تحضير الشب (كبريتات الالمنيوم المائية) من أطيان كاؤولين دويخلة البيضاء / الصحراء الغربية العراقية

عبد الوهاب عبد الرزاق محمد العجيل * و نوفل عبد الرسول حمودي** و سهير زكريا عبد الله***

المستخلص

يتناول هذا البحث الذي اجري على المستوى المختبري في مختبرات الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين امكانية تحضيرالشب من أطيان كاؤولين دويخلة البيضاء (الصحراء الغربية العراقية) الحاوية على أو كسيد الألمنيوم **(Al_2O_3)** بنسبة 33 % .

بينت نتائج هذه الدراسة إمكانية تحضير شب ذو مواصفات مطابقة للمواصفات الصناعية المعتمدة في محطات تصفية مياه الشرب وذلك بعد معاملة الكاؤولين المكلسن (بدرجة حرارة 725^0 م) مع حامض الكبريتيك (تركيز 30 % وزناً) ولمدة 45 دقيقة .

PRODUCTION OF ALUM (HYDRATED ALUMINUM SULFATE) FROM WHITE KAOLIN OF DWAIKHLA,WESTERN IRAQI DESERT

ABSTRACT

This research was carried out on laboratory scale in the laboratories of the State Company of Geological Survey and Mining.It deals with the possibility of the alum preparation from the white kaolin of Dwaikhla locality-Western Iraqi Desert which contains 33 % Al_2O_3. The result of this study indicate that after treatment of the calcined kaolin (at 725 C^0) with 30% by wt. H_2SO_4 for 45 min , alum can be prepared with specification identical to that used in drinking water treatment plants .

المقدمة

يستخدم الشب بشكل رئيسي في تصفية مياه الشرب والمياه الصناعية وبدرجة ثانوية في صناعة الورق وكذلك بكميات قليلة في صناعة الادوية .

تعد الشركة العامة لكبريت المشراق المنتج الوحيد لمادة الشب في العراق والذي يتم انتاجه بمفاعلة هيدروكسيد الالمنيوم $Al(OH)_3$ المستورد مع حامض الكبريتيك في مفاعل مصنوع من الحديد والمبطن بالرصاص والطابوق المقاوم للحوامض. استخدمت خامات الكاؤولين والبوكسايت على المستوى الصناعي في العديد من دول العالم (مثل مصر ، الهند ، بلغاريا وغيرها) في انتاج الشب بدلاً من استخدام هيدروكسيد الالمنيوم

(Boliden Contech AB / Chemical Technology , Dharamsi Morarji Chemical Co. Ltd. and Chemcomplect . Personal Communication ,1989)

لغرض دراسة امكانية استخدام المواد الاولية المحلية والمتمثلة بالتحديد باطيان الكاؤولين في تحضير الشب (كبريتات الالمنيوم المائية) ، فقد اجريت دراسات مختبرية مكثفة حول امكانية تحضير الشب من اطيان الكاؤولين الملونة من مواقع مختلفة في الصحراء الغربية العراقية (حمودي وعبد الله ، 1987 و 1988). كانت نتائج هذه التجارب ايجابية ومشجعة من الناحية الفنية ولكن احتواء الكاؤولين الملون على

* خبير، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص. ب. 986 بغداد، العراق.
** رئيس مهندسين اقدم، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص. ب. 986 بغداد، العراق.
*** مهندس، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص. ب. 986 بغداد، العراق.

نسب عالية من اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) تصل الى حوالي 9% يتطلب اجراء عمليات تنقية للتخلص من هذه المادة وبالتالي زيادة كلفة عملية الانتاج ، لذلك تم التوجه في هذا البحث الى دراسة امكانية تحضير الشب من اطيان الكاؤولين البيضاء المستخرجة من موقع دويخلة والذي لاتتجاوز نسبة اوكسيد الحديد فيه عن 1% Fe_2O_3 .

المواد وطريقة العمل:

الكاؤولين المستخدم لتحضير الشب في الدراسة الحالية هو الكاؤولين الابيض المستخرج من موقع دويخلة والذي يحتوي على اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) بنسبة لا تتجاوز 1% .

