

دراسة إمكانية إنتاج قطفة كيروسين من نطف اليمن كوقود نفاث عالي الجودة

د. سالمين سعد الشعلمي

د. حامد ناصر بن هرره

قسم الهندسة الكيميائية - كلية الهندسة والبتترول

جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا

E-mail: dr_hamedharhara@yahoo.com

الخلاصة

تم إجراء دراسة مخبرية للتركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية لقطفات من الكيروسين المقطر من النفط اليمني وإجراء مقارنات بين تلك العينات المخبرية والتجارية ، بهدف البحث والتأكد على إمكانية إنتاج وقود طائرات بمواصفات عالية الجودة. وقد تبين من أول نظرة للنتائج المستحصلة أن جميع الخواص الفيزيوكيميائية (Physico-Chemical Properties) لكل العينات تقع ضمن الحدود القياسية دولياً ASTM & IP. فالمحتوى الهيدروكربوني للعينات يتوزع حجماً في الحدود: 15% بارافين طبيعي؛ 50% بارافين متفرع، 2% نفتين أحادي الحلقة، 16% نفتين ثنائي الحلقة؛ 16% أرومات أحادي الحلقة وتسودها التفرعات؛ 1% أرومات ثنائي الحلقة. العينات غير شرهة للرطوبة ولم يتغير اللون لكثير من الوقت. الشعلة غير الداخنة في الحدود العليا القياسية (25 ملم). درجة التجمد في إحدى الحدود القياسية (-51 م⁰). الموصلية الكهربائية في أوسط الحدود القياسية. كل هذا يؤكد بأن الكيروسين اليمني يمكن تصنيفه من أفضل الوقود لطيف من الطائرات النفاثة المدنية والعسكرية حيث سيسمح بالإرتفاعات القصوى لإنخفاض درجة تجمده وكثافته كما سيسمح بالسرعة العالية للطيران لإرتفاع نسبة البارافين المتفرع والحلقي المتميزة بالطاقة الحرارية العالية (~ 44 ميكاجول/كجم) دون الحاجة الملحة لإضافة محسّنات كيميائية وإنما قد يستلزم إضافة جرعة من أيزومير بارفيني لتتخفف نسبة البارافين الطبيعي والأرومات.

POSSIBILITY STUDY OF KEROSENE FRACTION PRODUCED FROM YEMEN CRUDE OIL AS JET FUEL WITH HIGH QUALITY SPECIFICATION

Dr. Hamed Nasser Bin Harharah

Dr. Salmin Saed Elshaamali

Chemical Department-Faculty of Engineering & Petroleum

Hadramout University of Science & Technology

E-mail: dr_hamedharhara@yahoo.com

ABSTRACT

Laboratory investigation and many comparisons between laboratory and commercial samples of Yemeni kerosene distillates were carried out. The physico-chemical properties of the kerosene distillates were determined. The possibility of their utilization as an aviation turbine fuel with high quality specification " assisting the increase of flight height and velocity " was confirmed. At the first look to obtained results, it is shown that the physicochemical properties for all samples are in the international permissible limits. The carbon content is distributed as the following: 15% normal paraffin; 50% branched paraffin; 2% mono-cycloalkanes; 16% bicycloalkanes; 16% branched mono-cycloaromat with branches prevailing; 1% bicycloaromat. The samples are not hygroscopic for long period of time. The smoke point is in higher limits standard. Where the freezing point is in lower limits standard. These points prove that the Yemeni kerosene might be prepared for a spectra of jet aircrafts. This Kerosen permit high flying height because it has lower density and freezing point and it permit high velocity of aviation because it has high percentage of branched and cyclparaffins with high specific energy without needed for addition of chemical additives, but may be need for portion of isomers of paraffin.

