قابليّة تبخر الزيوت النفطيّة وأثرها على البيئة

الدكتور المهندس: عدنان يوسف عبّود

الكليات الطبية (هندسة الكيميائية) – جامعة الشام الخاصة

ملخص البحث

تُواجه الصناعة النفطيّة وتكرير النفط مشكلة ازدياد الطلب على الطاقة مع ضرورة الحفاظ على المُتطلبات البيئيّة وحمايتها من التلوث الجائر الناجم عن استخدام وسائل النقل والاستهلاك المضطرد للمشتقات النفطيّة، ممايتطلب ضرورة استعمال مواد ذات نقاوة بيئيّة عالية، ... من هنا تبرز أهميّة ونوعية زيوت المحركات المستخدمة في الجمهوريّة العربيّة السوريّة، سواءً أكانت زيوت الأساس أو الإضافات المُستوردة والمُصنعة محليّاً أو الزيوت المُصنعة عالميّاً، وإمكانيّة التنبؤ لغاية العام 2021م على تزايد الطلب على استهلاك هذه الزيوت، نتيجة تسارع التطور الاقتصادي، وازدياد الحاجة إلى وسائط النقل من جرّاء ارتفاع عدد السكان والرغبة للرفاهيّة والعيش الرغيد، هذا يستوجب استعمال وسائل نقل ذات كفاءة عالية ومتطورة وحديثة مع الاستهلاك العقلاني لمصادر وقود الطاقة ذات الوثوقيّة الشاملة، لذا يجب النظر إلى أساليب صرف الزيوت المستخدمة في عمل محركات الاحتراق الداخلي للسيارات التي تطرح مُخلفاتها إلى الوسط الخارجي.

إن ضرورة معالجة قطارات الفحوم الهيدروجينيّة الخفيفة ونسبة قليلة الفحوم الهيدروجينيّة العطريّة ثُنائيّة الحلقات أو متعددة الحلقات التي تضعف الزيوت الاستثماريّة المُصنعة منها. وتُظهِر الدراسات والتجارب والاختبارات التي طُبقتْ على كافة زيوت الأساس الخام تحسن أنواع زيوتها الاستثماريّة بعد تعديل قطفاتها من خلال تكثيف القطارات الخفيفة بتراكيبها الكيميائيّة عند الغليان من 10 وحتى 20% وتحويلها من زيوت ذات درجات غليان مرتفعة حاوية على قطفات وقود إلى زيوت ذات تبخر منخفض باستخدام الخطط والبرامج لإنتاج الوقود والزيوت والمواد المُزلقة لزيادة كفاءتها البيئيّة وإطالة فترات عمرها الزمني الاستثماري.

هذا مايخص أيضاً زيوت الأساس مثل: SN-150 و SN-500 المُستخدمة في الجمهوريّة العربيّة السوريّة التي خضعتْ لاختبارات سرعة التبخر وفق المعايير القياسيّة الأوروبيّة الألمانيّة أثناء إجراء هذا البحث، وضرورة أن تمتلك خواص بيئيّة مثاليّة مع القدرة على زمن استثمار

مديد أثناء فترة الخدمة تزيد عن عشرة آلاف كيلو متر (10000كم) للاستعمال في وسائل النقل عموماً.

الكلمات المفتاحية:

زيت، زيت سوري، زيت روسي، أثر، بيئة، ...

The ability to evaporate petroleum oils and their impact on the environment

Adnan Youssef Abboud*

Alsham Private University (ASPU), Damascus, Syria
***Corresponding Author Email: a.a.dof@aspu.edu.sy**

RESEARCH SUMMARY

The oil industries and oil refining face the problem of increasing energy demand with the necessity to preserve the environmental requirements and protect them from unjust pollution resulting from the use of transport means and the steady consumption of oil derivatives, which requires the use of materials of high environmental purity, hence the importance and quality of the motor oils used in the Arab Republic Syrian, whether it is base oils, imported and locally manufactured additives, or internationally manufactured oils, and the possibility of predicting until the year 2021 AD on the increasing demand for the consumption of these oils, as a result of the acceleration of economic development, the increasing need for transportation from the tractor, the rise in the population and the desire for luxury and a comfortable life, It requires the use of high-efficiency, advanced and modern transportation modes with rational consumption of energy fuel sources with comprehensive reliability. Therefore, consideration must be given to the methods of dispensing oils used in the work of internal combustion engines for cars that throw their waste to the external environment.

The necessity of treating light hydrogen-charcoal trains and a low percentage of aromatic hydrogen coals with double-coils or multi-rings that weaken the investment oils manufactured from them. Studies, experiments and tests that have been applied to all crude base oils show improvement in their types of investment oils after modifying their cuttings through the condensation of light trains with their chemical

compositions upon boiling. From 10 to 20% and converting them from oils with high boiling points, guided by fuel cuttings to oils with low evaporation, using plans and programs to produce fuel and oils and the lubricant matirials to increase their environmental efficiency and extend their investment life.

This also concerns the SN-150 – SN-500 base oils used in the Syrian arab republic that were subjected to evaporation speed tests according to European german standards during this research and the need to have ideal enviromintal properties with the ability to have a long investement time during the service period exceeds ten thousand kilometers and 10000 km for use in transporation in general.

1- مقدمة:

تشغل محاولات الحفاظ على البيئة بالمعنى العام، أحد المواضيع الهامة، التي أصبحت خطراً واقعيّاً، نتيجة التطور العلمي والتقني في جميع مناحي الحياة، وخاصة التقنيّات الحديثة لوسائل النقل على مختلف أشكالها، ممايتطلب ضرورة مُلحة لضبط حاجات استخدام مواد الطاقات المختلفة، التي تخص أنواع الوقود والزيوت والشحوم والسوائل الاستثماريّة، لما لها من أثر بالغ الأهميّة على البيئة والمناخ والكائنات الحيّة ... المتعلقة بنواتج الاحتراق من سميّة الغازات المطروحة إلى الوسط البيئي.

يُعتبر النفط من أهم وسائل إنتاج الطاقة في القرن الحالي، لكن نواتجه ومخلفاته تُعدُّ من أشد ملوثات الحياة الطبيعيّة، بدءاً من مراحل الاستخراج والتخزين ماقبل المعالجة بالمصافي، والإنتاج والاستهلاك مروراً بالترحيل والنقل والتخزين النهائي ونفايات مابعد الاستثمار، ناهيك عن ملوثات الهواء من أكاسيد الكربون والنتروجين والجُسيمات الصلبة المُعلقة بالغلاف الجوي، إذ تُشكل 70 . 80 % من غاز الكربون الناتجة من جرّاء عمل محركات الاحتراق الداخلي لوسائل النقل وارتفاع نسبة السميّة المُهددة للبيئة من انطلاق غازات احتراق الوقود الناتجة عن تحطم البُنى الكيميائيّة لمواد الطاقة بفعل الحرارة والضغط، وتشكل مخلفات ضارّة من مُركبات الفحوم الهيدروجينيّة البارافينيّة والأَلكِنيّة والألكينيّة ... حتى الفحوم الهيدروجينيّة العطريّة المتعددة[1].