تم تهيئة نماذج الاطيان لغرض البحث وذلك بتكسير وخلط كمية 100 كغم من هذه الاطيان ومن ثم اجراء عملية التربيع والتقسيم للحصول على نماذج بوزن 10 كغم اعيد تقسيمها باستخدام جهاز تقسيم مختبري مخصص لهذا الغرض (Jones Splitter) للحصول على نماذج متجانسة ومتماثلة لاغراض التحاليل الكيميائية والتجارب المختبرية . يبين الجدول (1) التحليل الكيميائي لخام الكاؤولين المستخدم في هذا البحث والذي يتضح منه ان المكونات الاساسية هي السيلكا (SiO_2) والالومينا (Al_2O_3) وان نسبة اوكسيد الحديد فيه (Fe_2O_3) لاتتجاوز 0.7 % .

جدول (1): التحليل الكيميائي لأطيان كاؤولين دويخلة البيضاء

المكونات	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	L.O.I	اخرى
النسبة المئوية (وزناً)	33.27	50.46	0.67	12.90	2.70

تضمنت طريقة تحضير الشب عمليتين اساسيتين هما :-

1. **كلسنة الكاؤولين**: ان عملية كلسنة الكاؤولين (حجم حبيبي اقل من 6.35 ملم) اجريت في فرن كهربائي مختبري دوار في درجة حرارة 725 ^{0}م لمدة 45 دقيقة وقد اختيرت هذه الظروف بالاعتماد على دراسات تفصيلية سابقة (العجيل وآخرون، 1988 و حمودي والعزاوي، 1982) والجدول (2) يبين نتائج التحليل الكيميائي للكاؤولين المكلسن .
2. **معاملة الكاوؤلين المكلسن مع حامض الكبريتيك (التجاري) ذو نقاوة 97 % (كحد ادنى) وبنسبة حديد لاتتجاوز 100 جزء بالمليون**: تم معاملة الكاؤولين المكلسن مع محلول حامض الكبريتيك لاذابة الالومينا (Al_2O_3) الموجودة فيه والحصول على محلول كبريتات الالمنيوم $Al_2(SO_4)_3$ بعد فصل المواد غير المتفاعلة بعملية فصل مناسبة (التركيد والترشيح) . تم اجراء سلسلة من التجارب لتحديد افضل حجم حبيبي للكاؤولين المكلسن للتفاعل مع حامض الكبريتيك وكذلك الكمية اللازمة من هذا الحامض لاستخلاص اعلى نسبة من الالومينا وقد اجريت التجارب بمفاعلة حامض الكبريتيك بتركيز 30% مع حجوم حبيبيه مختلفة من الكاؤولين المكلسن وهي اقل من (1 ، 0.85 ، 0.6 و 0.3) ملم لفترة 45 دقيقة عند درجة الغليان وحسب دراسة (حمودي والعزاوي ، 1982). اما كمية الحامض فقد تم زيادتها بنسبة 5% و 10% عن الكمية المحسوبة على اساس الموازنة الكيميائية حسب معادلة التفاعل:-

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

اجريت جميع التجارب باستخدام كمية 200 غم من الكاؤولين المكلسن في دورق زجاجي مرتبط بمكثف للحفاظ على تركيز اللباب وكذلك بخلاط زجاجي مرتبط بمحرك كهربائي ، وبعد الانتهاء من عملية التفاعل تم تخفيف مزيج التفاعل بالماء الاعتيادي ونقله الى وعاء زجاجي لتركيد المواد الصلبة غير المتفاعلة وفصل المحلول الرائق لكبريتات الالمنيوم بالسكب من اعلى الوعاء بعدها تم ترشيح المواد الصلبة المتبقية مع الغسل وباستخدام مرشح فراغي ومزج الراشح الناتج مع محلول كبريتات الالمنيوم الناتج من عملية التركيد ومن ثم تحليل النماذج كيميائياً لمعرفة محتواها من الالومينا والتي على اساسها تم حساب نسبة استخلاص الالومينا من الكاؤولين المكلسن .

جدول (2): التحليل الكيميائي للكاؤولين الابيض (المكلسن بدرجة حرارة 725 ^{0} م)