المقدمة

من المعروف أن كيروسين الطائرات (Aviation Kerosine) عبارة عن قطفة بترولية مقطرة بدرجة غليان ما بين 150 - 300 م⁰ [Lucas,2000] أو 140 - 180 إلى 260 - 300 م⁰ [Bolshakov,1983] أو 160 - 260 م⁰ [Jean,1995]. الزيادة في درجة الغليان النهائية لكيروسين الطائرات يؤدي إلى ارتفاع درجة التجمد وكمية العطريات وبالتالي تعمل على الحد من سرعة وارتفاع الطائرة [Bolshakov,1983]. تتكون قطفة الكيروسين من المركبات البارافينية المستقيمة والمتفرعة والنفثينات والعطريات وأحياناً كمية بسيطة جداً من الاولفين [Netshaev,1988,Ivanova,1974, Bolshakov,1983, Lucas,2000]. يتراوح العدد الكربوني للمركبات الهيدروكربونية في الحدود C₁₄-C₈ [Netshaev,1988]. وأن كل مركب له عدد من الأيزمرات، يزداد كلما زاد العدد الكربوني [Netshaev,1988,Ivanova,1974] فقد تكون C₁₀ لوحدها بالقطفة الكيروسينية في شكل عشرة أيزوميرات [Hirsch,1972]. وقد أقرح الباحث Chairtkov [1968] النسب الحجمية لتلك المركبات الهيدروكربونية الممكن وجودها في وقود الكيروسين على النحو التالي: 10-40 % بارافينات، 20-60 % نفثينات، 13-24 % عطريات أحادية الحلقة، 1-5 % عطريات ثنائية الحلقة. في حين أثبت Puskunov [1979] أن كمية المركبات الأروماتية في الكثير من أنواع وقود الكيروسين تتراوح ما بين 10 - 22 % . أما Lucas [2000] حدد الأرومات ما بين 15 - 20% والبارافين الطبيعي 10 - 20 % والبارافين المتفرع مع الحلقي 60 - 75 % والالفين 0.1 - 5 % حجماً. وكمية الكبريت لا تزيد عن 0.3 % وزناً. أن سبب الاهتمام في تحديد نسب العطريات هو انخفاض عددها السيتاني [Erikh,1988,Melncova,1981,Gureef,1986] وميولها نحو تكوين الرواسب الكربونية خاصة ثنائية الحلقة (النفثالين) عند الاحتراق، حيث تظهر في التيار الغازي جزيئات الكربون المتوهجة مما يؤدي إلى شدة إشعاع الشعلة وتلونها ونتيجة لذلك قصر عمر المحرك بسبب الاحتراق الموضعي على جدران غرفة

الاحتراق وكما ترفع كمية الملوثات المنبعثة [Erikh,1988,Melncova,1981]. أضيف إلى ذلك ما تتميز به العطريات من شراهة في اكتساب الرطوبة مما تؤدي إلى ارتفاع نسبة الماء في الوقود [Melncova,1981,Gureef,1986]. أما بالنسبة للمركبات الكبريتية في وقود الكيروسين فهي تغلب عليها مركبات التيوفين غير الحاوية على تفرعات حيث تصل نسبتها ما بين 50-80 % [Melncova,1981] من الكمية الكلية القياسية، والتي يجب ان لا تزيد عن 0.3 % وزنا [James,1984, Lucas,2000] والمتوافق مع ASTM D1655.

تتزايد مطالب فحوصات الجودة للكيروسين المعد للطائرات وفق تطور تكنولوجيا الطائرات وظروف العمل. فإضافةً لخاصية الكثافة وكمية العطريات وكمية الكبريت وحرارة الاحتراق ودرجة التجمد يجب معرفة الثبات الحراري ونقاوة الوقود وارتفاع اللهب غير الباعث للدخان. يجب أن لا تزيد درجة التجمد عن ناقص 40 م⁰ [Gureev,1986,Lastokina,1986,Wauquier,1995, Allison,1975] والسبب أن الوقود وسط خزان الطائرة يتعرض لتقلبات الطقس، فعند الطيران يحدث تبريد سريع، حيث تنخفض درجة حرارته بمعدل 45 م⁰ خلال ساعتين من أقلاع الطائرة [Bolshakov,1965]. ولدراسة التركيب الكيميائي تستخدم الكروماتوجرافيا الغازية أو الأمتزاز الكروماتوجرافي أو التشكل المعقد بالكارباميد، [Proskuriakov,1981] [Hirsch,1972] أو طرق الجمعية الأمريكية لفحص المواد ASTM المتوافقة مع مقاييس معهد البترول البريطاني IP .

هدف البحث

بما أن اليمن من الدول المنتجة للنفط المتميز بقلّة احتوائه على الكبريت وارتفاع كمية المقطرات الخفيفة. فكان لابد من البحث ودراسة التركيب الكيميائي والخواص الفيزيوكيميائية لقطعة الكيروسين المقطرة من النفط اليمني والتأكيد على إمكانية وكفاءة استخدامها كوقود للطائرات النفاثة بمواصفات عالية الجودة .

