تصنيع الطابوق الحراري الثقيل من خامات المحلية

د. فوزي عبد العزيز القيسي

1.خلاصة البحث

يعالج البحث الحالي امكانية استخدام خامات محلية وهي اطيان الكاؤولين الابيض ورمال السليكا ومسحوق الفخار والدولومايت لانتاج الطابوق الحراري الثقيل ، واستخدمت طريقة الكبس الشبه الجاف في تشكيل النماذج المختبرية حيث استخدم قالب حديدي لتشكيل النماذج بقوتي ضغط 750 كغم/ سم2 و 1000 كغم/ سم2 وحسب برنامج حرق (1200- 1300 - 1250)مْ .

حيث تم اعداد خلطات التجارب المختبرية والمتمثلة بالخلطة(Aو B). حيث الخلطة (A) تتكون من كاؤولين ودولومايت و كوارتز و كروك بانواعه الثلاثة (ناعم بحجم حبيبي (0.4) ملم) و(متوسط (1.8) ملم) و(خشن(3.5) ملم). وخلطة (B) تتكون من كاؤولين ، كوارتز ، كروك بانواعه الثلاثة .

وبعد تشكيل النماذج المختبرية تم تجفيفها في فرن تجفيف (oven) وبدرجة حرارة (110مْ) وبزمن 24 ساعة لجميع العينات ، بعدها اخضعت لـ (1200 - 1250- 1300)مْ بعدها اخضعت النماذج للفحوصات المختبرية حيث جاءت نتائج خلطات المجموعة (A) ناجحة وتبين من الفحص المختبري ان اقل نسبة مسامية (7.01 %) وامتصاص الماء (3.39 %) والكثافة النوعية الظاهرية (2.20) والكثافة النوعية الكلية (1.81) اما اعلى نسبة مسامية (29.61%) وامتصاص الماء (16.10%) والكثافة النوعية الظاهرية (2.71%) والكثافة النوعية الكلية (2.9) .

بينما جاءت نتائج خلطات المجموعة (B) ناجحة ايضا وان اقل نسبة في المسامية (5.04)% وامتصاص الماء (2.5) % والكثلفة النوعية الظاهرية (3.32)% والكثافة الكلية (3.06) ومقارنة بالمواصفات القياسية اتضح انها تقترب من مواصفاتها وتصلح للاستخدام في بناء الافران العالية الحرارة والمتوسطة الحرارة والمنخفضة الحرارة.

2.المقدمة

منذ زمن اصبحت للاطيان اهمية كبيرة في تحضير اجسام خزفية حرارية اطلق عليها بالحراريات Refractory ، والمقصود بكلمة حراريات هي المقاومة لدرجات الحرارة العالية دون ان يحدث تغيير في جسم المادة . وتكون مقاومة ايضا للصدمات الحرارية المفاجئة ، والمواد الحرارية تم تطويرها لكي تلبي متطلبات صناعة الحراريات .

والحراريات تصنف بحسب مكوناتها فالمواد المقاومة للحرارة تختلف من حيث تركيبها الكيمياوي ودرجة حرارة انصهارها ، ومن انواع الحراريات منها الحامضية وهذا النوع من الحراريات يدخل في تركيبها الكيميائي السليكا (sio2) والاطيان النارية (Fire Clay) التي تحتوي على نسبة الومنيا (Al2O3) ما بين 30 - 40% والحراريات الحامضية تشمل الزركونيا والمولايت والسليكا والطين الناري .

وحراريات متعادلة وتشمل المتغيرات والدولومايت والمغنيزايت كروم . كل هذه النتاجات من الحراريات يمكن الافادة منها في صناعة افران السيراميك كذلك في تبطين الافران الحرارية بانواعها .

3.الجزء العملي

3-1. تهيئة الخلطات

تم جلب المواد الداخلة في الخلطات من اطيان الكاؤولين الابيض من منطقة دويخلة الواقعة في منخفض الكعرة في الصحراء الغربية حيث تتميز الاطيان في تلك المنطقة بانها على شكل كتل صلبة نسبيا ، وتم تكسيرها وتنعيمها بواسطة كسارة ولغرض تأمين تجانس مكونات كل الخلطات اخضعت المواد الى الطحن والغربلة لنحصل على حجم حبيبي واحد للكاؤولين كذلك تم جلب رمل السليكا النقية من الصحراء الغربية وجهزت كمية من الكروك والدولومايت .

3-2.فحص المواد الاولية

لابد من اجراء بعض الفحوصات اللمختبرية للمواد الاولية لغرض تعرف مدى صلاحيتها في الصناعات الخزفية ومنة اهم هذه الفحوصات والتحاليل المستخدمة والتي تم اجراءها على المواد المستخدمة الاتية :

1.التحليل المعدني .

3-2-1.تحليل نسب العناصر والاكاسيد :

ينبغي اجراء هذا الفحص على بعض المواد الاولية لغرض تشخيص المعادن الموجودة وتحديد نوعياتها نظرا لتأثيرها في قابلية الشكيل والليونة وخواص المنتج .

وتعد الاشعة السينية من احدث الطرق المستخدمة في تحديد العناصر الداخلة في تركيبة المادة المراد فحصها داخل الجهاز وتتم هذه التحاليل وفق الخطوات التالية :

1. تجفيف العينة في مجفف (oven)عند درجة 110 مْ لمدة 24 ساعة.
2. طحن العينة لحجم Microm 75 ملم .
3. وزن 0.6 جم من العينة و 0.6 جم من مادة محفزة للصهر وهي رباعي بورات الليثيوم Li2B407 (Lithium tetraborte) .
4. وضع العينة والمهيج في بودقة من البلاتين وتم خلطها جيدا .
5. وضعت البودقة وبها العينة في فرن لصهر العينة على درجة 1150مْ مع وضع قالب للصب في الفرن ايضا لمدة سبع دقائق ، ثم ترج البودقة وبها العينة للتخلص من فقاعات الهواء ثم تترك في الفرن لمدة 3 دقائق .
6. تصب العينة في القالب وتترك لتبرد .
7. يتم قياس العناصر للعينة في جهاز (X-Ray Fluorescence) .

