래식 공정인 산/백토 공정을 통하여 재정제 이용되고 있고 대부분은 B:C유 대용 및 B:C유와 혼합하여, 연료유로 이용되고 있어 재정제시 부산되는 공해물질 발생과 연소시 폐유허유중에 포함된 금속 마모분, 유황분, 첨가제등이 수질 및 대기오염을 야기시키는 등 극심한 공해분제와 국가적 자원 낭비현상을 초래하고 있다.

또한 폐유허유의 성상을 살펴볼때 폐유허유에는 첫째, 원유내의 유허성분이 10~15%인데 비하여 폐유허유는 약 85%이상의 유허성분이 포함되어 있어 유허기유의 회수율이 높으며 둘째 폐유허유내의 불순물은 유허성분과는 물리 화학적 성질이 달라 비교적 쉽게 분리될 수 있으며, 셋째, 폐유허유는 유허유로서의 부적당한 물질은 이미 열화나 산화에 의해 제거된 상태이므로 재정제가 용이하다는 장점이 있어 여러방법의 재정제 공정이 응용되어 왔다.

당 연구소에서도 1983년 부터 이와같은 제반 문제점을 해결할 수 있는 새로운 공정 연구에 착수하여 5년간 박막증발장치(Thin Film Evaporator)를 근간으로 하는 유허기유 재정제 공정을

연구개발³⁾ (KIER process)하여 실용화 연구에 박차를 가하고 있으며 한편으로는 폐윤활유를 비교적 간단한 공정을 거쳐게 하여 연료유로 정제하는 연구를 수행코자 준비하고 있다.

이와같은 일련의 폐윤활유 처리기술 확립은 현재 국내외적으로 볼때 원유값의 하락으로 재정제의 중요성이 크게 부각 되지 못하고 있는 실정이나 이는 일시적인 현상일뿐 원유값의 상승은 예견되고 있다. 더우기 폐윤활유의 공해문제에 대한 국민의식이 향상되고 있을뿐 아니라 석유자원이 전혀 없는 국내실정을 감안할때 환경보존, 자원절약 측면에서 폐윤활유 처리기술 확립은 반드시 이루어져야 할 부분이라 하겠다.

제2장 폐윤활유 성상

1. 폐윤활유내의 오염물질.

폐윤활유에 함유되어 있는 오염물질들의 종류는 매우 다양한 것으로서 윤활유를 구성하고 있는 윤활기유 성분, 첨가제에 포함된 성분, 사용

과정에서 생성된 물질, 또는 폐윤활유를 수집하고 저장하는 과정중에 이물질들의 혼합에 의해 일어나는 화학적 반응 생성물들로서 구성되어 있다. 예로 미국의 EPA에 의해 연구된 경우를 보면 PCB(Polychlorinated biphenyls)와 같은 성분은 폐윤활유의 24가지 표본중 4가지에서 미량으로 검출되었지만 폐윤활유수집과정에서 이들 표본들의 혼합되므로 일반적으로 폐윤활유 중에는 PCB가 존재한다는 알려져 있다. 최근에 미국의 EPA(Environmental Protection Agency)는 폐윤활유중에 함유된 오염물질들을 PNA(polynuclear Aromatics), Nitrosoamine, Chlorinated Hydrocarbons, Various Trace Metals, Chlorine등으로 분류하고 있는데 이들오염 물질들은 대부분 오일 구성물질 사이에서 화학적 작용(산화 할로겐화)에 의해 생긴것과 첨가제의 분리에 의한 것이다.

또한 엔진오일에 함유되어 있을 것으로 추정되는 구체적인 오염물질에 대한 오염원과 농도범위는 <표 1>과 같다.

<표 1> 폐윤활유중에 함유된 오염물질^{4,5)}

성분	농도 (PPM)		오염원천
	범위	평균치	
Metals:			
Barium	10~1630	820	A.P.
Aluminum	4~41	23	E.W./S.D.
Bromine	9~430	220	
Calcium	969~3986	2478	A.P.
Cadmium	1	1	
Chromium	8~65	37	E.W./S.D.
Copper	0~430	215	
Iron	10~750	380	
Lead	1~13885	6943	E.W./S.D./L.G./C.P.
Magnesium	3~999	501	A.P.
Manganese	1~420	211	E.W./S.D.
Nickel	0~5	3	
Phosphorus	15~1500	758	A.P.
Sulfur	1300~12000	6650	A.P.
Vanadium	0~13	7	
Zinc	20~2500	1260	A.P.

