مجلة جامعة الملك عبدالعزيز: العلوم الهندسية، م ١٩ ع١، ص ص: ٣٧ - ٥٥ (٢٠٠٨م/١٤٢٩هـ)

تنشيط خام البنتونايت بمحافظة خليص بطريقة الطحن الناعم

محمد نور ناهر المغربى، و محمود إبراهيم أبوشوك

قسم هندسة التعدين، كلية الهندسة جامعة الملك عبدالعزيز، جدة، المملكة العربية السعودية

profdraboushook@gmail.com

المستخلص. تمتلك محافظة خليص بالمملكة العربية السعودية احتياطيا ضخما من خام البنتونايت والذى لم يتم تنشيطه ليصبح صالحا للإستخدام في حفر آبار البترول والغاز والمياه طبقا للمواصفات القياسية في هذا الشأن. وقد أجريت عليه بعض الدراسات السابقة لمحاولة تنشيطه بواسطة استخدام محاليل مركبات الصوديوم ولكنها أعطت درجة تنشيط منخفضة وغير مطابقة للمواصفات.

وفى هذا البحث تم تنشيط خام بنتونايت خليص باستخدام طاقة الطحن الناعم للخام مع نسب مختلفة من كربونات الصوديوم بالطريقة الجافة مع إضافة نسب بسيطة من بنتونايت تجارى معتمد ومطابق للمواصفات المستخدمة لسائل حفر الآبار. وقد تم الاستدلال على نشاط البنتونايت بالخواص التالية: دليل الانتفاخ الحر ودليل اللدونة ومقدار الصبغة الزرقاء وسعة التبادل الأيوني والمساحة السطحية الكلية وفاقد الترشيح والكثافة واللزوجة الظاهرية. وقد تم مقارنة تلك الخواص بالمواصفات القياسية المطلوبة لسائل الحفر.

ومن تلك النتائج تم التوصل لمفهوم جديد إلى الظروف المثالية لتنشيط بنتونايت خليص ليصبح متقاربا للمواصفات القياسية

المطلوبة لسائل حفر الآبار. وذلك باستخدام طاقة الطحن الناعم لخليط بنتونايت خليص مع ٦٪ من مسحوق كربونات الصوديوم الجاف ومع ٥٪ من مسحوق البنتونايت التجاري وذلك لمدة ساعة من الطحن.

١- مقدمة

لم يتم استغلال خام البنتونايت بمحافظة خليص اقتصاديا حتى الآن وذلك لوجوده على صورة البنتونايت الكلسى غير النشط وغير المطابق لمواصفات سائل الحفر للآبار والذي يتكون عادة من البنتونايت الصودى.

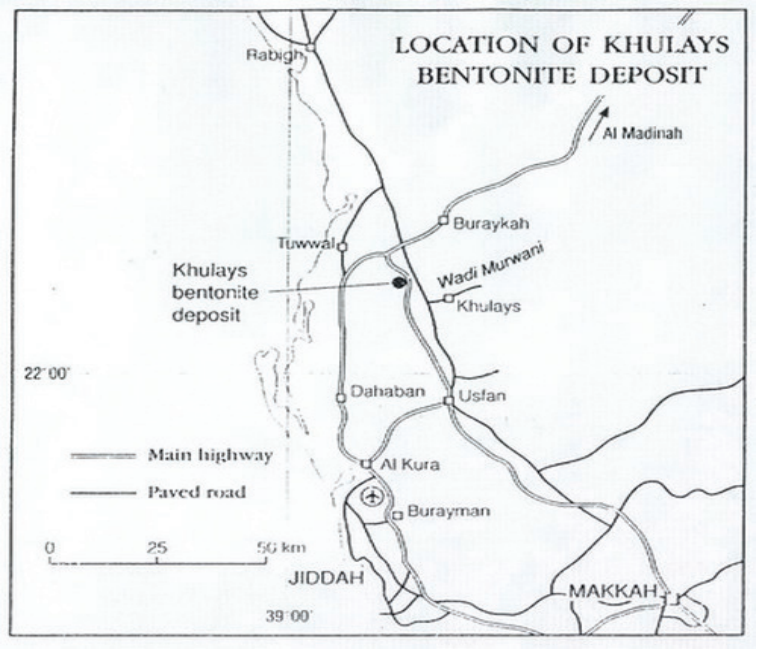
وقد تم عمل دراسات كثيرة لمحاولة تنشيط البنتونايت الكلسى باستخدام محاليل لكربونات الصوديوم والأحماض ولكنها أعطت نتائج غير مرضية. وفى بعض الأبحاث تم التنشيط باستخدام مركبات عضوية وأعطت بعض النتائج المرضية ولكنها كانت غير مرغوبة بيئيا واقتصاديا لدى شركات الحفر [١-٧] .

وفى هذا البحث، تمت دراسة إمكانية تنشيط بنتونايت خليص باستخدام مسحوق كربونات الصوديوم. وتم الاعتماد على طاقة الطحن الناعمة لحبيبات البنتونايت مع مسحوق كربونات الصوديوم بالطريقة الجافة وليست الرطبة كما هو معتاد سابقا.

