تأثير زيت التزييت على عمل آلات التبريد

الدكتور: ف ١٠ مازور
استاذ في معهد اوديسا

الدكتورة: ت ٠ س ٠ دريملوخ

المعيد: جابر ديبة
طالب دراسات عليا
في معهد اوديسا

ان وجود الزيت في نظام التبريد له تأثير على مميزات الضاغط التبريدي وعلى ظروف تشغيله ٠وخلافا لآلات الحرارية الأخرى (محركات احتراق داخلي ،ضواغط غازية ٠٠ الخ)، فان الضواغط التبريدية تزيت بمزيج الزيت مع وسائط التبريد ،التي تدور في عناصر آلة التبريد ، أثناء ذلك يزداد سوء انتقال الحرارة بزيادة المقاومة الهيدروليكية ،مسببة الخلل في عمل الأجهزة المنظمة ٠

انطلاقا من التلامس الطويل الأمد للزيوت مع وسائط التبريد ،وخاصة التأثير الثنائي على آلة التبريد ،يتطلب أن تكون الزيوت ووسائط التبريد متباينة ومنفصلة بشكل متبادل عن بعضها البعض ٠

ان نموذج ومدلول آلة التبريد ومجال درجة حرارة عملها ونموذج الضاغط والتبادل الحراري للأجهزة تلعب دورا مهما ومؤثرا في اختيار الزيوت ٠

في الميدان العملي العالمي هناك يتطلب توفر حدود دنيا في خواص الزيوت والتي تسمى المتطلبات الرئيسية ،وهي تختلف من بلد الى بلد ،حيث إنه في الواقع العملي العالمي من غير الممكن اختيار زيت عام لكافة الاستعمالات ٠

ان هدف البحث هو اختيار الزيوت المتوفرة في الاتحاد السوفيتي والتي تصلح للاستعمال في آلات ومحطات التبريد لتحل محل الزيوت الأجنبية المستوردة والتي تخدم الاقتصاد الوطني لتوفير القطع الأجنبي الذي يذهب ثمنا لشراء هذه الزيوت من السوق العالمية ٠ بنتيجة التجارب الموجودة في هذا البحث والتي جرت في الاتحاد السوفياتي تم ايجاد زيوت سوفيتية مشابهة لخصائص الزيوت الأجنبية ،وتم تطبيق هذه النتائج على محطات السفن التبريدية لصيد الاسماك مما وفر الكثير من القطع الأجنبي نتيجة لتوفر البديل الوطني ٠

ان الهدف من عملنا هنا هو بحث خواص استخدام زيوت التزييت التبريدية ومزائج الزيت مع وسائط التبريد(الفريونات) من اجل آلات التبريد ٠وكما هو معروف أثناء عمل الضواغط التبريدية يجري انتقال الزيت مع وسيط التبريد ضمن نظام الآلة . من أجل ضمان العمل الطبيعي في النظام يجب أن يكون هناك توازن بين كمية الزيت المنقولة والتي بدورها ستعاد الى الضاغط ثانية ،حيث إن هذا التوازن يعتمد بالدرجة الاولى على نوعية الزيت وخصائصه ٠ومن أجل هذا تم اعداد طرق تجريبية لتحديد خصائص الزيوت ووسائط التبريد تحت درجات حرارة منخفضة وتحت درجات حرارة مرتفعة ٠

كانت الغاية من اجراء التجارب هنا في الاتحاد السوفياتي هي الاجابة عن السؤال القائم هنا حول امكانية استخدام زيوت سوفيتية الصنع ،لتحل محل الزيوت الأجنبية المستوردة بدون فك أو تنظيف الضاغط ٠ وبالتالي كان جوهر عملنا هو ايجاد زيوت سوفيتية متشابهة بالخواص

مع الزيوت التي ستحل محلها .

التجارب اجريت على الزيوت التالية :
XA - 30 (روسي) XC-40 (روسي)،
XK - 57 (الماني شرقي)
Shell.SD.Refrigation (ماركة دولية)
وعلى مزائجهما بنسبة 1:1 تم اختيار (اللزوجة الكثافة ـ الثباتية الكيمائية ـ القابلية الانحلالية ...الخ) التي سنأتي على ذكرها بشكل مفصل .

وتم الحصول على نتيجة مرضية ،حيث تمكنا من تبديل الزيت ،واعطينا النصائح الكاملة من أجل تبديل هذه الزيوت في محطات السفن من أجل الأخذ بها .