Chlorine	300~3000	1650	
Nitrogen	300~6000	3150	A.P
Semivolatile Organics:			
Phenol	<10~25		P.B.*/O.U.
Pyrene	30~45		P.B.
Benz(a) Anthracene	18~20		P.B.
Benzo(a) Pyrene	<5~<10		P.B.
PCB	<2~8		O.S.
Nitrosoamines	No Data		O.U.
Chrysene			P.B.
Benzo(C) Phenanthrene			P.B.

* A.P.:Additive Package

E.W.:Engine Wear

O.S.:Contamination of Oil from Outside Source

P.B.:Present in Petroleum Base Stock

O.U.:Formed during Oil Use

S.D.:Contamination by Soot Dust

L.G.:Contamination from Leaded Gasoline/Lead-Containing Additives

2. 폐윤활유에 있는 오염물질의 생성과정

폐윤활유에 존재하는 유기화합물로 구성된 오염물질들의 대부분은 윤활기유성분에서 기인되고 사용도중에 반응에 의해 생성되기도 한다. 크랭크실 오일이 오염되는 원인중 물리적인 것으로는 Engine Blow By*로 부터 매연이나 납이 유입되고, 먼지나 대기중의 오염물질의 유입 엔진이 마모된 금속입자들 녹, 불완전연소에 의한 연료, 엔진의 불완전 밀폐로 인한 냉매 또는 Blow By Vapor**에 의한 물의 유입등이 다 있다. 한편 Ba, Ca, Mg, Na, P, Zn은 첨가제에 의해 오염된것 들이다.

* :엔진내에 유입된 가스중 미연소된 것이 실린더 밖으로 빠져나오는 현상

** :엔진내에 유입된 가스중 미연소된 것이 실린더 밖으로 빠져나오는 증기

마모나 오염에 의한 금속류에는 Al, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Pb, Si, S등이 있는데 <표 1>에서 종합한 바와같이 납의 함량이 두드러진다. 이러

한 납은 가솔린에 들어간것이 유입된 것인데, 현재 가솔린의 납함량은 규제를 하고 있을뿐 아니라 무연휘발유로 대체되고 있으므로 <표 1>에 나타나 있는 값보다는 가까운 장래에 낮아질 것으로 예상된다. 한편 공업용 폐윤활유는 그 사용 용도에 따라서 매우 다양한 물질을 가지고 있기 때문에 구체적으로 일반화 할 수 있는 자료가 부족하여 대개 크랭크실 폐윤활유에 준하여 해석되고 있는 실정이다. 그러므로 본 고에서는 특히 EPA에서 인체에 유해한 것으로 규정한 물질에 대해 그들의 개별적인 특성과 현상을 분석함으로써 오염물질의 성질을 이해하고자 한다.

가. PAH(Polynuclear Aromatic Hydrocarbons)

PAH는 윤활기유에 존재하며 오일을 사용하는 동안 새롭게 생성되기도 하는 것으로서 EPA에 보고된 NBS⁶⁾ 분석에 따르면 폐윤활유에서의 BenZo(a) Prene 함량이 신윤활기유에서 발견된 것의 약 900배에 달한다고 하고 있으나 절대량으로는 12ppm으로서 실제 연료유와 비슷한 수준이다.

나. Chlorinated Hydrocarbons⁷⁾

염화탄화수소는 자동차 윤활기유에 존재하는 하이드로 카본 화합물들이 자동차 사용중에 유입된 할로젠 물질과 접촉시 할로젠화 탄화수소가 형성되는 것으로서 실제로 염화탄화수소는 폐윤활유순환과정의 부산물로서 탐지되었던 점을 볼 때 이들 물질중 몇가지는 오일 사용중에 생성된 것이 아니라 오일교환 동안 혹은 원료저장 탱크에 오염물질로서 유입된 것으로도 추정된다.

다. PCB(Polychlorinated Biphenyls)⁷⁾

전술한 바와 같이 근래의 크랭크실 폐윤활유에는 PCB가 함유되어 있지 않은 것으로 보고되고 있지만 폐윤활유의 수집과 저장 과정중에서 다른 폐윤활유 특히 변압기 오일등과 혼합될때 일반적으로 PCB가 들어 있는 것으로 나타난다. PCB는 건강과 환경에 미치는 영향이 큰 유독성 발암 물질이기 때문에 폐윤활유에는 PCB가 함유되어 있는 것으로 생각하는 것이 바람직하다.