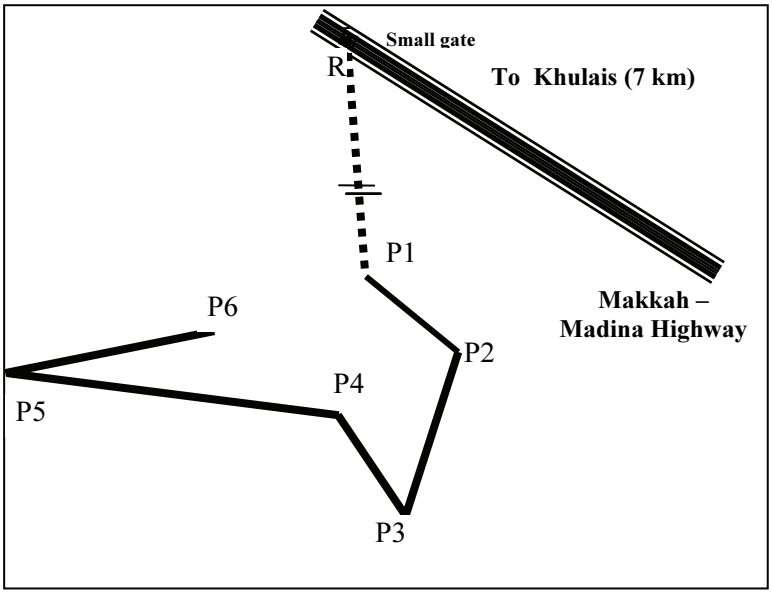
كما أن النقطة الأساسية والمرجعية في هذا البحث هي أنه تم أخذ عينات من البنتونايت التجاري المعتمد والمطابق لمواصفات بنتونايت حفر الآبار والمعروفة خواصه، كمرجع أساسي عند جميع التجارب المقترحة على تلك العينات بجانب إجراء نفس التجارب وبنفس الوسيلة والطريقة وبنفس العامل البشرى على عينات بنتونايت خليص الطبيعية غير المعالجة، وكذلك على عينات بنتونايت خليص والتي تم تنشيطها. وبهذه الطريقة تم عمل مقارنة حقيقية لنسبة التنشيط التي تمت لبنتونايت خليص باستخدام الطريقة المقترحة للتنشيط.

٢- طريقة جمع العينات

تم حفر عدد ستة مكاشف لأخذ عينات البنتونايت منها. ويبين الشكل رقم (١) الموقع العام لمنطقة تواجد خام البنتونايت بمحافظة خليص والتي تم أخذها من مراجع وزارة البترول والثروة المعدنية بالمملكة العربية السعودية. ويبين الشكل رقم (٢) خريطة تفصيلية لموقع أخذ العينات والمنسوبة لنقطة تقع على بوابة فرعية تصل اتجاهي طريق مكة- المدينة، والتي تبعد عن شمال مخرج خليص بحوالي ٧ كم، كما يبين الشكل رقم (٣) قطاعا رأسيا لواحدة من الحفر الستة لأخذ العينات.



شكل رقم (١). الموقع العام لخام البنتونايت بمحافظة خليص [٨].



شكل رقم (٢). كروكي عام لموقع آبار الحفر بالنسبة إلى بوابة صغيرة على طريق مكة المدينة على بعد ٧ كم من مدخل خليص.

شكل رقم (٣). قطاع رأسي بأحد الحفر لأخذ العينات (عمق أخذ العينات تراوح من ٢ إلـــى ٣ متر من سطح الأرض).

٣- التجارب المعملية

تم تكسير العينات بالكسارة الفكية ثم طحنها بالطاحونة ذات الكور حتى أقل من ٠,٠٧٥ مم (٢٠٠ مش) لإجراء التجارب عليها والقياسات الاسترشادية التالية لمراحل البحث المختلفة[٩-١٠]:

- قياس دليل الانتفاخ الحر كمقياس لمدى نشاط البنتونايت.
- المقارنة بين الطريقتين الرطبة والجافة لتنشيط بنتونايت خليص.
- تأثير استخدام الطرق المختلفة للطحن في تنشيط البنتونايت.
- تأثير حجم الحبيبات في تنشيط البنتونايت.
- تأثير إضافة نسبة من البنتونايت التجاري في تنشيط بنتونايت خليص.

وكانت ظروف عمليات الطحن كالتالي:

- وزن الخليط المراد طحنه = ١٥ ٪ من وزن الوسط الطاحن.
- نسبة الحجم المشغول في الطاحونة = ٤٠ ٪.
- حجم الطاحونة الصغيرة = ٥,٥ لتر.
- حجم الطاحونة الكبيرة = ٦٠ لتر.
- أقطار الوسط الطاحن (الكور) في الطاحونة الصغيرة هي: ٢، ٣، ٤ سم.
- أقطار الوسط الطاحن (القضبان) في الطاحونة الصغيرة هي: ٣,٥٠ سم.
- أقطار الوسط الطاحن (الكور) في الطاحونة الكبيرة هي: ٨،١٠، ١٥ سم.

٤- نتائج التجارب المعملية

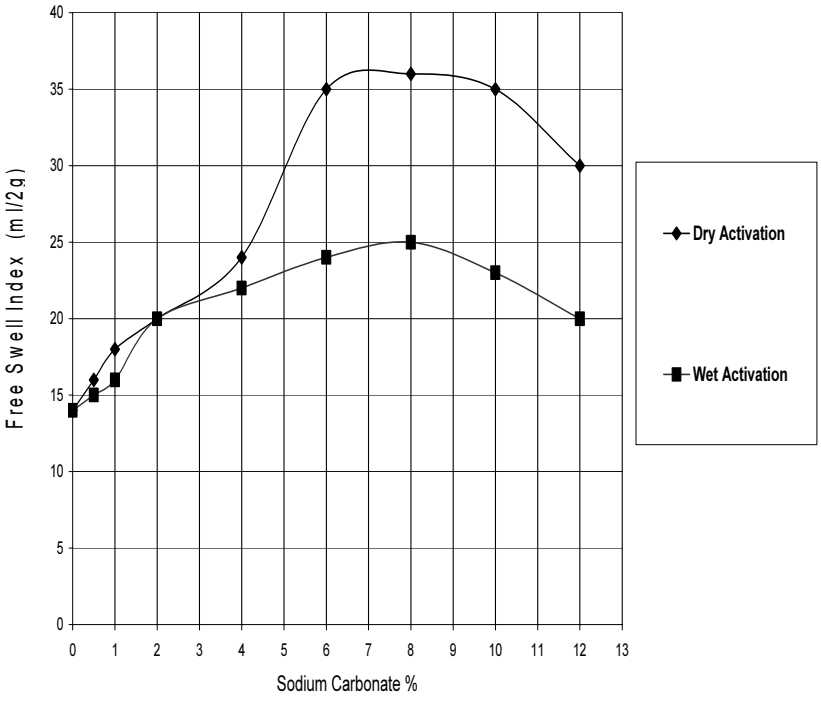
من نتائج التجارب السابقة اتضح الآتي:

أ- أفضل تركيز لكربونات الصوديوم هو ٦ ٪ حيث بلغ نشاط البنتونايت مع تلك النسبة لأكثر من ٩٠٪.