يُشكل احتراق المُشتقات النفطيّة من الوقود والزيوت والشحوم عاملاً أساسيّاً في تلوث الغلاف الجوي وزعزعة الاستقرار البيئي، إذ أن استخدام زيوت متنوعة لمحركات وسائل النقل لإطالة عمرها الزمني وتحسين شروط أدائها من أجل استثمار أمثل، يتوقف على نوعيّة هذه الزيوت المُصنعة ابتداءً من طرائق تقطيرها في المصافي وقطفاتها وتراكيب قطاراتها الكيميائيّة إلى المُحسنات من المواد الاصطناعيّة (الإضافات) مثل: مُحسنات الكثافة واللزوجة ... وتراكيبها المُتباينة فيمابينها، ... حتى بعد الاستثمار والاستهلاك.

تظهر فعالية الزيوت أثناء عمل المُحركات كمقاومة الاحتكاك وتزييت السطوح المعدنيّة الداخليّة للأجزاء الثابتة والمُتحركة، وبعثرة المُعلقات وتشتيت المُعقدات ... الخ، لكن بعد مضي وقت من الاستخدام، تبدأ تغيرات خواص الزيت الفيزيائيّة والكيميائيّة من حيث اللون والمظهر

واللزوجة والرائحة والنقصان في كميته جرآء التبخر الذي يُشكل العامل الرئيس في دراسة هذا البحث ووضع ضوابطه.

تُعتبر سرعة تبخر الزيوت سبباً إضافيّاً لتغير خواصها أثناء عملها بالمُحركات بدءاً من حوض زيت وسيلة النقل أو الخدمة: محرك آلة، عربة، سيارة، ... حتى قمصان المكابس والأجزاء الثابتة والمُتحركة، وتتدرج الحرارة من أخفض نقطة في الحوض حتى السطوح العلويّة للمحركات متأثرة بالضغط أيضاً.

يعمل الباحثون على إيجاد ظروف مثاليّة لتحسين شروط عمل هذه الزيوت وإطالة عمرها الزمني أثناء فترات الاستخدام، من خلال دراسة منشأها ومكامنها وقطاراتها وخواصها الفيزيائيّة وتراكيبها الكيميائيّة، ... لتخفيف أثرها السلبي على البيئة إلى الحدود الدنيا من الضرر والأذى، وجعلها مقبولة وفق المعايير التطبيقيّة العالميّة.

تُجرى حاليّاً الدراسات والبحوث في التكنولوجيّة الكيميائيّة والبيئيّة وتكنولوجيا المواد المُزلقة والتكنولوجيّا الكيميائيّة على إيجاد الربط المُشترك بين سرعة تبخر الزيوت واستقرار ثباتها الحراري (الأكسدة الحراريّة) والعلاقة المتبادلة بين المقاييس الروسيّة العالميّة (الغوستГОСТ) والمقاييس الأخرى كالآسيويّة، الأوروبيّة... أوالأمريكيّة العالميّة لاستقرار الثبات الحراري للوقود والزيوت... من خلال التجارب المخبريّة والاختبارات الميدانيّة والمراقبة الاستثماريّة والتخزينيّة، ووضع العلاقات الرياضيّة: الخطيّة، اللوغارتميّة،... وإنشاء الجداول والمخططات والبيانات والرسوم ... لتحديد أسس قياسيّة وضوابط معياريّة للنظام المعياري القياسي الروسي (الغوست ГОСТ) والأنظمة المعياريّة القياسيّة العالميّة سواءُ أكانت آسيويّة، أوروبيّة ... وأمريكيّة. وتم اختيار النظام القياسي الأوروبي الألماني (الدين DIN) في هذا البحث أساساً للمقارنة والاستنتاج ... من أجل توضيح دور الزيوت النفطيّة، الصناعيّة، الإضافات، المزائج المختلفة منها للوصول إلى منتجات تجاريّة تسويقيّة بشروط أداء مميزة ونوعيّة مُحسنة ذات جودة عاليّة آمنة بيئيّاً مع تقييم زيوت الأساس المستوردة والمستخدمة بعد تصنيعها محليّاً في الجمهوريّة العربيّة السوريّة وأثرها البيئي وعمرها الزمني للاستثمار.

2- هدف البحث:

يهدف البحث :

أ- دراسة تحليليّة لواقع زيوت التزليق، دراسة إمكانية إيجاد مزائج بديلة وإمكانية التطبيق.

ب- استثمار البدائل في خدمة الإنسان ووضع البرامج اللازمة الكفيلة بدرء الخطر وتجاوزه.

3- مواد وطرائق البحث:

اعتمدت الدراسة على مبادئ الاستقصاء ووصف وجهات النظر والاستفادة من المناهج العلمية التالية:

أ- المنهج الواقعي: أسلوب دراسة الحالة.

ب- المنهج التطبيقي: أسلوب الاختبارات والتجارب.

ج- المنهج المقارن.

د- المنهج الاستشرافي.

4- الدراسات والبحوث السابقة:

تم الرجوع إلى الدراسات والبحوث السابقة ذات الصلة بهذا البحث وهي:

أ- مُولَر ج. ك.، تبخر زيوت السيارات الخفيفة، برلين – ألمانيا 1964م.

ب- پوپوڤوي ن. ن.، مفعول المواد الطيارة للأكسدة على قابلية تبخر الزيت، موسكو –روسيا 1971م.

ج- إلْينوي ن. أ. : تأثير الإضافات على أكسدة المركبات الهيدروكربونيّة العطريّةموسكو – روسيا 1984م.

د- ماكاروڤأ.، تأثير الإضافات على زيوت المُحركات وزيادة غمرها الزمني، واشنطن- أمريكا 1987م.

هـ- دِنيسوفا ي. ت. : المواد المؤكسدة في الطور الغازي للزيت، كييف – أوكرانيا 1989م.

و- فوكس ي. غْ.،قابليّة التبخر وثبات الأكسدة الحراريّة لزيوت المحركات، باريس- فرنسا 1997م

ز- فالْكوڤيتش م. وآخرون، انخفاض قابليّة تبخر الزيوت لوسائل النقل، موسكو – روسيا 1995م.

ح- كاسّا يا.، سرعة تبخر المركبات النفطية الخفيفة في محركات الاحتراق الداخلي، صوفيا بلغاريا 1995م.

ط- عبّود ع. يو، سقابلية تبخر المركبات النفطية وآثارها البيئية، موسكو – روسيا 1998م.