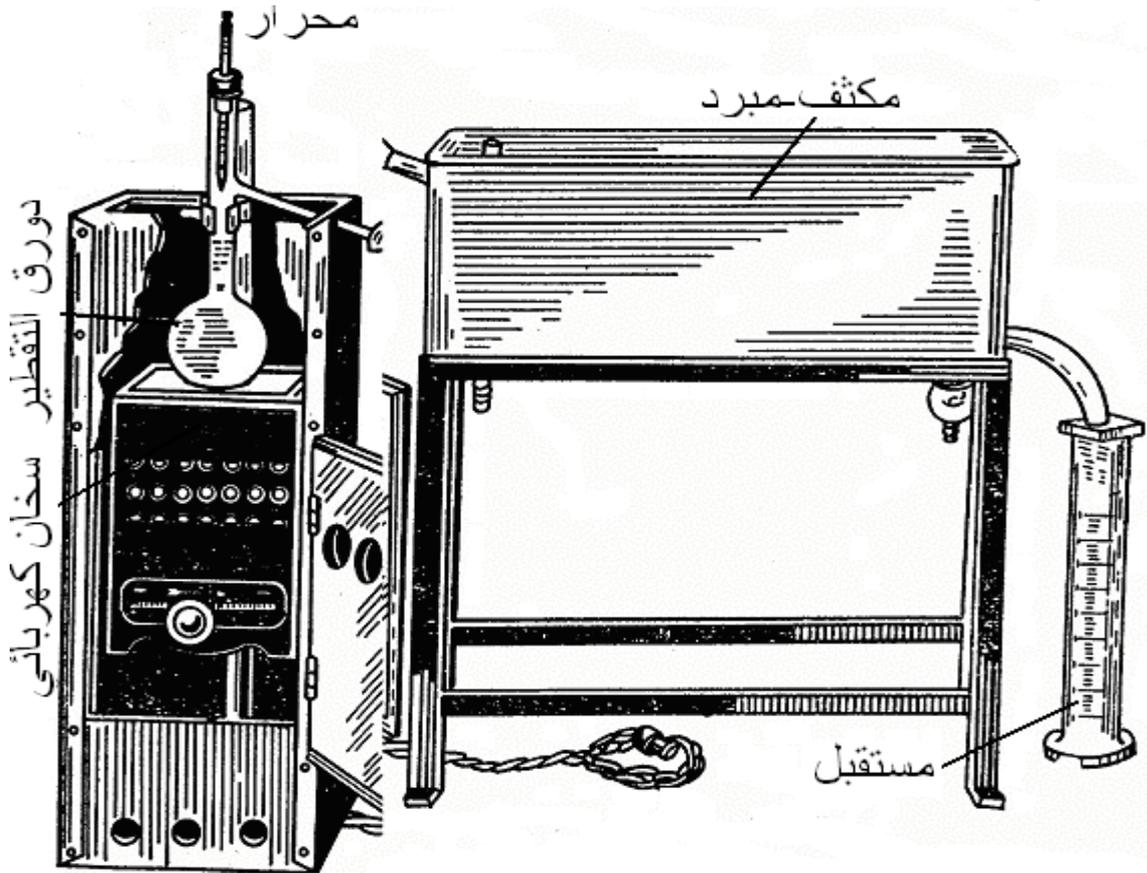
طريقة البحث

مقارنة عينتان للكيروسين مقطرتان في فترتين مختلفتين من نطف يمنى. عينة تجارية لشركة مصافي عدن وأخرى مخبرية . تم إجراء التجارب وفحوصات الخواص الفيزيوكيميائية مخبرياً في مختبرات جامعة حضرموت وشركة النفط اليمنية فرع حضرموت والمختبر المركزي لمصافي عدن وفق الطرق القياسية العالمية ASTM & IP. الفحوصات الأساسية:

التقطير ASTM-86

جرت عملية التقطير للنفط الخام الجاف عند الضغط الجوي بجهاز التقطير البسيط شكل (1) حسب المقياس العالمي. يسكب 125 ملل من العينة وسط دورق التقطير. يربط الدورق بمكثف. يسد الدورق بسدادة تحمل

محرار. موضع بصلة المحرارة أمام مخرج البخار من الدورق مباشرة. يملئ حوض المكثف بالتلج والماء البارد. يفتح التسخين على العينة. خلال 7 دقائق تبدأ نقطة الغليان. تسجل نقطة الغليان الابتدائية لحظة سقوط أول قطرة من السائل المتكثف من الطرف السفلي للمكثف. معدل التكثيف وتجمع السائل داخل المستقبل منتظماً في حدود 4 - 5 ملل ادقيقة. عند درجة غليان 150 م⁰ تستبدل اسطوانة المستقبل لتحتسب درجة الغليان الابتدائية لقطفة الكيروسين عند 151 م⁰ حتى درجة غليان 260 م⁰. ثم يستبدل المستقبل ويوقف التسخين عند 330 م⁰. بنفس النظام تم إعادة تقطير العينات التجارية. خلال فترات التقطير تسجل الحجوم مع درجة الغليان الموافقة لها.



