دراسة تأثير اضافات الومينا ومغنسيا على خاصية الفقدان العزلي للبنتونايت

د. شهاب احمد زيدان الجبوري
الجامعة التكنلوجية/ قسم العلوم التطبيقية
م.م شذى هاشم مهدي
جامعة بغداد/ كلية التربية ابن الهيثم

الخلاصة

أستعمل البنتونايت العراقي أساساً لنماذج سيراميكية مع أضافات من الألومينا والمغنيسيا. حضرت النماذج السيراميكية بنسب وزنيه(5% الى 25%) الألومينا والمغنيسيا و تم معاملتها حراريا بدرجة حرارة 1300 درجة مئوية.حيث لم تصمد بعض النماذج ذوات نسب الإضافات أقل من15 % لكل من الألومينا والمغنيسيا اما النماذج التي استقرت فكانت نسب الأضافات هي 20% و 25%. وتم دراسة خاصية الفقدان العزلي فقد أظهرت نتائج الفقدان العزلي انخفاضاً كبيراً عند زيادة التردد .

المقدمة :

يعتبر البنتونايت من الإضافات المهمة في صناعة العوازل السيراميكية الكهربائية ، كونها مادة رابطة وذات لدونة عالية .البنتونايت اسم صخرة تتكون بصورة رئسيةمن معدن المونتموريلونايت وهو من فصيلة السيلكات الصفائحية صيغته الرئيسية هي Montmorillonite $[Na,Ca]\ Al_2O_3\ .\ 5SiO_2\ .7H_2O$. يحتوي المونتموريلونايت على طبقة ثمانية بين طبقتين رباعيتين من السيلكا وتوجد بين هذه الطبقات الثلاث جزيئات من الماء التي يمكن ابعادها بدون تحطيم التركيب الذري الداخلي لهذا المعدن عند التسخين الى درجة حرارة لا تزيد عن $100\ ^oC$. [1,2]

اما المواد المضافة الالومينا والمغنيسيا ، توجد الالومينا النقية بشكلين اساسيين (ألفا – الومينا) (α-Al_2O_3) و(كاما– الومينا) (γ-AL_2O_3) وتوجد ايضا على شكل (بيتا– الومينا) (β-AL_2O_3) وتعد(α-AL_2O_3) الشكل الأكثر استقراراً في خواصها الفيزياوية . وتكون الالومينا غير لدنة وتتحول جميع اشكالها عند درجة حرارة ($>1000\ ^oC$) إلى الطور المستقر (α-

(Al_2O_3) [3] . تعد الالومينا من اكثر الاكاسيد الحرارية استعمالا وذلك بسبب مقاومتها الشديدة للحرارة ومتانتها الميكانيكية ومقاومتها للصدمة الحرارية. [4]

• المغنيسيا من النادر الحصول على(MgO) النقي بشكل معدن (periclase). لكن يمكن ان يوجد بشكل مجاميع بلورية في الرخام، وان (MgO) ذا البلورة المفردة او المتعددة البلورات غير المسامي يكون شفافا اما (MgO) المسامي فيكون على شكل مسحوق ابيض اللون ذي كثافة ($3.58\ gm/cm^3$) ودرجة انصها ($2827+30^oC$). [5]

يعد (MgO) عازلا جيدا للكهرباء حيث تبلغ فجوة الطاقة فيه بحدود (E_g=8ev) كما انه مستقر جدا وتكون عيوبه قليلة حتى في درجة حرارة تحت نقطة الانصهار ولكنه كذلك يمتلك توصيلية ايونية واطئه جداً.[6]

•عامل الفقدان العزلي .

