

طرق إزالة الترسبات القيرية في الخزانات ذات السطح العائم

عدنان ياسر مجيد

شركة نفط الجنوب

١ - الخلاصة

تعرض عدد من الخزانات ذات السطح العائم في المستودعات النفطية في شركة نفط الجنوب الى التآكل وعند فتحها لإغراض الصيانة لوحظ وجود كميات كبيرة من الترسبات الاسفلتية في قعر الخزان يصل ارتفاع بعضها الى اكثر من متر في خزانات ذات اقطار كبيرة تصل الى ٨٠ مترا مما يستلزم البحث عن اسباب تكون تلك الترسبات ودراسة طرق منع تكونها وإزالتها ومن خلال البحث تبين ان سبب تكونها يرجع الى وجود مواد اسفلتية وبارافينات وشمع من ضمن مكونات النفط والتي تتجمع بالترسيب بسبب ضعف اداء منظومات اثارة الترسبات في الخزانات مما حدى الى اقتراح طرق لمنع تكون تلك الترسبات وإيجاد افضل المذيبات المتوفرة في الصناعة النفطية من خلال بعض التجارب المقترحة والمناسبة لطبيعة الترسبات الموجودة ليتم التعامل من خلالها مع تلك الترسبات لأزالتها.

٢ - المقدمة

تعرف الخزانات النفطية بأنها الوعاء المعدني الاسطواني الشكل والذي يتواجد في محطات العزل النفطية (Degassing Stations) او في مستودعات النفط للخرن و التصريف. وللتعريف العام لكننا الحاليتين لابد أن نتطرق بشكل سريع لمعنى المحطة النفطية ومعنى المستودع. - المحطة النفطية محطة عزل الغاز (Degassing Stations). وهي المحطة التي ترتبط بها آبار النفط حيث يتم استخراجها وعزل الغاز منه في هذه المحطة وذلك بتجميع النفط القادم من الآبار بواسطة مجمع الانتاج production manifold وارساله الى عازلات الغاز separators ويتم فيها التخلص من الغاز المصاحب للنفط الخام ففي بعض المحطات يكون الخزان فقط لخرن وتصريف النفط الخام وفي البعض الآخر يكون الخزان لديه وظيفة عزل نهائية للغاز المصاحب وفي جميع الاحوال تتبقى نسبة من الغاز في النفط مما يستدعي وضع تراكيب ومنظومات خاصة في الخزانات للتخلص من الغازات المنعزلة داخل الخزان .

فبعد ان يصل النفط الى هذه الخزانات وارتفاع المنسوب الى مستوى يمكن منظومة الضخ في المحطات من العمل بالكفاءة المطلوبة يتم ضخ النفط الميت dead crude oil الى المستودعات النفطية عبر انابيب الضخ الى منصات التحميل عبر المنافذ البحرية او البرية .

2.1 - المستودعات النفطية:-

وهي المكان الذي يتم خزن النفط به بخزانات كبيرة السعة لغرض ضخه بواسطة منظومة الضخ الخاصة بالمستودع الى أنابيب التصدير والمنصات العائمة في البحر .
 مما تقدم أعلاه يتبين وجود خزانات في المحطات النفطية (Degassing Stations) وفي المستودعات ونستدل على أن أحجام الخزانات في المستودعات النفطية أكبر بكثير من أحجامها في المحطات النفطية مع وجود اختلاف في تفاصيل المنظومات لكل نوع من الخزانات.
 على الرغم من وجود عدة تصنيفات وأشكال للخزانات الا ان الخزانات المعروفة في حفظ النفط الخام هي احد الانواع التالية :

خزانات ذات سقف ثابت Fixed Roof Tanks

خزانات ذات سقف عائم Floating Roof Tanks

٢.١.١ - الخزانات ذات السقف الثابت :-

وهي اما ان يكون سقف مخروطي او سقف بيضوي ثابت مع جدار الخزان.
٢.١.٢ - الخزانات ذات السقف العائم :- وهي الخزانات التي لا يكون سقفا ثابت بل يكون عائماً فوق المنتج الذي في الخزان وذلك لتقليل التبخير في المساحات السطحية الكبيرة في حال اذا كان قطر الخزان كبيراً والتقليل من المخاطر التي قد تنجم من حالة التبخير والتي تكون في ذلك الموقع مكلفة اكثر من غير مواقع والتي قد تسبب توقف العملية التصديرية ويكثر استخدام هذا النوع من الخزانات في المستودعات الخاصة بتصدير النفط كون الخزانات ذات اقطار كبيرة.