المتطلبات العامة للزيوت من أجل آلات التبريد:

هناك تأثير ملموس يظهر في نظام الزيت على خصائص وظروف عمل ضواغط الات التبريد ،ضروريا من أجل التزييت، والكثافة وتبريد الضواغط . خلافا للآلات الحرارية الأخرى (محركات الاحتراق الداخلي ،الضواغط الغازية وغيرها)، وانطلاقا من التلامس الطويل الأمد للزيوت مع وسائط التبريد وخاصة التأثير الثنائي على آلة التبريد ،يتطلب أن تكون الزيوت متباينة وتنفصل عن بعضها البعض بشكل متبادل . ان هذا يحدد الصعوبة أثناء اعداد واستخدام الزيوت . كما أن زيادة اللزوجة يحسن من جودة التزييت ويزيد من ثباتية خصائص الزيت ،لكن انتقال الحرارة يزداد سوءا أثناء التبادل الحراري للأجهزة ،كما أن الرغوة الزائدة للزيوت تزيد سوء عمل أنظمة التزييت للضواغط ،وفي نفس الوقت تحسن عمليات التبادل الحراري .وايضا فان قابلية الانحلال الجيدة لمزائج الزيوت مع وسائط التبريد تزيد من سوء التزييت الجيد للاحتكاك وعمل انظمة التزييت لكنها تساعد على دوران الزيت في آلة التبريد .

ان نموذج ومدلول آلة التبريد ومجال درجة حرارة العمل ونموذج الضاغط والتبادل الحراري للأجهزة تلعب دورا مهما ومؤثرا في اختيار الزيوت . ان درجة حرارة الغليان في آلة التبريد تحدد درجة حرارة التجمد والحركة للزيت . نموذج وسيط التبريد يحدد التأثير الكيميائي المتبادل مع الزيت .

في الضواغط الكهربائية المتقابلة يزداد الطلب الى الثباتية الكيميائية للزيت . أما في آلة التبريد ذات الضاغط اللولبي فانه لايوجد استخدام الزيت اللزج المنخفض كما أنه في الواقع العملي من غير الممكن استخدام زيت عام موحد . في الميدان العملي العالمي يتطلب في الزيوت أن تتوافر فيها متطلبات دنيا لبعض الخواص والتي تسمى المتطلبات الرئيسية وتختلف من بلد الى آخر أو بالأحرى نوعية الضاغط ،ويأتي في طليعة المتطلبات الدنيا (اللزوجة الحركية ـ درجة حرارة التجمد ـ درجة حرارة الاشتعال ـ محتوى الماء ... الخ).

وهنا سنبين في الجدول ـ 1 ـ زيوت التبريد المستخدمة في الاتحاد السوفياتي (السوفيتية المصدر) في مجال محطات وآلات التبريد .

تحليل ظروف عمل زيوت التزييت في آلات التبريد:

المغزى الأساسي لوجود زيت التزييت في آلة التبريد هو منع اهتراء الأقسام المتحركة وازالة حرارة الاحتكاك والتكاثف على الأجواف التي ستنتج مستقبلا والعاملة للاسطوانات . أما في الضواغط اللولبية والدوارة فيهدف الى تخفيض تسربات وسيط التبريد .وفي نفس الوقت فان النقل القسري للزيت في نظام الدوران