مصطلحات البحث:

م	الرمز	المعنى
.1	ГО	الغازات المطروحة

.2	СВД	محرك الاحتراق الداخلي
.3	ЦПГ	مجموعة الأسطوانات المكبسيّة
.4	САР	الجمهوريّة العربيّة السوريّة
.5	ГОСТ81-14848	المواصفة المعياريّة القياسيّة الروسيّة لتبخر الزيوت
.6	DIN 51581	المواصفة المعياريّة القياسيّة الألمانيّة لتبخر الزيوت
.7	ДОС	إضافة زيوت روسيّة (دي ألكيل سيباتسينات)
.8	Аланол – 1А	إضافة صناعيّة سائلة – ألكيلات النفتالين
.9	М – 12& М – 14	زيت أساس خام نفطي روسي – لزوجة 12ولزوجة 14
.10	М – 12 г	زيت أساس خام نفطي روسي – لزوجة 12 مُحسن
.11	М – 14 г	زيت أساس خام نفطي روسي – لزوجة 14 مُحسن
.12	И – 20& И – 40	زيت صناعي روسي – لزوجة 20 ولزوجة 40
.13	ВМ – 6	زيت نفطي روسي – مضخات فراغيّة – لزوجة 6
.14	НПЗ	معمل تكرير نفط
.15	ПЭС – 7	إضافة زيوت روسيّة (بولي إيتلين سيلكسان – 7)
.16	ДФ – 11	إضافة زيوت روسيّة (دي ألكيل دي ميتيل فوسفات الزنك)
.17	PARANOX – 390	إضافة زيوت أوروبية
.18	SN – 60 S	زيوت أساس خام أوروبيّة – لزوجة 60 (محلول متوسط القلويّة يحتوي ألكيل سيليكات الكالسيوم)
.19	SN – 150	زيوت أساس خام أوروبيّة – لزوجة 150
.20	SN – 300	زيوت أساس خام أوروبيّة لزوجة 300(محلول شبه غروي يحتوي فوسفات الكالسيوم 28– 30 % وكربونات الكالسيوم 28 %)
.21	SN – 500	زيوت أساس خام أوروبيّة – لزوجة 500
.22	CO	أكاسيد الكربون
.23	CH	الجسيمات المُعلقة (الجزيئات الصلبة)
.24	NOX	أكاسيد الآزوت

بينت دراسة المواد المُزلقة وتحليل شروط عمل الزيوت في محركات الاحتراق الداخلي والمضخات الميكانيكيّة الفراغيّة ووصف تأثير تراكيب قطفات زيوت الأساس الخام على فترات الخدمة والاستثمار من خلال قياس تبخرها كمؤشر للخواص الاستهلاكيّة لصرف الزيوت، وتقديم طرائق جديدة للحصول على زيوت نفطيّة وصناعيّة لضبط جودة الزيت والقدرة على حماية

السطوح الداخليّة لمحركات الاحتراق الداخلي والحفاظ على حجم الزيت وقوامه أثناء العمل بأقل نسبة بخر ممكنة أثناء استثمار وسائط النقل واستقرار الزيت تجاه الأكسدة الحراريّة.

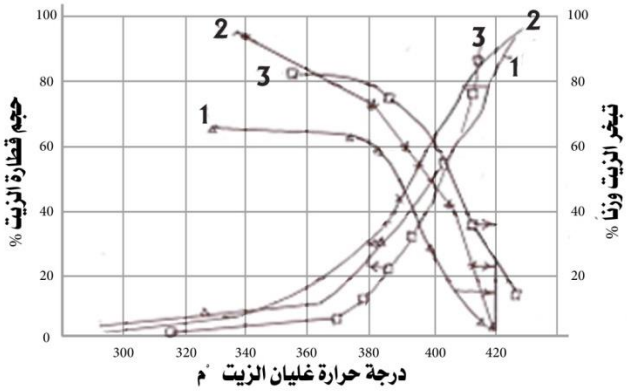
إن أهم شروط خفض تبخر الزيت وإطالة فترة خدمته في محركات الاحتراق الداخلي هو تكثيف قطارات قطفات زيوت الأساس الخام من مركبات الفحوم الهيدروجينيّة الخفيفة الداخلة في تركيبه، هذا يزيد لزوجات زيوت المحركات ويبطئ نسبة انطلاق أبخرتها أثناء الاستعمال[1].

تضمن العملالمخبرياختيار عدّة عينات من الزيوت أُجريت عليها اختبارات سرعة التبخر وهي:

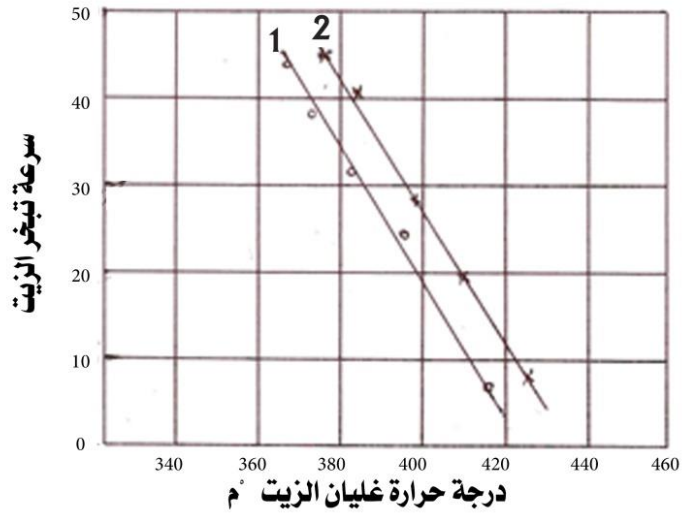
- عينة زيت ذات وزن 2غ سماكة طبقة الزيت داخل العينة 0,074 سم.
- عينة زيت ذات وزن 5غ سماكة طبقة الزيت داخل العينة 1,12 سم.

تُمثل هذه الأوزان للعينات سماكات طبقات الزيت ضمن محركات الاحتراق الداخلي.

استخدِمتْ ثلاث عينات الأولى والثانية من إنتاج معمل زيوت نوفا أو فيمكسي . روسيا الاتحاديّة، والثالثة من إنتاج شركة أوروبيّة غربيّة (ألمانيّة)، بيّنتْ التجارب من خلال الشكلين رقم 1و2



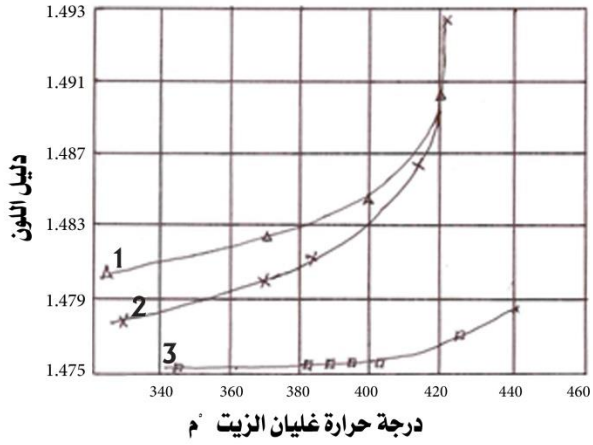
الشكل رقم 1 : العلاقة المتبادلة بين قابليّة تبخر الزيوت وتراكيب قُطاراتها مع درجات حرارة غليانها للنماذج 1 و 2 و 3



الشكل رقم 2 : العلاقة بين متوسط سرعة تبخر قُطارات الزيوت مع درجات حرارة غليانها للنموذجين 1 و2

(درجة الحرارة: 175^{0}م، الزمن: ساعة واحدة، سماكة طبقة الزيت بالعينة 0,074 سم.)