عند تسليط مجال كهربائي على اي مادة فأن التبدد بالطاقة يكون على شكل حرارة ،الموصلات والعوازل تشترك في هذا النوع من التبدد وبنفس العلاقة التي تمثل مقدار الطاقة المفقودة لوحدة الزمن (القدرة $P_w=U^2/R$) ولكن العوازل تمتاز بالخصوصية الأتية : التبدد في القدرة يكون متغيراً ومعتمداً على تردد فولتية المصدر وعلى نوع وشكل المادة العازلة . هذا الضياع في القدرة يعرف كفقدان عزلي ، ويوصف الضياع تحت تأثير أي فولتية متغيرة على العازل [7,8].

عند تسليط فولتية متناوبة (U) على متسعة ، وعلى فرض أنه لايوجد هناك فقدان "عازل مثالي" اي يتقدم التيار على الفولتية في المتسعة بزاوية 90° وهذا التيار يعد مثالياً . في الحقيقة زاوية الطور اقل بقليل من 90° والتيار المار خلال المتسعة الى مركبتين قطبيتين ،التيار الفعال I_s باتجاه الفولتية والتيار السعوي I_r عمودي على اتجاه الفولتية كما في الشكل (1) [9].

زاوية الطور تكون في اقصاها عند 90° للمتسعات ذات نوعية عالية . الزاوية (δ) تمثل زاوية فقد العازل . $\delta = 90^o - \varphi$ .....(1)

ومن المخطط يمكن حساب التيار الكلي من التيار الفعال (الذي يمر في العازل)،والتيار (I_r) الذي يمثل حالة متسعة صرفة أي أن :- $I=I_{a+j}I_r$ ..... (2)

حيث δ هي زاوية الفقد ، أذا كانت زاوية الفقد صغيرة فأن $\sin\delta \approx \tan\delta$ ، وظل زاوية الفقدان يعطى بالعلاقة:

$\tan\ \delta = I_a / I_r$ ..... (3)

tanδ هي زاوية الفقد (dielectric loss tangent or dissipation factor) . وكذلك يوصف حاصل ضرب $\varepsilon_r \tan\delta$ يعطي معاملاً يسمى الفقدان العزلي (Dielectric Loss Index) [10].

$$\varepsilon'' = \varepsilon_r \tan\delta \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

العملي :

تم طحن الموادالأولية كل على انفراد بأستعمال مطحنة ذات كرات بورسلينية وتمت غربلتها باستعمال جهاز Retsch وبمنخل من نفس الشركة Mesh No: 500 وبدأنا بطين البنتونايت.حيث استعمل طين البنتونايت العراقي ، اما الالومينا والمغنيسيا فقد تم تجهيز المادتين من شركة Fluka وبنقاوة 99.99% وبمقاس حبيبي μm (10-30) . خطط لتكون مجاميع الخلطات السيراميكية بالنسب المئوية لكل من مكوناتها موضحة بالجدول (1).

بعد تهيئة النسب الوزنية للمواد الأولية تم خلط المواد بطريقة الخلط الرطب (الحراري) وذلك يتطلب ضبط قيمة pH للماء المقطرثم وضع المادة الرابطة(PVA) بنسبة وزنية مقدارها 1 %لكل لتر من الماء المقطر وباستخدام Magnetic stirrer ترك لمدة نصف ساعه بدرجة حرارة (80°C) و بعدها تم الحصول على محلول غروي خالٍ من أي راسب . ثم يضاف حامض HCl المركز بمقدار معين للحصول على محلول حامضي ذي (pH=3) بعد ذلك اضيفت الألومينا وتركت تمتزج لمدة نصف ساعة ، و من ثم أضيف البنتونايت والمكونات الأخرى واستمرت عملية المزج من (8-9) ساعات للحصول على أفضل تجانس ممكن للخلطات . بعد الحصول على مزيج كثيف، جفف بدرجة حرارة (70°C) للتخلص من المحلول المائي ثم أجريت عملية التفتيت يدويا للحصول على المزيج الأساس المطلوب . تم تشكيل العينات كما جاء ذكر في الجدول (1) بطريقة الكبس شبه الجاف وذلك لتقليل المسامية الناشئة من خروج الماء من الجسم السيراميكي أثناء عملية الحرق . حيث تم أخذ مزيج بوزن (6g) من كل خلطة و كبسها بمكبس هيدروليكي نوع (RINLNG) انكليزي المنشأ بأستعمال قالب من مادة (steel stainless) بقطر (25mm) لقوة مقدارها (5MPa) و زمن كبس (5min). شكلت عينات لكل أنموذج من كل خلطة لإجراء الفحوصات عليها. معاملة المكبوسات حراريا انجز بأستعمال فرن كهربائي نوع (Carbolite) عند الضغط الجوي الأعتيادي وبمعدل زمني لصعود درجة الحرارة هو (5°C/min) و بأربع مراحل في كل مرحلة بعد أطفاء الفرن تترك النماذج لتبرد داخله الى اليوم الثاني وكما يلي هي :(100°C) وبقيت النماذج عندها لمدة ساعتين وفي اليوم الثاني