الجدول ـ 1 ـ

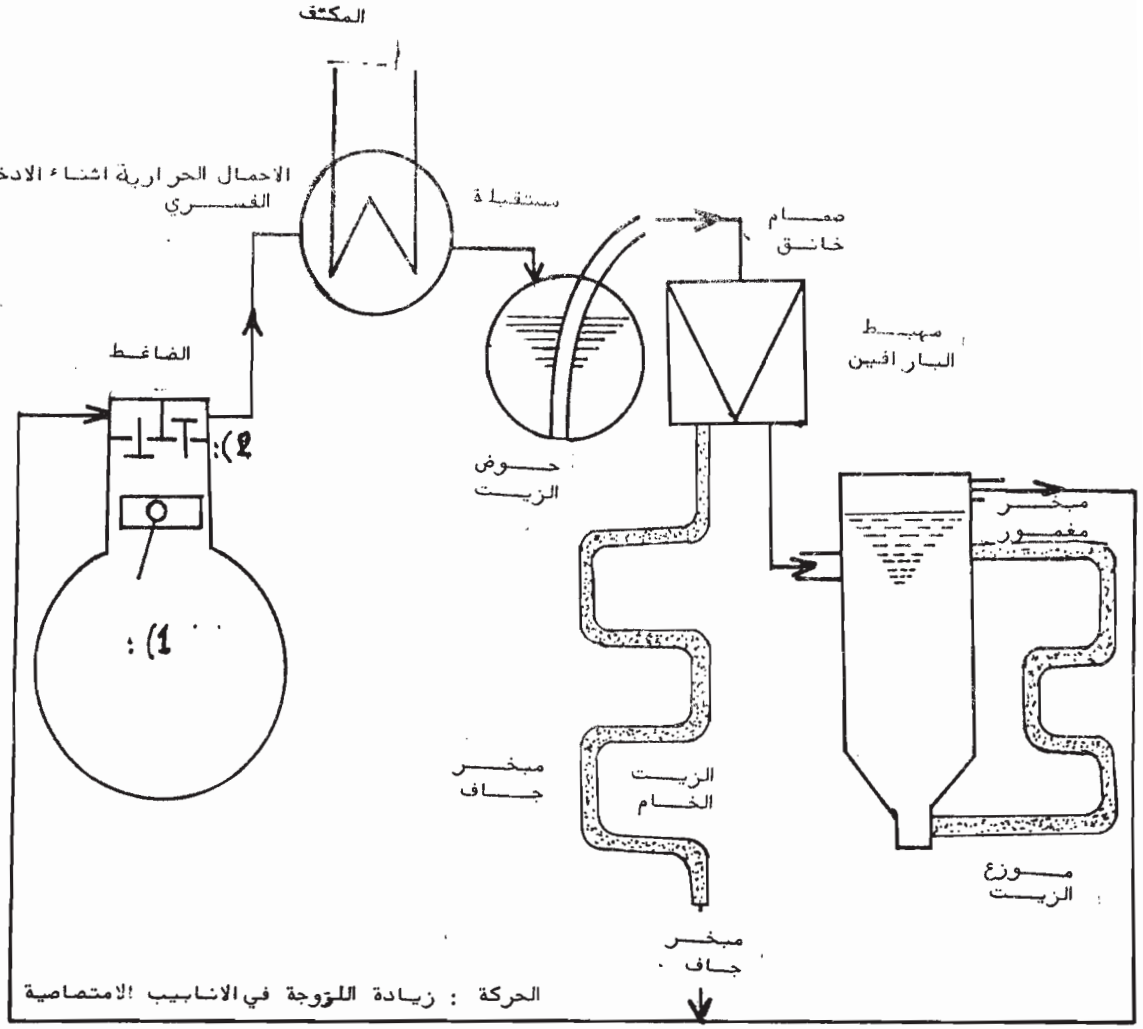
الزيوت المعدنية	XA -(ØPUZYC) XA - 23 XØ 12 - 18	XA - 30 XØ- 22 - 24 XM - 50	XØ 12 - 16 XM - 6 XM 35
الزيوت العضوية	XØ - 22_C-16 ØTOC - 4	ØM - 5,6 A	MT 2 - 5
الزيوت (عضوي هيدروكربوني)	X_C- 40	X_C 50*	X_CH 40*

يمكن أن يؤدي الى عرقلة العمل الطبيعي للمراكز المستقلة وأجهزة محطات التبريد. وهنا على الشكل ـ ـ نبين بشكل تخطيطي تأثير الزيت على مختلف وظائف أجزاء نظام التبريد .

اثناء مرحلة انضغاط وسيط التبريد ترتفع درجة الحرارة في الضاغط لتصل الى حدود 230°C ،حيث من الممكن حصول تأكسد الأنابيب النحاسية أو تفحم وصدأ الأسطح الفولاذية . وكما هو معروف بحوادث التأثير السيء لمزيج الزيوت والفريونات على المواد غير المعدنية ـ الاخاديد والعوازل للمحركات الكهربائية حيث إنه احيانا بسبب خروج الزيت والوسيط الى خارج النظام ،فان هذايؤدي الى توقف آلة التبريد . أثناء النقل المحدد للزيت من الضاغط ،وعندما يكون محتواه في المكشف يزيد على ٠/٠٣٠ ،يحصل هناك نقصا ن ملحوظ على عامل النبذ الحراري.