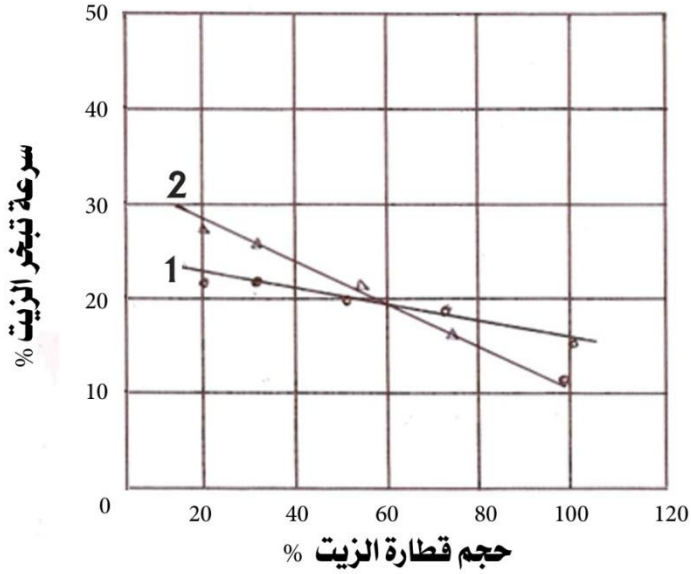
قيست العلاقة المتبادلة بين سرعة التبخر وحرارة تبخر وحرارة غليان قُطارات زيوت الأساس الخام المدروسة للنماذج الثلاثة، فكانت سرعة تبخر قطارة زيت النموذج الثاني أعلى من النموذج الأول، وأظهرتْ أيضاً أن سرعة تبخر قُطارات الزيوت تتناسب عكساً مع حرارة غليانها. كما وضح الشكل رقم 3.



الشكل رقم 3 : العلاقة بين مؤشر دليل اللون لقُطارات زيوت النماذج (3,2,1) ومتوسط درجات غليانها

بينما بدا النموذج الثالث للزيت ذو التبخر المنخفض 9% وزناً عند أعلى درجة حرارة 370^{0}م، خلافاً للنموذجين السابقين والسبب يعود إلى نسبة الفحوم الهيدروجينيّة البارافينيّة والنفتينيّة في تركيبه الكيميائي، ممايؤثر على حركة تبخر الغازات مع مرور الزمن، ويُعيق عملية التبخر لزيادة اللزوجة وصعوبة انتشار جزيئات الزيت على طبقته السطحيّة حسب الاختبارات المدروسة بالطريقتين القياسيتين الروسيّة والألمانيّة على الجهازين پاپوك الروسي (ГОСТ14848-81) ونواك الألماني (DIN 51581).

بينتْ الدراسة المطيافيّة لعينات الزيت زيادة الزمر الكربونيّة من 1،6 حتى 4 مرّات للنموذج الثالث عن النموذجين الأول والثاني حسب الشكل رقم (4).



الشكل رقم 4 : العلاقة بين سرعة تبخر الزيوت وتراكيب قُطاراتها مع درجات حرارة غليانها للنموذجين 1 و2

أما المرحلة الثانيّة من الاختبارات، أُخذت سبع عينات من الزيوت الروسيّة حسب الجدول رقم (1)فقد أظهرت التجارب زيادة محتوى الكربون بالعينتين الثالثة والسابقة وارتفاع درجة الكثافة بالدرجتين 40^{0}م و 100^{0}م ، وهذا يُعزى إلى النسبة المرتفعة للتراكيب العطريّة الثقيلة العينتين السابقتين، ممأأدى إلى انخفاض سرعة تبخر لهما، هذا ماتبين بسرعة التبخر عند درجة الحرارة 175^{0}م بالجدول رقم (2).

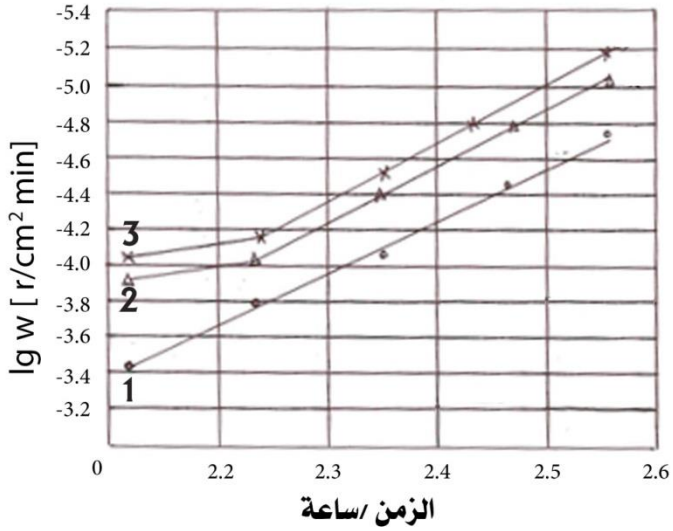
الجدول رقم (1) : الحالات الفيزيائية والتراكيب الكيميائية لزيوت الأساس الخام النفطيّة

الدليل	زيوت معمل تكرير مدينة بِرمِ			زيوت معمل تكرير مدينة نوفا أُوفيم			
	1	2	3	4	5	6	7
الحالات الفيزيائية							
الكثافة 20^0م	870	881	898	877	885	888	899
اللزوجة:							
• 40^0م	15,0	48,8	259,5	23,4	55,3	41,0	250,9
• 100^0م	3,4	7,2	19,9	4,4	7,6	6,2	19,7
قرينة اللزوجة	98	102	88	94	100	96	90
درجة التجمد	23−	11−	10−	15−	16−	15−	13−
دليل اللون	1,475	1,483	1,496	1,481	1,486	1,487	1,494
التراكيب الكيميائيّة % وزناً							
البارافينيّة النفتينيّة العطريّة الخفيفة	79,6	73,7	63,0	70,7	65,2	63,9	58,5
العطريّة المتوسطة	18,2	23,6	26,3	25,4	28,8	29,1	30,3
لعطريّة الثقيلة	1,3	1,8	5,5	2,4	3,9	4,6	5,9
محتوى الكربون	0,2	0,2	1,3	0,3	0,6	0,6	1,2

الجدول رقم (2) : حجم القطارات الجزئية المئوية وسرعة تبخرها بالدرجة 175^{0}م لزيوت الأساس الخام النفطيّة الروسية

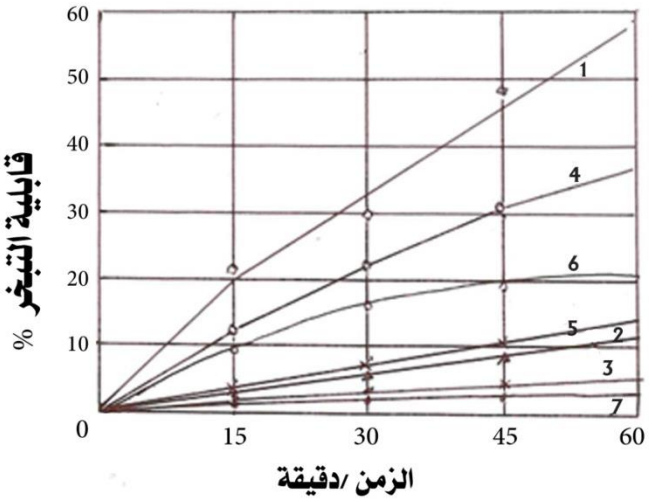
الدليل	زيوت معمل تكرير مدينة بِرم			زيوت معمل تكرير مدينة نوفا أُوفيم			
	1	2	3	4	5	6	7
القُطارات: % حجماً							
نقطة بداية الغليان	260	239	215	248	215	228	–
• 10%	293	259	395	335	248	349	–
• 20%	318	270	438	354	395	366	–
• 30%	336	400	449	364	407	378	–
• 40%	348	408	461	378	414	388	–
• 50%	350	420	472	387	420	396	–
• 60%	362	429	482	395	434	407	–
• 70%	371	440	490	400	446	419	–
• 80%	386	445	–	409	460	435	–
• 90%	390	472	–	428	472	450	–
سرعة التبخر عند درجة الحرارة 175^{0}م							
• ساعة واحدة	0,20	0,04	0,08	0,10	0,06	0,05	0,04
• ساعتان	0,36	0,08	0,12	0,13	–	–	0,06
• ثلاث ساعات	0,55	0,12	0,16	–	0,11	0,15	0,07
• 250^{5}م 45/د	–	–	0,3	–	–	0,40	–