Sample I dent

1. نتائج تحليل نسب العناصر والاكاسيد للاشعة السينية :* A1Grog(1)

Oxide	Mass	Stderr	El	Mass	Stderr
Sio2	53.88	0.55	Si	25.19	0.26
A12o3	35.80	0.53	A1	18.95	0.28
CaO	3.74	0.20	Ca	2.67	0.14
T iO2	2.62	0.17	Ti	1.57	0.10
Mgo	1.90	0.14	Mg	1.15	0.08
Na2O	1.22	0.11	Fe	0.855	0.076
Fe2O3	0.139	0.010	P	0.0608	0.0046
C1	0.104	0.018	Zr	0.077	0.013
K2O	0.080	0.014	Sr	0.067	0.012
P2O5	0.058	0.016	K	0.048	0.0015
C1	0.0538	0.0045	C1	0.0538	0.0045
Cr2O3	0.0509	0.0095	Cr	0.0348	0.0065
V2O5	0.0338	0.0065	V	0.0189	0.0036
SO3	0.0337	0.0065	S	0.0135	0.0026
MnO	0.0096	0.0019	Mn	0.0074	0.0015
NiO2	O.0078	0.0029	Ni	0.0061	0.0022
CuO	0.0060	0.0022	Cu	0.0048	0.0018
ZnO	0.0048	0.0023	Zn	0.0039	0.0019

* Grog (1) : تدرج حجمي mush 120

Sample I dent

2. نتائج تحليل نسب العناصر والاكاسيد للاشعة السينية :۞ (2) Grog 1

Oxsde	Mass	Stderr	E1	Mass	Stderr
Sio2	56.48	0.55	Si	26.40	0.26
A12o3	32.76	0.52	A1	17.34	0.27
CaO	3.26	0.19	Ca	2.33	0.13
T iO2	2.46	0.16	Ti	1.48	0.10
Mgo	1.51	0.12	Mg	0.909	0.074
Na2O	1.41	0.12	Na	1.05	0.09
Fe2O3	0.807	0.085	Fe	0.565	0.059
C1	0.389	0.023	C1	0.389	0.023
K2O	0.255	0.038	K	0.211	0.031
P2O5	0.130	0.010	Px	0.0566	0.0043
ZrO2	0.108	0.019	Zr	0.080	0.014
SO3	0.082	0.015	Sx	0.0330	0.0059
SrO	0.072	0.013	Sr	0.061	0.011
V2O5	0.0384	0.0073	V	0.0215	0.0041
Cr2O3	0.0365	0.0070	Cr	0.0250	0.0048
MnO	O.0104	0.0021	Mn	0.0081	0.0016

۞ Grog (2) : تدرج حجمي mush 80

Sample I dent

3. نتائج تحليل نسب العناصر والاكاسيد للاشعة السينية:(1+2) A1Grog

Oxsde	Mass	Stderr	E1	Mass	Stderr
Sio2	62.35	0.54	Si	29.15	0.25
A12o3	31.74	0.51	A1	16.80	0.27
T iO2	2.43	0.16	Ti	1.45	0.10
CaO	1.18	0.11	Ca	0.846	0.077
Fe2O3	1.17	0.11	Fe	0.818	0.074
MgO	0.398	0.053	Mg	0.240	0.032
P2O5	0.115	0.009	P	0.0503	0.0039
ZrO2	0.103	0.018	Zr	0.076	0.013
SrO	0.072	0.013	Sr	0.061	0.011
Cr2O3	0.065	0.012	Cr	0.0443	0.0081
C1	0.0461	0.0043	C1	0.0461	0.0043
V2O5	0.0324	0.0062	V	0.0181	0.0035
SO3	0.0150	0.0056	S	0.0060	0.0022
MnO	0.0100	0.0020	Mn	0.0077	0.0015
CuO	0.0080	0.0020	Cu	0.0064	0.0016
ZnO	O.0074	0.0020	Zn	0.0059	0.0016
NiO	0.0070	0.0028	Ni	0.0055	0.0022

Sample I dent

4. نتائج تحليل نسب العناصر والاكاسيد للاشعة السينية : B1 Grog (1)

Oxsde	Mass	Stderr	E1	Mass	Stderr
Sio2	59.90	0.54	Si	28.00	0.25
A12o3	32.97	0.52	A1	16.92	0.27
T iO2	2.40	0.16	Ti	1.44	0.10
CaO	1.81	0.14	Ca	1.30	0.10
Fe2O3	1.27	0.11	Mg	0.889	0.078
MgO	0.696	0.009	Mg	0.420	0.047
Na2O	0.600	0.070	Na	0.445	0.052
C1	0.310	0.020	C1	0.310	0.020
Cr2O3	0.255	0.038	Cr	0.174	0.026
K2O	0.191	0.030	K	0.159	0.025
P2O5	0.117	0.009	Px	0.420	0.0040
ZrO2	0.106	0.018	Zr	0.078	0.014
V2O5	0.0406	0.0077	V	0.0227	0.0043
SO3	0.0326	0.0063	Sx	0.0131	0.0025
MnO	0.0265	0.0050	Mn	0.0198	0.0039
ZnO	O.0093	0.0021	Mn	0.0075	0.0017
CuO	0.0043	0.0021	Cu	0.0034	0.0016