ان بعض الزيوت المعدنية ذات المحتوى العالي من البارافينات من الممكن انتقاؤها تحت درجات الحرارة المنخفضة لأن البارافين يبدأ بالظهور والترسب عند درجة حرارة معينة تعود الى نوع الزيت والفريون المستخدم .وان درجة الحرارة التي يبدأ عندها ترسب البارافين تسمى بدرجة حرارة التعكر ،ولذلك شرعوا باستخدام اللولب ذي الصمام الخانق،الذي ينظم كمية المزيج القادمة الى المبخر . يحدث ترسيب للبارافين على سطح المبخر والذي يساعد في انتقال الحرارة من الحيز المبرد ونقلها الى الوسط الخارجي، ولكن اثناء درجات الغليان المنخفضة لوسيط التبريد يؤدي الى تضاعف لزوجة الزيت وبالتالي تؤدي الى تنضد طبقات البارافين في المبخر ،الى جانب ازدياد سوء الانتقال الحراري ،وزيادة درجة حرارة الغليان ونقصان الاستطاعة التبريدية. وهذا بدوره سينقص كمية الزيت العائد الى الضاغط وبالتالي في مجمع الزيت هكذا بالتتابع ،يؤدي الى زيادة احتمال تلف صندوق الضاغط التبريدي ،نظرا لقلة الزيت الذي يقوم بتبريد الضاغط وتزييت الاجزاء المتحركة وبذلك يجب اخذ ذلك بعين الاعتبار.

النتيجة المهمة لتغيير أنظمة العمل للضواغط تدعى المتطلبات لزيادة لزوجة الزيت . حيث إنه اثناء تزايد



الشكل 1 – الزيت في نظام التبريد

١– في الضاغط : تؤثر العوامل التالية :

أ– الاحمال الحرارية : والتي تؤثر عليها – الانضغاط الاحتكاك – تسخين المحرك الكهربائي

ب– التزييت : وما يطرأ عليها : اللزوجة – انقاص اللزوجة من اجل مزيج وسيط التبريد ونقل الزيت

ج– المخاطر : بمافيها : التأكسد في الانابيب النحاسية الصدأ – تفكك وسيط التبريد – تفكك وسيط التبريد تفكك الزيت – انهيار العازلية للمحرك الكهربائي والاخاديد .

٢– الحمل الحراري لفترة الانضغاط على الصمامات والذي يؤدي الى رفع درجة الحرارة حتى ٢٥٠ °م

الاحمال ومجمل سرعات الانزلاق وخواص الاهتراء على اقسام الضاغط يتعلق بخصائص زيت التزييت ،وبشكل رئيسي على سماكة طبقة التزييت . حيث إن زيادة اللزوجة الأصلية لزيوت التزييت تؤدي الى تقليل الاهتراء وزيادة عمر الاجزاء المكونة للضاغط .

وهنا يطرح سؤال ،هل هناك لزوجة مثالية أو ماهي اللزوجة المناسبة من وجهة نظر الحصول على الاستطاعة الدنيا للاحتكاك مع المحافظة على المتانة والموثوقية . الاجابة على هذا السؤال ممكنة بالاعتماد على اسس التجارب مع حساب عوامل كثيرة جدا .

وبقدر ماتكون اللزوجة محددة بشكل أمثل بقدر مايكون من الممكن تحديد أنواع زيوت من أجل الضواغط الضخمة والصغيرة ،وهنا من الملائم أن تخصص لها مجموعة من زيوت التزييت التبريدية ، التي تتميز بخواص اللزوجة مع ضرورة أن تقارن وترتبط بالخصائص الأخرى للزيوت ،لكي تحدث صعوبات في دوران ورجوع الزيوت في الانظمة . وكما يشير البحث التجريبي ،فإن اللزوجة الحركية لزيوت التزييت للضواغط ذات التحميل الثقيل والعالية الدوران لجميع النماذج وبمطابقتها مع المتطلبات الحديثة العالمية تبلغ

$[(35 - 40).10^{-6}]\ m^2/S$

وتحت درجة حرارة 50°C . فدرجة حرارة الزيت في مجمع الزيت تتراوح بين [180 - 220°C] . ووفقا للمعطيات الدولية للباحثين في الضواغط المحكمة الاغلاق من الممكن أن تتراوح درجة الحرارة المكبسية بين [160 - 250°C] عند هذه الدرجة العالية. واثناء الاستخدام ،تظهر أخطار تفكك الزيت وتسريع التفاعلات الكيميائية مع وسيط التبريد ، ان هذا يؤدي الى تشكل هباب وورنيش ،صدأ وتزنجر . ان هذا الوضع القائم يخلق الحاجة الماسة لاختيار زيوت التبريد ،التي تحقق ثباتية عالية اثناء تلامسها مع وسائط التبريد .