رفعت درجة الحرارة الى (450ºC) وبقيت عند هذه الدرجة لمدة أربع ساعات وفي اليوم الثالث رفعت درجة حرارة الى (700ºC) لمدة ثلاث ساعات اما في اليوم الرابع تم رفع درجة حرارة الفرن إلى كل من درجات المعاملة الحرارية المطلوبة وهي 1300 ºC حيث بقيت العينات في هذه الدرجة لمدة ساعتين و بعد اطفاء الفرن تترك لليوم الذي يليه . اعتمدنا هذه الطريقة كضمان للتخلص من المادة الرابطة والمواد العضوية والسماح للغازات المتحررة من جراء عملية الحرق بالخروج بصورة بطيئة لتقليل التشوهات التي قد تحصل للعينات خلال عملية المعاملة الحرارية . بعد إكمال عملية التلبيد بدرجة حرارة(1300ºC) فشلت بعض العينات من الصمود أمام درجة الحرارة العالية (1300ºC) في كل من الخلطات التي تتراوح مقدارالإضافات فيما بين (15-5)% حيث عانت هذه العينات من الانتفاخات والتشوهات وبعضها انصهرت عند معاملتها حرارياً بدرجة حرارة ºC(1300) لذلك تم استبعادها من البحث وذكر نسب النماذج التي صمدت بهذه الدرجة وهي 20% و25%.

استعمل جهاز

HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM HMS -2000

لقياس الفقدان العزلي

مناقشة النتائج.

من الأشكال 2 و3 و4 و5 نلاحظ الفقدان العزلي يتناقص مع زيادة الأضافات ،ان زيادة تركيز الأضافات يؤدي الى ظهور اطوار مختلفة(ان العينات السيراميكية المحضرة من طين البنتونايت بوصفها مادة أساس مضافآ اليها الالومينا (Al_2O_3) و المغنيسيا (MgO) قد تعرضت الى بعض التغييرات المعدنية أهمها ; إختفاء المعادن الطينية لعدم تحملها درجات الحرارة العالية وفقدان ماء التبلور مما أدى الى انهيار بنائها البلوري . بالإضافة الى ذلك تحلل المواد الجيرية بعد استهلاكها كلياً في تشكيل أطوار معدنية جديدة والتي أهمها الأنورثايت والكوردرايت والمولايت) [11] في الأنموذج وهذه الأطوارالمتكونة نتيجة اضافة الألومينا والمغنسيا تؤدي الى تغير في الخواص العزلية وبالخصوص (الفقدان العزلي) للنماذج المحضرة ، حيث حركة الشحنات خلال المادة تتباطأ عندما تلاقي اي طوار في المادة بسبب حدود تلك الاطوار مما يؤدي الى تقليل التوصيلية لها وبالتالي تناقص الفقدان العزلي .[3].