Sample I dent

5. نتائج تحليل نسب العناصر والاكاسيد للاشعة السينية : B2 Grog (1)

Oxsde	Mass	Stderr	E1	Mass	Stderr
Sio2	60.48	0.54	Si	28.44	0.25
A12o3	32.35	0.52	A1	17.12	0.27
T iO2	2.43	0.16	Ti	1.46	0.10
CaO	1.56	0.13	Ca	1.12	0.09
Fe2O3	1.30	0.11	Fe	0.912	0.079
MgO	0.590	0.069	Mg	0.356	0.042
K2O	0.120	0.021	K	0.100	0.017
P2O5	0.115	0.009	Px	0.0500	0.0039
Na2O	0.100	0.030	Na	0.074	0.022
ZrO2	0.098	0.017	Zr	0.072	0.013
C1	0.590	0.069	Mg	0.356	0.0068
Cr2O3	0.120	0.021	K	0.100	0.0083
V2O5	0.115	0.009	Px	0.0500	0.0042
SO3	0.100	0.030	Na	0.074	0.0023
MnO	0.098	0.017	Zr	0.072	0.0029
CuO	O.0082	0.0021	Cu	0.0066	0.0017
ZnO	0.0079	0.0022	Zn	0.0063	0.0017
NiO	0.0063	0.0027	Ni	0.0050	0.0022

Sample I dent

6. نتائج تحليل نسب العناصر والاكاسيد للاشعة السينية:B3 Grog (1)

Oxsde	Mass	Stderr	E1	Mass	Stderr
Sio2	60.61	0.54	Si	28.33	0.25
A12o3	29.31	0.50	A1	15.51	0.27
CaO	3.71	0.20	Ca	2.66	0.14
T iO2	2.09	0.15	T i	1.25	0.09
MgO	1.56	0.13	Mg	0.9442	0.076
Fe2O3	0.44	0.012	Fe	1.01	0.08
K2O	0.410	0.054	K	0.341	0.045
1P2O5	0.111	0.009	P	0.0478	0.0038
Na2O	0.107	0.030	Na	0.080	0.022
Zr2O3	0.080	0.014	Cr	0.0547	0.0099
C1	0.0700	0.0058	CI	0.0700	0.0058
V2O5	0.0346	0.0070	V	0.204	0.0039
SO3	0.0351	0.0067	S	0.0141	0.0027
MnO	0.0166	0.0033	Mn	0.129	0.0025
ZnO	0.0119	0.014	Zn	0.0096	0.0019
CuO	O.0102	0.0020	Cu	0.0081	0.0016
NiO	0.0057	0.0027	Ni	0.0045	0.0022

(3-3) اعداد التجارب للعينات :

تم اعداد التجارب المتكونة من مجموعتين (الخلطة A) (الخلطة B) ولكل مجموعة من الخلطات 12 خلطة وكل خلطة 6 كبسات ومجموع الكبسات 72 لكل خلطة من مجموعة (خلطة A) (خلطة B) .

(3-3-1) خلطات المجموعة (A)

دولوميت	DOLOMIT
كروك	GROGE
كوارتز	QUARTZ
كاؤولين	KAOLIN

رقم الخلطة	طينة الكاؤولين	كوارتز	كروك (1)	دولوميت
A1	%80	%5	%10	%5
A2	%75	%5	%15	%5
A3	%70	%5	%20	%5
A4	%65	%5	%25	%5

رقم الخلطة	طينة الكاؤولين	كوارتز	كروك (2)	دولوميت
A1	%80	%5	%10	%5
A2	%75	%5	%15	%5
A3	%70	%5	%20	%5
A4	%65	%5	%25	%5

رقم الخلطة	طينة الكاؤولين	كوارتز	كروك (3)	دولوميت
A1	%80	%5	%10	%5
A2	%75	%5	%15	%5
A3	%70	%5	%20	%5
A4	%65	%5	%25	%5

(3-3-2) خلطات المجموعة (B)

رقم الخلطة	طينة الكاؤولين	كوارتز	كروك (1)
B1	%80	%5	%15
B2	%75	%5	%15
B3	%70	%5	%20
B4	%65	%5	%25

رقم الخلطة	طينة الكاؤولين	كوارتز	كروك (2)
B1	%80	%5	%10
B2	%75	%5	%15
B3	%70	%5	%20
B4	%65	%5	%25

رقم الخلطة	طينة الكاؤولين	كوارتز	كروك (3)
B1	%80	%5	%10
B2	%75	%5	%15
B3	%70	%5	%20
B4	%65	%5	%25

(3-4) عملية الكبس واعداد العينات :

بعد اعداد الخلطات وتركها تتجانس تم ضغط العينات وذلك بعد وزن كل خلطة وامرارها بغربال (Mesh 60) لزيادة عملية التجانس ثن أخذ وزن (83 جم) من كل الخلطة لكبسها بواسطة القالب وجهاز الكبس فتم الحصول على (6) عيناتا لكل خلطة بحيث كان ثلاثة عينات تم كبسها بقوة ضغط (750 كغم/سم2) والعينات الثلاثة الاخرى كبست بقوة(1000 كجم/سم2).

(3-5) عملية الحرق :

بعد تجفيف العينات في فرن التجفيف (oven) حتى درجة حرارة (110 مْ) تم اخذ نموذجين من كل خلطة وتم حرقها بدرجات الحرق حسب برنامج الحرق المتبع (1200ْ-1250ْ -1300ْ م) .

(3-6) تحديد الخواص العامة للعينات بعد الحرق :

بعد الانتهاء من عملية حرق العينات تم تحديد الخواص الفيزيائية للعينات والجداول الملحقة توضح النتائج والاوزان لكل عينة من العينات المستخدمة للدراسة في هذا البحث .