ان التوسع في مجال استخدام الضواغط التبريدية للمحطات اعتبارا من درجة حرارة الغليان [110°C - 30-] يعني استخدام وسائط تبريد كثيرة .

وتبقى هنا مراعاة خصائص الزيوت المستخدمة في انواع جديدة من الضواغط ذات السرعة العالية مثل الثباتية الكيمائية بالتلامس مع مختلف وسائط التبريد ،واللزوجة التحركية العالية اثناء درجة الحرارة المنخفضة .

ان مجال استخدام الزيوت المعدنية محدد من درجة حرارة سقوط البارافينات حتى درجة حرارة الاشتعال.وبقدر مايستخدم الزيت في عمليات التبريد يجب أن يحافظ على ثباتيته بحيث لاتتبدل التفاعلات الاصلية للمكونات .والمجال العامل للزيوت المعدنية يتراوح عادة مابين [30 - 5°C] و [180 - 220°C] . وتقسم الزيوت المعدنية بالاعتماد على محتويات مكوناتها الى بارافيني ،وعطري .

الزيوت البارافينية تؤمن تزييت جيدا ومتقنا وتدرجافي درجة الحرارة اللزوجية . كما تمزج بشكل سيء مع الفريونات ولها درجة حرارة عالية لترسب البارافينات . الزيوت ذات التركيب العضوي ـ الهدروكربوني الغير مشبعة تمتاز بتحسين قابلية المزج ودرجة حرارة تجمد عالية .

وبالنتيجة في الواقع العملي حاليا

في الاتحاد السوفيتي من أجل تزييت الضواغط في المحطات التي تبلغ فيها درجة حرارة الغليان في المبخر اقل من [- 40 - 50°C] درجة مئوية اضافة للزيوت المعدنية تستخدم سوائل التزييت العضوية .

الزيوت العضوية :

تتمتع الزيوت العضوية باستخدامها في مجالات واسعة لدرجة الحرارة، كالشباتية في الاوساط التفاعلية اضافة الى الجودة في التزييت . كما أن استخدام التزييت العضوي يحسن ظروف عمل الات التبريد ويزيد عمر خدمتها ويخفض بشكل ملحوظ نفقات الاستخدام .

أما انجاز القسم التجريبي فقد تجلى باجراء بعض التجارب على أهم الزيوت المنتشرة هنا وعلى مزائجها ويأتي في طليعتها الشباتية الكيميائية ،وبعد التأكد من شباتية الزيت نجري، تجربة التأثير المتبادل للمزج وقابلية الانحلالية .

وتتلخص تجربة تعيين الشباتية الكيميائية بما يلي :

جوهر الطريقة يتضمن في تناول وجود أو انعدام التفاعلات الكيميائية العكوسة في مزيج الزيت والفريون .

اجراء التجربة : يمزج الزيت مع وسيط التبريد R_{22} في أنبوبة زجاجية ،يضاف الى المزيج قطعة معدنية من النحاس والفولاذ (شريحة) ومن ثم يلحم الانبوب الزجاجي بعد تفريغه من الهواء . ثم يوضع في فرن حراري تحت درجة حرارة (180°C) ولمدة /١٤/ يوم وبعد هذا نعاين المزيج ونحدد المقاومة الكهربائية للشريحة الفولاذية ،ونقارن الفرق في المقاومة حتى اجراء التجربة ونعاين شكل الشرائح المعدنية وشكل الزيت وبعد الحكم على النتائج نعين الشباتية الكيميائية والتجربة مع النتائج مدونة ادناه :

جدول رقم /٢/

نتائج تجربة الزيوت التبريدية على الشباتية مع الفريون R_{22} بدرجة حرارة 180°م خلال 14 يوم

