تنقية زيوت المولدات المستهلكة بالاستخلاص المذيبي

تغريد مهدي حميد ، منى محمود خضير ، ايناس جبار ،عقيل طالب جعفر ،حيدر عبد الامير

وزارة العلوم والتكنولوجيا ، دائرة بحوث المواد ، مركز بحوث النفط والبتروكيمياويات،

بغداد–العراق

Tel: 07901259476 , Email: tao_tl5@yahoo.com

الخلاصة

تعد زيوت المولدات المستهلكة وبكميات كبيرة من اهم مصادر التلوث في البيئة وذلك بسبب الكميات الهائلة والسمية العالية للمركبات الموجودة فيها، لذلك فان تنقية واعادة تدوير هذه الزيوت لها فوائد اقتصادية فضلا" عن الفوائد البيئية.

تم اعتماد طريقة الاستخلاص المذيبي في ازالة الملوثات الموجودة في الزيوت المستهلكة وذلك لسهولة هذه الطريقة وبكلفة قليلة .

استعملت مذيبات متعددة مثل 1-بيوتانول، مثيل اثيل كيتون وهكسان لدراسة استخلاص الزيت الاساس من الزيوت المستهلكة وقد تم تقييم كفاءة الاستخلاص بقياس محتوى الرماد في الزيت الناتج بعد تبخير المذيب. وجد ان مذيب 1-بيوتانول هو الانسب في ازالة الملوثات ثم المثيل اثيل كيتون واخيرا الهكسان. ولكون محتوى الرماد في الزيت الناتج من المعاملة مع المثيل اثيل كيتون قريبة من قيمته عند استخدام 1-بيوتانول تم استعمال المثيل اثيل كيتون لكلفته القليلة ولسرعة تبخره وسهولة استرجاعه.

درست الظروف المثلى للاستخلاص والتي تشمل نسبة المذيب الى الزيت ودرجة الحرارة وزمن الاستخلاص وقد وجد ان افضل نسبة هي 4.7 من المذيب الى 1 من الزيت ودرجة حرارة 50 c° ولمدة 30 دقيقة.

وكما درست المواصفات الفيزياوية للزيت المعالج والتي تشمل الكثافة النوعية ، اللزوجة ،درجة الانسكاب ، درجة الوميض ،محتوى الرماد والرقم الحامضي وتمت مقارنتها مع المواصفات الفيزياوية للزيت المستعمل وزيت الاساس.

الكلمات الدالة :زيوت التزييت ،تنقية ،التلوث البيئي ، الاستخلاص المذيبي ،زيوت المولدات ،زيوت مستهلكة

Purification of Generator Waste Oil by Solvent Extraction

Taghreed M.Hameed , Muna M. Khudhair , Enase Jabar , Aqeel Talip. Jafar, Hayder Abd Alameer

Ministry of Science & Technology, Directorate of Materials Research ,Petroleum Research Center, Baghdad-Iraq

Tel: 07901259476 , Email: tao_tl5@yahoo.com

Abstract:

Use lubricant oil is one of the most important sources of pollution in the environment because of the massive amounts and toxicity of the compounds found in it. Therefore, purification and recycling of these oils have economic benefits as well as environmental benefits.

Solvent extraction method was adopted in removal contaminants found in used lubricant oils in order to ease and affordability. Different solvents such as 1 - butanol, methyl ethyl ketone, and hexane were used to study the extraction of base oil from used lubricating oil. The extraction efficiency was evaluated by measuring the ash content in the oil output after evaporating the solvent. It was found that 1 - butanol is best suited to remove contaminants and then the methyl ethyl ketone and finally hexane. Because of close value of ash content of oil resulting from treatment with the methyl ethyl ketone to 1 - butanol , methyl ethyl ketone was used because of low cost, speed evaporation ,and easily retrieved.

The optimal conditions for extraction was studied which include solvent to oil ratio, temperature and time of extraction .It has been found that the best ratio is 4.7 to 1 of the solvent from the oil at temperature 50 ° C for 30 minutes. The physical properties of treated oil were examined which include specific gravity, viscosity, pour point , flash point , ash content and total acid number and were compared with the properties of the fresh and used oil and with base oils.

Keywords: Lubricating Oils, Refining, Environmental Pollution, Solvent Extraction, Generator oil, Used Oil.

المقدمة

تعد الزيوت النفطية المستهلكة من المشاكل البيئية الخطرة اذ وجد ان اللتر الواحد منها يلوث مليون لتر من المياه السطحية عند سكبه بها علاوة على ذلك ان حرق هذه الزيوت تعمل على انبعاث اكاسيد الكبريت والكاربون والرصاص والزنك وغيرها في الجو مما يسبب تأثيرات سلبية على البيئة (أنسان ، حيوان ونبات) (2,1).