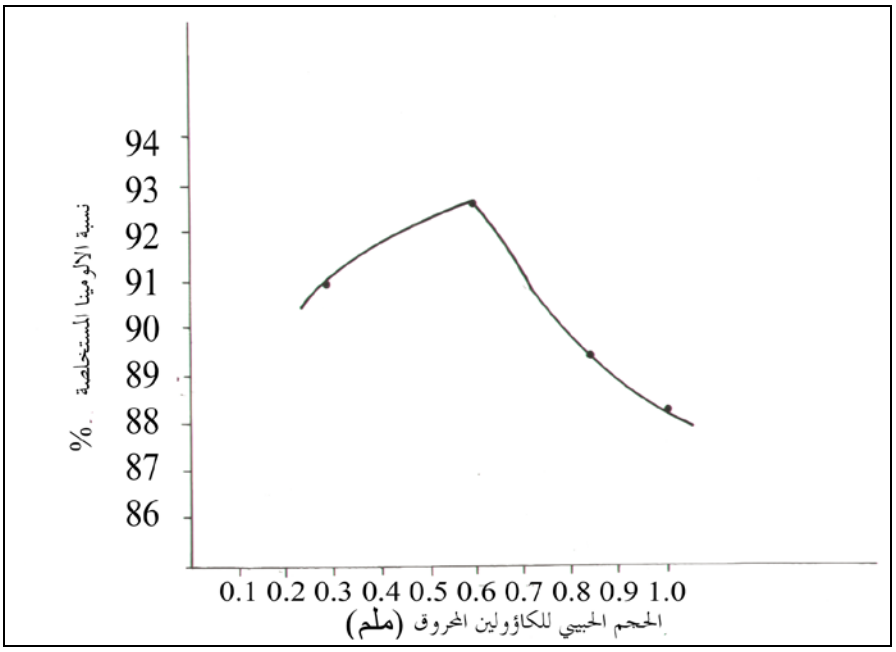
المكونات	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	L.O.I	اخرى
النسبة المئوية (وزناً)	38.08	54.68	1.04	1.60	4.60

النتائج والمناقشة:

يبين الشكل (1) نتائج تاثير الحجم الحبيبي للكاؤولين المكلسن على نسبة استخلاص الالومينا والذي يوضح ان اعلى نسبة استخلاص للالومينا يمكن الحصول عليها هي 92.6 % باستعمال حجم حبيبي اقل من 0.6 ملم وبظروف التفاعل الواردة الذكر مع استخدام زيادة 10% من حامض الكبريتيك عن الكمية الحسابية اللازمة للتفاعل مع الالومينا الموجودة في الكاؤولين لتحويلها الى كبريتات الالمنيوم الذائبة. كما يبين الشكل اعلاه أن نسبة استخلاص الالومينا تنخفض بشكل ملحوظ عند زيادة الحجم الحبيبي الى اكثر من 0.6 ملم. ويعود السبب في ذلك الى نقصان المساحة السطحية للحبيبات وكذلك الى نقصان قابلية نفاذية السائل المذيب الى داخل حبيبة الكاؤولين لاذابة الالومينا. بينت نتائج تاثير كمية الحامض المضافة أن استخدام كمية من الحامض مساوية للكمية الحسابية وزيادتها بمقدار 5% قد ادت الى زيادة ضئيلة في نسبة استخلاص الالومينا عن النسبة التي تم الحصول عليها باستخدام زيادة 10% عن الكمية الحسابية حيث بلغت نسبة الاستخلاص 93.30 % ولكن كان هناك زيادة ملموسة في قيمة الدالة الحامضية للشب المحضر وكما مبين في الجدول (3) حيث يلاحظ ان قيمة الدالة الحامضية قد ارتفعت من 2.4 الى 2.9 عند نقصان كمية الحامض عن 10% ولكون الدالة الحامضية للشب يجب ان تكون اكثر من 2.5 حسب المواصفة اليابانية (الجدول 4) لذلك فان كمية الحامض المضافة والملائمة لتحضير الشب يجب ان لاتتجاوز 5% زيادة عن الكمية المحسوبة على اساس الموازنة للمعادلة الكيميائية لتفاعل حامض الكبريتيك مع الالومينا .

جدول (3): تاثير كمية حامض الكبريتيك المستعمل على نسبة استخلاص الالومينا ومواصفات الشب المنتج

نسبة الزيادة في كمية الحامض %	نسبة استخلاص الالومينا %	نسبة Al_2O_3 في الشب المنتج %	مقدار الدالة الحامضية للشب
10	92.60	15.40	2.40
5	93.30	16.15	2.90
بدون زيادة	93.30	16.15	2.90



شكل (1): تأثير الحجم الحبيبي للكاؤولين المحروق على نسبة الألومينا المستخلصة

ان عملية تحضير الشب من محلول كبريتات الألمنيوم الناتج من عملية الترسيب والترشيح (لفصل المواد غير الذائبة) تمت بتبخير هذا المحلول الى ان تصل نسبة الالومينا فيه الى 16.52 % حيث تكون كثافة المحلول النوعية (sp.gr) بحدود 1.75 وبالتبريد الى درجة حرارة الغرفة يتبلور هذا المحلول كلياً مكوناً الشب (كبريتات الالمنيوم المائية $Al_2(SO_4)_3$ 14-17 H_2O) .