라. Nitrosoamine⁷⁾

Secondary Amines NO₂, NO₃, NO₄와 화학적으로 반응시 형성되는 것으로써 질소화합물과 아민은 폐윤활유에 존재하므로 Nitrosoamines의 형성은 가능하다.

마. 금속⁷⁾

전술한 바와같이 크랭크실 오일의 금속성분들은 첨가제의 일부이거나 내외적 원인의 결과로 생긴 오염물질 들이다.

제3장 외국의 폐윤활유 수집제도 분석.

1. 개요

외국의 폐윤활유 수집제도에 대한 문헌을 이용한 조사에서 살펴볼때 일부 국가들은 폐윤활유의 수거와 재정제 공업에 대해 세금의 일부나 전부를 면제해 주기도 하고 재정적인 지원을 통해 활성화 시키기도 하나 대부분의 국가들이 폐윤활유 수거에 대한 국가적인 계획이 확립되어 있지 않고 지역적으로 개인업체나 공공단체들에 의해 일부 시행되고 있는 실정으로 상당한 폐윤활유들이 버려지고 있거나 태워지고 있음이 보고되고 있다. 특히 공업에 사용된 폐윤활유 수거는 별로 어려움이 없지만 자동차 폐윤활유들의 수거에는 상당한 어려움이 있는 것으로 알려지고 있는데

이는 선진국의 경우 운전자들이 스스로 자동차윤활유를 교체하고 있기 때문인 것으로 풀이된다. 이렇게 발생하는 자동차 폐윤활유는 대부분 버려지고 있는 실정으로 이것에 대해 국가적, 지역적인 단체들은 시민들의 교육과 여러 대비책을 계획하고 있고 한편으로는 진행되고 있음이 조사되었다. 한편 문헌으로 조사해 본 결과, 특색있는 4개국 (미국, 서독, 프랑스, 중공)에 대해 폐윤활유 수집방법에 대해 간단히 고찰해 보고자 하였다.

2. 미국

미국은 1970년대 후반까지도 폐윤활유 수거와 재처리 그리고 안전한 폐기에 대한 국가적인 정책이 없었고 재정제 산업에 대해서도 환경오염 규제와 소비자 보호규제, 세금의 부과등으로 규제가심해 재정제 산업마저 정착하지 못하였었다. 그후 폐윤활유의 폐기에 따른 환경오염 문제가 대두되어 1980년에 “폐윤활유 재처리법”(The used oil Recycling Acts of 1980)이 제정 되었으며 환경보호청(EPA) 주관하에 폐윤활유 재처리에 관련된 기록, 수거 운반 저장등에 대해 모든 System이 운용되어 오고 있다.

3. 서독⁹⁾

서독의 폐윤활유 수거는 1968년에 제정된 폐윤활유 공해대책법을 근거로 시행되고 있는데 그 내용은 윤활유를 생산, 수입, 재정제하는 업체는 생산물의 량에 비례하여 폐유세를 지방자치 단체에 납입 하여야 하며 납입된 폐유세는 폐윤활유 수집 및 재처리 업체에 지원 하는등 정부에서는 정책적인 차원에서 폐윤활유 처리문제에 지대한 관심을 갖고 있다. 또한 폐윤활유를 수집하여 재처리 하는 인가된 업자는 다음사항을 의무적으로 실행하여야 한다고 규정하고 있다.

- 가) 할당된 지역에서 200ℓ 이상의 모든 폐윤활유를 수거 하여야 한다.
- 나) 이물질이 10%이하인 폐윤활유는 무상으로 수거한다.
- 다) 생성된 폐윤활유를 모아두는 업체들에게 적은량도 모을 수 있도록 편리한 폐윤활유 저장용기를 제공 하여야 한다.
- 라) 유럽경제위원회(European Economic Community)에 속해 있는 다른 국가에게 재정

제된 윤활유를 팔았을 때에는 지급된 재정 지원비를 환불 하여야 한다.

마) 10% 이상 이물질이 함유된 폐윤활유를 수거했을 때는 영수증을 교부해 주어야 한다.