تطرح كميات هائلة من الزيوت المستهلكة في العراق وخاصة الزيوت الناتجة من استخدام مولدات الكهرباء بسبب الاستخدام الكبير لها لذلك هنالك فوائد عظمى من اعادة تأهيل وتنقية هذه الزيوت للأغراض الاقتصادية فضلا عن الاغراض البيئية.

تمثل زيوت التزييت النفطية خليط من المركبات الهيدروكاربونية الحاوية على (20-60) ذرة كاربون ولها اوزان جزئية تتراوح(300-750) بدرجات غليان تتراوح (300-650) c° .

تستعمل زيوت التزييت لتقليل الاحتكاك ونقل الحرارة وفي تبريد المحرك وتوفير الحماية للأسطح من الملوثاتونتيجة طول مدة الاستعمال تتغير مواصفات هذه الزيوت بسبب الأكسدة والتحلل الحراري وتاكل المحرك اضافة الى الملوثات الخارجية مثل الغبار والرطوبة ممايتطلب تبديلها بزيت اخرجديد.

هنالك عدة تقنيات لإعادة تنقية الزيوت المستهلكة وتشمل المعالجة الكيميائية كالمعاملة بالحامض والاطيان (3) والمعالجة الفيزيائية كالتقطير والتبخير والترشيح والاستخلاص المذيبي(4,5,6) .

بدأت طريقة الاستخلاص المذيبي تأخذ اهتمام كبير في السنوات الاخيرة وذلك لتجاوزها المخلفات المصاحبة للمعالجة بالحامض عند استخدام المعالجة الكيميائية وكذلك الكلفة الاقتصادية القليلة بالمقارنة مع المعالجات الفيزيائية الاخرى.

هناك عدد من البحوث التي استخدمت طريقة الاستخلاص المذيبي في تنقية واعادة الحصول على الزيت الاساس من الزيوت المستهلكة (7,8) وقد تم تقييم هذه الطريقة لحساب النسبة المئوية لsludge المزال (وهي الشوائب والاصماغ المتراكمة في الزيت نتيجة الاستهلاك) (9) ،وكذلك نسبة الزيت المفقودة وغيرها (10).

ان الهدف من العمل الحالي هو معالجة الزيوت المستهلكة الناتجة من استخدام المولدات الكهربائية باستعمال الاستخلاص المذيبي والحصول على زيت اساس يمكن اعادة ادخاله في انتاج زيوت التزييت وتقييم هذه المعالجة بقياس محتوى الرماد للزيت الناتج لذلك العمل الحالي يشمل ا لخطوات التالية :

1-دراسة تأثير ظروف الاستخلاص وهي اختيار المذيب المناسب ودرجة الحرارة وزمن الاستخلاص ونسبة المذيب الى الزيت في تقليل النسبة المئوية لمحتوى الرماد كمؤشرلتقليل الملوثات الموجودة في الزيوت المستهلكة

2 -دراسة مواصفات الزيت الناتج من عملية الاستخلاص المذيبي مثل الكثافة واللزوجة ودرجة الوميض ونسبة الرماد والرقم الحامضي ومقارنتها مع مواصفات زيوت الاساس stock 40,stock 60والزيت المستعمل.

المواد وطرائق العمل :

1-المواد الاولية :

1-1 – الزيوت النفطية وتشمل :

1-1-1--زيوت الاساس stock 40,stock 60 وهي منتجة في مصفى الدورة

1-1-2-زيت مولدات جديد غيرمستعمل (fresh) وزيت مولدات مستهلك (waste) حيث تم اخذ نماذج من زيت المولدات الجديد من إنتاج شركة (shell) وتم استعماله في مولدة كهربائية نوع400KVA من شركة Perkincompanyلمدة تشغيل 150ساعةحسب توصيات الشركة المجهزة وبعدها تم إجراء الفحوصات للزيت المستهلك وحسب الطرق القياسية كما مبين في جدول رقم (1).

1-2-مثيل اثيل كيتون نقاوة 99% من شركة - Sigma Aldrich

1-3-هكسان نقاوة 99% من شركة Sigma -Aldrich

1-4- 1-بيوتانول نقاوة 99% من شركة - Sigma Aldrich

2- المعدات والأجهزة :

-جهاز قياس اللزوجة الدورانية نوع Brookfield Rotational Viscosity

-جهاز قياس درجة الوميض نوع الكأس المفتوح من شركة Koehler Instrument

- جهاز قياس درجة الانسكاب نوع Koehler Instrument

-مقياس الكثافة Picnometere

- معدات التقطيرالفراغي (عمود تقطير،مضخة فراغية، دورق دائري، محرار)

-معدات فصل وترشيح

-جهاز الطرد المركزي (Centrifuge 2000 rpm/min)

- فرن لاسع درجة حرارة° 750 c

3 – طريقة العمل :

3-1- المعاملة الاولية

تتضمن المعاملة الاولية للزيت ازالة الماء والدقائق الصلبة اذ يزال الماء بالفصل الى طبقتين من الزيت والماء حيث يجمع الزيت المستهلك ويرشح تحت الضغط المخلخل لغرض التخلص من الدقائق العالقة (11) .