لقد لوحظ ان تغير الفقدان العزلي يعتمد على التردد المطبق ، وجد ان بحدود (2000-1MHz) تناقص قيمة الفقدان العزلي فعند اضافة الالومينا بنسبة 20%الى البنتونايت فأن قيمة

الفقد تتناقص من(0.02771- 0.111745) ،اما عند اضافتهابنسبة 25% انخفضت قيمة العزل الى (0.011328- 0.032572) . ولكن عند اضافة المعنيسيا بنسبة 20و25% قيمة الفقد (0.002645-0.028851) و (0.009513-0.054484) عند مقارنته بنتائج الالومينا ،وهذا واضح جداً في مجموعة C عند اضافة الالومينا بنسبة(20 و25%) ومغنيسيا بنسبة ثابتة مقدارها 5% لكلا الاضافتين لاحظنا انخفاض قيمة الفقد بمقارنة النتائج مع اضافة الالومينا فقط (مجموعة A) وكذلك عند اضافة المغنيسيا بنسبة ثابتة مقدارها 10% الى بنتونايت الالومينا اى (مجموعةD) ادى ايضاً الى انخفاض قيمة الفقد عما هو عليه وكما موضح في الجدول (2) . ان انخفاض عامل الفقدان العزلي يؤدي الى زيادة او استيعاب المزيد من الطاقة الكهربائية ، حيث المكثفات يكون لها عامل فقدان واطىء[12] .

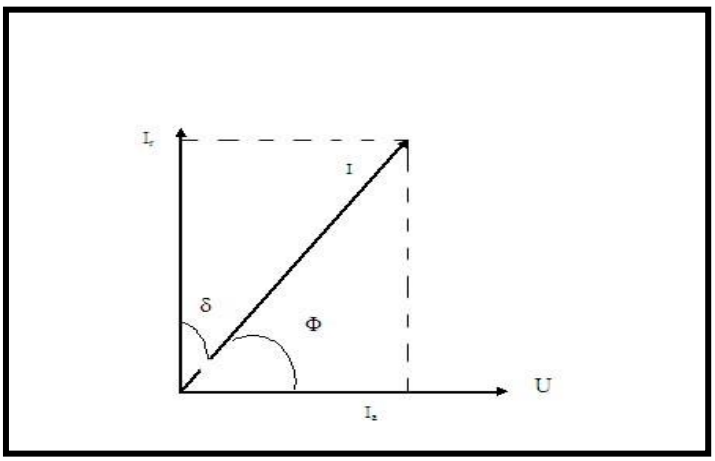
•المصادر.

1. L .A.Utracki & M .R .Kamal ; "Clay Containing Polymeric Nanocomposites" , The Arabian Journal for Engineering, Vol . 27 , No . 1C , PP 43-63 , 2002.
2. F .Mohellebi & C .E .Chitour ; "Characterization and Regeneration of Waste Insulating Lubricant " , Proceedings of the 10th International Conference on Environmental Science and Technology Kos island, Greece (2007)
3. W.Ryan,"Clay sand ceramic raw material",Applied Science publishers LTD ,Londan,(1975).
4. و.ريان،"خواص المواد الخام السيراميكية"،ترجمة فاضل بندر عباس واخرون،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي،دار التقني للطباعة والنشر،(1986)،(ص93-96) .
5. I.J.McColm,"Ceramic Science for Materials Technologists" ,Leonard Hill,NEW YORK,(1985),PP(257-272,284-292).
6. P.Medvedev;"Development of dual phase magnesia-zirconia ceramics for light water reactor inert fuel",thesis of doctor of philosophy,Texas university,U.S.A,(2004),pp(9-22).
7. B. Tarrev, "Physics of dielectric Materials", Mir publishes Moscow, translated from the Russian (1979).
8. W.D. Kingery, H.K. Bowen, and D.R. Uhlmann, "Introduction to ceramic", 2nd Wiley New York (1976).
9. I.J. McColm, "Ceramic Science for materials Technologists", Leonard Hill, New York (1983).
10. H.A .AL Fouadi; "Dielectric properties of local clay – Based cordierite ceramics" Ph.D . Thesis university of Mustansiryah (2007).
11. مهدي . شذى هاشم ؛(دراسة تأثير الإضافات على بعض خصائص طين البنتونايت العراقي) ، ماجستير ،جامعة بغداد .(2010).
12. Callebaut .J , Laborelec " Power Quality & Utilisation Guide" Section 7