شكل (1). جهاز التقطير المعياري

فحص الكثافة ASTM-1298

كثافة النفط الخام وقطفات الكيروسين تم قياسها بواسطة الهيدروميتر الزجاجي. توضع العينة في أسطوانة معيارية وتحفظ درجة الحرارة عند 15 م⁰. يوضع الهيدروميتر المناسب وسط العينة. بعد أستقرار الهيدروميتر ودرجة الحرارة تؤخذ قراءة الهيدروميتر.

الامتزاز الكروماتوجرافي ASTM-1319

تم تحليل المحتوى الهيدروكربوني لقطفات الكيروسين بالامتزاز الكروماتوجرافي. مادة الامتزاز هي جل السيليكا المنشط ((Silica gel (50-200 mesh)). عمود الامتزاز زجاجي، طوله 120 ملم وقطره 20 ملم. يعبأ

العمود بعامل الامتزاز مع الهز الخفيف بهدف التوزيع المتوازن لجل السيليكا. تسكب العينة في العمود. بعد امتزاز العينة يقاس طول كل طبقة متألفة، ثم يضاف الكحول لمح العينة إلى أسفل العمود. ونحصل على بارافين، نفتين، أروماتية. تحسب نسبة كل مجموعة هيدروكربونية.

أختبار درجة التوهج (IP - 170)

تم تعيين درجة التوهج بجهاز آبل (Abel Apparatus) ذو الكوب المغلق. تسكب العينة في كوب الاختبار إلى العلامة المحدد. يعاد الكوب إلى موضعه في الجهاز بعد أن يغطى بالغطاء الخاص الحامل لمحرار و خلاط . تسخن العينة بمعدل درجة مئوية لكل دقيقة مع إستمرار الخلط. عند العشر الدرجات المئوية السابقة لدرجة التوهج المتوقعة يبدأ توجيه لهب الاختبار ببطء إلى داخل الكوب. يكرر توجيه اللهب كلما إرتفعت الحرارة نصف درجة مئوية. يجب توقيف الخلاط لحظة وصول الهب إلى الكوب. تؤخذ درجة التوهج لحظة توهج بخار العينة بلون أزرق داخل الكوب وانطفاء لحظياً.

أختبار رد الفعل للماء ASTM-1094 (Water Reaction Test)

أستخدم محلول بفر الفوسفات Phosphate Buffer Solution المتعادل (pH=7) في تحديد قدرة العينة المخزونة شهراً على فصل الماء. يأخذ 20 ملل من محلول البفر عند درجة حرارة الغرفة في أسطوانة سعة 100 ملل محكمة الغطاء. يضاف إليه 80 ملل من العينة. تسد الاسطوانة وترج لمد دقيقتين دون تدوير. ثم تترك الأسطوانة لمدة 5 دقائق ليستقر الخليط فتظهر الطبقات. بدون تحريك الأسطوانة سجلت الحالة .

فحص نقطة الدخان ASTM- 1322

فحص نقطة الدخان لمقاطع الكيروسين تم تنفيذه في مصباح قياسي وسط ظروف الغرفة. بسكب 20 ملل من العينة وسط وعاء السائل. وتتبيبت الفتيل المشبع مسبقا بالعينة على رأس الوعاء. وربط ذلك الوعاء الملئ بالعينة إلى الجهاز بإحكام. ثم يشعل الفتيل وينظم ليبقى طول اللهب 1 سم لفترة 5 دقائق. يرفع الفتيل تدريجياً بواسطة قرص التحريك حتى ينبعث الدخان. يخفض مستوى الفتيل ثانية حتى يختفي الدخان تماماً. عندها يقاس إرتفاع اللهب بواسطة الخلفية المدرجة بالمليمتر للمصباح وتسجل كنقطة الدخان.

قياس درجة التجمد IP-16

يوضع 25 ملل من العينة في الانبوب ثم تغطي بواسطة سدادة من المطاط تحمل عامود خلط (Stirrer) وثرموميتر مدرج من -80 إلى +20 م⁰. بصلة الثرمومتر في وسط العينة. يوضع الأنبوب في الوسط المبرد بحيث يغطي الوسط مستوى العينة. تحرك العينة باستمرار. تأخذ درجة الحرارة التي يظهر عندها

بلورات هيدروكربونية. تخرج الأنبوبة من الوسط البارد وترفع درجة الحرارة. تاخذ قراءة الترمومتر لحظة إختفاء البلورات. نأخذ متوسط القرائتين كدرجة التجمد.