نتائج خلطات المجموعة (A) :

اشتملت المجموعة (A) اربعة خلطات (A1- A2- A3- A4) والمتكونة من كاؤولين – دولومايت – كوارتز وثلاثة انواع من الكرزك (ناعم ، متوسط ، خشن) .

وكل خلطة اشتملت على ثلاثة انواع من كروك (1) ناعم ، كروك (2) متوسط ، كروك (3) خشن .

A1 تكونت

A2 تكونت

A3 تكونت

A4 تكونت

اما ظروف التشكيل والحرق كانت واحدة لجميع الخلطات حيث شكلت من كل خلطة عينتان احدهما بضغط 750 كغم/سم2 والاخرى بـ 1000كغم/سم2.

اما نتائج الفحوصات الفيزيائية لنماذج المجموعة (A) :

1. بدرجة حرارة 1200م اظهرت ان اقل نسبة للمسامية الظاهرية للخلطة (A4) كرزك (1) والمشكلة بضغط 1000 كغم/سم2 (19.44%) .

   واعلى نسبة للخلطة (A1) كروك (3) والمشكلة بضغط 1000 كغم/سم2 (29.61%) .

2. بدرجة حرارة 1250م اظهرت ان اقل نسبة للمساحة الظاهرية للخلطة (A3) كروك (3) ضغط 750 كغم/سم2 (7.01 %) .

   واعلى نسبة كانت للخلطة (2) كروك (3) والمشكلة بضغط 1000 كغم/سم2 (19.21) .

3. اما في درجة 1300 ُم جاءت اقل نسبة للمسامية الظاهرية في الخلطة (A1) كروك (2) والمشكلة بضغط 1000 كغم/سم2 (9.45%).
واعلى نسبة جاءت في الخلطة (A1) كروك (3) والمشكلة بضغط 750 كغم/سم2 (14.38%) .
وبذلك تكون اقل نسبة للمسامية الظاهرية في المجموعة (A) في درجة حرارة 1250ُم هي الخلطة (A3) كروك (3) وبضغط 750 كغم/سم2 (7.01%) .
واعلى نسبة جاءت في الخلطة (A1) كروك (3) والمشكلة بضغط 1000 كغم/سم2 (29.61%) .

اما نتائج امتصاص الماء في خلطات المجموعة (A) :

1. في درجة حرارة 1200ُم جاءت اقل نسبة لامتصاص الماء في الخلطة (A4) كروك (1) وبضغط 1000 كغم/سم2 (10.28%).
واعلى نسبة (16.10%) في الخلطة (A1) كروك (3) وبضغط 750 كغم/سم2.
2. في درجة حرارة 1250 ُم وللخلطة (A3) كروك جاءت اقل نسبة لامتصاص الماء (3.39%) .
واعلى نسبة (10.05%) للخلطة (A2) كروك (3) وضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 .
3. وفي درجة حرارة 1300 ُم وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 جاءت اقل نسبة لامتصاص الماء (4.68%) للخلطة (A1) كروك(2).
واعلى نسبة (6.67%) للخلطة (A1) كروك (3) .
وبذلك تكون اقل نسبة لامتصاص الماء (3.39%) للخلطة (A3) كروك (3) بضغط 750 كغم/سم2 ودرجة حرارة 1250 ُم .
واعلى نسبة (16.10%) للخلطة (A1) كروك (3) بدرجة حرارة 1200 ُم .

اما نتيجة الفحص المختبري للكثافة الظاهرية لخلطات المجموعة (A)

1. في درجة حرارة 1200 ُم وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 جاءت اقل نسبة كثافة ظاهرية (2.34%) للخلطة (A4) كروك (1) .
واعلى نسبة (2.71%) للخلطة (A1) كروك (2) .
2. وفي درجة حرارة 1250 ُم وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2 جاءت اقل نسبة للكثافة الظاهرية (2.20%) للخلطة (A4) كروك (2) .
واعلى نسبة (2.41%) وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 للخلطة (A1) كروك (3) .
3. وفي درجة حرارة 1300 ُم فجاءت اقل نسبة للكثافة الظاهرية (2.22%)وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2 للخلطة(A1) كروك(2).
واعلى نسبة (2.41%) وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2 للخلطة (A1) كروك (3) .

وبذلك فان اقل نسبة للكثافة الظاهرية (2.20%) جاءت في نماذج الخلطة (A4) كروك (2) وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2 وبدرجة حرارة1250 ُم .

واعلى نسبة (2.71%) للخلطة (A1) كروك (2) والمشكلة بضغط 1000 كغم/سم2 ودرجة حرارة 1200 ُم .

اما نتائج الفحص المختبري للكثافة الكلية لخلطات المجموعة (A)

1. في درجة حرارة 1200 ُم جاءت الكثافة الكلية (1.81%) للخلطة (A3) كروك (3) وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 .
اما اعلى نسبة فجاءت (1.91%) للخلطة (A4) كروك (2) وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 .
2. في درجة حرارة 1250 ُم جاءت اقل نسبة للكثافة الكلية (1.89%) للخلطة (A4) كروك (3) وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2.

اما اعلى نسبة (2.09%) للخلطة (A4) كروك (1) وبضغط تشكيل 1000 كغم /سم2 .

3. وفي درجة حرارة 1300 ْم جاءت اقل نسبة للكثافة الكلية (1.99%) للخلطة (A1) كروك (2) وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2 .

واعلى نسبة (2.08%) للخلطة (A1) كروك (3) وبضغط تشكيل 1000كغم/سم2 .