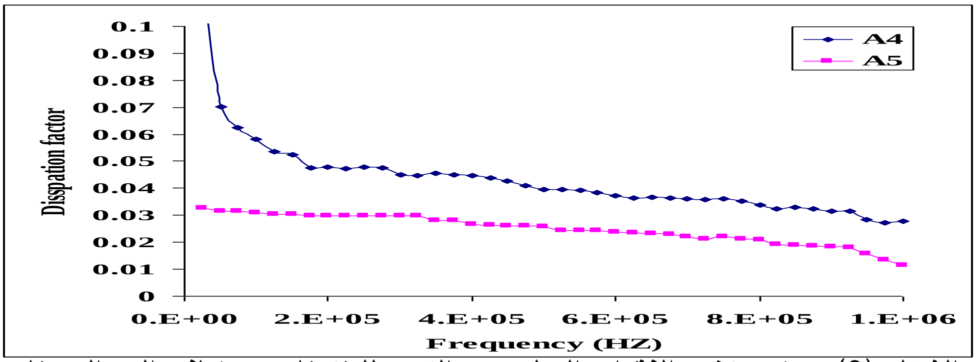
:Energy Efficiency, Dielectric Heating (2007).

الجدول(1) :يبين رموز الخلطات مع نسب المكونات .[11]

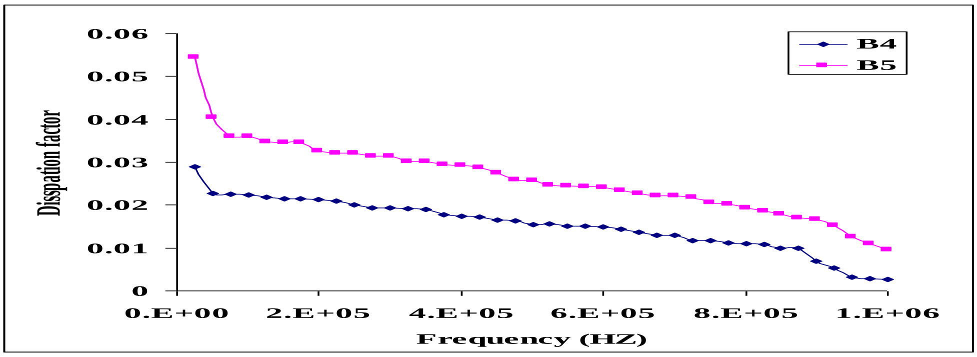
مجموعة A				مجموعة B			
رمز الخلطة	Bentonite %	Al_2O_3 %		رمز الخلطة	Bentonite %	MgO %	
A4	80	20		B4	80	20	
A5	75	25		B5	75	25	
مجموعة C				مجموعة D			
رمز الخلطة	Bentonite %	Al_2O_3 %	MgO %	رمز الخلطة	Bentonite %	Al_2O_3 %	MgO %
				D3	70	20	10
C4	75	20	5	D4	65	25	10
C5	70	25	5				