وهناك عدة انواع من السقوف العائمة نذكر بعضاً منها:-

أ -السقف العائم المنفرد السطحه. (Single Deck)

ب -السقف العائم المزدوج السطحه. (Double Deck)

ج- السقف العائم الأنبوبي. (Closed Floating Pipes)

د- السقف العائم ذو الخلايا الجيبية

ولكل نوع من هذه السقوف طريقة خاصة لتصميمها ويجب الالتزام الدقيق بها^[1].

تحوي النفوط المنتجة في حقول جنوب العراق وخاصة الثقيلة منها على كميات من الاسفلتين الذي يترسب في قعر الخزان فيما اذا ترك النفط فترة من الزمن دون تحريك او ما يعرف بانظمة الاثارة في الخزانات

٢.٢ - انظمة الاثارة

هناك نوعان من انظمة الاثارة المستخدمة في الخزانات ذات السطح العائم في شركة نفط الجنوب الاول باستخدام الخلاطات وهذا النظام معمول به في خزانات مستودع PS1 والخزانات الحديثة في مواقع الشركة المختلفة .

والثاني استخدام انابيب الاثارة وهي عبارة عن مجموعة انابيب باطوال مختلفة تكون ٦ انابيب عادة في نهايتها فوهة ترتفع الى الاعلى قليلا ,تتم عملية الاثارة من خلال تدوير النفط الخام من المضخة المساعدة المربوطة على الخزان وهناك اسلوبان للتدوير :

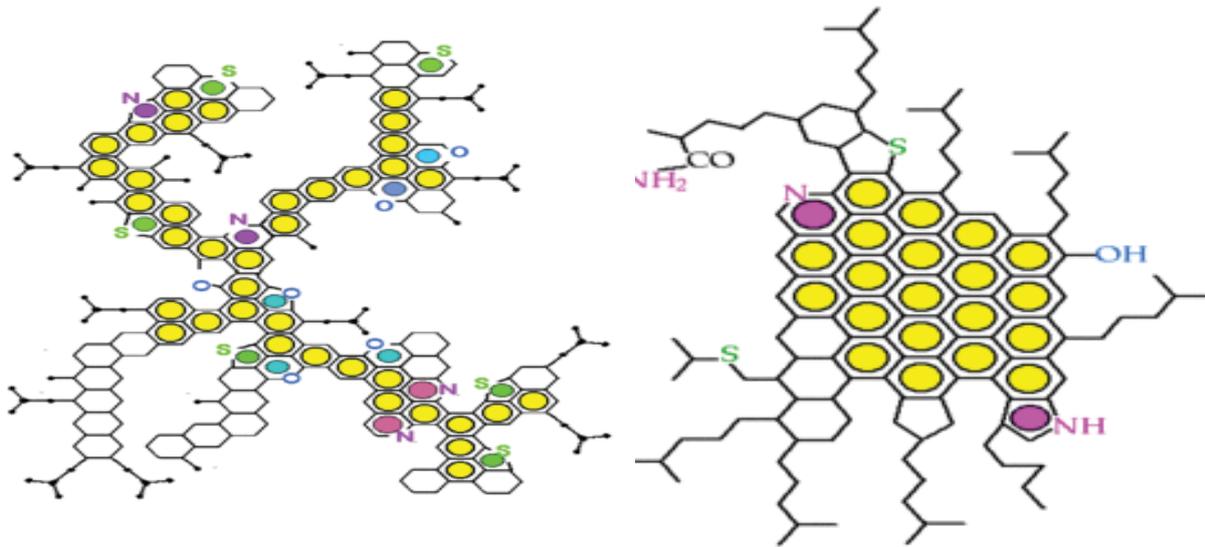
- أ- من خلال انبوب مستقل ويعمل بشكل يدوي و هو معمول به في مستودع زبير ١
- ب- من خلال انبوب التدوير نفسه وبالتالي يعمل بشكل اوتوماتيكي في بداية التشغيل كون عمل التدوير مرتبط بنظام التشغيل الاوتوماتيكي للمضخة في مستودع زبير ٢ .