استخدمت زيوت روسيّة من منشأين مختلفين: الأول تضمن العينات 1و2و3 من معمل زيوت مدينة بِرم، والثاني تضمن العينات 4و5و6و7 من معمل زيوت نوفا أُوفيم، وزن كل عينة 5غرامات للحصول على سماكة طبقة من الزيت في كل عينة 1،12سم كماهو مُوضح بالشكلين رقم (5 و 6).



الشكل رقم 5 : سرعة تبخر الزيوت للنماذج (3,2,1)

(الزمن: 3 ساعات ، سماكة طبقة الزيت بالعينة 0,074 سم.)



الشكل رقم 6 : سرعة تبخر الزيوت بعامل الزمن لعينات روسيّة: نفطيّة من مدينتي ببرم(3,2,1) ونوفا أوفيم (5،4)، وزيت صناعي (6) وزيت مستورد (7)

أظهرت التجارب للعينات 2و3و5و7 عند درجة الحرارة 175^{0}م خلال ساعة واحدة لم تتجاوز نسبة التبخر 2 – 2،5 %، أما العينة الأولى تجاوزت نسبة تبخر عالية أكثر من كل العينات يليها العينة الرابعة، بسبب احتواء التركيب الكيميائي لهما نسبة عالية من الفحوم الهيدروجينيّة البارافينيّة والنفتينيّة على عكس العينات الأربع السابقة ذات المحتوى المنخفض منها، لكن العينة السادسة أبدت سرعة تبخر ثابتة نسبيّاً عند درجتي الحرارة 175^{0}م و250^{0}م لاحتواه تركيبهاعلى القُطارات الثقيلة. وأوضحت اختبارات الجزء الثاني أن ارتفاع درجات الحرارة زادت شدة التبخر للسبب السابق نفسه لكل زيت، وتتناسب عكساً مع ضغط الأبخرة المُشبعة للزيت، إذ أن تكثيف قُطارات قطفات الزيوت خفضت نسب التبخر، يتوافق هذا الاستنتاج مع المواصفة الألماتية (DIN 51581) التي تفيد عدم تجاوز نسبة تبخر الزيوت في المحركات أكثر من 15% وزناً.

تُبين التجارب المخبريّة أن الزيت إذا كان خضع لعمليات معالجة اصطفائية أثناء تقطير زيوت الأساس الخام في أبراج التقطير في المصافي النفطيّة من تقليل نسب قُطارات الفحوم الهيدروجينيّة الخفيفة قبل تصنيع الزيوت كزيت (20А – И)، يؤثر إيجاباً على فترات العمر الزمني عند الأداء لتغير قيمة لزوجته وارتفاع قدرته التزيتيّة واستقرار أكسدته الحراريّة، وتعزز هذه الخصائص عند مزج زيت نفطي ذو لزوجة مرتفعة مع زيت صناعي ذي لزوجة منخفضة، فينتج زيت جديد يمتلك ضغط منخفض لأبخرته المشبعة[3].

يتصدر قائمة الزيوت النفطيّة زيت المضخات الفراغيّة كنموذج للزيت النفطي التجاري ذي ضغط منخفض زيت (6 – ВМ) دون إضافات الذي يمكن مزجه مع مُحسنات أداء من الإضافات مثل: (ДОС) و (7 - ПЭС) و (1А – Аланол)، يتناول هذا الجزء دراسة مايلي:

أ- زيت المضخات الفراغيّة (6 – ВМ).

ب- مزيج زيت (6 – ВМ) + إضافة (ДОС) 3% وزناً.

ج- مزيج زيت (6 – ВМ) + إضافة (1А – Аланол) 6% وزناً.

بينتْ التجارب إمكانيّة تصنيع زيت مضخات ذي جودة عالية بضخ كمية من الأوكسجين وتعريضها للتبخر بالدرجة 165^{5}م لمدة ست ساعات ثم إضافة (7 - ПЭС)إلى الزيت نفسه بتراكيز تبدأ من 0- 15% وزناً الذي أبرز ثباتيّة فائقة نحو الأكسدة الحراريّة، أما إضافة 3% وزناً من (ДОС) و5% وزناً من (1А – Аланол)إلى ذلك الزيت يُثبط عملية الأكسدة بفضل إضافة (1А – Аланол)الداعمة لعامل اللزوجة وخافض للتوتر السطحي للزيت، وقد ظهر

جليّاً عند مزيج الزيت (BM – 6)، إضافة و (Аланол – 1A)كذلك إضافة الدوس التي تلعب دوراً إيجابيّاً في خفض حرارة تبخر الزيت واستقرار للأكسدة الحراريّة الذي يحدث أثناء عمله على مجموعة المكابس الأسطوانيّة في المحركات حسب الجدول رقم (3)[4].

الجدول رقم (3) : خواص زيوت الأساس الخام النفطيّة للمضخات الفراغيّة

النماذج	المواصفات					
	ضغط البخار المُشبع 20^{0}م ،1 بار	اللزوجة درجة الحرارة ^{5}C		التوتر السطحي نيوتن/متر σ ،10^3 N/m	سرعة التبخر 175^{5}م 3ساعات	حجم O_2 المُمتص 100 / سم^{3}غ
		50	100			
زيت مضخات BM-6	1,3 * 10^{-4}	28,4	6,5	31,6	1,3	100
إضافة (Аланол – 1A)	2,2* 10^{-4}	63,0	11,8	–	1,5	148
إضافة (ПЭС – 7)	8 * 10^{-4}	21,9	8,8	–	–	33
إضافة (ДСО)	1 * 10^{-4}	9,3	3,0	–	4,7	145
زيت مضخات BM-6 + إضافة (ДОС) 3% وزناً	1,26 * 10^{-4}	26,0	6,1	29,4	1,4	23
زيت مضخات BM-6 + إضافة (ланол – 1A)	1,2* 10^{-4}	28,7	6,6	32,4	0,9	21

أما المرحلة الثانيّة استخدمت عينات الدراسة التجريبيّة على جهاز پاپوك من إنتاج معمل تكرير النفط . مدينة فرغان . روسيا من نوع (8 - M) و (12 - M) و (14 - M) تختلف هذه العينات بقرائن اللزوجة 96، 92، 90 على الترتيب من أجل تحسين نوعيتها وإمكانيّة رفع سوية أدائها بالمزج مع الإضافات التالية: (11 - ДФ) و(300 – SN) و(60 S – SN)وزن كل عينة 3 غرامات (سماكة طبقة زيت للعينة074،0سم، ودرجات حرارة الاختبار 175^{0}م، 200^{0}م، خلال مدة ثلاث ساعات، ودرجة حرارة 230^{0}م خلال ساعة واحدة باستخدام جهاز پاپوك).