3-2 - ازالة المقاطع الخفيفة

تم تقطير الزيت المستهلك الناتج من الخطوة الاولى تحت الضغط الفراغي mmHg5 و درجة حرارة 100c°لفصل المقاطع الخفيفة من الزيت المستهلك الناتجة من التحلل الحراري للمركبات الهيدروكربونية المكونة للزيت.

3-3-الاستخلاص المذيبي

تم اضافة المذيب الى الزيت المستهلك الناتج من الخطوة الثانية بدرجة حرارة معينة ونسبة مزج معينة وكذلك لزمن محدد اما سرعة المزج فتكون ثابتة (400 دورة بالدقيقة)، يترك المزيج لمدة 24 ساعة لينفصل الى طبقتين وسحبت الطبقة السفلية والتي تمثل الشوائب والمواد المترسبة وتؤخذ الطبقة العليا وترشح وبعدها تم تبخير المذيب للحصول على الزيت المعالج وقد تم استخدام عدد من المذيبات مثل 1-بيوتانول ،هكسان ومثيل اثيل كيتون .

3-4-دراسة الظروف المثلى للاستخلاص

تم دراسة ظروف الاستخلاص المثلى وذلك باستعمال نسب مزج مختلفة من المذيب الى الزيت المستهلك (1:3,1:4.7,1:6,1:8) ودرجات حرارة مختلفةc° (30,40,50,60,)ولازمان مختلفة (30,40,50,60 min.) وقدتم تتبع عملية الاستخلاص ودراسته بتعيين النسبة المئوية لمحتوى الرماد ، و تم عمل التجربة وفحص محتوى الرماد لثلاث مرات واخذ المعدل للنتائج المستحصلة .

3-5-قياس النسبة المئوية لمحتوى الرماد (ASTM D482-03) / طريقة العمل:

يؤخذ 2 gm من نموذج الزيت المراد فحصه ويوضع في جفنة خزفية،يحرق النموذج بواسطة مصباح بنزن (burner) ،تترك الجفنة على اللهب الى حين احتراق النموذج بالكامل وتوقف ظهورالدخان منه ثم تترك الجفنة لتبرد وتوضع في فرن لاسع(muffle furnace) بدرجة حرارة 750 c° لمدة ساعتين،بعدها يتم اخراج الجفنة من الفرن وتترك لتبرد ويوزن الرماد المتبقي داخلها . ان الفرق في وزن النموذج قبل حرقه وبعدها يمثل النسبة المئوية للرماد .

النتائج والمناقشة :

تتضمن عملية تنقية الزيت المستهلك بالاستخلاص المذيبي ازالة الشوائب والرواسب بعملية الترشيح ثم ازالة الماء والمقاطع الخفيفة بعملية التقطير بالضغط الفراغي وبعدها يتم معاملة الزيت الناتج مع المذيب المناسب وتم تتبع طريقة التنقية هذه عن طريققياس نسبة الرماد للزيت الناتج واستعماله كمؤشر لاختيار الظروف المثلى للاستخلاص وتنقية الزيت المستهلك للحصول على زيت اساس يمكن اعادة استعماله، شكل رقم (1) .

1- دراسة تأثير ظروف الاستخلاص وتشمل كلا" مما يلي :

1 -1-اختيار المذيب المناسب

لقد تم اختيار مذيبات مختلفة في القطبية وهي البيوتانول الاكثر قطبية و المثيل اثيل كيتون الاقل قطبية والهكسان اللاقطبي لدراسة استخلاص زيوت التزييت المستعملة.(9)

يمثل الشكل (2) التغير في محتوى الرماد مع تغيير المذيبات المستخدمة والذي يبين ان الاساس في اختيار

المذيب المناسب هو ان يذيب الزيت الاساس تاركا" الشوائب والتي تشمل المضافات البوليميرية والمعادن والدقائق الكاربونية وغيرها.

ومن ملاحظة الشكل رقم (2) نجد ان 1-بيوتانول هو المذيب الامثل في ازالة الملوثات اذ ان محتوى الرماد للزيت المستعمل في حالة المعالجة به هو اقل ما يمكن بالمقارنة مع المذيبات الاخرى. ولكون محتوى الرماد للزيت المستعمل في حالة المعالجة للمذيب المثيل اثيل كيتون قريب من قيمته في حالة استخدام 1-بيوتانول فيتم استعمال المثيل اثيل كيتون في الاستخلاص وذلك لكلفته القليلة ودرجة غليانه القليلة وكذلك سهولة استرجاعه.

2-1- دراسة نسبة المذيب/الزيت

تم دراسة تأثير نسبة المثيل اثيل كيتون الى الزيت المستهلك بنسب مختلفة وهي(1:8,1:4.7,1:6.4,1:3) بدرجة حرارة°60c ولزمن . 30 min وبسرعة خلط 400 دورة بالدقيقة كما مبين في الشكل رقم (3).