위의 의무가 부과된 폐윤활유 수집업자에 의해 많은량의 폐윤활유가 수거되고 있음이 보고되고 있으며 윤활유의 순환경로를 추적하기 위하여 이물질이 10% 이상 함유된 폐윤활유 500ℓ 이상을 발생시킨 업자는 그 폐윤활유를 어떻게 처분 했는지 기록해야 하고 수거자도 유사한 기록을 해야 한다고 한다.

그러나 현재 폐윤활유 수거에 있어서 많은 사람들이 스스로 윤활유를 교체하고 그것에 의해 발생하는 소량의 폐윤활유를 버리는 것에 대한 문제가 야기되고 있어 여러방지 대책이 강구되어 실행되고 있다.

4. 프랑스¹⁰⁾

프랑스에서는 재정제가 가능한 폐윤활유를 작은 난방로나 보일러에 태우는 것을 규제하는 법이 제정되어 있고 폐윤활유 제정제 공업에는 세금이 면제되고 있는데 이것은 한번 세금이 부과된 생산품에 대해서는 다시 세금을 부과하지 않는 프랑스 세금법에 기인된 것으로 이와같은 제도는 폐윤활유로 부터 제정제된 윤활유가 원유에 의해 만들어진 윤활유보다 낮은 가격에 파는 것은 가능하게 했지만 폐윤활유의 폐기를 줄이는데는 큰 도움이 되지 않고 있음이 보고되고 있다.

또한 정부에서는 폐윤활유의 원활한 수거를 위해 지역을 여러군데로 나누어 놓고 자격을 갖춘 폐윤활유 수거자들이 신청을 해오면 자격을 심사해서 그지역에서 3년간의 독점권을 주어 폐윤활유를 수집하여 제정제 업체에 갖다 주도록 규정하고 있는데 이와같은 시스템 도입으로 매년 약 40만톤의 폐윤활유가 수거되고 있는것으로 알려져 있다. 한편 폐윤활유 가격은 행정부에 의해 결정되고 있다.

5. 중국¹¹⁾

중국에서의 폐윤활유 수거는 영토가 넓기 때문에 지방에서 수거된 폐윤활유를 멀리 옮기는 것은 운반비가 많이 드는 등 폐윤활유의 수거에 어려운 점이 많이 있으므로 각 지방에 적당한 크기

의 폐윤활유 제정제 공정들이 약 200개 정도 설치되어 있는 실정이다. 이들 폐윤활유 제정제 공장들 중에 상하이 석유제정제 공장은 규모가 큰 것으로 1978년~1982년 동안 약 52,323톤의 폐윤활유를 수거하여 36,786톤의 제정제 유통제품을 생산했음이 조사되었다. 최근에는 많은 폐윤활유 제정제 공장들이 폐윤활유를 쉽게 수거할 수 있는 도시에 설치되고 있음이 보고되고 있다.

또한 폐윤활유 수거를 증가시키기 위하여 대중 전달 매체를 통한 일련의 선전 활동을 하고 있고 에너지 보존과 폐윤활유 재수거의 중요성을 인식시키기 위해 홍보활동을 계속하고 있다. 그리고 폐윤활유 수거조직을 확립하기 위해 1) 윤활유를 파는 것과 폐윤활유를 수거하는 것의 동시수행 2) 폐윤활유 수거를 원활하기 위한 조직의 확립 3) 폐윤활유가 발생하는 공장에 수거에 관련된 사람의 파견 4) 폐윤활유 판매를 장려하기 위한 보너스 제도 도입과 같은 것을 시행하고자 하는 것이 조사되었다.

제 4 장 폐윤활유 발생량 추정 및 이용현황

1. 미국

폐윤활유 발생량은 윤활유 사용량과 직결되는 것으로써 미국의 경우 1983년 <표 2>와 같이 약 23억 gallon의 윤활유를 사용 하였으며 폐윤활유 발생률은 부문별로 약간의 차이는 있지만 평균 52%의 발생률을 보이고 있고 폐윤활유 총 발생량은 약 12억 gallon에 이른다.