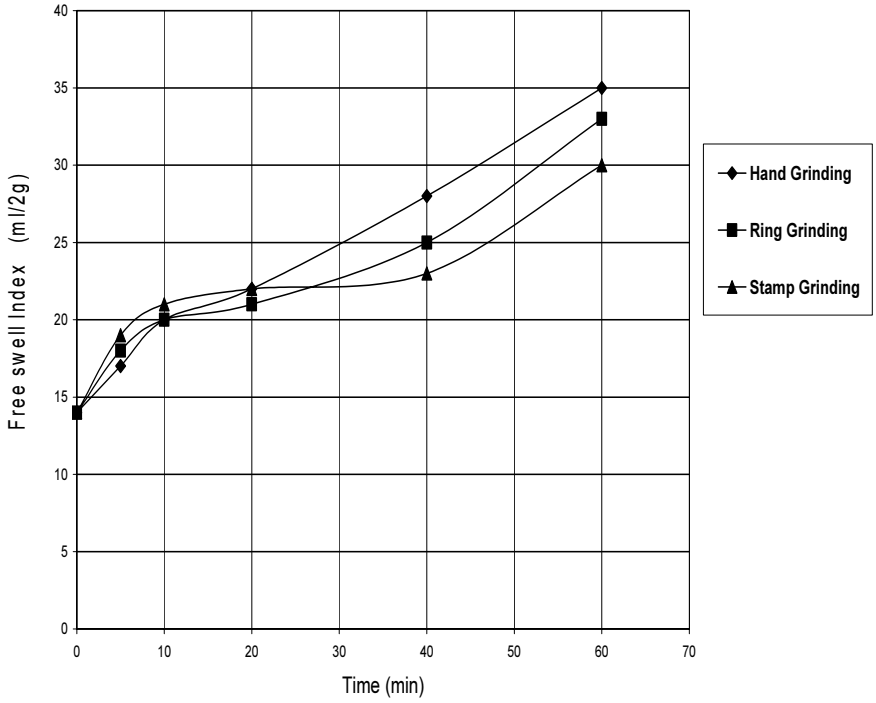
ب- الطريقة الجافة المقترحة تعطى قيما مرتفعة لدليل الانتفاخ عن الطريقة الرطبة لتنشيط البنتونايت. حيث بلغت قيمة دليل الانتفاخ بالطريقة

الجافة ٣٥ مليلتر / ٢ جم بينما بلغت ٢٤ مليلتر / ٢جم عند نسبة ٦ ٪ كربونات الصوديوم كما هو مبين بالشكل رقم (٤).

ج- طريقة الطحن اليدوي متقاربة مع طرق الطحن الميكانيكية البسيطة الأخرى ومن هذا يمكن استخدام الطحن اليدوي لعمل الكثير من التجارب الاسترشادية البسيطة وبالتالي سرعة المقارنة بين نتائجها والوصول إلى أفضل الظروف لعملية تنشيط البنتونايت، وذلك من الوجهتين الاقتصادية والفنية، كما موضح بالشكل رقم (٥).



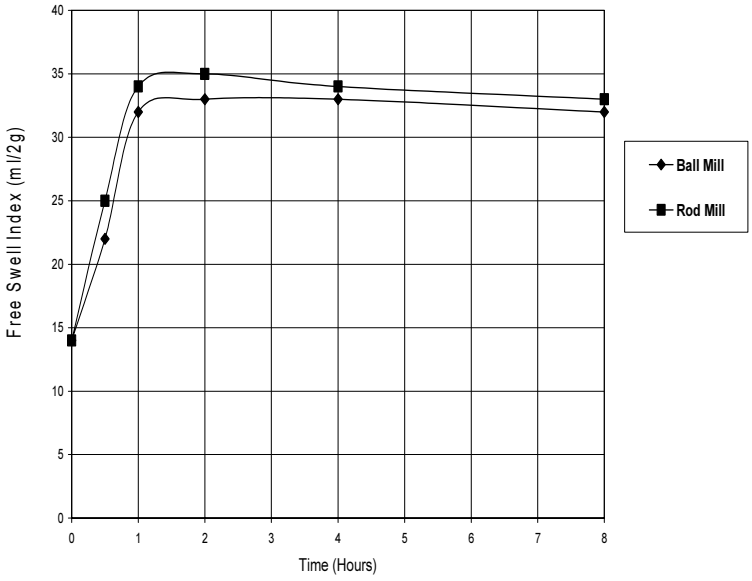
شكل رقم (٤). التنشيط الجاف والرطب عند نسب مختلفة لكربونات الصوديوم (بنتونايت خليص الناعم).