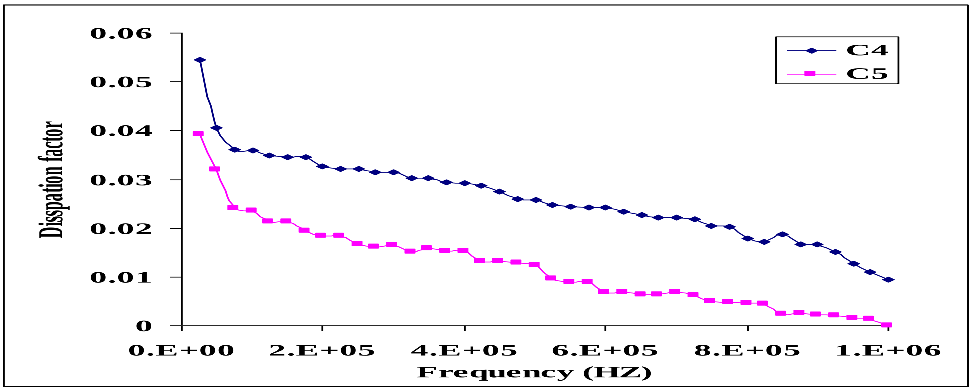
الشكل (1) مخطط يوضح التيارات في العوازل ذات الفقدان العزلي [9].



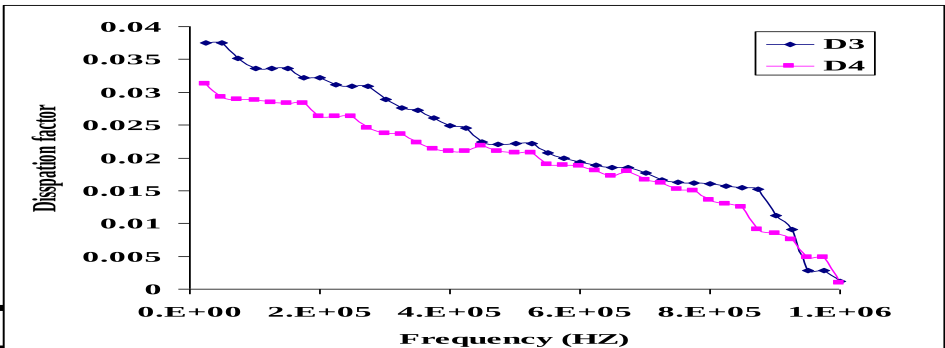
الشكل (2) يوضح تغير الفقدان العزلي مع التردد للبنتونايت مضاف اليه الومينا .



الشكل(3) يوضح تغير الفقدان العزلي مع التردد للبنتونايت مضاف اليه مغنسيا.



الشكل (4) يوضح تغير الفقدان العزلي مع التردد للبنتونايت مضاف اليه الومينا ومغنسيا .



الشكل (5) يوضح تغير الفقدان العزلي مع التردد للبنتونايت مضاف اليه الومينا ومغنسيا.

نتائج فحوصات الفقدان العزلي.

