
Processing and Beneficiation Methods

Improvement of Properties of Some Industrial Rocks Using Magnetic Separation Method

Before investing any deposit, the following four steps have to be carried out:

1. Locating the deposit and studying its geologic nature.
2. Evaluating the deposit (physical, chemical and mechanical properties).
3. Extracting the deposit (by either open-pit method or underground method).
4. Processing and beneficiation of deposit.

The aim of processing and treatment is to make the raw material within the required specifications of the industry concerned by the removal of impurities. The processing leads to upgrade and increase the reserves of raw material.

الهدف من التنقية والمعالجة هو لتحسين المواد الخام وجعله ضمن المواصفات المطلوبة للصناعة المعنية من خلال إزالة الشوائب. التنقية والمعالجة تؤدي إلى ورفع الجودة وزيادة قيمة الاحتياطي للمواد الخام.

Companies usually do processing and beneficiation of low quality materials in order to use them by industry. Thus, the main point of doing processing and beneficiation is to improve the quality and increase reserve of the raw materials.

Purification and treatment lead to raise the quality and increase the value of reserves of raw materials. The nature of the raw material must be considered before determining which processing method should be used (e.g., sieving, grading and classification, gravity method or magnetic separation etc).

يجب دراسة طبيعة الراسب قبل تحديد طريقة المعالجة.

The physical properties of mineral constituents (grain size, particle shape such as platy, equant granular, angular), magnetic susceptibility and density of minerals have to be studied. Thus, the physical properties of mineral constituents are used as a mean to improve the raw material by separating one mineral from another.

تستخدم هذه الخواص الفيزيائية كوسيلة لتحسين جودة الراسب.

Q: How we could identify the constituents of raw material?

A: By using microscope and X-ray diffraction (XRD).

Most industrial minerals and rocks require processing and beneficiation prior to their marketing.

الغالبية العظمى من المعادن والصخور الصناعية تحتاج إلى المعالجة والتنقية قبل بتسويقها واستعمالها من قبل الصناعة.

For example; silica sand that contain iron oxides greater than (0.035%) cannot be used for the make of colorless glass.

Processing and beneficiation of raw materials include: crushing and grading, sieving and size classification, washing, drying, hand magnet (magnetic separation) and gravity separation (using heavy liquids).

قد تتطلب المعالجة أكثر من مرحلة قبل الاستخدام ، مثلاً يجب غسل الرمل النهري الذي يحوي على طين قبل استخدامه وكذلك ذوبان الأملاح والتخلص منها عندما تتواجد مع الرمل. كذلك قد تحتاج الصناعة إلى حجم حبيبي معين إذاً يجب معالجتها وجعلها ضمن المواصفات المطلوبة للصناعة.

Processing and treatment may require more than one stage before use. For example, river sand must be washed because it contains clay and soluble salts which usually exist in sand deposit. The industry may require a limited range of size, so the material must be processed to make it within the specifications of the industry.

في بعض الأحيان تعتمد المعالجة على الشكل الحبيبي مثلاً الكرافيت والمايكا والتالك التي تكون أشكالها صفائحية flaky فمن الممكن استغلال هذه الخاصية لعزلها عن المكونات الأخرى. فمثلاً عند اخذ مسحوق من المواد الخام يحتوي على هذه الشوائب وسحقناها ووضعناها في دورق زجاجي conical flask فيه ماء وذو فتحة جانبية ووجهنا عليه تيار ماء أو هواء فإن هذا التيار سيأخذ الحبيبات الصفائحية ويخرجها من الدورق الزجاجي بينما الحبيبات المتساوية الأبعاد ستسقط أسفل الزجاجية وتبقى فيها.

The processing method depends on the granular shape (for example, graphite, mica and talc which exist in flaky shapes). This property can be used for isolating these minerals from other components of the rock. When a powder of raw materials that contains such impurities is taken, it is ground and put in a glass conical flask containing water with a side slit, and water or air stream is blown. This stream will take the flaky grains out of the flask while the equidimensional grains will fall on the bottom of the flask and retain.

طريقة الطفو (التعويم) Forth Floatation method

Heavy minerals can be separated from light mineral by the use of heavy liquids:

Heavy liquid **specific gravity**

Bromoform 2.89

Tetrabromoethane 2.96

Methylene Iodide 3.32

ويمكن التحكم بهذه السوائل حسب الوزن النوعي لمواد الخام والشوائب.

These liquids can be controlled by the specific gravity of raw materials and impurities.

كثير من المعادن والصخور الصناعية الجيدة بدأت تنضب وتقل نتيجة الاستهلاك المتزايد وزيادة عدد السكان مما أدى إلى اللجوء إلى النوعيات المتدنية (غير الجيدة) لتنقيتها ومعالجتها لكي تصبح ضمن المواصفات المطلوبة للصناعة المعنية.