وبذلك فان اقل نسبة للكثافة الكلية (1.81%) في كل درجات الحرارة كانت للخلطة (A3) كروك (3) وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 .

واعلى نسبة (2.61%) للخلطة (A2) كروك (2) وبضغط تشكيل 1000كغم/سم2 .

نتائج خلطات المجموعة (B) :

اشتملت المجموعة (B) اربعة خلطات (B4 – B3 – B2 -B1) والمتكونة من كاؤولين وكوارتز وثلاثة انواع من الكروك :

كروك (1) ناعم ، (2) متوسط ، (3) خشن .

وكل خلطة اشتملت على ثلاثة انواع من كروك (1) ناعم ، (2) متوسط، (3) خشن .

خلطة B1

خلطة B2

خلطة B3

خلطة B4

في درجات حرق (1200 – 1250 – 1300) بنفس برنامج الكبس للمجموعة (A) .

1. في 1200 ْم جاءت نتائج الفحص المختبري للمسامية الظاهرية لخلطات المجموعة (B) ، اقل نسبة (16.17%) للخلطة (B2) كروك (1)

وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 . اما اعلى نسبة (28.24%) للخلطة (B2) كروك (3) وبضغط 750 كغم/سم2 .

2. وفي درجة 1250 م ان اقل نسبة للمسامية الظاهرية (5.08%) للخلطة (B3) كروك (1) وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2 . جاءت اعلى نسبة للخلطة (B3) كروك (1) (41.54%) وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 .

3. وفي درجة حرارة 1300 م جاءت اقل نسبة للمسامية الظاهرية (5.04%) للخلطة (B4) كروك (2) وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم .

وجاءت اعلى نسبة للمسامية الظاهرية في الخلطة (B2) كروك (1) وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 هي (41.54%) .

اما بالنسبة لخاصية امتصاص الماء فان اقل نسبة جاءت (2.5%) للخلطة (B3) كروك (1) بدرجة حرارة 1250 م وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2.

وجاءت اعلى نسبة (24.41%) للخلطة (B3) كروك (1) بدرجة حرارة 1250م وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2 .

اما بالنسبة للكثافة الظاهرية فان اقل نسبة جاءت (2.14%) للخلطة (B3) كروك (1) بدرجة حرارة 1250 م وبضغط تشكيل 750 كغم/سم2 .

واعلى نسبة (3.32%) للخلطة (B4) كروك (2) بدرجة حرارة 1300 م وضغط تشكيل 750 كغم/سم2 .

اما بالنسبة للكثافة الكلية فجاءت اقل نسبة (1.70%) للخلطة (B3) كروك (1) وبدرجة حرارة 1250 م وبضغط تشكيل 1000 كغم/سم2 .

اما اعلى نسبة فجاءت للخلطة (B4) كروك (2) (3.06%) بدرجة حرارة 1300 م وضغط 750 كغم/سم2 .

الملحق (1)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (A1)

درجة الحرق 1200 م°

رقم العينة	وزن العينة قبل الحرق	فقدان الوزن بالحرق %	فقدان الوزن بالغمر %	المسامية الظاهرية %	المتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الحقيقية
1	750	43.81	49.68	26.49	25.31	13.39	2.52	1.88
1	1000	46.13	51.61	27.59	22.81	11.87	2.48	1.92
2	750	42	48	25.23	26.35	14.28	2.50	1.84
2	1000	35.94	41.51	22.7	25.61	15.49	2.71	1.98
3	750	45.64	52.99	28.14	29.57	16.10	2.60	1.93
3	1000	47.58	53.81	29	25.11	13.29	2.56	1.91

تابع الملحق (1)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (A2)

درجة الحرق 1200 م°

رقم العينة	وزن العينة قبل الحرق	فقدان الوزن بالحرق %	فقدان الوزن بالغمر %	المسامية الظاهرية %	المتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الحقيقية
1	750	42.73	48.52	24.74	13.55	2.47	1.85
1	1000	38.84	43.65	23.45	12.38	2.47	1.89
2	750	38.53	45.16	22.85	14.87	2.45	1.89
2	1000	34.23	38.18	20.51	11.53	2.49	1.93
3	750	36.87	41.89	22.15	13.61	2.50	1.87
3	1000	49.4	57.22	29.95	15.82	2.53	1.81

تابع الملحـــق (أ)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (A3)

درجة الحرق 1200 م°

رقم التجربة	حجم العينة	الوزن الجاف	الوزن المشبع	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	المسامية المفتوحة %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الفعلية
1	750	44.87	50.24	26.34	22.46	11.96	2.42	1.87
1	1000	53.8	60.73	31.68	23.85	12.88	2.43	1.85
2	750	47.92	54.28	28.8	24.96	13.27	2.50	1.88
2	1000	45.94	51.20	27	21.73	11.44	2.42	1.89
3	750	47	53.69	27.88	25.92	14.23	2.45	1.82
3	1000	37.39	42.81	22.23	26.33	14.49	2.46	1.84

تابع الملحـــق (أ)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (A4)

درجة الحرق 1200 م°

رقم التجربة	حجم العينة	الوزن الجاف	الوزن المشبع	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	المسامية المفتوحة %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الفعلية
1	750	44.6	49.54	25.73	20.74	11.07	2.36	1.87
1	1000	45.3	49.96	26	19.44	10.28	2.34	1.89
2	750	40.85	46.82	23.99	26.14	14.61	2.42	1.78
2	1000	35.65	39.33	20.72	19.77	10.32	2.38	1.91
3	750	45.81	51.6	26.78	21.47	12.63	2.40	1.48
3	1000	41.61	46.13	24.11	20.8	10.86	2.37	1.88

تابع الملحق (1)