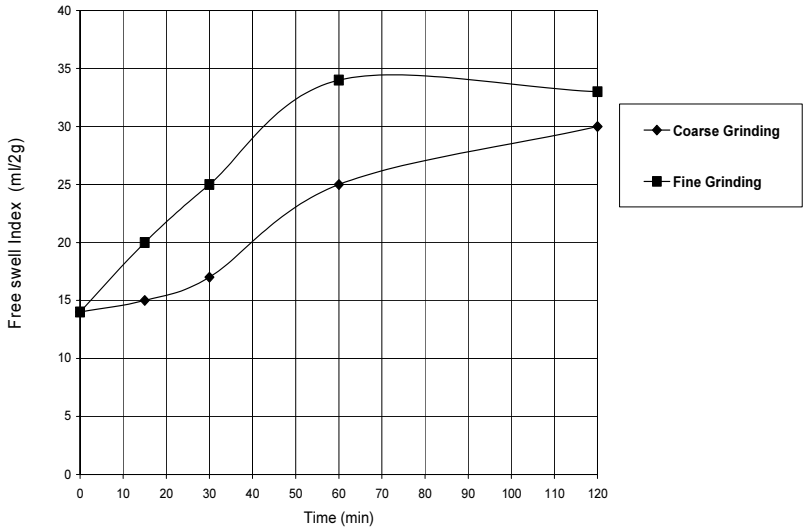
شكل رقم (٥). دليل الانتفاخ الحر باستخدام وسائل الطحن البسيطة (بنتونايت خليص الناعم مع ٦٪ كربونات صوديوم).

د- ظروف التشغيل لطاحونة القضبان أفضل من طاحونة الكور كما هو موضح بالشكل رقم (٦) ، حيث إن مساحة العينة المعرضة للطحن أكبر بكثير من نظيرتها بطاحونة الكور، كما أن تلبد العينات بجسم الطاحونة أقل بكثير في حالة طاحونة القطبان منه في حالة طاحونة الكور. هذا بالإضافة إلى أن ناتج الطاحونة ذات القضبان يمتاز عن ناتج الطاحونة ذات الكور لكونه يعطى ناتجا متجانس الأحجام ويحتوي على نسبة قليلة جدا من الناعم.

هـ- الطحن الناعم هو أفضل الظروف لتنشيط البنتونايت من الطحن الخشن بالنسبة لحجم الحبيبات المؤثرة وذلك لكبر المساحة السطحية المهيأة لعملية الاندماج على الجاف، كما هو موضح بالشكل رقم (٧).

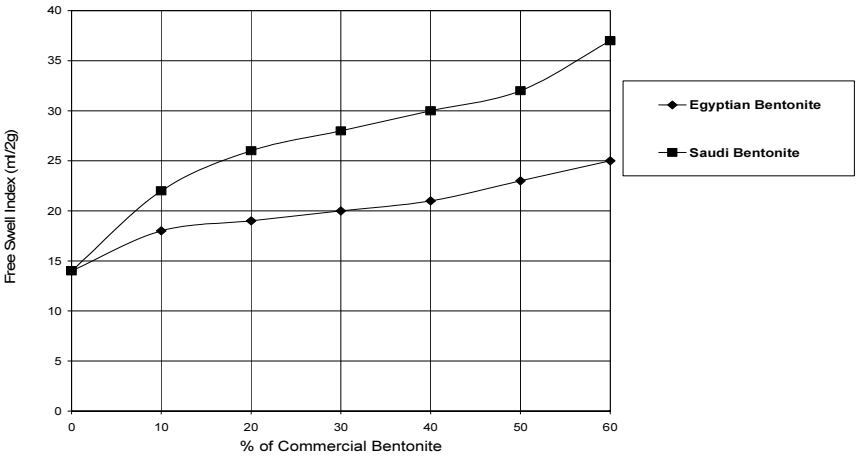


شكل رقم (٦). دليل الانتفاخ الحر للطحن الناعم لبنتونايت خليص مع ٦٪ كربونات صوديوم باستخدام طاحونة الكور والقضبان الصغيرة.

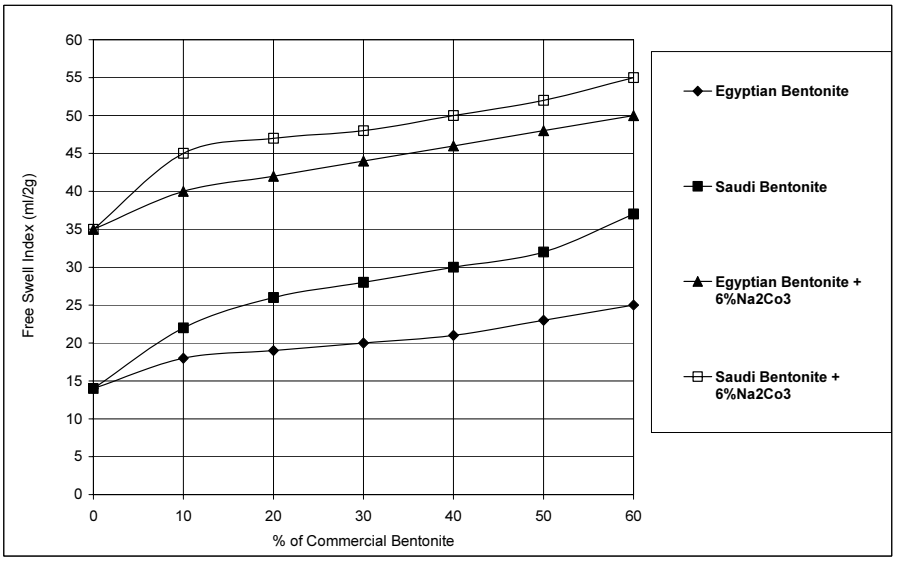


شكل رقم (٧). دليل الانتفاخ الحر للطحن الناعم والخشن لبنتونايت خليص مع ٦٪ كربونات صوديوم باستخدام الطحن اليدوي.

و- البنتونايت التجاري السعودي (أي المعبأ بالسعودية) هوالأكثر تـــأثيرًا في تنشيط بنتونايت خليص، وخاصة مع إضافة نسبة من كربونات الصوديوم ، كما موضح بالشكلين رقمي (٨ ، ٩).