Many good industrial minerals and rocks began to exhaust as a result of the increase in the consumption and the increase in population which led to the use of low quality materials and then the need to purify and process them to put them in the required specifications of the industries.

في كثير من الحالات فإن المعادن الحاملة للحديد و التيتانيوم الشائبة iron and titanium impurities تعد من الملوثات الأساسية للعديد من المواد الأولية وإن أفضل طريقة لإزالة هذه المواد هي اللجوء إلى ما يعرف بطريقة (العزل المغناطيسي Magnetic Separation) باستخدام تقنية High Extraction Magnetic Filtration (HEMF).

In many cases, iron and titanium impurities are the main pollutants in many raw materials. The right way to remove these impurities is by using magnetic separation method (the technique of High Extraction Magnetic Filtration (HEMF)). In this technique, magnetic and paramagnetic minerals which have a very low magnetic susceptibility can be removed. Examples on such minerals are kaolin clays, bauxite, bentonite, silica sand, talc etc.

هذه التقنية لها القابلية على إزالة المعادن المغناطيسية والبارامغناطيسية من العديد من المعادن والصخور الصناعية مثل أطيان الكاؤولين وخامات البوكسايت والنتونايت والرمل السليكي وخامات التالك إلى آخره.

دلل اتباع طريقة (HEMF) على إمكانية رفع جودة كل من الخامات السابقة (غير الجيدة) وتحسين نوعيتها من خلال إزالة الحديد والتيتانيوم والمعادن الحاملة للحديد والتيتانيوم.

The method of (HEMF) demonstrated the possibility to upgrade these raw materials and improve their qualities by removal of iron and titanium-bearing minerals.

Terms used to describe magnetic properties of mineral and rocks are:

1. Ferromagnetic: these mineral and rocks strongly attract to magnetic field. تتجذب بقوة نحو المغناطيس.
2. Paramagnetic: these mineral and rocks weakly attract to magnetic field. تتجذب بضعف نحو المغناطيس.
3. Diamagnetic: these mineral and rocks are repelled by magnetic field. تنفر من المغناطيس.

القابلية المغناطيسية للمعادن يعد المفتاح لسهولة أو صعوبة عزل المعادن المغناطيسية من المواد الخام . فمثلاً معدن Magnetite يعزل بسهولة من المواد الخام نتيجة المغناطيسية العالية لهذا المعدن ويعد من المعادن الفيرومغناطيسية Ferromagnetic .

Magnetic susceptibility of minerals is the key to the possibility (easy or difficult) to isolate the magnetic minerals from the raw materials. For example, magnetite can be easily isolated due to its high magnetic susceptibility as it is a ferromagnetic mineral.

أما البيرايت Pyrite ذو المغناطيسية الواطئة low magnetic susceptibility فمن الصعب عزله من المواد الخام باستخدام المغناطيس اليدوي، لكن يمكن عزله باستخدام تقنية (HEMF) إذ أن لهذه التقنية مجالاً مغناطيسياً واسعاً يصل إلى 20 kilogauss أي تنجذب إليها المواد التي قابليتها المغناطيسية قليلة جداً إلى العالية جداً.

Pyrite which has a low magnetic susceptibility is difficult to isolate from raw material by hand magnet but it can be isolated by (HEMF) as this technique has a strong magnetic field that reaches to 20 kilogauss, and so both the low and high magnetic susceptibility minerals can be attracted by it.

عند تطبيق هذا المجال المغناطيسي وترك المواد الأولية في الجهاز لمدة زمنية مناسبة يمكن أن تستخلص فيه كل المعادن الفيرومغناطيسية والبارامغناطيسية .

When magnetic field is supplied and leave the raw materials in the apparatus for a reasonable period of time, the ferromagnetic and paramagnetic minerals can be removed.

تهيئة النموذج : Sample preparation

يتم تكسير وطحن مادة الخام ويأخذ حوالي ٢٥% - ٣٠% من المادة الخام مع ٦٥% - ٧٠% ماء ويخلط المزيج خلطاً جيداً بحيث تتحرر كل مادة الخام ثم يوضع داخل جهاز العزل المغناطيسي.

The sample of raw material must be crushed, then (25-30%) of the raw material is mixed thoroughly with (65-70% water). This mixture is called "slurry" which is then placed inside the magnetic separator.

قد يحتوي المادة على صبغة من الحديد Iron Staining حتى بعد إخراجها من الجهاز وهذا يحتاج إلى إزالتها مثلاً بإضافة الحامض إليها (كحامض H_2SO_4) والذي يتفاعل مع صبغة الحديد ويزيلها.

Raw materials may contain iron stain even after removing them from the separator, and this needs to be removed by leaching with (H_2SO_4) which reacts with the iron stain and remove it.

The parameters that can be controlled in the apparatus during separation process are: retention time, intensity of magnetic field, velocity of slurry entering the apparatus, repeating the process more than one time, using of finer powder and increasing the water/powder ratio in the sample.