وقد ثبت عمليا قلة كفاءة هذه الانظمة [3] .

وبعد تكون هذه الترسبات ولاغراض الصيانة يتطلب ازالة تلك الترسبات الموجودة في قعر الخزان حيث كان ولوقت قريب يتم ازالها يدويا وبالتالي يتطلب البحث عن اسلوب لاذابة تلك الترسبات ولعله من المناسب استخدام مذيبات متوفرة في الصناعة النفطية ويسهل التعامل معها .

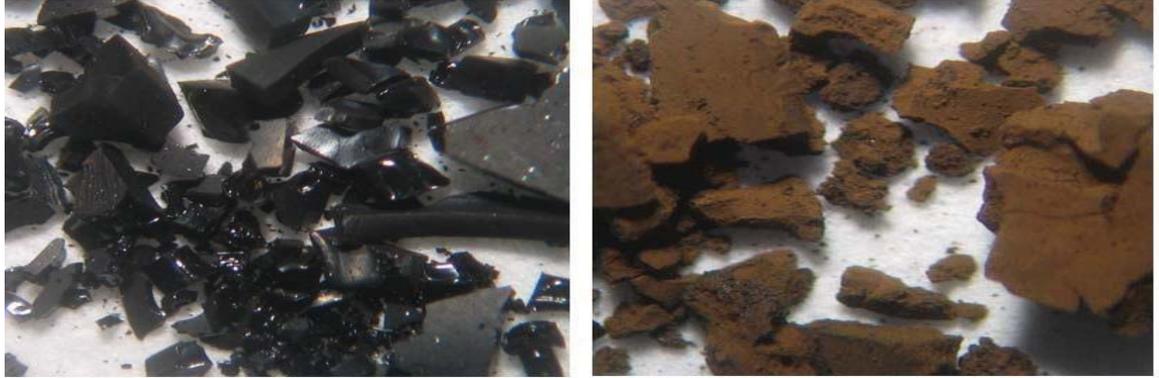
٢.٣ - تعريف ومواصفات الاسفلتين

من الجدير بالذكر ان الاسفلتين هو احد المواد الموجودة ضمن تكوين النفط الخام وهو غير قابل للذوبان في البارافينات لكن له القابلية للذوبان في المركبات الاروماتية وهو عبارة عن مركب معقد من الحلقات العطرية التي تحتوي على الكبريت والنيروجين وسلاسل ألكيل تصل إلى C30 عندما يكون في الحالة الغروية (colloidal state) في النفط الخام فانه يكون محاطا بالراتنجات، الذي يستقر على شكل سلسلة (micelles) لوحظ ان بعض المجموعات مثل الكيتونات والفينولات، والأحماض الكربوكسيلية يمكن ان تعد من ضمن تركيب الاسفلتين كما ان بعض المعادن والمواد غير العضوية مثل الفاناديوم والنيكل في التراكيز العالية للاسفلتين والشكل رقم (١) يوضح سلسلة تراكيب الاسفلتين



شكل رقم (١) شكل افتراضي للأسفلتين.

وان اهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للاسفلتين هي كونه مادة سوداء اللون او بنية شكل رقم (٢) تنتج من معالجة النفط الخام وله درجة غليان منخفضة



شكل رقم (٢) لون الاسفلتين.

وأدناه اهم المواصفات الفيزيائية للاسفلتين

الحجم الكلي للجزيئة 20 µm to 200 µm

- المسامية تزداد مع زيادة حجم المجاميع المكونة له .
- النفاذية تزداد مع زيادة الحجم الكلي له .
- سرعة الترسيب تتراوح من 100 ميكرون / ثانية إلى ٦٠٠ ميكرون / ثانية.