جدول (4): مواصفات الشب المنتج من كاؤولين دويخلة الابيض مع مقارنته بالمواصفات القياسية العالمية

المكونات % (وزنا)	الشب المنتج من الكاؤولين *	المواصفة اليابانية	المواصفة المصرية	المواصفة العراقية	الشب المنتج في المشراق **
Al_2O_3	16.52	اكثر من 14	اكثر من 15.3	16.50	17-16
Fe_2O_3	0.31	اقل من 1.50	اقل من 0,9	0.75	اقل من 0.01
المواد غير الذائبة بالماء	0.38	اقل من 0.3	اقل من 1	اقل من 0.50	اقل من 0.6
الدالة الحامضية (1غم / 100مل)	2.90	اكثر من 2.50	-	-	3.00
As	اقل من 10جزء بالمليون	اقل من 100جزء بالمليون	اقل من 50جزء بالمليون	اقل من 50 جزء بالمليون	اقل من 10جزء بالمليون
Pb	اقل من 5 جزء بالمليون	اقل من 200 جزء بالمليون	-	اقل من 200 جزء بالمليون	اقل من 5 جزء بالمليون
عدد جزيئات الماء	16	-	-	-	17-14

- لم يحدد
* الدراسة الحالية
** ينتج من مفاعلة حامض الكبريتيك مع هيدروكسيد الالمنيوم

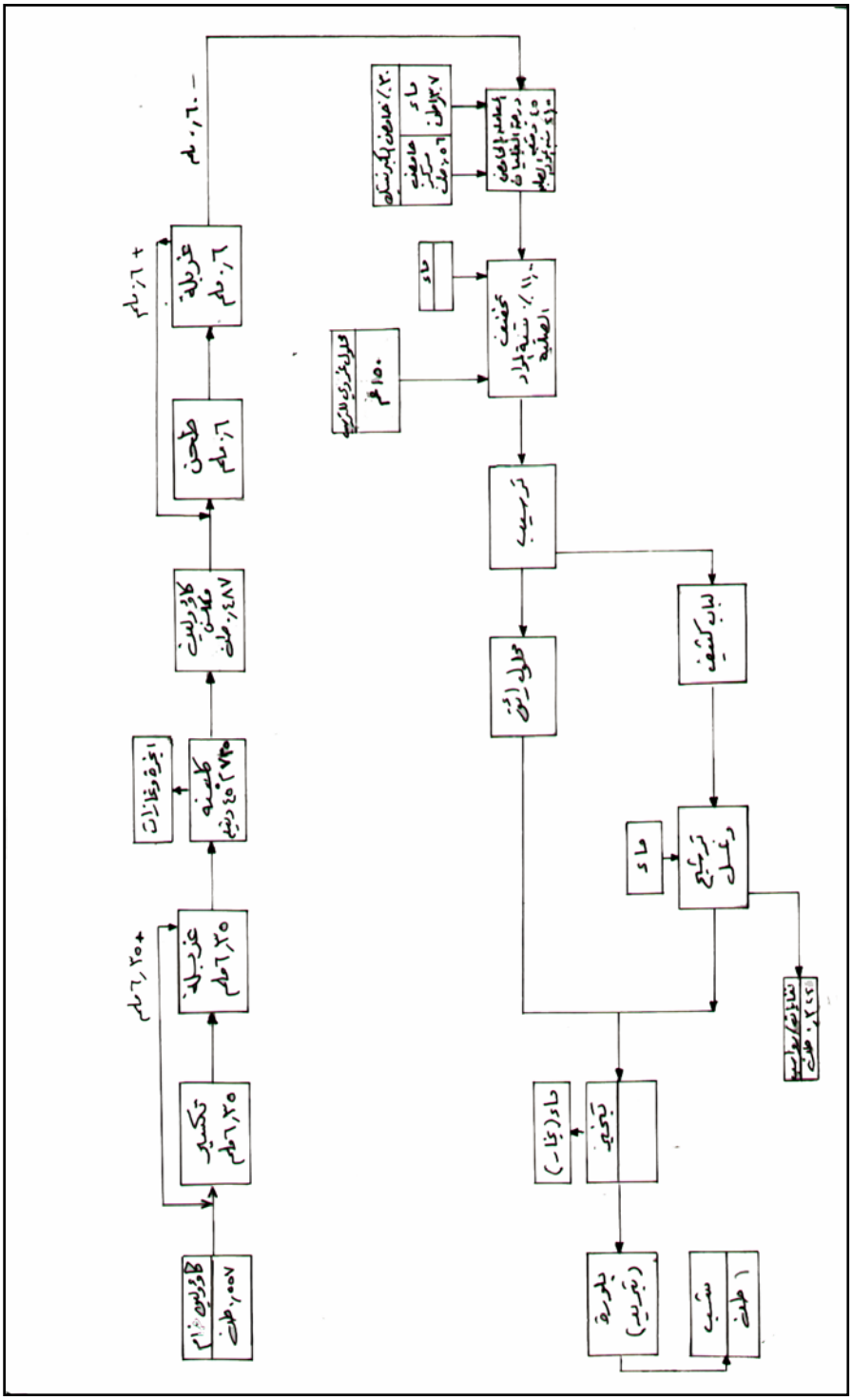
يبين الجدول (4) مواصفات الشب الذي تم تحضيره من اجراء تجربة تحققيه بظروف التفاعل الواردة الذكر باستخدام كمية من الحامض محسوبة على اساس المعادلة الكيميائية للتفاعل ومقارنة ذلك بالمواصفات القياسية المصرية ، اليابانية والعراقية (كبريتات الالمنيوم ، 1959 و 1989) و (Aluminum Sulfate ، 1968) حيث يتضح ان مواصفات الشب المنتج من الكاؤولين تتفق بشكل كبير مع جميع المواصفات القياسية للشب الوارد ذكرها وبالاخص العراقية منها .