فحص شريط التآكل ASTM-130

الكشف عن تآكل شريط النحاس تم بواسطة إختبار اعتمام لون الشريط. يغمر شريط النحاس المصقول في أنبوب الإختبار الحاوي على 30 ملل من العينة الخالية من الماء. يوضع انبوب الاختبار داخل أنبوب صلب ذا غطاء خاص. ثم يغمر الأنبوب وسط حمام مائي عند 100 م⁰ لمدة ساعتين. بعدها يرفع الشريط ويغسل بمذيب خفيف ثم ينشف بورقة ترشيح بالضغط دون المسح. يقارن لون الشريط بلوحة التآكل القياسية بحيث يكون الضوء الساقط عليها ينعكس بزواوية 45⁰ تقريباً .

تعيين محتوى الكبريت ASTM-1266

عين محتوى الكبريت في العينة بواسطة طريقة المصباح. حيث تم إحراق 20 ملل من العينة في منظومة مغلقة باستخدام المصباح الخاص مع تكوين جو إصطناعي مكون من 70 % ثاني أكسيد الكربون و 30 % أكسجين لمنع تكوين أكاسيد النيتروجين. أكاسيد الكبريت الممتصة والمؤكسدة إلى حمض الكبريتيك بواسطة محلول بيروكسيد الهيدروجين الذي يتدفق مع الهواء لفصل ثاني أكسيد الكربون المذاب. الكبريت المتحول إلى كبريتات في المادة الماصة، يتم تحديده بالمعايرة بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.05 N). والكاشف المستخدم هو 2 - 4 قطرات من ميثيل الأرجوان. بعد ذلك أتخدمت معادلة النسبة الكتلية:

$$S_{\%wt.} = 16.03M \times (A/10W)$$

حيث A - عدد الملليترات من محلول هيدروكيد الصوديوم المستهلكة في المعايرة؛ M - المولاتي لمحلول هيدروكيد الصوديوم؛ W - عدد جرامات العينة المحروقة.

حساب حرارة الأحتراق الصافية ASTM-4529

حسبت الحرارة الصافية للأحتراق (Q`) وفق المعيار العالمي أعلاه المرتكز على العلاقتين التاليتين:

$$Q = 22.9596 - 0.0126587A + \frac{26640.9}{\rho} + \frac{32.622A}{\rho} - 6.69030 \times 10^{-5} A^2 - \frac{9217760}{\rho^2}$$

$$Q' = Q - 0.1163S$$

حيث Q` - كمية الحرارة الصافية في ضل وجود الكبريت بالعينة، مقاجول اكيلوجرام؛ Q - كمية الحرارة الصافية في ضل عدم وجود كبريت في العينة، مقاجول اكيلوجرام؛ ρ - كثافة العينة، كيلوجرام/متر مكعب؛ A - درجة الأنيلين، درجة مئوية؛ S - محتوى الكبريت، % وزناً .

فحص الموصلية الكهربائية IP-274

تم قياس الموصلية الكهربائية للعينات بواسطة غمر مسبار خلية الموصلية والذي يتكون من قطبين وسط لتر من العينة الموضوعة في أسطوانة . ثم تسليط جهد بين القطبين فينتج تياراً، يعبر التيار الناتج عن قيمة الموصلية و وحدته (Ps/m) Picosiemens per meter .

أختبار الثبات الحراري (ASTM-3241)

تم تقييم الثبات الحراري في جهاز JFTOT. تمر العينة المرشحة مسبقاً وسط أنبوب مسخن إلى 260 م⁰. يحكم على لون الانبوب بمساعدة لون ASTM المعياري. هناك فحوصات أخرى إضافية قد تم أجرائها حسب المقياس العالمي مثل: للزوجة (IP-71)، درجة الانيلين (ASTM-611)، الحامضية الكلية (ASTM-3242)، النفثالين (ASTM-1840)، أستخلاص محتوى الماء (IP-74)، إضافةً إلى مراقبة مظهر Appearance العينة لمدة شهر كامل وهي في حالة خزن . كما تم تجميع المركبات الهيدروكربونية المستقلة المتوقع وجودها في مدى غليان عينة الكيروسين. ووضعت في إطار مجموعات هيدروكربونية متناسقة مع درجتي غليان وتجمد كل مركب. لكي يتم أبراز تأثير كل مجموعة من تلك المجموعات الهيدروكربونية على جودة وقود الطائرات التوربينية وتأكيد نسبتها.