ولكن نظرا للطبيعة المعقدة للاسفلتين فان الخصائص الكيميائية له تعتمد على خواص النفط الخام الذي يحتويه [2]

ان وجود الترسبات القيرية في الخزانات ذات السطح العائم في المستودعات النفطية يؤدي الى :

- ١- تقليل الطاقة الخزنانية للخزان
 - ٢- عزل الخزان عن العمل فترة اطول لاغراض الصيانة
 - ٣- كلفة اضافية مطلوبة لاغراض الازالة فضلا عن الصيانة
- هناك نوعان لانظمة الاثارة المستخدمة في شركة نفط الجنوب

ان كمية ومستوى الترسبات القيرية في الخزانات تعتمد بشكل رئيسي على طبيعة تركيب النفوط وزمن بقائها في الخزان بحالة استقرار والجدول رقم (١) يبين طبيعة تركيب بعض النفوط المنتجة في الحقول ضمن رقعة شركة نفط الجنوب .

٣ - الجزء العملي Experimental Work

لغرض معرفة طبيعة الترسبات القبرية الموجودة في الخزانات تم اخذ نموذج من تلك الترسبات من احد خزانات مستودع PS1 وتبين وجود المركبات الموضحة في الجدول رقم (٢) نظرا لكمية الترسبات العالية ونسبة المواد الاسفلتينية سيكون من المناسب استخدام مذيبات متوفرة في الصناعة النفطية وبكميات يسهل الحصول عليها من المصافي والتي ستكون الكازولين (البنزين) والكيروسين لاجراء تجارب حول فاعليتها وتحديد الانسب منها والموضحة مواصفاتها بالجدول (٣,٤)

جدول رقم (١) مواصفات بعض النفوط في حقول جنوب العراق

Field	Specific gravity @60°F	Water cont. , vol.%	Asphalt ing cont., Wt%	Salt cont. Lb/1000 brl	H2S dissolved in oil ppm	Carbon Residue , wt%	Pour point , °c	Red vap. Press. @100° Fpsi	Kinem. viscosity@37.8 oc , cst.
South Rumaila	0.8665	nil	1.13	11.5	nil	5.5	<-30	6.7	9.4
North Rumaila	0.89	nil	2	8.2	28.6	5.95	<-30	8.4	19.47
Zubair	0.8764	trace	3	3.3	1.2	4.96	<-27	13	11.3
West Qurna	0.9132	nil	4.7	14.7	8.9	0.014	<-30	7	29.4
Bin Umer	0.801	0.2	0.05	11.5	56	0.009		12	2.25

جدول رقم (٢) تركيب نموذج ترسبات من خزانات مستودع PS1

بارافين % wt	مواد قبرية % wt	اسفلتين % wt	مواد غير عضوية % wt	المظهر الخارجي
2.6	9.3	4.0	12.8	كتلة سوداء متجانسة

جدول رقم (٣) المواصفات الاساسية للكازولين

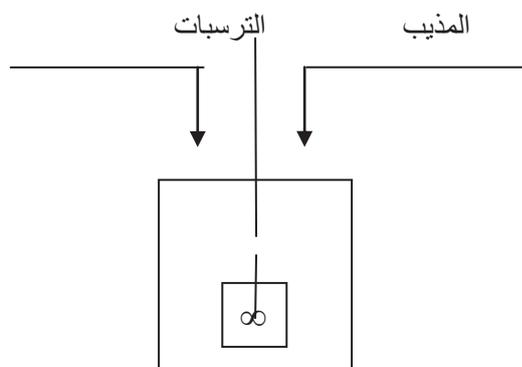
ITEM	VALUE
1. Density at 15 °C kg/m ³	746.4
Flash point °C	- 43
2.Colour	red
3vap. Pressure at 37.8 °C, psi	10 91
4. Octane no. (IM)	1a
5. Test on copper plate	0.0 32
6.Sulfur content, % wt	