اسم الزيت	نتائج المعاينة	النتيجة
XK - 57	الزيت شفاف ،لونه اصفر فاتح- لم يتغير شكله - لون الشريحة الفولاذية 4 - 5 وحدات-تزنجر طفيف .	شباتية الزيت غير مستقرة
XA - 30	الزيت مكفهر - لون الفولاذ 2 وحدة .	الزيت ثابت
Shell.SD .	الزيت اصفر فاتح- اللون شفاف - لم يتغير شكله - لون الشريحة 2 وحدة .	الزيت ثابت
XK +Shell.SD	الزيت شفاف - لون الفولاذ 3 وحدات .	الزيت ثابت
XA + Shell.SD	الزيت والفولاذ بدون تغيير- لون الفولاذ وحدة .	الزيت ثابت

* لون الشريحة يعين من (1 حتى 9) وحدات . (1 - 4) يعني الشباتية (4 - 9) تعني عدم الاستقرار

: المزيج عبارة عن نسبة 1:1 حجما . (زيت + زيت).

ـ بعد ذلك أجرينا تجربة الانحلالية والتأثير المتبادل مع الفريون.

وتتمثل طريقة تعيين الانحلالية كالتالي: جوهر الطريقة يتجلى في تعيين المنحنيات الفاصلة بين طورين من المزيج في الانابيب الملحومة. اذا كان المزيج في درجة حرارة الغرفة غير منفصل (منحل كمحلول واحد حينئذ نضعه في حوجلة زجاجية ذات درجة حرارة منخفضة، ونخفض درجة الحرارة بشكل متدرج، نراقب درجة حرارة الانفصال للمزيج، اذا كان غير منفصل عندئذ نضعه في حوجلة ذات درجة حرارة مرتفعة ونزيد درجة الحرارة بشكل متدرج ونراقب درجة حرارة المزج (حين يصبح محلولا).

ونتائج هذه التجربة سنبينها على المخططين البيانيين (1) و (2).

ولكن قبل ذلك سنقوم بتبيان خصائص الزيوت المستخدمة في التجارب في الجدول رقم /3/ :

الجدول ـ 3 ـ تعيين خواص الزيوت وفق المقاسات العالمية :

اسم الخاصة	XA-30	XK -57	Shell.SD	Shell SD XA 30 1:1	Shell.SD XK 57 1:1
اللزوجة الحركية تحت $50^{\circ}C$ [$\frac{mm^2}{}$]	28,97	30,66	23,75	26,52	27,81
رقم الحموضة [mg KOH] g زيت	0,04	معدوم	معدوم	0,02	معدوم
درجة حرارة الاشتعال °C	186	229	177	181	193
درجة حرارة التجمد	-42	- 50	-48	- 46	-50
محتوى الماء %	معدوم	معدوم	معدوم	معدوم	معدوم
محتوى الشوائب الميكانيكية	معدوم	معدوم	معدوم	معدوم	معدوم
رقم الحموضة بعد التأكسد عند 120°C خلال 50 ساعة	0,18	0,92	0,12	0,13	0,29
اللزوجة الحركية بعد التأكسد عند / 50°C /	29,71	41,93	42,10	26,91	29,72
محتوى الترسبات بعد التأكسد	معدوم	معدوم	معدوم	معدوم	معدوم

كما أن نتائج التجارب على المزيج مبينه في الجدول رقم / 4 /:

اسم المزيج ونسبته		الامتزاج اثناء درجات الحرارة العالية		الامتزاج اثناء درجات الحرارة المتغيرة	
		+ 50°C	+ 105	+ 50	- 35°C
Shell.SD	9:1	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير
+	1:1	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير
XA - 30	1:9	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير
XK - 57	9:1	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير
+	1:1	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير
Shell.SD	1:9	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير	بدون تغيير