ومن ملاحظة الشكل رقم (3) نرى ان محتوى الرماد يقل بزيادة نسبة (المذيب : الزيت) ليصل اقل قيمة وهي 0.1048 عند النسبة 4.7 :1ثم يعود فيرتفع محتوى الرماد مع الاستمرار في زيادة نسبة (المذيب : الزيت)

ويمكن تفسير ذلك ان النسبة الاقل وهي 3 : 1 قد لم تستخلص الزيت الاساس كله ثم حدث استخلاص كامل عند النسبة 1:4.7فحدث استخلاص كامل للزيت الاساس اما النسب الاعلى وهي 1:6.4 و1:8فان محتوى الرماد قد زاد وهذا يرجع الى ان الكمية الزائدة من المذيب قد عملت على اذابة بعض الملوثات الموجودة .

3-1- دراسة درجة حرارة الاستخلاص/ تم دراسة تأثير درجة الحرارة على محتوى الرماد للزيت بدرجات حرارة مختلفة c° (30-60) ولزمن.60 min وبسرعة خلط 400 دورة بالدقيقة حسب الشكل رقم (4).

اظهرت النتائج ان درجة الحرارة c° 50 هي الدرجة المثلى للاستخلاص المذيبي والحصول على زيت له نسبة رماد قليلة مقدارها0.01، اما عند زيادة درجة الحرارة الى c° 60 فان محتوى الرماد يزداد وذلك بسبب اذابة بعض الملوثات من الزيت.

4-1-دراسة تأثير زمن الاستخلاص

تم دراسة تأثير الزمن على عملية الاستخلاص المذيبي بأزمان مختلفة تتراوح بين.min(30-60) بدرجة حرارة c°50 وبسرعة خلط 400 دورة بالدقيقة حسب الشكل رقم (5).

اظهرت النتائج ان زمن الاستخلاص .30 min هو الزمن الأمثل للاستخلاص المذيبي والحصول على زيت له نسبة رماد قليلة مقدارها 0.01وان زيادة الزمن تعمل على اذابة الملوثات في المزيج وزيادة محتوى الرماد من الزيت المعالج.

2- دراسة خواص الزيت المعالج بالاستخلاص المذيبي

تم تطبيق الظروف المثلى لاستخلاص الزيت المستهلك وهي استعمال المثيل اثيل كيتون بنسبة 4.7 : 1 زيت وبدرجة حرارة ° 50cولمدة .30 min وتم دراسة خواص الزيت المعالج وتشمل الكثافة النوعية ،اللزوجة ، درجة الوميض ، درجة الانسكاب ، الرقم الحامضي الكلي ، محتوى الرماد ومقارنتها مع زيوت الاساس stock40 و stock60 المنتجة في مصفى الدورة وكذلك مع الزيت المستهلك كما مبين في الجدول رقم (2).

ومن ملاحظة الجدول (2) نرى ان الكثافة النوعية ( ) Specific gravity للزيت المعالج بالاستخلاص المذيبيقد انخفضت من (0.8980) الى (0.8740) وهي قيمة قريبة من كثافة زيوت الاساس stock 60 و stock 40 ومن المعروف ان زيوت المولدات تصنع من مزج كلا" من زيوت الاساس stock 60 وstock 40 وهذا يعني ازالة الملوثات التي كانت تجعل الزيت المستهلك اكثر كثافة (8).

اما بالنسبة للزوجة (Viscosity) فمن المعروف ان وجود الشوائب ونواتج الاحتراق في الزيت المستهلك تؤدي الى ارتفاع قيمتها لذلك نجد ان قيمتها بلغت (95 cst) للزيت المستهلك اما الزيت المعالج بالاستخلاص المذيبي فقد انخفضت لزوجته الى (21.484 cst) ،وهي قيمة قريبة من لزوجة زيوت الاساس . ومن المعروف ان لزوجة الزيت كلما انخفضت كلما زادت كفاءته بالتزييت .

اما بالنسبة لدرجة الوميض(Flash point)فمن المعروف انها تنخفض بوجود الملوثات في الزيت مما يزيد من سرعة اشتعاله اما تنقيته من الملوثات فيؤدي الى ارتفاع درجة الوميض له وبالتالي تاخير اشتعاله وكما نلاحظ من الجدول (2) فان الزيت المستهلك درجة وميضه (179 c°) اما عند تنقيته بالاستخلاص المذيبي فقد ارتفعت درجة وميضه الى (192 c°).