العوامل التي من الممكن التحكم بها بالجهاز والسيطرة على المواد الخام في اثناء عملية العزل هي زمن بقاء النموذج في الجهاز وكذلك شدة المجال المغناطيسي وسرعة دخول المواد Slurry إلى الجهاز واعادة العملية اكثر من مرة واستخدام مسحوق ناعم وزيادة نسبة الماء الى المسحوق في النموذج.

Bauxite: is an ore of aluminum. Bauxites minerals are (Gibbsite, Boehemite and Diaspore). These minerals are aluminum hydroxide $Al(OH)_2$. Impurities usually exist with bauxite are siderite, goethite and hematite which are composed of (Ti) and (Fe).

يعد البوكسايت خام للألمنيوم Al ويدخل في تصنيع بعض أنواع البورسلين مما يعمل على اعطائه القوة ويزيد من مقاومته للحرارة والتآكل والنحت والصقل والتقشر، كما يدخل في عمل الحراريات والتي يجب أن تكون خالية من الحديد والتيتانيوم Ti و Fe لأن المعادن التي تحتوي على هذه العناصر تعد مواد مصهرة (Flux) ويجب إزالتها، أي أنها تعمل على خفض قابلية الحراريات على تحمل درجات الحرارة العالية وبالتالي الانصهار. ويقاس تركيز Ti و Fe في Slurry قبل دخولها للجهاز وبعد اخراجها.

Bauxite is used in the manufacture of some types of porcelain to give them strength and to increase their resistance to heat, corrosion, polishing and exfoliation. It is also used in the manufacture of refractories which must be free from (Ti) and (Fe). Minerals that contain these elements are considered "fluxes" and must be removed because they reduce the ability of these materials to resist the high temperatures and fusion. Ti and Fe concentration are measured in the slurry before they enter the separator and after they exit it.

Silica Sand:

يعد الرمل السليكي من المكونات الأساسية لخلطة رمل الزجاج الذي يحوي على نسبة عالية من السليكا على شكل كوارتز quartz تتراوح بين 95 – 99.8% ومع هذا يجب تنقيتها من الشوائب، وأن درجة نضوج الزجاج تزداد مع قلة تركيز الحديد. ويستعمل الرمل السليكي كقالب لصب المنصهرات الفلزية وكمادة الخام في خلطة المواد السيراميكية Ceramics ولأغراض الصقل.

Silica sand is one of the main components of sand glass mixture which contains a high proportion of quartz (95 - 99.8%). However it must be cleaned from impurities. The degree of brightness of glass increases with the decrease of (Fe) concentration. Silica sand is used as molds for pouring metal fuses and also as a raw material in ceramics mixtures and for polishing.

Kaolin:

Kaolin is a rock composed mainly of kaolinite. It is used as filler in ceramics and paper industry to fill the pore spaces between the cellulosic fibers that form the structure of paper, and it is also used as fiber-covering material. Beside that it is used in pigments, plastics, rubber, cosmetics, medicines and white cement industry.

يتألف الكاولين بصورة رئيسة من معدن الكاولينايت ويستخدم في السيراميك وصناعة الورق كحشو filler لملئ الفراغات بين الألياف السليلوزية المكونة لهيكل الورق وكمادة مغطية للألياف. ويستخدم كذلك في صناعة الأصباغ واللدائن والمطاط ومستحضرات التجميل والأدوية والاسمنت الأبيض.

We can see from the given data that the brightness increases with decreasing of (Ti) and (Fe). HEMF technique is applied to improve the degree of brightness. Control Sample represents the sample before processing.

من خلال النتائج نلاحظ ان النضوجة تزداد مع انخفاض محتوى التيتانيوم والحديد. وتستخدم هذه التقنية لزيادة نضوجة المادة الخام. ويقصد ب(نموذج السيطرة) هو النموذج ما قبل المعالجة.

Retention time is the time of leaving the sample inside the apparatus.

زمن الابقاء هو زمن ترك النموذج داخل الجهاز.

Problem: The following table shows the effect of retention time on the purity of three industrial rocks using wet-type magnetic separator:

Retention Time	Bauxite		Silica Sand		Kaolin		
	Fe %	Ti %	Fe %	Brightness %	Fe %	Ti %	Brightness %
Control Sample 0 sec.	7.42	1.6	0.043	86.5	0.58	0.46	67.2
30 sec	1.05	0.79	0.030	89.6	0.47	0.40	71.2
1 min.	0.86	0.62	0.024	89.6	0.42	0.34	72.0
2 min.	0.79	0.38	0.022	90.1	0.40	0.30	73.0
Specification	< 0.8	< 0.6	< 0.035	---	< 0.45	< 0.45	---

Required:

Q1): Draw the relationship between iron, titanium and brightness (on Y-axis) and time (on X-axis) for the three rocks.

Q2): From the relationships above, define the acceptable retention time in the industry.