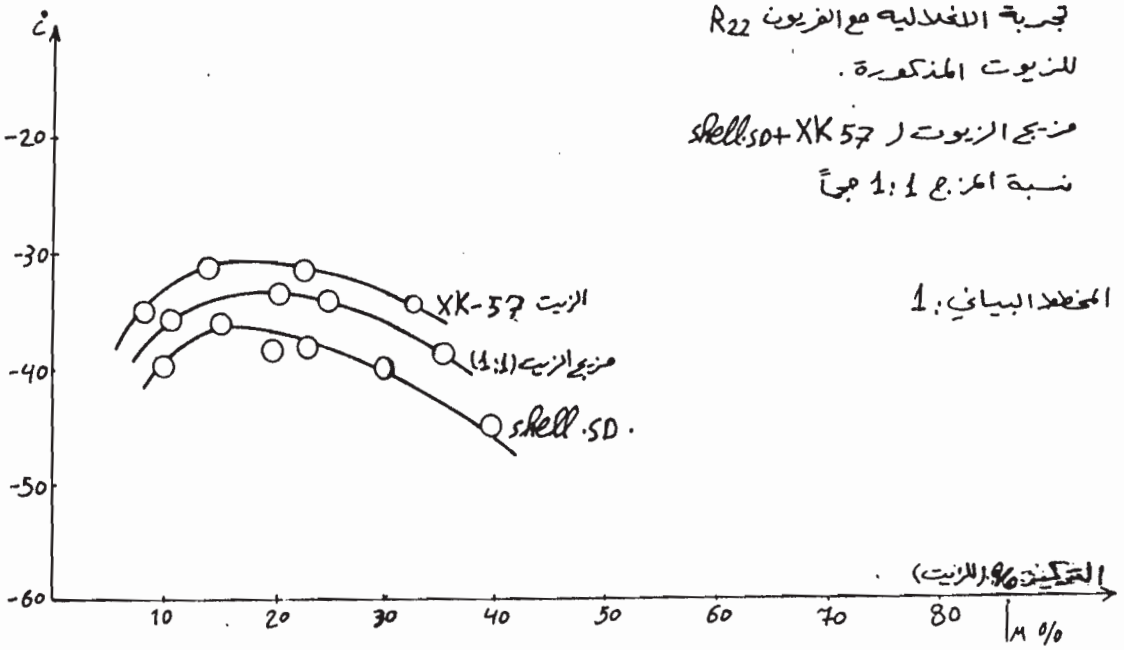
أي أن الزيوت الممزوجة أعلاه متطابقة من حيث تركيبها حيث لم تظهر أية آثار على شكلها أو تفاعلات عكوسة .

وبعد دراسة الزيوت الآنفة الذكر مع دراسة مزائجهما تم الوصول الى النتيجة التالية و هي أنه يمكن استخدام المزيج [XK - 57 + Shell.SD] ليعمل محل الزيت XK 57 أو محل Shell. SD بنسبة(1:1)

وهذا يخفف الكلفة الناتجة عن استيراد الزيت Shell. SD وبدون الحاجة الى تغيير الضاغط وتنظيفه ،كما يصح القول ايضا باستخدام المزيج [XA - 30 + Shell.SD] بنسبة (1:1) ليحل محل الزيوت المؤلفة لهذا المزيج ،وذلك اعتمادا على نتائج التجارب المذكورة وتشابه الخصائص العامة المؤلفة مع احدى الزيوت الداخلة في تركيب المزيج.وكما اسلفنا تم اعطاء النصائح الكاملة لتنفيذ هذه النتيجة في محطات السفن التبريدية في الاتحاد السوفياتي وطبقت هذه النتيجة في سفن الاسماك وهي تعمل حتى الآن بشكل مرض منذ سنتين .