اما درجة الانسكاب (Pour point) فتكون مهمة عندما يكون عمل الزيت تحت ظروف باردة وان نقطة الانسكاب تعتمد على عدة امور منها الزيت الاساس وطريقة تصفيته

وخاصة مرحلة ازالة الشمع dewaxing ومن الجدول رقم (2) نلاحظ ان درجة الانسكاب انخفضت من (13 -) c° للزيت المستهلك الى (17 - c°) للزيت المعالج بالاستخلاص المذيبي وهذا يعني ازالة الملوثات التي كانت تسبب ارتفاع درجة انسكابه .

اما درجة الحامضية (Total acid number)وهي كمية الحامض الموجودة في الزيت ، فمن الجدول رقم (2) نلاحظ ارتفاع في قيمة الحامضية للزيت المستعمل حيث بلغت (2.983) وعادة الزيادة في الحامضية يعود الى نواتج اكسدة الزيت او التلوث بالنواتج الحامضية التي تنتج من الاحتراق اما حامضية الزيت المعالج بالاستخلاص المذيبي فقد انخفضت الى (0.4486)وهذا يشير الى ازالة الملوثات التي كانت تجعل الزيت المستهلك اكثر حامضية .

اما محتوى الرماد (Ash content) وهي كمية المواد اللاعضوية والمعدنية في الزيت فن ارتفاع قيمة ال Ash للزيت المستهلك وقيمتها (1.174) سببها وجود المعادن ومصادرها مختلفة مثل التلوث والصدأ وتفكك المضافات ، وان معادن الصدأ تنتج من احتكاك او تاكلمكونات المحرك كالمكابس والمساند وغيرها او قد تنتج من الاوساخ والتسربات او بقايا المضافات . اما الزيت المعالج بالاستخلاص المذيبي فان قيمة الAsh انخفضت الى (0.01) بسبب التخلص من المعادن الموجودة في الزيت وهي قيمة قريبة جدا من نسبة ال Ash للزيوت الاساس وقيمتها(0.00) .

الاستنتاجات :

1-ان افضل الظروف المثلى في استخلاص الزيت الاساس من الزيوت المستهلكة باستخدام مذيب مثيل اثيل كيتونهي عند نسبة مزج (1: 4.7)مذيب الى زيت ودرجة حرارة 50 c° وزمن 30 min. .

2-تعتبر طريقة الاستخلاص المذيبي فعالة في ازالة الملوثات اذ عملت على تحسين خواص الزيت المعالج وهي الكثافة واللزوجة ودرجة الانسكاب والرقم الحامضي ودرجة الوميض ونسبة الرماد .

4-تم الاعتماد على محتوى الرماد في تقييم واختيار الظروف المثلى للاستخلاص وذلك لبساطة الطريقة وسرعتها ورخص ثمنها بالمقارنة مع الطرق المتبعة وهي حساب النسبة المئوية sludge المزال وكذلك نسبة الزيت المفقودة وغيرها.

المصادر

References

1-Gomez,L.J.J.2004."The Use of Supercritical Fluid Extraction for the Treatment of Oil Contaminated Drilling Waste"M.Sc.. Thesis,Department of Civil & Environmental Eng. ,university of Alberta.

2- Usman , M.A.; Kayoed- Sote, O.G. ,2011,"Reclamation of Used Lubricating Oils", Pet. & Coal , 53(2) , 159-166.

3-Haque, M.N. ; Miah , M.Y.; Ashruf , S.A.; Islam, M.R.; Das , A.k. 2008 ," Effect of Acid Washing and Additives on Qualities of Waste Lubricating Oil" ,Bang.J. Sci.&Indu. 43(4),529-536.

4- Udonne ,J. D.2011, "Comparative Study of Recycling of Used Lubrication Oils Using Distillation, Acid and Activated Charcoal With Clay Methods", J.Pet. Gas& Eng. 2 (2), 12-19.

5- Filho,J.L.A.;Moura,L.G.M.;Ramos,A.C.S.2010 ,Liquid-Liquid Extraction and Adsorption on Solid Surfaces Applied, Braz. J. Chem. Eng. ,27,4.

6- Haussard , M.; gaballah,I.; Donato , P.D.; Barres,O. 2001,"Removal of Hydrocarbons from Water Using Treated Bark ", J. Air & Waste Manage. **51**,1351-1358.

7- Abdel-Jabbar, N.M.; Al -Zubaidy ,E.A.H.; Mehrvar, M. 2010." Waste Lubricating Oil Treatment by Adsorption Process Using Different Adsorbents", World Academy Sci. Eng. Techn., 4 , 2-21**.**

8- Shri, K.C.; Mohan, K.S.;Sakeer, H.M.;Deepa ,P.N.; Sara, V.K. 2014, "Studies on Reuse of Re-Refined Used Automotive Lubricating Oil", J. Eng. Sci.3(6) ,8-14.