فصل المواد غير المتفاعلة عن محلول كبريتات الالمنيوم

باضافة كمية حامض الكبريتيك (تركيز 30 %) الى الكاؤولين المكلسن لاستخلاص الالومينا والحصول على محلول كبريتات الالمنيوم على اساس المعادلة الكيميائية للتفاعل تكون عندها النسبة الوزنية للمادة الصلبة في مزيج التفاعل (محلول الحامض والكاؤولين) حوالي 21% وزناً . لوحظ انه بعد الانتهاء من التفاعل وبالانتقال الى مرحلة فصل محلول كبريتات الالمنيوم عن المواد غير المتفاعلة ان هذا المحلول بما فيه من مواد غير متفاعلة تتصلب بسرعة بمجرد خروجها من دورق التفاعل ويعود هذا الى تشبع المحلول بكبريتات الالمنيوم التي لها خاصية التصلب والتبلور بمجرد انخفاض درجات الحرارة عن الغليان اذا كانت موجودة بتركيز عالي في المحلول الذي يحتويها . لتلافي هذه الحالة وتسهيل عملية فصل المواد الصلبة عن السائلة فقد تم تخفيف نسبة المادة الصلبة في وعاء التفاعل من 21% الى حوالي 11% وزنا باضافة الماء الحار وتمت عمليه فصل المواد الصلبة عن السائلة على مرحلتين : في المرحلة الاولى تم تركيد المواد الصلبة وفصل السائل الرائق من اعلى الوعاء، في المرحلة التالية تم استخدام عملية الترشيح (باستخدام مرشح فراغي) لفصل المواد الصلبة عن ما تبقى من محلول معها .

اعتمدت عملية فصل المواد الصلبة عن السائلة بطريقة التركيد على ترك المواد الصلبة لكي تترسب تحت تأثير الجاذبية (gravity sedimentation) حيث ترك اللباب (خليط محلول الكبريتات والمواد الصلبة) الناتج من التفاعل وبعد ان تم تخفيفه بالماء ولحين ترسب المواد الصلبة بالكامل ومن ثم فصل كل طور على حدة بالسكب او بازاحة المواد الصلبة عن طريقة فتحة في اسفل وعاء الترسيب يمكن فتحها وغلقها بواسطة صنبور. وقد تبين ان الزمن المستغرق لهذه العملية بلغ نحو 24 ساعة حيث كان معدل سرعة الترسيب نحو 0.006 سم/دقيقة .عليه فقد تم دراسة إضافة مواد مساعدة للترسيب للإسراع في انجاز هذه العملية وتقليص الفترة الزمنية اللازمة لذلك وقد تضمنت هذه المواد : الصمغ العربي ، مسحوق الصمغ ومسحوق مخلفات الباميا حيث تضاف الى اللباب بشكل محاليل غروية وبكميات مختلفة محسوبة على اساس كمية المادة الصلبة الموجودة في اللباب وقد بينت النتائج ان الأفضلية هي لمسحوق مخلفات الباميا حيث بلغ معدل سرعة الترسيب للمواد الصلبة في اللباب عند درجة حرارة الغرفة حوالي 0.75 سم/ دقيقة وهذه السرعة تزداد بشكل ملحوظ عندما يكون اللباب حاراً (100 ± 5 ^{0} م) لتبلغ حوالي 1.3 سم / دقيقة أي اكثر من 200 ضعف سرعة الترسيب الطبيعي للمواد الصلبة في اللباب والسبب في هذه الزيادة يعود الى نقصان لزوجة الماء .