نتائج اختبار الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (A1)

درجة الحرق 1250 م°

1	750	45.87	49.89	26.26	17.01	8.76	2.33	1.94
1	1000	41.37	44.96	23.89	17.03	8.67	2.36	1.96
2	750	36.99	39.74	21.23	14.85	7.43	2.34	1.99
3	750	48.1	51.58	27.94	14.72	7.23	2.38	2.03
3	1000	42.55	46.58	24.95	18.63	9.47	2.41	1.96

تابع الملحق (1)

نتائج اختبار الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (A2)

درجة الحرق 1250 م°

1	750	49.33	52.63	27.90	13.34	6.68	2.30	1.99
1	1000	40.96	42.63	22.92	8.70	4.19	2.27	2.07
2	750	39.40	42.83	22.60	16.95	8.78	2.34	1.94
2	1000	46.74	49.41	26.30	11.55	5.71	2.28	2.02
3	750	45.62	48.14	25.63	11.19	5.52	2.28	2.02
3	1000	43.25	47.6	24.96	19.21	10.05	2.36	1.91

تابع الملحـــق (أ)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (A3)

درجة الحرق 1250 م°

رقم العينة	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	المتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الحقيقية
1	750	46.43	24.54	8.22	4.03	2.22	2.03
1	1000	42.40	22.56	7.51	3.64	2.22	2.06
2	750	47.28	24.98	10.76	5.34	2.25	2.01
2	1000	50.69	26.92	9.76	4.79	2.25	2.03
3	750	44.78	23.82	7.01	3.39	2.22	2.06
3	1000	46.78	24.78	9.31	4.58	2.24	2.03

تابع الملحـــق (أ)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (A4)

درجة الحرق 1250 م°

رقم العينة	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	المتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الحقيقية
1	750	39.15	22.14	9. 52	4. 57	2.30	2.08
1	1000	42.91	24.40	9.79	4. 68	2.31	2.09
2	750	38.44	21	10.14	5. 12	2.20	1.98
2	1000	38.73	21.42	12. 08	6.14	2.23	1.96
3	750	64.95	36.65	17. 51	9. 25	2.29	1.89

تابع الملحـــق (I)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات **البحث** بعد الحرق

العينة (A1)

درجة الحرق 1300 م°

الرقم	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المشبع	انكماشية ظاهرية %	امتصاص ماء %	الكثافة النوعية ظاهرية	الكثافة النوعية تقلية
2	52.45	55.21	28.88	10.48	5.26	2.22	1.99
2	51	53.39	28.1	9.45	4.68	2.22	2.01
3	40.6	43.43	23.76	14.38	6.97	2.41	2.06
3	43.7	46.45	25.50	13.12	6.29	2.40	2.08

الملحـــق (I)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات **البحث** بعد الحرق

العينة (A2)

درجة الحرق 1300 م°

الرقم	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المشبع	انكماشية ظاهرية %	امتصاص ماء %	الكثافة النوعية ظاهرية	الكثافة النوعية تقلية
3	45. 6	47.75	25	9.45	4. 71	2. 21	2
3	53	55. 90	29. 27	10. 88	5. 47	2. 23	1. 99

الملحـــق (1)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (B1)

درجة الحرق 1200 د°

رقم العينة	رقم المكعب	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	امتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الكلية
1	750	43.56	49.58	26.47	26.04	13.82	2.54	1.88
1	1000	41	46.93	24.96	26.99	14.46	2.55	1.86
2	750	36.50	41.18	21.88	24.24	12.82	2.49	1.89
2	1000	28.53	31.41	17.17	20.22	10.09	2.51	2
3	750	44.63	48.72	26.64	18.52	9.16	2.48	2.02
3	1000	46.93	52.45	28.67	24.21	11.76	2.57	1.99

الملحـــق (1)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (B2)

درجة الحرق 1200 د°

رقم العينة	رقم المكعب	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	امتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الكلية
1	750	41.20	46.25	24.67	23.40	12.25	2.49	1.90
1	1000	43.49	47	25.30	16.17	8.07	2.39	2
2	750	38.44	42.86	22.65	21.87	11.40	2.43	1.90
2	1000	39.63	43.83	23.30	20.45	10.59	2.42	1.93
3	750	40.29	46.6	24.26	28.24	15.66	2.51	1.80
3	1000	45.50	51.73	27.17	25.36	13.69	2.48	1.85

الملحـــق (1)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (B3)

درجة الحرق 1200 م°

رقم المكرر	زمن الحرق ساعة	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	امتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الكلية
1	750	42.85	48.7	25.53	25.24	13.65	2.47	1.84
1	1000	39.14	42.62	22.89	17.63	8.89	2.40	1.98
2	750	42.26	47.64	24.99	23.75	12.73	2.44	1.86
2	1000	39.78	44.90	23.60	24.03	12.87	2.45	1.86
3	750	44.20	49.13	26	21.31	11.15	2.42	1.91
3	1000	41.89	46.20	24.70	20.04	10.28	2.43	1.94

الملحـــق (1)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (B4)

درجة الحرق 1200 م°

رقم المكرر	زمن الحرق ساعة	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	امتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الكلية
1	750	48.71	55.23	29.11	24.96	13.38	2.48	1.86
1	1000	53.34	59.34	31.47	21.52	11.24	2.43	1.91
2	750	44.76	49.94	26.18	21.80	11.57	2.40	1.88
2	1000	38.90	42.78	22.88	19.49	9.97	2.42	1.95
3	750	41.13	46.32	24.44	23.72	12.61	2.46	1.87
3	1000	43.21	47.63	25.25	19.74	10.22	2.40	1.93

الملحـــق (I)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (B1)