أظهرت التجارب تأثير إضافات الدوس بنسب 0 – 10% وزناً على الزيت وكبح تبخره، فكلما ارتفعت درجة الحرارة بوجود النسبة لإضافة ДОС بالحد الأدنى حتى تصل إلى 10% وزناً من المزيج الذي يُظهِر الدوس مُضاد أكسدة ويخفض المواد الطيّارة المتأكسدة في الطور الغازي للزيت عند تبخره بوجود زمر الهيدروكسيل التي تعيق تبخر الفحوم الهيدروجينيّة ذوات القُطارات الزيتيّة الخفيفة وتحرض الفعل الإيجابي للفحوم الهيدروجينيّة العطريّة والفينولات، يتضح ذلك من ارتفاع لزوجة زيوت الأساس الخام 12 - M و 14 – M مع مزيج الدوس 10% وزناً وتغير تركيب قُطارة الزيت12 - M: الفحوم الهيدروجينية البارافينيّة والنفتينيّة إلى 7% وزناً، الفحوم الهيدروجينيّة العطريّة الخفيفة إلى 10،4% وزناً، والمتوسطة إلى 17،5% وزناً.

هذا يُفسر تحطم الروابط الضعيفة للزيت مثل: C-O-C وتكوين الفحوم الهيدروجينيّة الأوليفاتيّة والمركبات الحمضيّة من جرّاء درجات الحرارة العالية. لذلك تم إيجاد نظام قياس الثبات الحراري للزيوت الذي يُرمز له بـ " n " وفق منظومة سُميت منظومة پاوليك التي تختبر عينة ما 10 غراد / دقيقة بتسخينها حتى الدرجة 500^0م وقياس الثبات الحراري للزيت، فكلما ارتفعت القيمة الحسابيّة لقياس الزيت، كلما علا ازداد المعامل " n " وعليه تم اختبار عدّة عينات وفق ما ورد بالجدول رقم (4)[5].

الجـدول رقـم (4) : تـأثير إضـافة الـدوس والإضـافات الأخـرى علـى مُعامـل الثبـات الحراريللزيت"n"

م	الزيت أو المزيج	معامل الثبات الحراري " n "
1	زيت (1) M - 12	26,37
2	زيت (1) M - 12 + (إضافة 11 – ДФ 1,2 % وزناً وإضافة 100- C + 1,5 % وزناً)	20,63
3	زيت (1) M - 12 + (إضافة 11 – ДФ 1,2 % وزناً وإضافة 100- C + 1,5 % وزناً وإضافة ДОС 5 % وزناً)	21,23
4	زيت (1) M - 12 + إضافة ДОС 5 % وزناً	19,70
5	زيت (2) M - 12	26,39
6	زيت (2) M - 12 + (إضافة 11 – ДФ 1,2 % وزناً وإضافة 100- C + 1,5 % وزناً)	22,53
7	زيت (2) M - 12 + (إضافة 11 – ДФ 1,2 % وزناً وإضافة 100- C + 1,5 % وزناً وإضافة ДОС 5 % وزناً)	22,73
8	زيت (2) M - 12 + إضافة ДОС 5 % وزناً	15,27
9	زيت r_2 14 – M	33,22
10	زيت r_2 14 – M + إضافة ДОС	15,02

وقد أوضحت الاختبارات جودة الزيوت ذات الفئة M - 12 مع الإضافات التي تتطابق مع نوعية الزيوت ذات الفئة (r2 14 – M) وتتفوق على زيوت الفئة (r2).

إن أنواع زيوت الأساس الخام (SN - 150)و (SN - 500) المستخدمة في الجمهوريّة العربيّة السوريّة، المستوردة من أوروبا والمتوافقة مع المعايير القياسيّة الأوروبيّة من حيث تبخرها واستقرار أكسدتها الحراريّة أثناء ظروف العمل المختلفة، ممايُظهر جودة هذه الزيوت ذات القُطارات الزيتيّة الاصطفائيّة والتراكيب الكيميائيّة المثاليّة مع قابليّة مزج عالية تجاه الإضافات

كما يتوضح من الجدول رقم (5) بعد اختبار عينات لمعرفة سرعة تبخرها عند درجات الحرارة 230^{0}م و250^{0}م خلال ساعة واحدة[6].

الجدول رقم (5) : تغيير خواص وتراكيب زيوت الأساس الخام المتعرضة للتبخير

الدليل	زيت أساس خام SN - 150			زيت أساس خام SN - 500			زيت M - 12		
	حديث الصنع	230^{0}م	250^{0}م	حديث الصنع	230^{0}م	250^{0}م	حديث الصنع	230^{0}م	250^{0}م
سرعة التبخر وزناً %	–	9,5	17,5	–	1,5	3,6	–	12,5	19,2
اللزوجة :									
• 40^{0}م	31,6	31,8	37,9	100,8	104,1	106,8	122,6	140,8	147,6
• 100^{0}م	5,5	–	–	10,9	–	–	12,7	14,1	14,7
محتوى القلويّة	0,01	0,31	0,55	0,05	0,27	0,56	0,08	0,44	0,61
درجة اللون	0,01	0,63	0,65	0,03	0,94	0,97	0,20	2,00	2,5
تراكيب المجموعات الكيميائيّة % وزناً									
البارافينيّة النفتينيّة	81,0	67,4	–	68,8	58,1	–	49,9	43,5	–
العطريّة الخفيفة	18,4	27,7	–	30,3	36,4	–	30,0	27,7	–
العطريّة المتوسطة	–	–	–	–	–	–	18,7	24،	–
محتوى الكربون	0,6	4,9	–	0,9	5,5	–	1,4	0,2	–

إن هذه الزيوت مُعادلة لزيوت الأساس الخام الروسيّة M - 12إلى حدٍّ ما، إلا أنها خلافاً للفئة M 12 -غنيّة بالفحوم الهيدروجينيّة البارافينيّة والنفتينيّة، خالية من الفحوم الهيدروجينيّة العطريّة المتوسطة وقليلة القطران، تتأكسد أكسدة لطيفة عند درجات الحرارة المرتفعة مُكونةً الأسفلت وطبقات لمّاعة جلاتينيّة من الورنيش (اللكر) ويتمتع الزيت الأساس الخام M - 12 بقابلية تبخر أعلى من زيت الأساس الخام (SN - 500) الذي يُرافق نواتج تبخره حموض وقطران نتيجة عمليّات الأكسدة بفعل درجات الحرارة، ويصبح أكثر ثباتيّة نحو الفعل الحراري للزيوت ذات اللزوجة المنخفضة مُتجهة إلى استقرار الأكسدة الحراريّة، ويزداد معامل الثبات الحراري

"n = %26،4" لزيت الأساس الخام 12 – Mمرتين عن معامل الثبات الحراري " n %13،12 = " زيت الأساس الخام (SN - 500)، وحوالي 2% وزناً بواقي كالأسفلت وغيره ... مع انعدام وجود الفحوم الهيدروجينيّة العطريّة في الزيت (SN - 500) التي تتفكك حراريّاً مُشكلة تجمعات غير ذوّابة بسبب الثبات الغروي لذلك الزيت[7].