النتائج والمناقشة

نتائج فحص وتقطير النفط اليمني مدونة بالجدول (1).
توضح النتائج بهذا الجدول أن كمية الكبريت بالنفط اليمني منخفضة جداً في أدنى مستوياتها حيث لا تزيد عن 0.52 % وزناً، وكذلك أيضاً الكثافة في حدود 0.8658 جرام ١ ملل، مما يدل على الجودة العالية للنفط اليمني. كما لوحظ أن درجة الغليان الابتدائية للنفط كانت 48.9 م⁰. وعند درجة غليان 150 م⁰ كانت نسبة المقطر الحجمية 12.8%. أعتبر هذا المقطع كجازولين خفيف. من درجة الغليان 151 م⁰ إلى درجة غليان 260 م⁰ كانت النسبة الحجمية 22%. وأعتبر هذا المقطع كقطعة كيروسين.



للحامضية أقل عند العينة المخبرية بمقدار 0.001 ملج KOH اجرام عن تلك للعينة التجارية البالغ مقداره 0.004 ملج KOH اجرام في حين يسمح المقياس العالمي إلى 0.1 ملج KOH اجرام، وهكذا بالنسبة لدرجة التوهج حيث تصل 46 م⁰ في حين لا تزيد عند العينة التجارية عن 43 م⁰ أما المعيار العالمي فكان حده ≤ 38 م⁰.

Table (2) Physico-Chemical properties of kerosene fractions ditilled from Yemen crude oil

No.	property	unit	Test Method		Kerosene		
			ASTM	IP	Standard limits, Jet A & A-1	Comm. Samples*	Lab. samples
1	Composition Appearance	-	-	-	Clear bright no solid	Clear bright no solid	Clear bright no solid
2	Total Acidity	mgKOH/g	D3242	354	≤ 0.1	0.004	0.003
3	Aromatic	% vol.	D1319	156	≤ 25	17	17
4	Aniline Point	$^{\circ}\text{C}$	D611	2	-	60.5	62
5	Sulphur Content	% wt.	D1266	336	≤ 0.3	0.02	0.018
6	Volatility Distillation: I. B. Point 10%vol. 50% 90% E. B. Point	$^{\circ}\text{C}$	D86	123	Report 205 Report Report 300	154 168 191 232 266	151 171 191 223 260
7	Distil. Residue	% vol				1.5	1
8	Distil. Loss	% vol				1	0
9	Flash Point	$^{\circ}\text{C}$	D3828	170	≥ 38	43	46
10	Density at 15 $^{\circ}\text{C}$	g/ml	D1298	160	0.775-0.84	0.7976	0.7820
11	Fluidity Freezing Point	Minus $^{\circ}\text{C}$	D2386	16	$\leq 40^{**}$	50	51
12	Viscosity at 20 $^{\circ}\text{C}$	mm ² /s	D445	71	≤ 8	1.55	1.56
13	Combustion Smock Point	mm	D1322	57	≥ 19	23	25
14	Specific Energy	MJ/kg	D4529	381	≥ 42.8	43	43.5
15	Naphthalene	% vol	D1840		≤ 3	1.6	1
16	Corrosion Copper Strip 2h@100 $^{\circ}\text{C}$)		D130	154	≤ 1	1	Nil
17	stability Tube Deposit Rating (visual)	Color standard	D3241	323	<3	1	1
18	Contaminants Water reaction interface (Visual)		D1094	-	$\leq 1b$	1b	1
19	Water content	mg/100ml	-	-	-	1	Nil
20	Conduivity Elect.Conductivity, @ 28 $^{\circ}\text{C}$	pS/m	D2624	274	50-450	250	200
21	Additives Static Dissipator (Stadis450)	mg/l			Agreement	1	Nil

* - عينات شركة مصافي عدن ومختبرات منشآت المكلا

** - يتشابه Jet A-1 مع Jet A في جميع الخواص ماعدا درجة التجمد فأعلى درجة له ناقص 47 م⁰

[JIG,2005,EAI Ltd,2000]

بينما يعطي المعيار العالمي كمية الأرومات في الوقود النفاث إلى 25 % حجما وطول الشعلة غير الداخنة بما لا يقل عن 19 ملم ودليل النفطالين إلى 3 % حجما، أظهر فحص الامتزاز الكروماتوجرافي كمية

الأرومات لدى العينات المخبرية والتجارية بما لا يزيد عن 17%. ويؤكد ذلك كل من طول الشعلة غير الداخن (23-25 ملم) والثبات الحراري العالي ودليل النفثالين والذي لا يزيد عن 1%، وبالتالي لا يسمح ظهور تلون للشعلة الخارجة من نفاث الطائرة. كما أن نسبة اكتساب الرطوبة المعدومة أو القليلة والتي لا تزيد عن 1 ملج\100 ملل تعمل على عدم نشوء بلورات ثلجية في خزان الوقود عند انخفاض درجة الحرارة لحظة الارتفاع أو على أنظمة نقل وبخ الوقود. وبالتالي فالفيروسين اليمني يعد كوقود توربيني عالي الجودة للطائرات النفاثة.