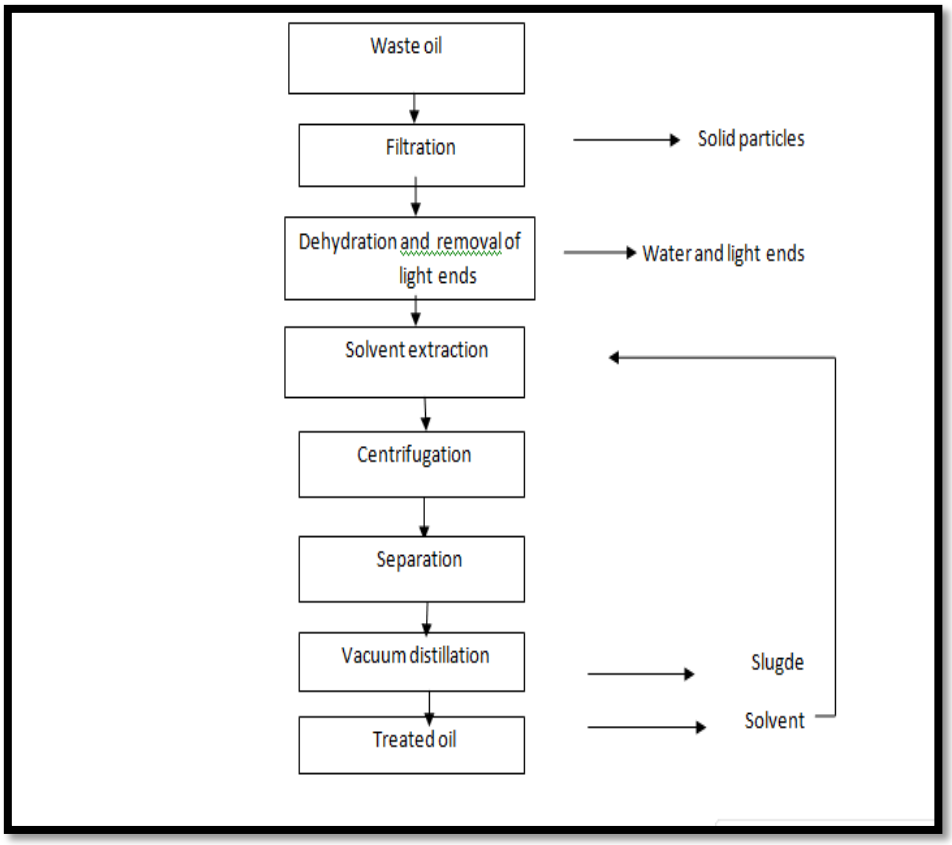
9- Kamal, A.; Khan, F. 2009,'Effect of Extraction and Adsorption on Re-refining of Used Lubricating Oil" ,Oil of Gas Sci, &Techn. , 64 (2), 191-197 .

10- Durrani.HA,PanhwarMI;Kazi . RA,2011,Re-Refining of Waste Lubricating Oil by Solvent Extraction ,Mehran university Research Journal of Eng.&Technology , 30(2),237-246.

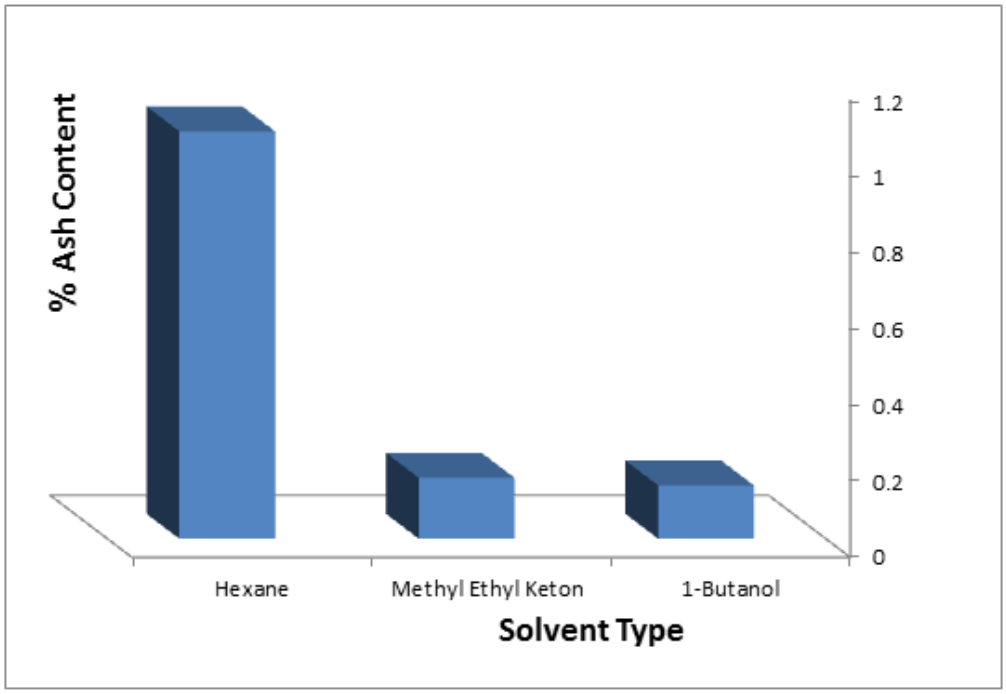
11- Rahman M. ,Siddique T. ,Samdani S. , Kabir K.,(2008), "Effect of Operating Variables on Regeneration of Base –Oil by Conventional Acid-Clay Method",Chem. Eng. Res.Bull., 12, 24-27.