شكل رقم (٨). دليل الانتفاخ لخليط من بنتونايت خليص مع كل من البنتونايت التجـــارى الـــسعودى والمصرى (المقصود بالسعودى والمصرى أي أنه معبأ بالسعودية أو مصر).



شكل رقم (٩). دليل الانتفاخ لخليط من بنتونايت خليص الناعم مـــع كـــل مـــن البنتونايـــت التجارى السعودى والمصرى بالإضافة الى ٦٪ كربونات صوديوم الناعمة.

٥- مناقشة وتحليل النتائج

أ- الزيادة في معامل الانتفاخ مع زيادة نسبة كربونات الصوديوم باستخدام الطحن ترجع إلى الأسباب التالية:

- طحن العينة مع كربونات الصوديوم على الجاف يؤدى إلى زيادة المساحات السطحية والفراغات البينية مما يهيىء قابلية التحام واستقرار مركب الصوديوم بها، ونتيجة لذلك يزيد من قابلية حبيبات البنتونايت لامتصاص الماء بشراهة، وتلك الخاصية تزداد مع الزيادة في نسبة كربونات الصوديوم حتى تصل إلى نسبة معينة، وهي في تلك الحالة ٨٪، ثم يبدأ بعدها معامل الانتفاخ في التناقص، حيث إنه مع زيادة نسبة الكربونات على تلك النسبة المثلى تقل خاصية امتصاص المياه، بل على العكس تصبح كميات كربونات الصوديوم غير ملتحمة بحبيبات البنتونايت، وتصبح حبيبات حرة غير مساعدة أو منشطة لحبيبات البنتونايت، وأنها مجرد حبيبات حرة تذوب في المياه فقط، مما يقلل من قدرة حبيبات البنتونايت على امتصاص المياه بزيادة نسبة كربونات الصوديوم.
- أما في الحالة الرطبة فتزداد نسبة الانتفاخ بزيادة كربونات الصوديوم ولكن بمعدل يقل كثيرا عن الحالة الجافة، حيث إنه يتم إمداد مركب الصوديوم إلى حبيبات البنتونايت على شكل محلول فقط، مما يفقد مركب الصوديوم معظم قابليته لامتصاص المياه عند التحامه بحبيبات البنتونايت. ونتيجة لذلك أصبحت حبيبات البنتونايت غير نشطة بالدرجة الكافية مقارنة بالحالة الجافة.

ب- يقصد هنا بالطحن الخشن أنه يتم إضافة كربونات الصوديوم إلى الحبيبات الخشنة الناتجة من الكسارة مباشرة لأقل من ٢سم. أما عملية الطحن الناعم فيتم إضافة كربونات الصوديوم إلى الحبيبات الناعمة التي تم طحنها سابقا لأقل من ٠,٠٧٥ مم. مع ملاحظة أن التوزيع الحجمى للبنتونايت داخل الطاحونة لم يتم أخذه في الاعتبار، نظرًا لأن جميع التجارب طبقا للمواصفات القياسية، والتي يتم معرفة نشاط البنتونايت عندها، تقاس للحجم الذي أقل من

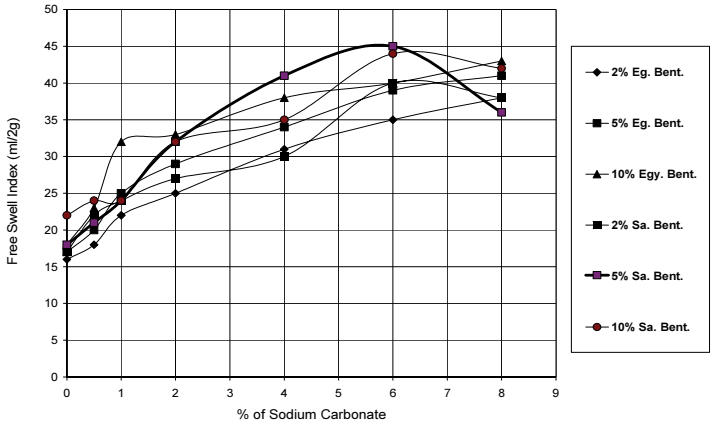
٠,٠٧٥ مم. حيث إن عملية التنشيط تصل إلى أقصى قيمة لها بعد ساعة من الطحن الناعم، ثم تصل إلى قيمة ثابتة مهما طال زمن الطحن. أي إن عملية الالتحام تزداد بزيادة درجة النعومة حتى تصل إلى درجة معينة من حجم الحبيبات والتي تتم معها عملية الالتحام بكفاءة عالية. وبعدها تقل تلك الكفاءة وتصبح ثابتة مع زيادة درجة النعومة، أى زيادة مدة الطحن، بينما في حالة الطحن الخشن تزداد قيمة معامل الانتفاخ بازدياد زمن الطحن حتى تصل إلى قيمة مقاربة للقيمة الثابتة التي تم الحصول عليها من الطحن الناعم، أي إن الطريقتين تصلان في النهاية إلى قيمة متقاربة لدرجة الانتفاخ بعد مرور ٨ ساعات، وبهذا يتم الاكتفاء بزمن طحن لمدة ساعة باستخدام طريقة الطحن الناعمة، لتعطى القيمة القصوى لتنشيط البنتونايت بعد مرور ساعة من الطحن. ويرجع السبب في ذلك إلى أنه في حالة الطحن الناعم تكون الفرصة مهيأة لالتحام كربونات الصوديوم مع البنتونايت بسرعة أكبر بكثير من حالتها في الطحن الخشن، حيث إن مساحة حبيبات البنتونايت لم تعد مهيأة بعد للالتحام.