جدول رقم (٤) المواصفات لاساسية للكبروسين

ITEM	VALUE
1. Density at 15 °C kg/m ³	786.2
2. Flash point, °C	52
3 Sulfur content, % wt	0.08
4. Aromativ content, % vol.	14.7
°. Heat value kcal/ kg	152

٣.١ - التجارب العملية

نظرا لطبيعة الترسبات الموجودة (شبه صلبة) تم اقتراح طريقة لقياس قابلية الذوبان للمواد الاسفلتينية في المذيبات المحددة والتي تتكون من الاجزاء الموضحة بالشكل رقم (٣)



شكل رقم (٣) مخطط توضيحي لجهاز اختبار الذوبان

في هذه التجربة تم استخدام ورق زجاجي بقطر 27 mm وطول 70 mm ويكون مستوى الترسبات الموضوعه حوالي 45 mm ويتم اضافة 50 ml من المادة المذيبة كل 10 min مع المزج ويقاس وزن النموذج كل 30 min. وفترة التجربة تكون ساعة واحدة ويتم احتساب كفاءة المذيب من خلال احتساب الكمية المذابة لوحدة مساحة قاعدة الدورق وحسب المعادلة التالية :

$$P = \Delta m / 5,72$$

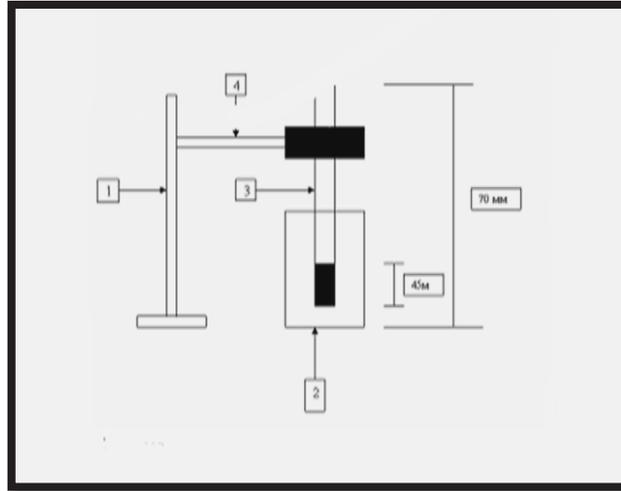
Where P is the efficiency of the solvent in g / cm²

Δm - mass loss of sample, g;

5.72 cross-sectional area of the tube, cm²

في هذه التجربة يتم اولا اجرائها بدون تسخين (بدرجة حرارة 20⁰C) مع المزج وبإضافة 50 ml من الكازولين في التجربة الاولى والكيروسين في التجربة الثانية (كمذيب) الى كمية معينة من الترسبات وبعد دقيقتين ينقل المحلول (الترسبات المذابة) الى دورق آخر ويتم وزنه وبذلك يتم احتساب كمية ونسبة الاذابة وكانت النتائج كما موضحة في الجدولين (٦,٥) ولغرض زيادة فاعلنة الكيروسين سيتم تسخينه الى درجة معينة ولإجراء هذه التجربة سنستخدم المنظومة المقترحة والمبينة بالشكل رقم (٤)

- ١ عمود تثبيت
٢ دورق تسخين
٣-بودقة
الترسبات
٤ محور تثبيت



شكل رقم (٤) استخدام الكيروسين كمذيب مع التسخين

جدول رقم (٥) ذوبانية الترسبات في الكازولين

الزمن ساعة	وزن الترسبات غرام	فعالية الترسيب
التجربة الاولى		
0.5	0.461	0.08
1	0.931	0.16
التجربة الثانية		
0.5	0.422	0073
1	0.930	0.16