جدول رقم (1) مواصفات زيت المولدات المستهلك وطرق الفحص القياسية

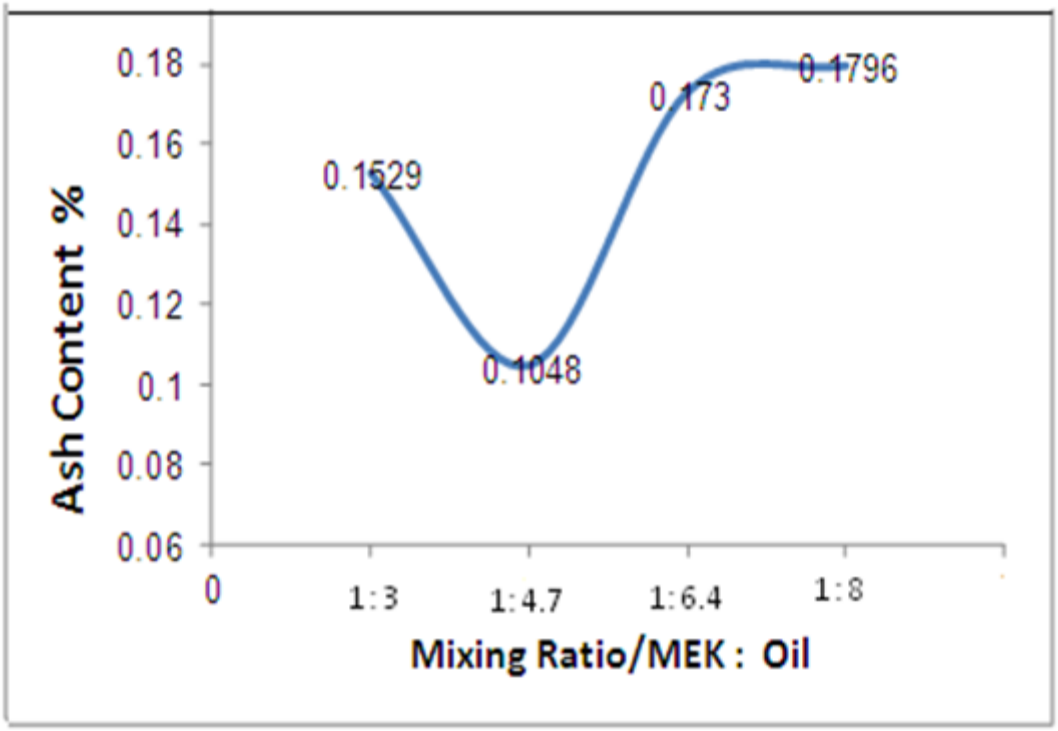
Property	Used generator oil	Testing method ASTM
Specific gravity at 25c°	0.8980	D941-5
Viscosity at40c°,cst	95	D445
Flash point , c°	179	D92
Pour point , c°	-13	D97
Total acid number mg KOH/g	2.983	D974
Ash content , wt%	1.174	D482



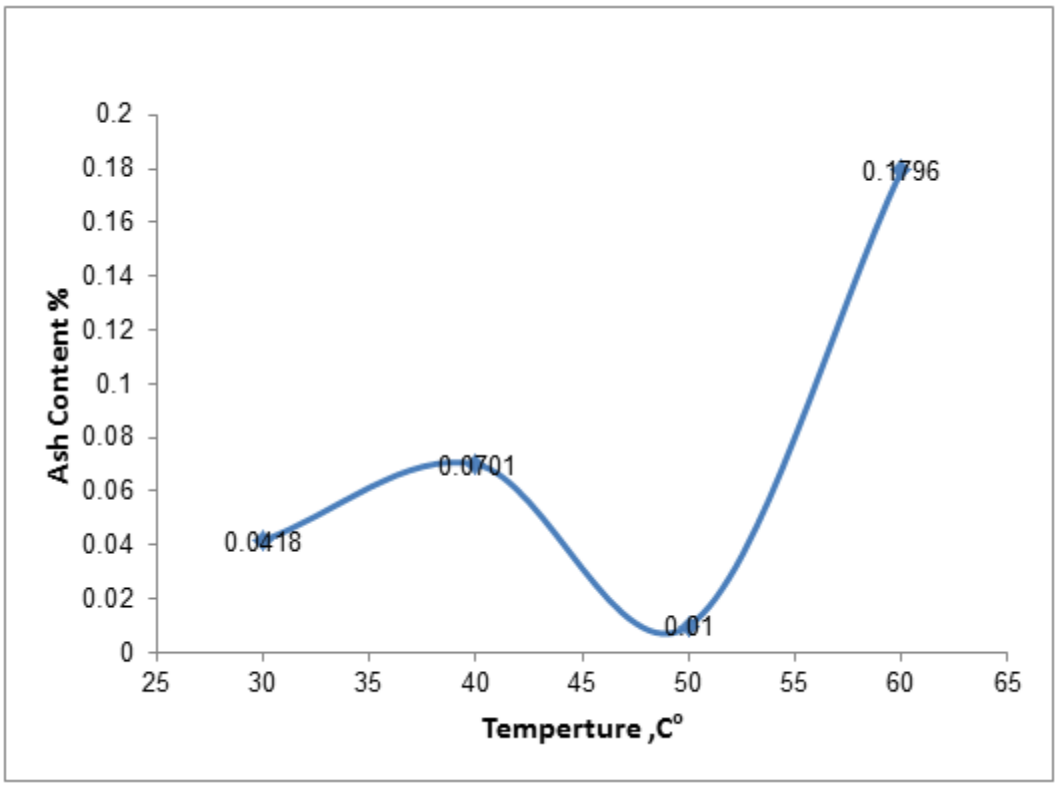
شكل (1) مخطط تفصيلي لعملية تنقية الزيوت المستهلكة بالاستخلاص المذيبي