جـ- من جميع النتائج والملاحظات السابقة يتبين أن أنسب ظروف لتنشيط بنتونايت خليص هي كالتالي (الشكل رقم ١٠):

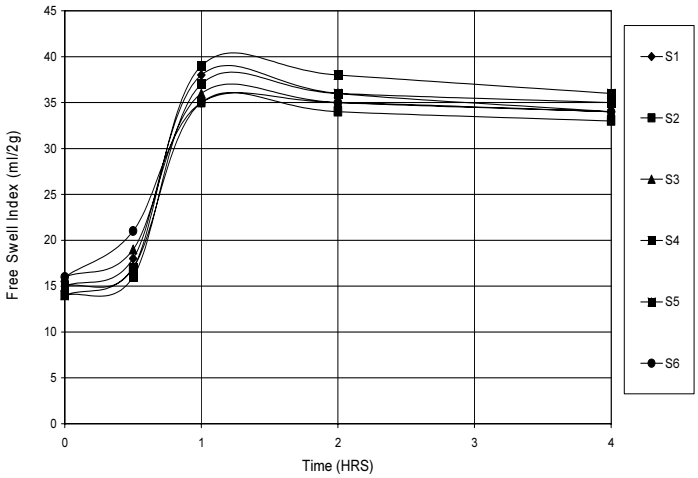
- إضافة ٦ ٪ من مسحوق كربونات الصوديوم الجافة.
- إضافة ٥ ٪ من البنتونايت السعودي التجاري الجاف والمطابق لمواصفات سائل حفر الآبار.
- ويتم طحن الإضافات السابقة لمسحوق بنتونايت خليص الناعمة الجافة بطاحونة القضبان، وذلك لتجنب ظاهرة تلبد حبيبات البنتونايت بجسم الطاحونة.

د- الطحن لمدة ساعة أدت إلى تنشيط للبنتونايت بنسبة أكبر من ٩٠ ٪ حيث بلغت درجة التنعيم وكفاءة الطحن إلى أكبر من ٨٠ ٪ وعليه يتم الاكتفاء

بالطحن الناعم لمدة ساعة (الشكل رقم١١). والتي تم فيها أيضا تطبيق مـــا تـــم التوصل إليه على قطاعات العينات الخمس الأخرى.



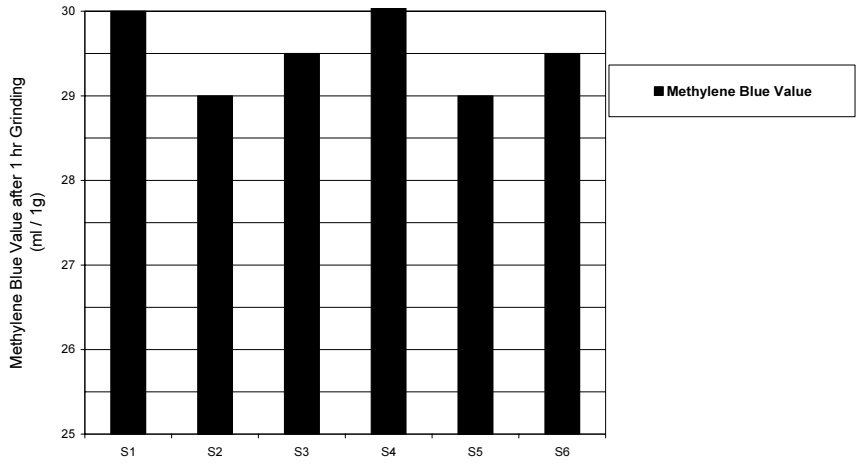
شكل رقم (١٠). دليل الانتفاخ الحر لبنتونايت خليص الناعم مع خليط بنسب مختلفـــة من البنتونايت التجاري وكربونات الصوديوم الناعمة.



شكل رقم (١١). دليل الانتفاخ الحر للقطاعات الستة المأخوذة باستخدام أفضل الظروف للتنشيط (إضافة ٥٪ بنتونايت تجارى سعودى + ٦٪ كربونات صوديوم).

هـــ- لتأكيد المقارنة بين قطاعات العينات المختلفة تم قياس كمية امتـــصاص الصبغة الزرقاء عند زمن ساعة واحدة فقط للطحن. والتي يتـــضح مـــن نتائجهـــا

تجانس طبقة خام البنتونايت عند جميع القطاعات المأخوذة (الشكل رقم ١٢)، والتي تتفق أيضا مع نتائج دليل الانتفاخ الحر والمساحة الظاهرية للحبيبات.



شكل رقم (١٢). قيمة الصبغة الزرقاء لبنتونايت خليص عند جميع القطاعات الستة المأخوذة والمنشطة بأفضل ظروف التنشيط (إضافة ٥٪ بنتونايت تجارى سعودى + ٦٪ كربونات صوديوم).

٦- تطبيق المواصفات القياسية المطلوبة على بنتونايت خليص المنشط

للتحقق من درجة التنشيط التي تم التوصل إليها لبنتونايت خليص باستخدام الطريقة المقترحة تم تطبيق بعض المواصفات القياسية المطلوبة لسائل حفر الآبار والمنشآت الهندسية على البنتونايت المنشط [١١-١٥]. وذلك بقياس الخواص الهندسية التالية: دليل الانتفاخ الحر، دليل اللدونة، سعة التبادل الأيونى، زمن الفاقد بالترشيح، كثافة المعلق، اللزوجة الظاهرية.

حيث تم قياس تلك الخواص على عدد أربع عينات، وذلك بغرض المقارنة النسبية، وهي كالتالي:

- العينة الأولى هي عينة بنتونايت خليص الطبيعية التي لم يتم تنشيطها.