أثبتتْ الاختبارات أن مزج زيت الأساس الخام (SN - 500) مع إضافة مُحسنة مثل: PARANOX – 390بنسبة 11،5% وزناً لايتأثر بسرعة التبخر وتخفض كثافته البصريّة حتى 59% كما يرتفع معامل الثبات الحراري " n = 34% " بسبب الفعاليّة العاليّة لإضافة PARANOX - 390، ولوحظ انخفاض قابليّة تبخره 2،2 – 1،3 مرّة عند درجة الحرارة 230^{0}م خلال ساعة واحدة، ولم تتغير لزوجته 140 – 142 مم/ثا وقيمة الكثافة البصريّة 0،20 – 0،22 أثناء التطبيق العملي.

تمتلك الزيوت المستخدمة في الجمهوريّة العربيّة السوريّة استقراراً كبيراً تجاه الأكسدة الحراريّة ونسبة منخفضة من التبخر وهذه شروط أساسيّة أثناء العمل والخدمة والاستثمار في محركات الاحتراق الداخلي وذات خواص بيئيّة نوعيّة آمنة[8].

من المعروف أن قطفات زيت الأساس التجاريّة تحتوي من 10 حتى 30% حجماً من قطفات الوقود مثل: زيوت الأساس الخام , 20 – И و 40 - И التي تخضع إلى المعايير القياسيّة العالميّة بمالاتتجاوز نسب تبخرها 15% وزناً للأول و40% وزناً للثاني. كماأن مصافي تكرير النفط لم تنجح إلى حدٍّ ما بتغيير أنظمة وحدات ومحطات المضخات الهوائيّة والتقطير تحت الفراغ طبقاً لمتطلبات زيوت الأساس، إلا أن العمليّات التكنولوجيّة وأساليب التقطير تحت الفراغ في الأبراج عند المراحل النهائيّة للحصول على قطفات زيوت مُكثفة بفصل قطفات الفحوم الهيدروجينيّة الخفيفة حتى 20% ساعد بالوصول إلى الحدود القياسيّة العالميّة لإنتاج هذه الزيوت بنقاوة عاليّة واصطفائيّة مثاليّة لمتطلبات الأسواق العالميّة، وخاصة نسب الفحوم الهيدروجينيّة العطريّة والقطران لتراكيبها الكيميائيّة حسب مايُبين الجدول رقم (6)[9].

الجدول رقم (6) : مؤشرات جودة زيوت الأساس

الدليل	النوعيّة العاديّة (المستعملة)				نوعيّة محسنة	
	زيت أساس خام SN - 150	زيت أساس خام SN - 500	زيت صناعي И - 20	زيت صناعي И - 40	زيت صناعي И - 20	زيت صناعي И - 40
اللزوجة						
• 40^{0}م	26,0–24,0	61,8	31,7 –31,0	61,0–57,5	32,1	68,3
• 100^{0}م	5,5 – 4,5	8,6 – 7,6	5,7 – 5,2	7,7 – 7,6	5,4	8,3
قرينة اللزوجة	100 حد أدنى	98 حد أدنى	94 – 91	94 – 87	103	90
قابليّة التبخر وزناً%(جهاز نواك)	16 حد أدنى	5 حد أدنى	20,6 –19,9	10,7 –9,9	15,7	5
حرارة بدايّة الغليان ^{0}م	319	375	302 – 299	–	330	371
نهايةالتقطير حجماً %						
• 371^{0}م	11,5 –6,2	0,5	14,0–12,5	6,0 –5,3	7,1	0
• 375^{0}م	7,3	0,7	17,0 –14,3	9,0 – 6,3	8,7	0,16
• 395^{0}م	16,9	2,9	26,0 –24,5	14,0 –12,0	18,3	2,1
محتوى الفحوم الهيدروجينيّة						
المُشبعة	88,5	–	73,5–66,5	–	77,1	–
الحلقات العطريّة الأحاديّة	11,0	–	28,9–22,5	–	22,1	–
الحلقات العطريّة الأحاديّة والقطران	0,5	–	5,0 – 4,0	–	0,8	–

أُجريت تجارب زيوت الأساس المذكورة أعلاه في معهد السيارات الدولي – موسكو على المُحركات المُركبة على محطات اختبار ثابتة من نوع (ЯЗМ- 238) وفق أنظمة تشغيل وأجهزة مراقبة دقيقة، مماثلة لمحركات السيارات العامّة ومتوافقة مع المعايير القياسيّة العالميّة الروسيّة، وتمتْ مراقبة ودراسة الغازات المُحترقة والنفايات من غازات: (الكربون، الكبريت، الآزوت) ومركبات الكربون من الفحوم الهيدروجينيّة والجزيئات الصلبة، وقد استخدمتْ زيوت الأساس المُستثمرة، ثم زيوت الأساس ذات جودة عاليّة أُضيف إليها إضافة محسنة من نوع لوبريزول مع استعمال وقود ديزل نظيف وآمن بيئيّاً، حسب مايُوضح الجدول رقم (7)[10].

الجدول رقم (7) : تأثير نوعيّة زيوت المحركات مع وقود عالي الجودة على الوسط البيئي

الزيت	النفايات المطروحة			
	CO	CH	NO_X	المُعلقات الصلبة
زيت عادي	2,6	1,5	18,9	0,92
زيت مُحسن	2,4	1,3	18,1	0,67
زيت مُحسن ووقود عالي الجودة • نوع أول	2,11	2,4	14,4	0,36
• نوع ثاني	3,12	2,6	15,8	0,40

تبين أن الزيوت الاختباريّة المُحسنة ذات التبخر المنخفض تتمتع بخواص بيئيّة نظيفة قريبة من المواصفات المثاليّة والمعايير القياسيّة العالميّة.

5- النتائج ومناقشتها:

1. أظهرتْ الدراسات والأبحاث لسرعة تبخر زيوت المُحركات وفق المعيارين القياسيين الأوروبيين: الألماني والروسي ضرورة تكثيف قطارة الفحوم الهيدروجينيّة الخفيفة لزيوت الأساس الخام 20 – *И* و 40 - *И* حتى 20% حجماً من تراكيبها الكيميائيّة، كما أوضحت تجارب زيوت المحركات على المحطات الثابتة الروسيّة في معهد السيارات الدولي – موسكو انخفاض الجزيئات الصلبة (الجُسيّمات المُعلقة) والغازات المُطروحة من وقود الديزل حتى 27% وزناً من ... CO, NOX, CH, وتقلص مستوى ضغط الأبخرة المُشبعة، إضافةً إلى إطالة فترة الخدمة لزيت المضخات 6 – BMعند استعمال مزائج صناعيّة بتحسين ثبات الأكسدة الحراريّة ومواصفات الزيت ونظافة الوسط الخارجي.
2. بينتْ أيضاً الدراسات والأبحاث في هذا البحث إيجاد طرائق اختباريّة سريعة وتطبيقات عمليّة مباشرة لقياس سرعة تبخر الزيوت وفق المقاييس العالميّة بعد استنتاج العلاقة المتبادلة بين المعيارين القياسيين الأوروبيين: الألماني والروسي تتحدد ارتفاع سرعة التبخر للمقياس الألماني بـ 3,1 – 3,3 مرّات عن المقياس الروسي.
3. أوضحتْ التحاليل المخبريّة أن تقلص سرعة تبخر زيوت الأساس الخام الروسيّة عند درجات الحرارة المتزيدة واستقرار الأكسدة الحراريّة مع صمود الثبات الحراري بعد معالجتها أثناء الاستخلاص داخل مصافي تكرير النفط، حتى تقترب تراكيبها الكيميائيّة من لزوجة 3,4 – 19,9 مم2/ثا عند درجة الحرارة 100^{0}م، فحوم هيدروجينيّة بارافينيّة ونفتينيّة 59 – 80 % حجماً، فحوم هيدروجينيّة عطريّة خفيفة 18 – 30 % حجماً، فحوم هيدروجينيّة عطريّة مُتعددة الحلقات وقطران 0,9 – 5,3 % حجماً، ...
4. أبرزتْ البيانات والرسوم والأشكال والجداول أن سرعة تبخر الزيوت مرتبطة بسرعات تبخر قطارات أجزاء قطفاتها الخام التي تتناقص خطيّاً مع ارتفاع درجات غليانها، إذ تسلك درجات حرارة هذه الزيوت منحنيّاً خطيّاً مع لوغاريتم سرعة تبخرها، الذي يؤثر على استقرار أكسدتها الحراريّة.
5. أظهرتْ الاختبارات أن قابليّة تبخر الزيوت عند درجة الحرارة 250^{0}م تتعلق باحتوائها من المجموعات الكربونيليّة للزيت ذات اللزوجة المتوسطة، وتتحدد الزيوت ذات اللزوجة المُرتفعة من استقرار أكسدتها الحراريّة، كماأظهر زيت المضخات النفطي 6 – BMالذي انخفض ضغط غازاته المُشبعة مع ارتفاع عمليّة أكسدته، كما أثبتت التجارب فعاليّة هذا الزيت عند مزجه مع سوائل صناعيّة مثل: ОДС، 7 - ПЭС، 1А – Аланол. إذ أن

7 - ПЭС مفرملاً لأكسدة المزيج الجديد، وأظهرДОС مع 1A – Аланолمضاد أكسدة، أما ДОС أبدى سلوكاً سلبيّاً نحو خفض اللزوجة.

6. خَلُصت تجارب البحث الحصول من مزيج مُركب من زيت المضخات 6 – BMوسائل 1A – Аланолبنسبة 95% وزناً و 5% وزناً على الترتيب بخواص مُحسنة وجودة عاليّة على زيت جديد ذي ثباتيّة كبيرة ضد الأكسدة الحراريّة ومقاومة شديدة للتبخر مع مواصفات تطبيقيّة لفترات زمنيّة طويلة أثناء الاستخدام.
7. أبدت اختبارات الأداء لزيوت محركات الديزل عند إضافة ДОС تحريضاً سلبيّاً تجاه الثبات الحراري وسرعة تبخر زيوت الأساس الخام 20 – И و 40 - И ذات المنشأ الأوزبكستاني مع الإضافات وبدونها، مع ملاحظة الفعاليّة المتبادلة لانحلال الإضافات من أجل تحسين أداء مجموعة الزيوت للمجموعة (г2) نحو ضبط سرعة تبخرها واستقرار ثباتها الحراري عند الاستثمار.
8. استخلصت نتائج التجارب والاختبارات القدرة التنافسيّة لزيوت الأساس الخام 20 – Иو И 40 -الروسيّة مع زيوت الأساس الخام 150 – SNو 500– SNالأوروبيّة المُستخدمة في الجمهوريّة العربيّة السوريّة تجاه سرعة التبخر واستقرار أكسدتها الحراريّة، مع العلم أن زيوت الأساس الخام الأخيرة تزداد خواصها الاستخداميّة من حيث الأداء لفترات مديدة بعد مزجها بإضافات مُحسنة مثل: PARANOX - 390، لهذا يُوصى استثمار هذه المزائج لفترات تتجاوز عشرة آلاف كيلو متر (10000كم)، ولاتُستبدل إلاَّبعد إخضاعها للاختبارات والتحاليل المخبريّة التي تُحدد استمراريّة صلاحيتها من عدمه، في الجمهوريّة العربيّة السوريّة.

الاستنتاجات والتوصيـــّات:

تعديل أنظمة وحدات معالجة زيوت الأساس الخام في مصافي تكرير النفط عند المراحل النهائيّة للحصول على قطفات زيوت مُكثفة بفصل قطفات الفحوم الهيدروجينيّة الخفيفة حتى 20% ساعد للوصول إلى الحدود القياسيّة العالميّة لإنتاج هذه الزيوت بنقاوة عاليّة واصطفائيّة مثاليّة لمتطلبات الأسواق العالميّة.

المراجع العربية

1. عبّود ع. يو، **تأثير النفايات الضارة من زيت المحرك أثناء عمل الديزل**،جمهورية روسيا الاتحادية،موسكو، الأكاديميّة الحكوميّة للنفط والغاز المُسماة غوبكِن، 1998م، ص 27 . 34.
2. عبّود ع. يو.،2008م،الزيوت المعدنية، **الموسوعة العربية** المجلد 10، ج. ع. س. دمشق، ص 526.
3. غرابيلين و. ف.، لاشخي ف. ل.، فوكس ي. غ.، عبّود ع.،**بعض المقاربات المعاصرة نحو اختبار فعاليّ تأثير الإضافات على زيوت المُحركات**،جمهورية روسيا الاتحادية، موسكو، 1996م، ص 90 . 91.
4. فالْكوڤيتش م. ي.، عبّود ع.،ماكاروڤأ.، د.**قابليّة التبخر وثبات الأكسدة الحراريّة لزيوت المحركات**، فرنسا، باريس، 1997م، ص 84 . 86.
5. فالْكوڤيتش م. ي.، كاسّا يا.، بُولتالينا م. أ.، **انخفاض قابليّة تبخر الزيوت لمقياس لزيادة النقاوة البيئيّة لوسائل النقل**، جمهورية روسيا الاتحادية، موسكو، 1995م، ص 86 . 87.

المراجع الأجنبية

6. JAN T. E. Long – Chain alky 1 **Substitutes in native asphaltic molecules . nature phys.sci**2001, v.233 p.26-36

7. KOLESNIKOV I.M., KOLESNIKOV S.I., KILIANOR M.Y. Generaleized Quantume – **Chemical plinciple and Mechanism of Acidic – Base Catalysis** Rolduc 2007 .p.20.

8. MARTYNOVA V.A, UNGER F.G., ANDREEVA L.V. **SOC Division of fuel chen**.1997 v.42,n2,p407 – 411 , 1997 , v.42 ,N4,p.445-448.

9. SACHANEN A.N. **The chemical constituents of petroleum products**, 2015,p.21

10. UIZI N. **autoxidation and autoxidants** v.1 .ch. iv. NewYork – London intersience pub1.,2012, p.133