تركيز خام البيروفلايت السعودي منخفض النقاوة لصناعات المواد المالئة

إعداد

معاذ عبد المنعم نورالدائم

إشراف

أ.د./حسين عبد الباري محمد أحمد

المستخلص

بفضل خصائصه الفريدة ، أصبح البيروفيلايت ($Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$) بديلاً اقتصاديًا للعديد من المعادن المهمة مثل التلك والكاولين والفلسبار في العديد من التطبيقات ، خاصةً كمواد مالئة. يعتمد سعر البيروفيلايت بشكل أساسي على محتوى الألومينا (Al_2O_3) والشوائب ، خاصة المعادن الحاملة للحديد. يسبب الحديد عدة مشاكل في المنتج النهائي مثل التلوين وتقليل القوة الميكانيكية مما يؤثر على جودة المنتج. على الصعيد العالمي ، تعد خامات البيروفيلايت عالية الجودة نادرة جدًا في الطبيعة ، وهناك كميات كبيرة من خامات البيروفيلايت منخفضة الدرجة. لذلك تسعى الصناعة إلى معالجتها ورفع نقاوتها لتناسب التطبيقات المختلفة. في هذا المجال ، تبحث هذه الأطروحة في تركيز خام البيروفيلايت منخفض الدرجة لاستخدامه في صناعات الحشو. تم جمع عينات البيروفيلايت السعودية منخفضة الدرجة من موقع شركة SAMIROCKالمحدودة (ينبع ، المملكة العربية السعودية). تم تمييز العينات التمثيلية باستخدام الدراسات الميكروسكوبية ، وفلورية الأشعة السينية (XRF) ، وتحليل مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية (EDX)، وحيود الأشعة السينية (XRD) ، ومجهر المسح الإلكتروني (SEM)تم تحسين عمليات التكسير والطحن قبل كل نهج تركيز. تم التحقيق في العديد من طرق التركيز لإثراء خام البيروفيلايت السعودي منخفض الدرجة. تم إجراء تقييم اقتصادي على مركزات البيروفيلايت التي تم الحصول عليها. أظهرت نتائج التوصيف الكيميائي والمعدني أن البيروفيلايت مكون رئيسي مرتبط بالكوارتز(Quartz) والفلسبار(feldspar) وكذلك مرتبط بكميات نادرة من المسكوفيت (muscovite) والكلوريت (chlorite) والشوائب والسيريسيت(sericite) . علاوة على ذلك ، تظهر الشوائب في شكل البيريت المتغير (altered pyrite) والهيماتيت (hematite). أظهرت نتائج الفصل المغناطيسي الجاف عالي الشدة (DHIMS) أن استخدام إسطوانه Outotec المستحثه في الظروف المثلى يمكن أن ينتج مُركز بيروفيلايت يحتوي على ٠,٤٪ Fe_2O_3 و٢٦,٠٤٪ Al_2O_3 والذي يمكن استخدامه كمادة حشو لصناعة الورق والبلاستيك والطلاء. أشارت النتائج إلى أن تطبيق الظروف المثلى للفصل المغناطيسي الرطب باستخدام فاصل Outotec المغناطيسي عالي الشدة يمكن أن يؤدي إلى مُركز بيروفيلايت به ٠,٣٨٪ Fe_2O_3 و٢٦,٣٢٪ Al_2O_3 ، وهو مناسب أيضًا لصناعات الحشو. أشارت النتائج إلى أن المعالجة بالميكروويف متبوعة بلفصل المغناطيسي الجاف في الظروف المثلى ستوفر بيروفيلايت عالي النقاء يحتوي على ٠,١٨ ٪ Fe_2O_3

و ٢٧,٢٢٪ Al_2O_3 لصناعات الحشو. أظهرت النتائج أن الجمع بين الفصل المغنطيسي الجاف والتعويم بدون مُجمِع (collectorless) flotation في الظروف المثلى أدى إلى مُركز بيروفيلايت عالي النقاوة يحتوي على ٣٠,٢٥٪ Al_2O_3 و ٦٢,٩٠٪ SiO_2 يمكن أن يناسب هذا المنتج تطبيقات حشو مختلفة نظرًا لارتفاع نسبة الألومينا و انخفاض محتوى الحديد والسيليكا. أظهرت النتائج أن استخدام المعالجة الكيميائية وهي النض بحمض الأكساليك في الظروف المثلى يمكن أن يوفر مُركز يحتوي على ٠,١٣٪ Fe_2O_3 و٢٧,٧٧٪ Al_2O_3 بالإضافة إلى زيادة معتبرة في مؤشر البياض لعينات البيروفيلايت السعودية إلى ٨٨٪ ، وهو مناسب لصناعات الحشو. أظهر التحليل الوزني الحراري (TGA) عدم وجود فرق ملحوظ بين ناتج عملية النض والخام غير المعالج. أظهرت نتائج التقييم الاقتصادي لمُركزات خام البيروفيلايت السعودي متدني الدرجة ، أن المُركز الذي تم الحصول عليه عن طريق الجمع بين الفصل المغناطيسي الجاف عالي الشدة وطريقة التعويم بدون مُجمِع له سعردرجة حشو مرتفع (٤٧٠ دولار أمريكي / طن) بسبب ارتفاع الألومينا و انخفاض محتوى السيليكا. في المقابل ، فإن المُركزات التي تم الحصول عليها عن طريق الفصل المغناطيسي عالي الشدة ، سواء كان جاف أو رطب ، لها سعر منخفض (٢٨٠ دولار أمريكي / طن) مقارنة بالطرق الأخرى. ومع ذلك ، أظهرت النتائج أن جميع المُركزات التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة في ظل الظروف المثلى من خلال طرق التركيز لها قيمة سوقية عالية لدرجة الحشو.