بعد فصل الراسب عن السائل كما جاء في اعلاه تم ترشيح الراسب وغسله اثناء عملية الترشيح وجمع الراشح مع المحلول الرائق الناتج من عملية الترسيب ومن ثم تبخره لبلورة وانتاج الشب . يبين الشكل (2) مخطط لسير عملية الانتاج لجميع مراحله وكميات المواد اللازمة لانتاج طن واحد من الشب .



شكل (2): مخطط سير العمليات – انتاج الشب من الكاؤولين الأبيض

الاستنتاجات

بناءاً على نتائج التجارب التي اجريت حول تحضير الشب من طين الكاؤولين الابيض يمكن استنتاج ماياتي :-

- هناك إمكانية كبيرة لانتاج الشب من الكاوؤلين الأبيض لمنطقة دويخلة في الصحراء الغربية العراقية بمواصفات مطابقة للمواصفات الصناعية العالمية والعراقية لاغراض تنقية مياه الشرب.
- ان الظروف المثلى اللازمة للحصول على محلول كبريتات الالمنيوم من الكاؤولين وباعلى نسبة استخلاص للالومينا (93.3 %) هي :-

  كلسنة خام الكاوؤلين بعد تكسيره الى حجوم مناسبة (اقل من 6.35 ملم) بدرجة حرارة 725 ^{o} م لمدة 45 دقيقة ومن ثم معاملة الكاوؤلين المكلسن بعد طحنه الى اقل من 0.6 ملم مع حامض الكبريتيك بتركيز 30 % وزناً وبكمية لاتتجاوز 5 % زيادة عن الكمية الحسابية وفق المعادلة الكيميائية لتفاعل حامض الكبريتيك مع الالومينا (Al_2O_3) ولمدة 45 دقيقة عند درجة الغليان.
- استخدام مسحوق مخلفات الباميا المغلى وبشكل محلول غروي في عملية ترسيب المواد الصلبة العالقة في اللباب الناتج من عملية التفاعل وبحالته الحارة .
- من الضروري تبخير محلول كبريتات الالمنيوم الناتج بعد فصل المواد غير الذائبة عنه الى الحد الذي يصبح تركيز الالومينا فيه بحدود 165 غم / لتر ومن ثم تبريده الى درجة حرارة الغرفة للحصول على مادة الشب .

المصادر

العجيل ، عبد الوهاب عبد الرزاق وحنا، سعاد ايشو وبطرس، مناهل حبيب، 1988. استخلاص الالومينا من الكاؤولين العراقي الأبيض (منطقة دويخلة) والملون (وادي النجيلي) باستعمال حامض الهيدروكلوريك . الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير داخلي رقم 1608 .

حمودي، نوفل عبد الرسول وعبد الله، سهير زكريا، 1988. إنتاج الشب من اطيان كاوؤلين وادي النجيلي الملونة (تجارب مستمرة) . الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني ، تقرير داخلي رقم 1752.

حمودي، نوفل عبد الرسول وعبد الله، سهير زكريا، 1987. صلاحية اطيان كاؤولين وادي النجيلي الملونة لاستخلاص الالومينا والشب . الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير داخلي رقم 1568.

حمودي، نوفل عبد الرسول والعزاوي، نهوض يحيى، 1982. استخلاص الالومينا من اطيان الكاؤولين العراقية (تجارب اولية). الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير داخلي رقم 1249.

كبريتات الالمنيوم (الشب) المستعملة في تنقية مياه الشرب، 1959. المواصفة القياسية المصرية رقم (4). الهيئة المصرية للتوحيد القياسي ، مصر.

كبريتات الألمنيوم (الشب) المتكتلة والمطحونة، 1989. مسودة المواصفة القياسية العراقية رقم (690). الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية ، بغداد.

Aluminum sulfate for water works, 1968. Japanese industrial standard No. k 1450. Japanese Standards Association, Tokyo.