درجة الحرق 1250 م°

المكرر	الحجم م³	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المغمور	المسامية الظاهرية %	امتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الكلية
1	750	42.36	46.71	25.80	20.80	10.26	2.55	2.02
1	1000	35.10	38.24	21.35	18.59	8.94	2.55	2.07
2	750	57.69	63.87	34.68	21.17	10.71	2.50	1.97
2	1000	44.86	48.90	26.90	18.36	9	2.49	2.03
3	750	55.44	60.88	33.12	19.59	9.81	2.84	1.99
3	1000	41.33	44.93	24.78	17.86	8.71	2.49	2.05

الملحـــق (I)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (B2)

درجة الحرق 1250 م°

المكرر	الحجم م³	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن المشبوع	المسامية الظاهرية%	امتصاص الماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الكلية
1	750	52.81	57.72	32	19.09	9.29	2.53	2.05
1	1000	59.93	65.96	36.37	21.29	10.51	2.54	2.02
2	1000	52.30	57.66	31.14	20.21	10.24	2.47	1.97
3	750	51.37	56.28	30.50	19.04	9.55	2.46	1.99
3	1000	46.33	50.61	27.63	18.78	9.23	2.47	2.03

الملحـــق (I)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (B3)

درجة الحرق 1250 م°

الكثافة النوعية الكلية	الكثافة النوعية الظاهرية	امتصاص الماء %	المسامية الظاهرية %	الوزن المغمور	الوزن الرطب	الوزن الجاف		
2.03	2.14	2.5	5.08	32	61.5	60	750	1
1.70	2.91	24.41	41.54	36	68.23	54.84	1000	1
1.93	2.28	7.77	15.07	31.12	59.71	55.4	750	2
1.98	2.30	6.96	13.82	27.40	51.78	48.41	1000	2
2.14	2.35	4.26	9.12	24.16	43.78	41.99	750	3
2.13	2.39	5.16	11.01	25.91	46.80	44.50	1000	3

الملحـــق (I)

نتائج الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

العينة (B4)

درجة الحرق 1250 م°

الكثافة النوعية الكلية	الكثافة النوعية الظاهرية	امتصاص الماء %	المسامية الظاهرية %	الوزن المغمور	الوزن الرطب	الوزن الجاف		
1.97	2.25	6.25	12.36	29	55.36	52.10	750	1
1.94	2.40	9.72	18.92	30.84	58	52.86	1000	1
1.96	2.33	8.09	15.86	23.50	44.49	41.16	750	2
2.08	2.27	4.13	8.61	26.99	50.1	48.11	1000	2
2.09	2.25	3.39	7.09	31.45	58.52	56.60	750	3
2.11	2.28	3.53	7.48	23.72	43.62	42.13	1000	3

جدول (1)

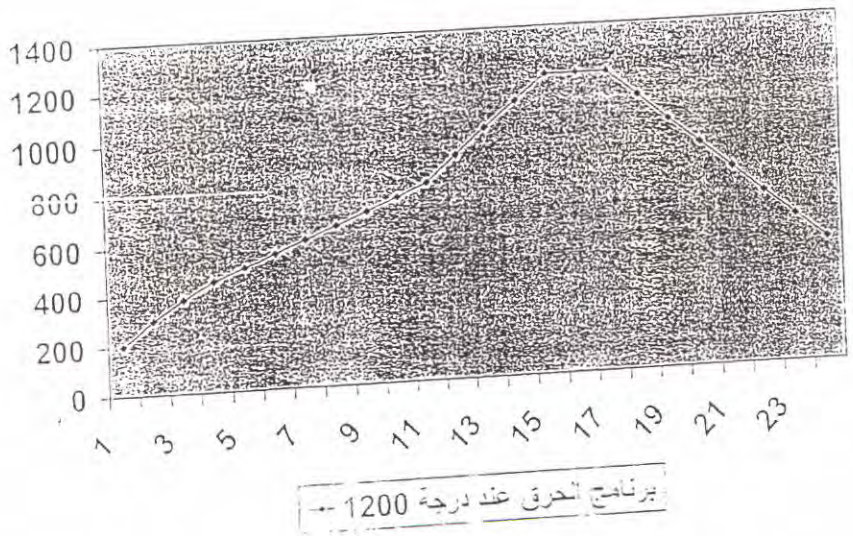
نتائج اختبار الخواص الفيزيائية لعينات البحث بعد الحرق

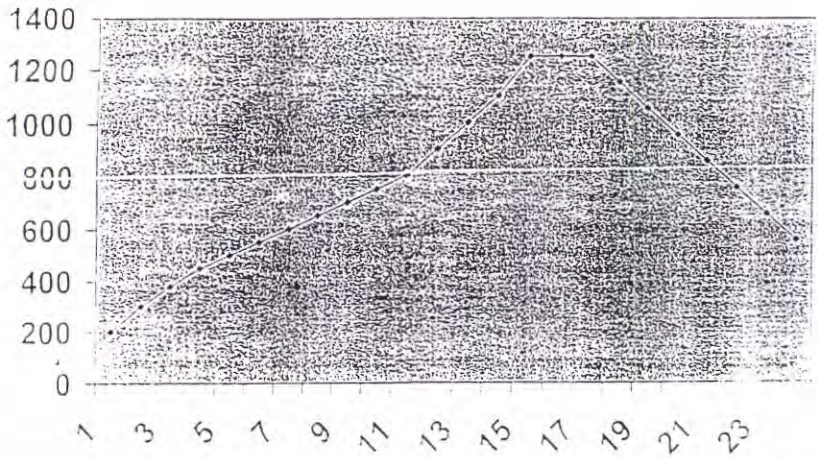
العينة (B2)