الكلمات المفتاحية:(تركيز، متدني- الدرجة ، البيروفيلايت ،مادة حشو ،نقاوة)

BENEFICIATION OF SAUDI LOW– GRADE PYROPHYLLITE ORE FOR FILLER INDUSTRIES

By Maaz Abdelmoniem Noureldaim

Supervised By
Prof. Dr. Hussin Abdelbary M. Ahmed

Abstract

With its unique properties, pyrophyllite ($(AI_2Si_4O_{10}(OH)_2)$) has become an economical alternative to many essential minerals such as talc, kaolinite, and feldspar in many applications, especially as fillers. The pyrophyllite price depends mainly on its alumina (Al_2O_3) content and impurities, particularly iron-bearing minerals. Iron causes several problems in the final product, such as coloring and decreasing mechanical strength, which affects the quality of the product. Globally, high-grade pyrophyllite ores are very rare in nature, and there are large quantities of low-grade pyrophyllite ores. Therefore, industry seeks to treat them and raise their purity to fit different applications. In this purview, this thesis investigates the beneficiation of low-grade pyrophyllite ore to be used in filler industries. The Saudi low-grade pyrophyllite samples were collected from the SAMIROCK ltd company site (Yanbu, Saudi Arabia). The representative samples were characterized using Microscopic studies, X-ray fluorescence (XRF), Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDX), X-ray Diffraction (XRD), and Scanning Electron Microscope (SEM). The crushing and grinding processes were optimized before beneficiation approaches. Several beneficiation approaches were investigated for enriching Saudi low-grade pyrophyllite ore. An economic evaluation was conducted on obtained pyrophyllite concentrates. The results of chemical and mineralogical characterization showed that pyrophyllite is a major constituent associated with quartz and feldspars associated with rare amounts of muscovite, chlorite, impurities, and sericite. Furthermore, impurities are evident in the form of altered pyrite and hematite. The results of dry high-intensity magnetic separation(DHIMS) revealed that using Outotec-induced roll at optimum conditions can produce pyrophyllite concentrate having 0.40 % Fe_2O_3 and 26.04 % Al_2O_3 which can be used as a filler for paper, plastic, and paint industries. The results indicated that applying wet magnetic separation optimum conditions using Outotec high gradient magnetic separator can lead to a pyrophyllite concentrate having 0.38 % Fe_2O_3 and 26.32 % Al_2O_3, which is also suitable for filler industries. The results indicated that the combined microwave treatment and dry magnetic separation at optimum conditions would provide high purity pyrophyllite having 0.18 % Fe_2O_3 and 27.22 % Al_2O_3 for filler industries. The results showed that using the combined dry magnetic separation and collectorless flotation at optimum conditions led to high purity pyrophyllite

concentrate having 30.25 % Al_2O_3 and 62.90 % SiO_2. This product can have different filler applications due to its high alumina and low iron and silica contents. The results showed that using chemical treatment with oxalic acid at optimum conditions could provide concentrate having 0.13% Fe_2O_3 and 27.77 % Al_2O_3 as well as significantly increase the whiteness index of Saudi pyrophyllite samples to 88 %, which is fit filler industries. The thermogravimetric analysis (TGA) showed no noticeable difference between the leached product and bulk ore. The economic evaluation results showed that concentrate obtained by combined dry high-intensity magnetic separation (DHIMS) and collectorless flotation approach has a high price (470 US$/t) due to high alumina and lower silica content. In contrast, concentrates obtained by high-intensity magnetic separation, either dry or wet, have a low price (280 US$/t) compared to other approaches. However, results showed that all the concentrates obtained under optimum conditions by the beneficiation approaches have a high market value for filler grade.

Key words: (Beneficiation, Low-grade, Pyrophyllite, Filler, Purity)