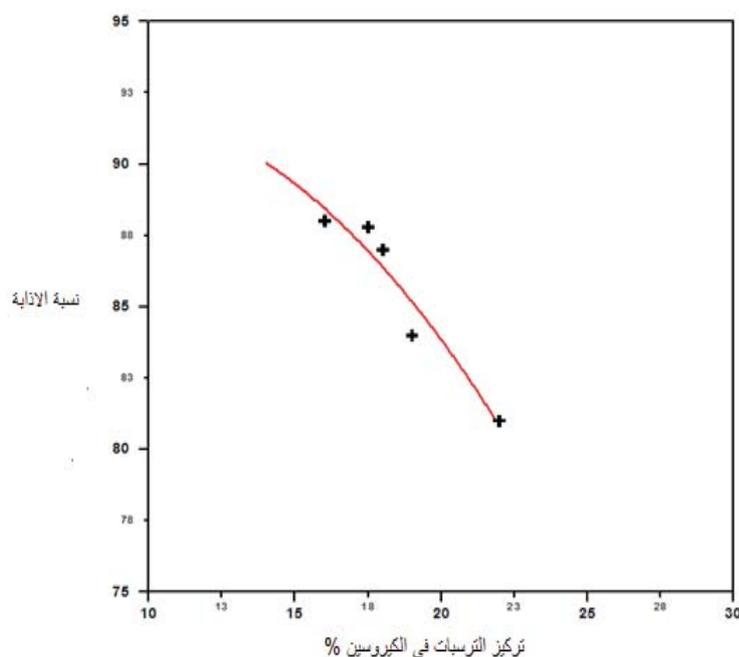
جدول رقم (٦) ذوبانية الترسبات في الكيروسين

الزمن ساعة	وزن الترسبات غرام	فعالية الترسيب
التجربة الاولى		
0.5	0.2489	0.043
1	0.637	0.11
التجربة الثانية		
0.5	0.2861	0.05
1	0.6058	0.105

تبين هذه النتائج ان فعالية الاذابة باستخدام الكازولين اعلى مما هي للكيروسين الا ان بسبب كون Flash point للكازولين واطنة ستكون هناك محاذير لاستخدامه كمذيب في الحقول النفطية وعليه يفضل استخدام الكيروسين

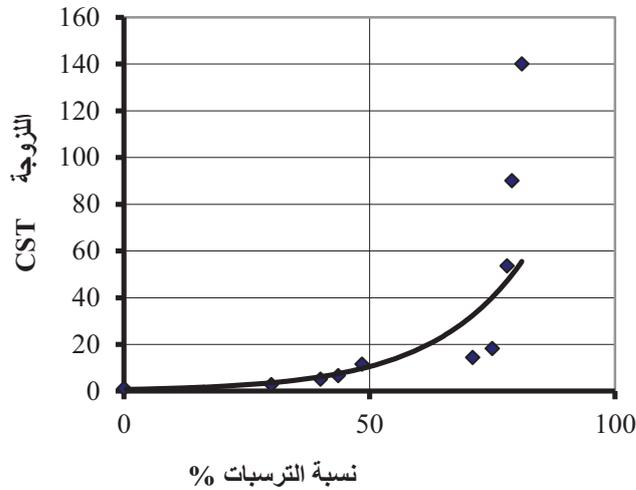
جدول رقم (٧) ذوبانية الترسبات في الكيروسين

كتلة الترسبات غرام	15	18	21	23	27
تركيز الترسبات في الكيروسين %	17,6	16	18	19	22
نسبة اذابة الترسبات في الكيروسين %	87,8	88	87	84	81



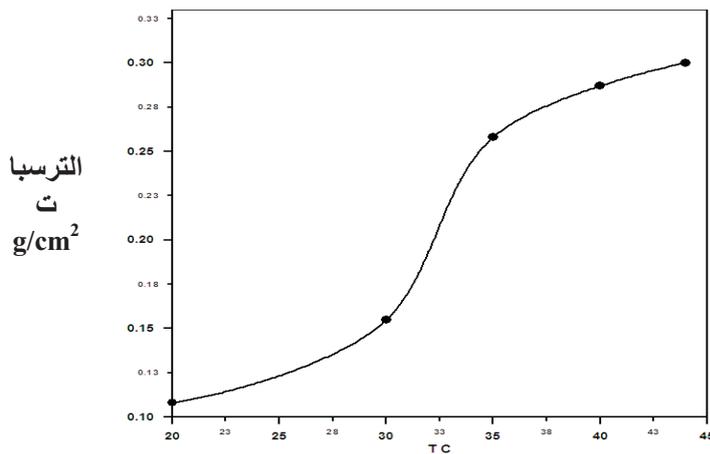
شكل رقم (٥) مخطط يوضح اعتماد قابلية الذوبان على تركيز الترسبات في الكيروسين