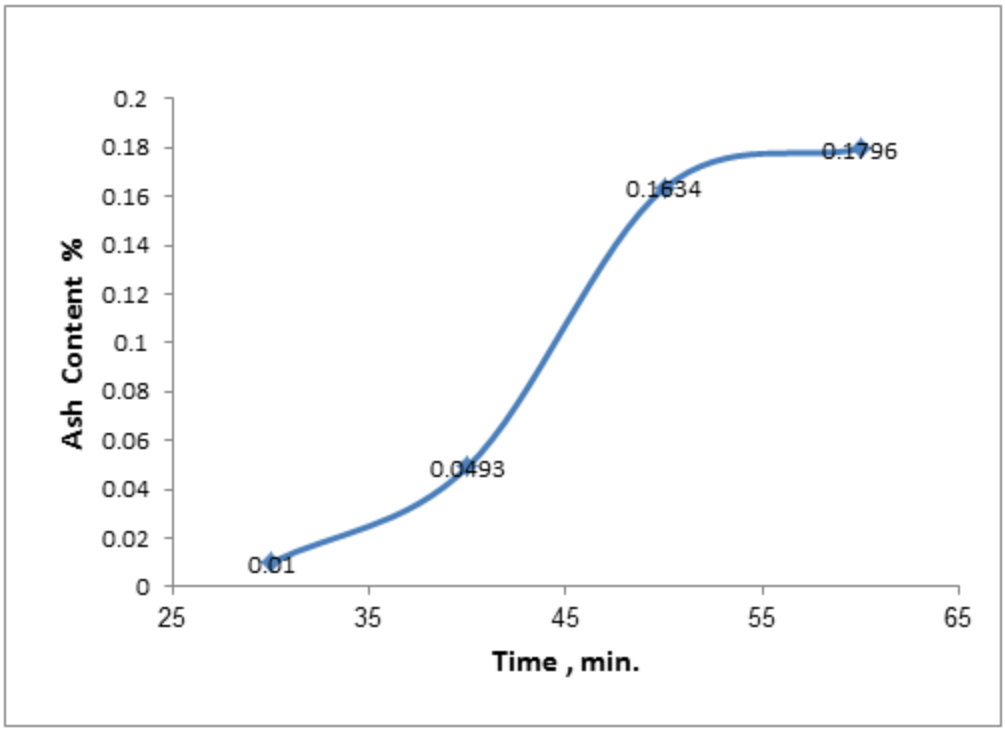
شكل رقم (2) يبين التغييرفي محتوى الرماد مع تغييرالمذيبات المستخدمة



شكل رقم (3) يبين تأثيرنسبة المذيب على محتوى الرماد في الزيت المعالج



شكل رقم (4) يبين تأثير درجة الحرارة على محتوى الرماد في الزيت المعالج



شكل رقم (5) يبين تأثيرالزمن على محتوى الرماد في الزيت المعالج

جدول رقم (2) مقارنة خواص الزيت المعالج بالاستخلاص المذيبي مع زيوت الاساس والزيت المستعمل

Property	Reclaimed generator oil	Base oil stock 40	Base oil stock 60	Waste generator oil
Specific gravity at 15c°	0.8740	0.8500	0.8800	0.8980
Viscosity at 40c°,cst	21.484	18.11	56.12	95
Flash point,c°	192	160	180	179
Pour point, c°	-17	-24	-6	-13
Total acid number mg KOH/g	0.4486	0.00	0.00	2.983
Ash content , wt%	0.01	0.00	0.00	1.174