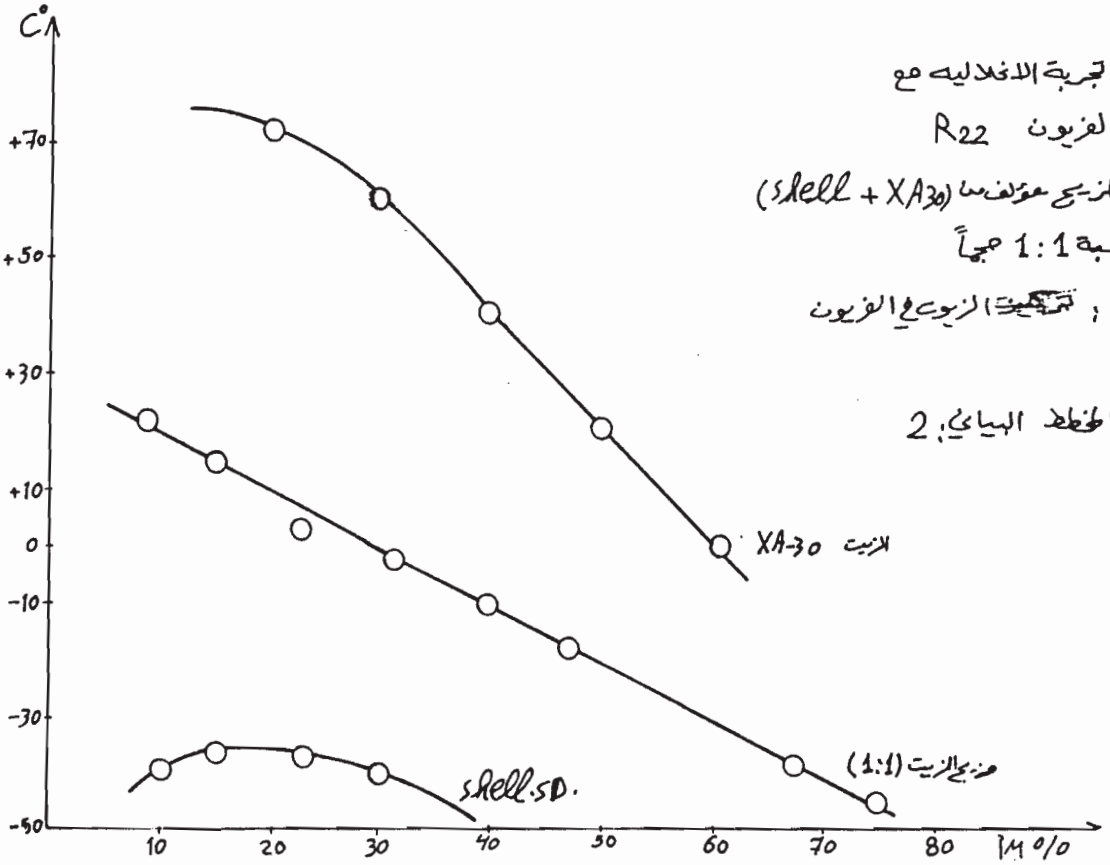
تجربة الانفلاليه مع الفريون R22
للزيوت المذكورة .
مزيج الزيوت (shell.SD + XK 57
نسبة المزج 1 : 1 حجماً

المخطط البياني : 1



تجربة الانفلاليه مع
الفريون R22
المزيج مؤلف من (shell + XA30)
بنسبة 1 : 1 حجماً
M % : تركيز الزيت في الفريون

المخطط البياني : 2



SUMMARY

An essential influence on the refrigeration compressor characteristics and its working conditions is caused by the presence of oil in a refrigeratin system . Contrary to the other types of machines (gas compressors, combustion engines, etc.) the refrigeration com pressors are lubricated by the oil solution in a refrigeration agent, which circulates in refrigeration machine elements . This circumstance is the matter of two factors - the heat transfer becomes worse and hydrodynamical resistance increases , which destroys the regulation equi - pment normal regime. The requirements to the oil properties are rather contra- dictive and moreover, are often mutually excluding . The last is the reason of a number of complication for the definite oil type choice and its using, The choice of the oil type is determined essentially by the refrigeration machine application area, by the temperature range of its working conditions and by the compressor type. It is practically impossible to choose the single universal oil type. That's why the requirements to the oil types of refrigeration machines known in the world practice are the main demands often to be called as minimal requirements defining the most important oil application characteristices and chemical quality .

Список литературы

I.Петрушанская Л.Я.и др..Об охлаждении электродвигатеей экранированных компрессоров.,^холодильная техника,I972,№С.36-38.

2-СапроновВ.И.Температурные характеристики бессальникового низкотемпер- атурного компрессора при работе на 502-I3BI-22."Труды ВНИИХОЛОДМАШ". М.,I97I,вып-2,с46-75.

3-Хармац Б.И.и дру.Исследование процессов изнашивания деталей фреоновых герметичных компрессоров"Холодильная техника"I972,№3 сI8-23.

4-Бурлак А.С.и др..Исследование уровня температуры масла при интенсивном воздушном охлаждении компрессора. "Холодильная техника", I973, №IO, с.I5-I7.

5.Сапронов В.И. Масла для холодильных машин. "Труды ВНИИХОЛОДМАШ", М., I97 г., вып.I5, с.2-5.

6 - Theo mang. Schmieröle Für kältemaschinen. " MZV- Uniti Technishen Arbeitstagung Stuttagrat - Hehenheim, 1974 .