- العينة الثانية هي عينة البنتونايت التجاري السعودي المطابق لمواصفات سائل الحفر.
- العينة الثالثة هي عينة بنتونايت خليص المنشطة بالطريقة والظروف والإضافات المقترحة السابقة وقد تم طحنها بطريقة الطحن اليدوي.
- العينة الرابعة هي عينة بنتونايت خليص المنشطة بالطريقة والظروف والإضافات المقترحة السابقة وقد تم طحنها بطريقة الطحن الميكانيكي.

هذا بالإضافة إلى اتخاذ الخواص المعتمدة والمنشورة لبنتونايت وايومنج الأمريكى المعروف كمرجع أساسي للمقارنة.

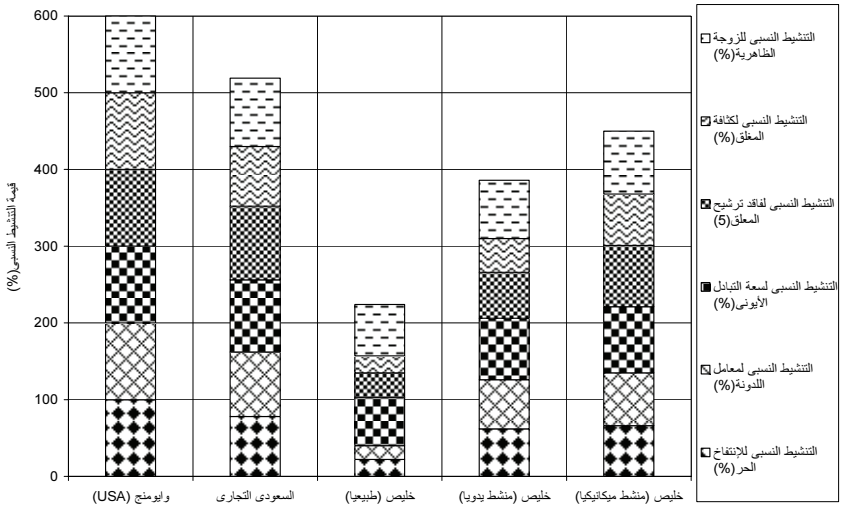
ويتضح نتائج تلك القياسات ومقارناتها بالجدولين (١ ، ٢) والشكل (١٣).

جدول رقم (١). خواص البنتونايت المرجعى والمنشط (طبقا للمواصفات القياسية API and ASTM).

الخواص المقاسة	وايومنج الأمريكى (USA)	السعودى التجارى	خليص (طبيعيا)	خليص (منشط يدويا)	خليص (منشط ميكانيكيا)
معامل الانتفاخ الحر (مليلتر/٢جم)	٦٥	٥٠	١٤	٤٠	٤٣
معامل اللدونة (٪)	٥٠٥	٤٢٥	٩	٢٨٠	٣٥٠
قيمة الصبغة الزرقاء (مليلتر/١جم)	٣٥	٣٣	٢٢	٢٨	٣٠
سعة التبادل الأيونى CEC (meq/١٠٠جم)	٨٨	٨٢,٥	٥٥	٦٧,٢	٧٢
المساحة السطحية الكلية (متر^{٢}/١جم)	٧٣٥	٦٩٣	٤٦٢	٥٨٨	٦٣٠
فاقد ترشيح المعلق (مليليتر)	١٢	١٢,٥	٣٨	٢٠	١٥
كثافة المعلق (جم/سم٣)	١,١	١,٠٧	١,٠٢	١,٠٤	١,٠٦
اللزوجة الظاهرية للمعلق (ثانية)	٤٥	٤٠	٣٠	٣٤	٣٧

جدول رقم (٢). القيم النسبية للمواصفات القياسية لتنشيط البنتونايت بالنسبة إلى بنتونايت وايومنج الأمريكي (أكثر أنواع البنتونايت نشاطاً).

أنواع البنتونايت	التنشيط النسبى للانتفاخ الحر ٪	التنشيط النسبى لمعامل اللدونة ٪	التنشيط النسبى لسعة التبادل الأيونى ٪	التنشيط النسبى لقيمة ترشيح المعلق ٪	التنشيط النسبى لكثافة المعلق ٪	التنشيط النسبى للزوجة الظاهرية ٪
وايومنج (USA)	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
السعودى التجارى	٧٨	٨٤	٩٤	٩٦	٧٨	٨٩
خليص (طبيعى)	٢٢	١٨	٦٣	٣٢	٢٢	٦٧
خليص (منشط بدويا)	٦٢	٦٤	٨٠	٦٠	٤٤	٧٦
خليص (منشط ميكانيكيا)	٦٦	٦٩	٨٦	٨٠	٦٧	٨٢



شكل رقم (١٣). تمثيل القيم النسبية للمواصفات القياسية لتنشيط البنتونايت بالنسبة إلى بنتونايت وايومنج بالولايات المتحدة الأمريكية (أكثر البنتونايت نشاطا).

ومن النتائج والمقارنات السابقة يتضح أن الطريقة المقترحة لتنشيط بنتونايت خليص أعطت نسبة ٧٥٪ في المتوسط لجميع الخواص المطلوبة مقارنة بالبنتونايت التجاري المطابق للمواصفات.

٧- الخلاصة والتوصيات

خام البنتونايت بمحافظة خليص ذو الاحتياطي الضخم والقريب من السطح والذي لم يتم استغلاله حتى الآن يمكن استغلاله تجاريا في استخدامه كسائل لحفر الآبار والمنشآت الهندسية، والمطلوب بكثرة دائما، وذلك بتنشيطه بالطريقة المقترحة التالية:

١- تجفيف الخام وطحنه لأقل من ٠,٠٧٥ مم.

٢- إضاقة ٦٪ من مسحوق كربونات الصوديوم الجافة.

٣- إضافة ٥ ٪ من البنتونايت السعودى التجارى الجاف والمطابق لمواصفات سائل حفر الآبار.