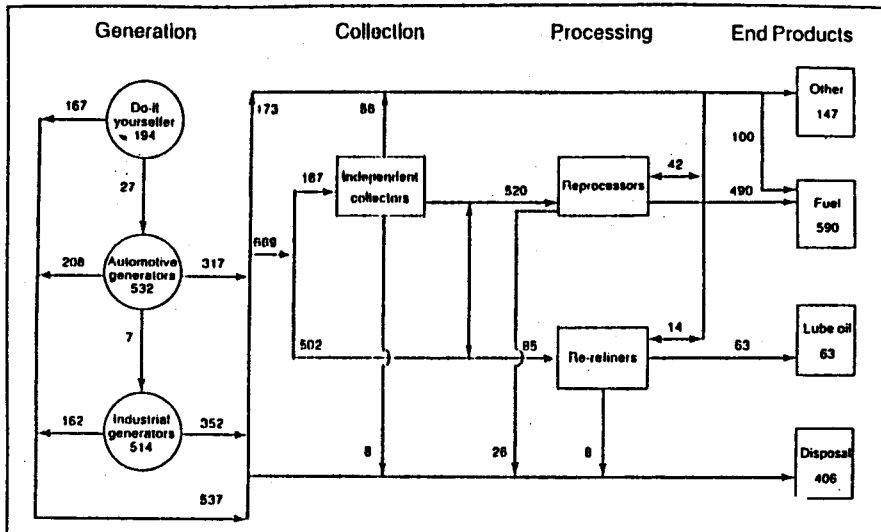
이량중 약 7억 gallon이 자동차용 윤활유였으며 자동차용의 경우 약 56%, 산업용의 경우 48%의 폐윤활유 발생률을 보이고 있다. 수집된 폐윤활유는 [그림 1]에서 보이는 바와 같이 약 50% 정도¹²⁾가 연료유로 정제되어 사용되고 있으며 정제된 연료유는 ASTM 규정 No4, No6의 연료유와 비교될 정도로 양질의 오일로 평가되고 있다. 윤활기유로의 재정제는 약 5% 정도만이 이용되고 나머지는 폐기나 기타용도를 사용되고 있는 실정이다.

[그림 1] 미국의 폐윤활유 이용 현황

〈표 2〉 미국의 윤활유 종류별 사용량 및 폐윤활유 발생량¹²⁾

오일의 종류	신윤활유 (Millongal)	폐윤활유 발생률	폐윤활유 발생량(Millongal)
자동차용 오일			
육상엔진 오일			
개인용			
직접오일교체	357	0.67	239
세차장오일교체	85	0.67	57
상업용			
소형차 및 정트럭	159	0.66	105
트럭과 버스	140	0.59	82
비육상엔진오일	212	0.59	125
Hydraulit fluid	190	0.48	92
그리이스 및 기타	109	0	0
소계	1,251	0.56	699
산업용 오일			
일반산업용	421	0.70	295
산업엔진유	144	0.30	44
금속가공유	163	0.77	125
공정유	298	0.14	43
산업용 그리이스	35	0	0
소계	1,061	0.48	507
합 계	2,312	-	1,206

[그림 1] 미국의 폐윤활유 이용 현황



2. 국내

국내 윤활유 사용량은 1988년 기준 약 240만드럼이 사용되고 있으며 <표 3>¹³⁾과 같이 윤활유 사용량은 매년 약10%의 증가추세를 보이며 증가할

것으로 전망된다. 폐윤활유 발생률도 미국의 경우와 비슷하게 약 50~60%의 발생률을 나타내고 있는 것으로 알려져 있으며 폐윤활유 발생량도 <표 3>와 같이 증가할 것으로 전망된다.

<표 3> 국내 윤활유 사용량 및 폐윤활유 발생량 추정

(단위 : 천드럼)

내역	88	89	90	91	92	93	94	95	평균 증가율(%)
윤활유사용량									
자동차용	1,007	1,079	1,159	1,243	1,331	1,423	1,526	1,638	7.2
선박용	196	211	228	249	271	293	318	345	8.4
산업용기타	1,183	1,365	1,575	1,731	1,903	2,091	2,298	2,517	11.4
소계	2,386	2,655	2,962	3,223	3,505	3,807	4,142	4,500	9.5
폐윤활유 발생율	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	
폐윤활유 발생량	1,241	1,381	1,540	1,676	1,823	1,980	2,154	2,382	

국내에서의 폐윤활유 이용현황은 대부분이 연료로 이용되고 있으며 윤활기유로 재정제 이용이나 거꾸집용으로의 이용현황은 극히 적은량에 불과하다. 그러나 국내에서도 그동안 환경문제에 대한 국민의식의 향상으로 폐윤활유 처리문제가 사회문제화되자 그동안 이용되던 폐윤활유마저도 적절히 처리하지 못하게 됨에 따라 폐윤활유 처리는 시급한 사회문제라 아니 할 수 없다.