بما أن نسبة المجموعة العطرية في عينات الفيروسين في حدود 17% وبما أن ثنائية الحلقة منها تتميز بدرجة تجمد عالية تبلغ زايد 83 م⁰ جدول (3) كما تتميز بطول قصير جداً للشعلة بدون دخان. إذن فلا يمكن أن تتواجد إلا بنسبة لا تزيد عن 1% وهذا ما يؤكد فحص النفثالين الموضح بالجدول 2. وعلى هذا الأساس فإن نسبة الأروماتيات أحادية الحلقة ستكون 16% حجماً، وهي ذات تفرعات. النسبة العظمى المتبقية وهي 83% تشمل مجموعة البارافين الطبيعي والمتفرع وكذلك المجموعة النفثينية وهذا ما يؤكد دليل التآكل والثبات الحراري العالي. وبما أن درجة التجمد للعينات تتراوح ما بين 50 - 51 م⁰ بالناقص فمن المرجح أن نسبة البارافين الطبيعي في حدود لا تتجاوز 15% وهذا يتوافق مع رأي الباحث Chairtkov [1965] القائل إذا تم خفض نسبة البارافين الطبيعي إلى حدود 5-7% تنخفض درجة الانسكاب إلى ناقص 60 م⁰ (هذا ما يجب أن نعمل على تحقيقه). وعلى هذا الأساس نعتقد أن كمية البارافين المتفرع هي في حدود 50%، مع الأخذ بعين الاعتبار أن كل مركب بارافيني له العديد من الأيزوميرات [Mortier,1997,Hirsch,1972] والتي تتمتع بإنخفاض في درجات الغليان والكثافة والتجمد واللزوجة [Mortier,1997]، أما النسبة المتبقية (حوالي 18%) فهي للمجموعة النفثينية. تتوزع إلى 2% أحادي الحلقة C₈ و 16% ثنائي الحلقة C₁₀. هذا الرأي تؤكد معطيات الجدول 3 لمكونات تلك المجموعات الهيدروكربونية وكذا تأثير التوزيع الكربوني على درجات الغليان وبالتالي تحديد التركيبة الكيميائية لوقود الفيروسين النفاث. حيث نجد أن المركبات الهيدروكربونية السائدة في فيروسين الطائرات هي المركبات ذات العدد الكربوني C₁₀ - C₁₂ وهذا يتوافق مع [Mohammed,1997,Proskuriakov,1981, Hirsch,1972]

Table (3). The Carbon Distribution according to Bioling and Freezing Points

No.	Compound	B.P., °C	F. P., °C
-----	----------	----------	-----------

1	Normal paraffin		
	C ₈	125.7	-59.6
	C ₉	150.7	-56.4
	C ₁₀	174	-32.5
	C ₁₁	195	-28.4
	C ₁₂	216	-11.8
	C ₁₃	230	-8.8
	C ₁₄	251	+8.3
2	Naphthens.		
	Mono-cyclic. C ₇	117	-15.8
	C ₈	147.5	-16.8
	bi-cyclic, Decaline C ₁₀	198.3	-47.8
3	Aromatic mono-cyclic		
	Ethylbenzene	136	-95.8
	p - C ₈	138	+15.8
	m- C ₈	139	-56.8
	o - C ₈	144	-30.8
	Pseudoumen	169	---
	Mesitylene	165	-59.8
	(C ₃ H ₇) -C ₆	159.5	Liquid
	i-(C ₃ H ₇) -C ₆	152	Liquid
	(C ₄ H ₉) -C ₆	180	Liquid
	i-(C ₄ H ₉) -C ₆	168	Liquid
	Durene,1,2,4,5 (CH ₃) ₄ -C ₆	195	+81.8
	Isodurene	196	-6.8
	(CH ₃) ₅ -C ₆	231	+55.8
	(CH ₃) ₆ -C ₆	265	+168.8
	(C ₂ H ₅) ₃ -C ₆	215	Liquid
	bi-cyclic		
	Naphthalene, C ₁₀	218	+82.8
	Diphenyl , C ₁₂	254	+72.3
	Diphenyl methane, C ₁₃	262	+29.8

الإستنتاجات:

نستنتج أن العينة المخبرية تشبه كثيراً العينة التجارية. وأن الخواص الفيزيكيو- كيميائية للعينتين تقع ضمن أفضل الحدود القياسية دولياً. المحتوى الكربوني يتوزع في الحدود: 15 % بارافين طبيعي؛ 50 % بارافين متفرع؛ 2 % نفتين أحادي الحلقة؛ 16 % نفتين ثنائي الحلقة؛ 1 % أرومات ثنائي الحلقة؛ 16% أرومات أحادي الحلقة تسودها التفرعات. العينات غير شرهة للرطوبة ولم يتغير اللون لكثير من الوقت. الشعلة غير الداخنة في الحدود العليا القياسية (25 ملم). درجة التجمد في إدى الحدود القياسية (-51 م⁰). الموصلية الكهربائية في أوسط الحدود القياسية. كل هذا يؤكد بأن الكيروسين اليمني يمكن تصنيفه من أفضل الوقود لطيف من الطائرات النفاثة المدنية والعسكرية حيث سيسمح بالإرتفاعات القصوى لإنخفاض درجة تجمدة وكثافته كما سيسمح بالسرعة العالية للطيران لإرتفاع نسبة البارافين المتفرع والحلقي المتميزة بطاقة إحتراق

عالية (44 ميكا جول/كجم) دون الحاجة الملحة لإضافة إضافات كيميائية وإنما قد يستلزم إضافة جرعة من أيزوميرات بارافينية لتتخفف نسبة البارافين والارومات.

المصادر

Alan G. Lucas , (2000), Modern Petroleum Technology, V. 2, 6th ed., John Wiley & Sons Ltd, England,, pp. 288 – 290.

Bolshakov G.F., (1983), Chemical & Technology of component's jet fuel, chemia, Linengrad, , pp. 268.

Jean – Pierre Wauquier, (1995), Petroleum Refining, , V. 1, pp. 332.

Ivanova, L. V., M. I. Korneev, V. N. Uzbashev, (1974), Technology of Petroleum and Gas Refinery , Mir Publishers, Moscow, , pp. 12-13.

Netshaev, A.P., (1988), Organic Chemistry , Higher sSchool, Moscow., pp. 26.

Hirsch D. E., R. L. (1972), Hopkins & others, Analytical Chemistry, V. 44 , No. 6 , pp. 915-919 .

Chairtkov I. B., (1968), Modern and perspective hydrocarbons of diesel and jet fuel , Chemia , Moscow , pp. 123 .

Puskunov V. A., K. S. (1979), Chairnova & others , Chemistry and Technology of Fuel and Lubricant, , No. 10 , pp. 35 – 38 .

Gureef, A. A., (1986), Chimnotology, Chimia, Moscow, pp. 169.

Melncova L. A., (1981), Petrochemical , V.21, No.1, pp. 149 .

Erikh, V. N., M. G. Rasina and M. G. Rudin, (1988), The Chemistry and Technology of Petroleum and Gas, Mir Publishers, Moscow, , pp 92 -93.

James, H. G., E. H Glenn, (1984), Petroleu Refining Technologyand Ecconomics, 2^{ed} edition, Marcel Dekker INC., New York, , pp. 12.

Allison J. P. , (1975), Criteria for quality of petroleum products, Applied Science Publishers Ltd., U.K., , pp. 66, 142.

Wauquier, J. –P. (1995), Petroleum Refining, Crude Oil, petroleum Products, process, Flowsheets, Editins Technip, Paris, , pp. 251.

Lastokina, G. A., E. D. (1986), Radtshiko, M. K. Rudina, Handbook of petroleum Refinig, Chemia, Linengrad, , pp. 433.

Gureev, A. A., I. G. Fux, V. L. (1986), Lashkhi, Chemnotology, Chemia, Moscow, , pp. 170.



Bolshakov, G. F., E. I. Gulin, N. N. Toritshnev, (1965), Phisico-chemical principles for motor, turbine and rocket fuel, Chemia, Moscow, ,pp. 26-40

Proskuriakov V. A., A. E. Drakina , (1981), Chemistry of Petroleum & Gas , Chemia , Linengrad , , pp.106 – 194.

ExxonMobil Aviation International Ltd, (2000), World Jet Fuel Specifications, , pp. 4-22.

Joint Inspection Group (JIG), (2005), Production Specifications, Bulletin No. 4. march. pp1-5.

Mortier, R. M., S. T. Orszulik, (1997), Chemistry and Technology of Lubricants, 2^{ed} Edition, Blakie Academic & Profesional, Britain, , pp. 4.

Mohammed A., (1997), Thermal- stability and low-temperature properties of medium petroleum distillate, Sofia, , pp. 63.