Frequency	A4	A5	B4	B5	C4	C5	D3	D4
25039.8	0.111746	0.032572	0.028851	0.054484	0.054484	0.03911358	0.037481	0.031278
50039.6	0.070127	0.03149	0.022665	0.040488	0.040488	0.03197123	0.037481	0.02929
75039.4	0.062528	0.03149	0.022539	0.03604	0.03604	0.02398807	0.035118	0.028959
100039.2	0.058053	0.030858	0.022447	0.03597	0.03597	0.0234907	0.033628	0.028811
125039	0.053509	0.030335	0.021793	0.034841	0.034841	0.02123792	0.033628	0.028451
150038.8	0.052414	0.030335	0.021522	0.034596	0.034596	0.02123792	0.033623	0.028312
175038.6	0.047617	0.029859	0.021469	0.034564	0.034564	0.01934575	0.032193	0.028312
200038.4	0.047989	0.029721	0.02136	0.032584	0.032584	0.01831578	0.032193	0.026268
225038.2	0.047409	0.029662	0.020902	0.03213	0.03213	0.01832044	0.031124	0.026283
250038	0.047986	0.029662	0.019987	0.032076	0.032076	0.01666343	0.030935	0.026283
275037.8	0.047466	0.029662	0.019431	0.031389	0.031389	0.01618856	0.030935	0.024551
300037.6	0.045119	0.029859	0.019373	0.03139	0.03139	0.01657284	0.028874	0.023762
325037.4	0.044734	0.029721	0.019109	0.030262	0.030262	0.01519362	0.02763	0.023595
350037.2	0.045538	0.02808	0.01903	0.030185	0.030185	0.01585157	0.027198	0.022357
375037	0.045119	0.027981	0.017781	0.029384	0.029384	0.01533825	0.026072	0.021319
400036.8	0.044633	0.0267	0.017407	0.029261	0.029261	0.01526435	0.024924	0.021037
425036.6	0.043737	0.026379	0.017222	0.028719	0.028719	0.01329487	0.024501	0.021037
450036.4	0.042764	0.026211	0.016566	0.027428	0.027428	0.01329487	0.022376	0.021807
475036.2	0.040882	0.026181	0.016293	0.025968	0.025968	0.01282782	0.022086	0.021014
500036	0.039499	0.025722	0.015396	0.0258	0.0258	0.01245713	0.022189	0.020755
525035.8	0.039437	0.024393	0.015656	0.024746	0.024746	0.009684199	0.022141	0.020755
550035.6	0.039183	0.024384	0.015161	0.024471	0.024471	0.009021845	0.020724	0.019043
575035.4	0.038287	0.024265	0.015023	0.024247	0.024247	0.008970504	0.019951	0.018836
600035.2	0.037293	0.023903	0.014965	0.024227	0.024227	0.006910125	0.019406	0.018744
625035	0.036276	0.023476	0.014361	0.023429	0.023429	0.006910125	0.018907	0.018
650034.8	0.036765	0.023317	0.013586	0.022779	0.022779	0.006337236	0.01853	0.017267
675034.6	0.036521	0.022986	0.01297	0.022217	0.022217	0.006337236	0.01853	0.01793
700034.4	0.036117	0.022139	0.01294	0.022139	0.022139	0.006911735	0.017732	0.016619
725034.2	0.035778	0.021242	0.011705	0.02189	0.02189	0.00613381	0.016673	0.016116
750034	0.035996	0.022173	0.011754	0.020518	0.020518	0.004931353	0.016289	0.015243
775033.8	0.035149	0.021098	0.011154	0.020228	0.020228	0.004766694	0.016131	0.014967
800033.6	0.03383	0.020826	0.010962	0.019333	0.017949	0.004680608	0.016024	0.013524
825033.4	0.032412	0.0192	0.010822	0.01869	0.017108	0.004529743	0.015709	0.012982
850033.2	0.032827	0.018887	0.009941	0.017949	0.01869	0.002415061	0.015441	0.012534
875033	0.03235	0.018521	0.009941	0.017108	0.016662	0.002505029	0.015277	0.009111
900032.8	0.031593	0.018403	0.006875	0.016662	0.016662	0.002191154	0.011203	0.008515
925032.6	0.031426	0.018069	0.005405	0.0152	0.0152	0.002039893	0.009111	0.007503
950032.4	0.028269	0.015702	0.003265	0.01265	0.01265	0.001525057	0.002883	0.004791
975032.2	0.027303	0.013466	0.002882	0.010947	0.010947	0.001402624	0.002883	0.004791

1000000	0.02771	0.011328	0.002645	0.009513	0.009513	3.31721E-05	0.001163	0.000993

Study of the additives effect Al_2O_3 and MgO on property Dissipation Factor of Iraqi Bentonite clay.

Sh .A.Z.AL-Jeboori and Shatha Hashim Mahdi
Department of Applied Science, University of Technology / College of Education / Ibn –AL-Haithem / University of Baghdad. .

ABSTRACT

Iraqi bentonite is used as main material for preparing ceramic samples with the additions of alumina and magnesia. The effect of its constitutional change reveals through its heat treatments at 1300ºC .The samples of additions less than 15% of alumina and magnesia . could not stand up to 1300ºC while the samples of addition 20% , 25% are stable . In studying of dissipation factor property , the dissipation factor were decreased due with increasing of frequency .