٤- يتم طحن الإضافات السابقة مع مسحوق بنتونايت خليص على الجاف لمدة لاتقل عن ساعة.

حيث تم الحصول بهذه الطريقة على درجات التنشيط التالية للخواص المطلوبة لمواصفات حفر الآبار وسند المنشآت الهندسية مقارنة بأقصى قيمة تنشيط والمتمثله فى بنتونايت وايومنج الأمريكى:

- ٦٦ ٪ لخاصية دليل الانتفاخ الحر.
- ٦٩ ٪ لخاصية دليل اللدونة.
- ٨٦ ٪ لخاصية سعة التبادل الايونى وكذلك المساحة السطحية الكلية.
- ٨٠ ٪ لخاصية زمن الفاقد بالترشيح
- ٦٧ ٪ لخاصية كثافة المعلق.
- ٨٢ ٪ لخاصية اللزوجة الظاهرية.

أي بدرجة تنشيط ٧٥٪ في المتوسط لجميع الخواص المطلوبة.

شكر وتقدير

يتقدم المؤلفان بالشكر والتقدير لعمادة البحث العلمي، وكذلك لمعهد البحوث والاستشارات بجامعة الملك عبدالعزيز، للدعم المادي والمعنوي لهذا البحث.

المراجع

[١] **Önal, M.,** Swelling and cation exchange capacity relationship for the samples obtained from a bentonite by acid activations and heat treatments, *Applied Clay Science*, **20**: 1-7 (2007).

[٢] **Önal, M., Sarıkaya, Y.** and **Alemdaroğlu, T.**, The effect of acid activation on some physicochemical properties of a bentonite, *Turkish Journal of Chemistry*, **26**: 409–416 (2002).

[٣] **Christidis, G.E., Scott, P.W.** and **Dunham, A.C.**, Acid activation and bleaching capacity of bentonites from the islands of Milos and Chios Aegean, Greece, *Applied Clay Science*, **12**: 329–374 (1997).

[٤] **Hassan, M., Abdelkhalek, N.** and **Abdelrazek, M.**, Evaluation of the role of beneficiation and activation of an Egyptian bentonite ore, *Proc. of Fifth International Conference on Petroleum, Mining & Metallurgical Engineering, Suez Canal University*, pp:108-126 (1997).

[٥] **Spencer, C.H., Le Berre, P.** and **Pasquet, J.F.**, *Additional Drilling and Industrial Suitability Tests in the Khulais Bentonite Deposit*, Saudi Arabian Deputy for Mineral Resources , BRGM-OF-08-1,40p (1986).

[٦] **Al-Zahrani, Al- Asahrani, S.** and **Al-Tawil, Y.A.**, Study on the activation of Saudi natural bentonite, part 11, *Journal of King Saudi University: Engineering Sciences*, **13**(2) (2000).

[٧] **Christidis, G.E, Scott, P.W.** and **Dunham, A.C.**, Acid activation and bleaching capacity of bentonites from the islands of Milos and Chios, Aegean, Greece, *Applied Clay Science*, **12**(4)October: 329-347 (1997).

[٨] **DGMR**, *Mineral Resources of Saudi Arabia*, Directorate General of Mineral Resources, Saudi Arabia, Special Publication, Sp2: 27-29 (1994).

[٩] **Naim, M.**, Hydraulic, Diffusion, and Retention Characteristics of Inorganic Chemicals in Bentonite, *Ph.D. Thesis*, Department of Civil and Environmental Engineering, College of Engineering, University of South Florida, 251p (2004).

[١٠] **American Society for Testing and Materials**, *ASTM D* 5890-02, Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.13, Philadelphia, PA (2002).

[١١] **Wersin, P., Curti, E.** and **Appelo, C.A.J.**, Modeling bentonite–water interactions at high solid/liquid ratios: Swelling and diffuse double layer effects, Applied Clay Science 26: 249–257 (2004).

[١٢] **American Society for Testing and Materials**, *ASTM D 4318-00*, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils, *Annual Book*

of ASTM Standards, Vol. 04.08, , Philadelphia, PA (2000).

[١٣] **Bujdak, J., Janek, M., Madejova, J.** and **Komadel, P.**, Methylene Blue Interactions with Reduced-Charge Smectites, *Clays and Clay Minerals*, **49**(3):244-254 (2001).

[١٤] **Long, M.B**., *Guide to Specfication Preperation for Slurry Walls and Clay Liners*, Colorado Department of Natural Resources, Division of Minerals and Geology, Denver, Colorado (2000).

[١٥] **API, American Petroleum Institute**, *Standard Procedures for Field Testing Water-Based Drilling Fluids*, Specification API 13B-1, Washington, DC (1990).

Activation of Khulais Bentonite Using Fine Grinding Technique

MN.H. Al-Maghrabi and **M. Aboushook**

Mining Engineering Department, Faculty of Engineering, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia
profdraboushook@gmail.com

Abstract. Khulais region in Saudi Arabia has a big reserve of calcium bentonite which does not satisfy the request specifications of commercial bentonite.

Some studies has been done to activate this bentonite by addition of sodium carbonate in a wet condition but it gave low activation which are faraway from the required specifications.

In this work, the grinding energy was used in dry state to activate Khulais bentonite with different percentages of sodium carbonate. Also a few percentage of a commercial certificated bentonite was mixed to obtain more activation. The activation of bentonite was measured for the following properties: Free swell index; plasticity index; methylene blue value; cation exchang capacity; total surface area, filtration loss; density and apparent viscosity. Then, the values of these properties were compared with the required specifications for drilling mud.

From the obtained results, this research work gave the following new approach. The optimum conditions of Khulais calcium bentonite to become an active bentonite as near as possible to the specification of drilling mud are when it is mixed with 5% commercial certificated bentonite and 6% sodium carbonate in a grinding mill for one hour in dry state.