제5장 폐윤활유 처리기술

폐윤활유 정제기술은 연료유로의 정제를 위한 비교적 간단한 처리의 연료화 공정과 윤활기유로의 정제를 위한 엄격한 조건의 윤활기유 정제 공정으로 크게 구분된다. 연료와 정제공정은 비교적 간단한 화학단위 공정인 Settling, Centrifugation, Filtration등을 사용하여 연소시 발생하는 유해물질을 사전에 제거시키는 공정이다. 반면에 윤활기유로의 정제공정은 윤활기유로는 적당하지 않는 모든 불순물을 제거하기 위해 감압증류, 용제추출, 화학적 처리등을 사용하는 엄격한 조건의 정제공정이다. 이와같은 연료화 정제공정과 윤활기유로의 정제공정을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1. 연료화 정제공정

연료화 정제공정의 목적은 폐윤활유내에 포함되어 있는 물질중 환경오염이나 연소시 문제를 야기 시키는 물질을 모두가 아니더라도 대부분 제거 시키고자 하는 것이다. 처리방법으로는, Settling, Centrifugation, Filtration의 단위공정과 단위공정의 혼합공정들이 적용된다. 그동안 연구되어온 내용을 검토해 볼때 연료화 정제공정은 크게 2가지 형태의 공정으로 분류하여 볼 수 있다. 즉 settling-centrifugal system과 Centrifugal system으로 분류¹⁴⁾하여 볼 수 있는데 settling-centrifugal system폐윤활유를 settled-filtered-neutralized-demulsified-heated 되어서 filtrate가 또다른 탱크로 보내져 settling 된다음 상등액은 최종 Product로 쓰여지고 바닥 찌꺼기는 다시 원심분리 되어진다. 다른 Process인 Centrifugal system은 폐윤활유를 Settled-filtered-chemically treated-heated-centrifuged 시켜 정제오일의 약 90%는 product로 쓰여지고 나머지는 recycle 되어진다. 일반적으로 연료화 정제 처리방법 및 처리정도는 정제시 요구되는 재정제유의 quality에 비례한다고 볼 수 있다.

2. 윤활기유로의 정제과정.

연료유로의 정제는 고품질의 윤활기유를 만들기야 하므로 heating과 Filtration등의 전처리 공정과 감압증류공정, 백토나 수소화정제 공정, 용매추출공정, 화학적 처리 공정등 비교적 엄격한

단위공정들로 구성되어 있으며 이와같은 단위공정들로 구성된 폐윤활유를 연료유로 정제하는 대표적인 공정들은 <표 4>¹⁵⁾와 같다. 대부분의 공정들은 약 70~80%의 수율을 나타내고 있으며 정제유의 품질은 Virgin oil과 비슷한 성상을 나타내고 있다.

<표 4> 폐윤활유를 윤활기유로 재정제하는 공정

Process	Yield (%)	Energy Required (Btu/gal of product)	Process Complexity	Environmental Considerations	Development Status	Comments
Acid-clay	45-75	12,000	Simple, flexible capacity	Generates large amounts of acidic sludge and spent clay; few emissions	commercial	Recent EPA regulations have closed many facilities; will not accept waste oil containing PCBs
Phillips refined oil process	>90	-	Complex and inflexible; designed for automotive oil	Few emissions; neutral phosphate filter cake is easily disposed of	Commercial	High royalty costs
Kinetics Technology International B.V. process	82	13,000 (At high Volume)	Complex and Flexible	-	Commercial	Will accept waste oil containing PCBs; suitable for continuous operation.
Propane extraction	70-82	≤32,000	Complex; suited for large-scale operations	Generates less acidic sludge, spent clay, and oily waste-water than acid-clay process	Commercial in Europe; no U.S. plants	Will not accept waste oil containing PCBs
Bartlesville Energy Technology Center process	71-75	-	Complex and flexible	Generates organic sludge and caustic effluents; few emissions	Pilot plant	Will not accept waste oil containing PCBs
Resource Technology, Inc., process	75	13,000	Moderately simpler than Kinetics Technology process	-	Commercial (one plant in Calif)	Will not accept waste oil containing PCBs
Distillation with caly filtration	70-75	-	Fully automated and continuous (with Luwa evaporator)	Generates small amounts of spent caly; negligible emissions and effluents	Commercial; three U.S. plants	Will not accept waste oil containing PCBs; Luwa thin film caporator is superior to older Pfaudler thin-film evaporator
Recyclon	70	-	Moderately more complex than acid-clay process	Negligible effluents; few emissions	Pilot plant	-
Krupp Research Institute supercritical process	-	-	Moderately more complex than acid clay process	-	Pilot plant	Will accept waste oil containing PCBs