كما هو واضح في الجدول رقم (٢) فان الترسبات الماخوذة من مستودع PS1 تحوي على ١٢.٨ مواد غير عضوية والمواد المتبقية ستكون مواد عضوية . وكما هو واضح من الجدول رقم (٧) عند تركيز 16-18% فان غالبية المواد العضوية تكون قد ذابت في الكيروسين وقابلية الذوبان تبدأ بالنقصان عند تركيز حوالي 22% . اوضحت الدراسة ومن خلال عدة اختبارات على المواصفات الكيماوية والفيزيائية للمزيج الناتج (الترسبات مذابة في الكيروسين) ان مع الزيادة في الترسبات لا يوجد تغير في درجة الوميض للمزيج (flashpoint) تقريبا لكن هناك زيادة مضطردة في الكثافة وحسب كمية المواد المذابة لكن عند تركيز اكثر من 65% ظهرت زيادة ملحوظة في اللزوجة ووضحت الاختبارات بان زيادة اللزوجة ناجمة عن كمية البارافين في المزيج [4]



شكل رقم (٦) تغير اللزوجة حسب زيادة نسبة الترسبات

من المعلوم ان قابلية الذوبان للمركبات العضوية تزداد بزيادة درجة الحرارة لذا فان مع تسخين المذيب (الكيروسين) الذي تم اضافته للترسبات مع المزج وقياس درجة الحرارة بواسطة المحرار لتحديد درجة الحرارة وتسخينه واعادة عمل نفس الخطوات السابقة لاختبار قابلية الذوبان كانت النتائج كما موضحة في الشكل رقم (٧).



شكل رقم (٧) قابلية ذوبان اترسبات مع زيادة درجة الحرارة

من الشكل رقم (٧) يتضح بانه عندما ترتفع درجة حرارة الكيروسين بمقدار 15°C فان قابلية الذوبان تزداد لاكثر من ضعف ونصف الزمن وعند درجة حرارة $40-44^{\circ}\text{C}$ فان قابلية الذوبان تزداد بثلاثة اضعاف تقريبا

٥ - الاستنتاجات :

- ١- ان كمية الترسبات القيرية في الخزانات ذات السطح العائم تعتمد على طبيعة تركيب النفط الخام وزمن مكوثه في الخزان وكلما طالت فترة زمن المكوث دون عملية اثاره كلما كانت كمية الترسبات اكثر
- ٢ - بالامكان استخدام مذيبات اروماتية موجودة في الصناعة النفطية لازالة الترسبات بعد تكوينها وعلى الرغم من ان الكازولين يعتبر مذيب قوي الا انه لا يفضل بسبب درجة وميضه المنخفضة لذا يفضل استخدام الكيروسين
- ٣- ان زيادة درجة حرارة الكيروسين تساهم بشكل كبير في زيادة قابلية ذوبان الترسبات فيه وبالتالي تقليل الوقت والجهد اللازمين للازالة

٦ - المصادر :

١. Design, Construction and Operation of the Floating Roof Tank // Kuan, Siew Yeng, University of Southern Queensland" Faculty of Engineering and Surveying
- 2 .Parraffin Deposition and Control/ Parraffin deposition and control.com/5+Aspheltin
3. Journal of Petroleum Researches & Studies 1st No. August 2010// Adnan Yasir and Moneir Mohsin
4. Existing methods for tanks cleaning in the "Southern Oil Company" Republic of Iraq // Adnan Yasir Majeed., Ufa State Petroleum Technological University "- the Russian Federation.