제6장 결론

1. 폐윤활유내에는 고가물질인 윤활기유가 약 85%정도 함유되어 있으며 불순물은 이미 열화나 산화되어 윤활기유 물질과 쉽게 분리될 수 있다는 장점이 있으며 연소이용시의 문제점을 살펴보면 탄소성분이나 기타불순물질등이 많이 포함되어 있으나 대부분이 연소시킬 때 모든 물질이 연소제거 되므로 실질적으로 제거되어야 할 물질은 많지 않으므로 폐윤활유는 활용가능한 폐기물이라 하겠다.

2. 폐윤활유 처리공정의 확립은 많은 예산과 정책적 뒷받침이 요구되고 있으나 중동사태의 심각성을 고려해 볼때 국제 원유가의 상승은 예견되고 있고 더우기 석유자원이 전혀없는 국내실정과 국민건강 및 국토환경보존 측면을 감안할 때 폐윤활유 처리기술 방안 확립은 반드시 조속히 이루어져야 할 것이다.

3. 폐윤활유 처리기술 확립의 구체적인 안으로는 폐윤활유를 연료유로 정제하는 방안과 폐윤활유를 윤활기유로 정제하는 방안을 모두 확립하여 국제 원유가 동향에 따라 탄력적으로 폐윤활유를 정제이용하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) W.F Van Weenen, "Re-refining plant in Greece, applied by KTI Relube Process." Kinetics Technology International Corporation, The 5th International Conference of used oil Recovery and Reuse, November 17, 1983.
- 2) 한상준외 2인 "내연기관용 폐윤활유의 재생법" 특허공보 제183호(1968)
- 3) 이인철외 6인 "폐윤활유의 재정제에 관한 연구(V)" 한국동력자원연구소, 연구보고서, KE-87-10, 1987.
- 4) F.J. Blatz and R.F. Redall, "Re-refined Locomotive Engine Oils and Resource Conservation." Motor Oils Refining CO. McCook Illinvis 60525, p 619~624.
- 5) M.L. Whisman et al. Waste Lubrication Oil Research:Characterization of Base stocks

from used Lubricating Oils, Part 1 U.S. Energy Research & Development Administration office of Public Affairs, Technical Information Center, June, 1975.

- 6) U.S. EPA, "Report to Congress, Listing of Waste Oils as a Hazardous Waste Pursuant to section 8(2)", Public Law 94-463, E.P.A. SW-909, 1981.
- 7) N.F. Suprenant et al., "The fate of Hazardous and Non Hazardous Water in used Oil Disposal and Recycling." DOE/BC/10375-6 Oct. 1983.
- 8) U.S. Department of Energy, "Program Guide to used oil Recycling" DOE/CS/40402-1, Supersedes DOE/CS-0015, 7-78, 1982.
- 9) Peter C. Knoblock, "Attributes Affecting Do-It-yourselfers Based on European used oil practices.," The 5th International Conference of used oil Recovery and Reuse, November 17,1983.
- 10) W.B. Balker, "Re-refining in Europe", The 5th International Conference of used oil Recovery and Reuse, November 17. 1983.
- 11) Zhong-Zheng Pan & De-Wei Zheng, "used oil Recovery and Reuse in China," The 5th International Conference of used oil Recovery and Reuse, November 17, 1983.
- 12) Composition and Management of used oil Generated in the United States. U.S. Environmental Protection Agency Report PB 85-180297(NOV. 1985).
- 13) 한국윤활유공업협회 자료. 1989.
- 14) Used oil:A Slippery Problem, The Washington Post(Oct. 19. 1986).
- 15) Waste oil:Technology, Economics, and Environmental, Health and Safety Considerations, U.S. Dept. of Energy Report DOE/EV/10450-H2(Jan 1987).