درجة الحرق 1300 م°

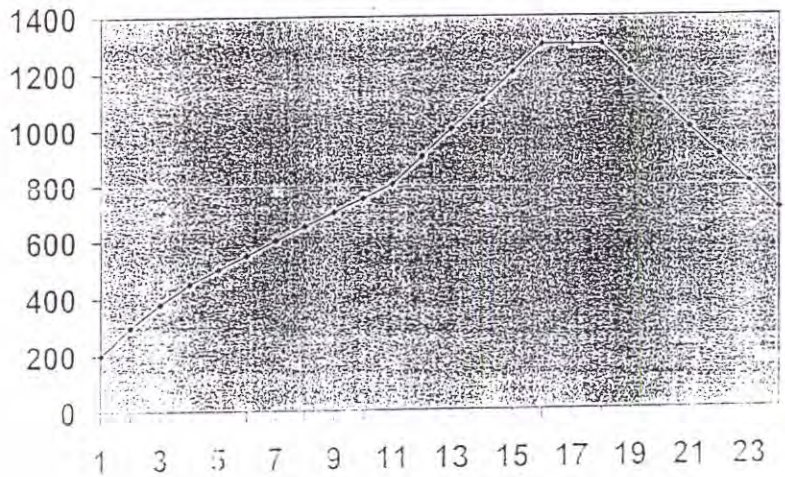
رقم العينة	الوزن الحجمي الظاهري	الوزن قبل الحرق	الوزن بعد الحرق	نسبة الانكماش الظاهرية %	نسبة الامتصاص للماء %	الكثافة النوعية الظاهرية	الكثافة النوعية الحقيقية
1	1000	42.8	45.30	24.20	11.84	2.30	2.02
2	750	35.1	36.99	19.96	11.09	2.31	2.06
2	1000	41.5	44.27	23.65	11.73	2.29	2.02
3	750	37.65	39.66	21.1	10.82	2.27	2.02
3	1000	39.9	41.85	22.26	9.95	2.26	2.03

شكل (1)





برنامج الحرق عند درجة حرارة 1250 م ٠



برنامج الحرق عند درجة حرارة 1300 م ٠

ملحـــق (3)

تعليمات خروجي للعينات بعد الحرق

كمية	نعومة	نوعية الكربون	درجة الحرق	لون	الإعوجاج	التشقق	فقاعات	تليين
A1	750	1	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A1	1000	2	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A1	750	3	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A1	1000	1	1250	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	750	2	1250	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A1	1000	3	1250	أبيض مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A1	750	1	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A1	1000	2	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A1	750	3	1300	أبيض مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	750	1	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	1000	2	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	750	3	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	1000	1	1250	كريم	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	750	2	1250	كريم	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	1000	3	1250	كريم	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	750	1	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	1000	2	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A2	750	3	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد

ملحـــق (3)

المظهر الخارجي للعينات بعد الحرق

العينة	الضغط	نوعية الكروك	درجة الحرق	اللون	الإعوجاج	التشقق	الفقاعات	التهشم
A3	750	1	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A3	1000	2	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A3	750	3	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A3	1000	1	1250	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A3	750	2	1250	أبيض مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A3	1000	3	1250	بيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A3	750	1	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A3	1000	2	1300	قليل السفع	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A3	750	3	1300	قليل السفع	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	750	1	1200	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	1000	2	1200	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	750	3	1200	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	1000	1	1250	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	750	2	1250	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	1000	3	1250	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	750	1	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	1000	2	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
A4	750	3	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد

ملحق (3)

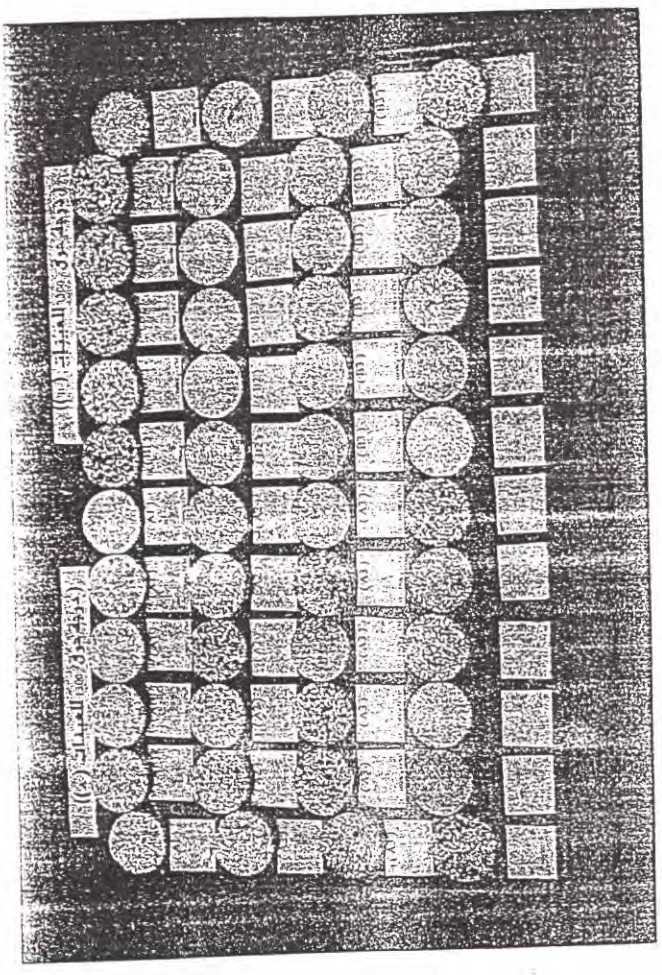
المظهر الخارجي للعينات بعد الحرق

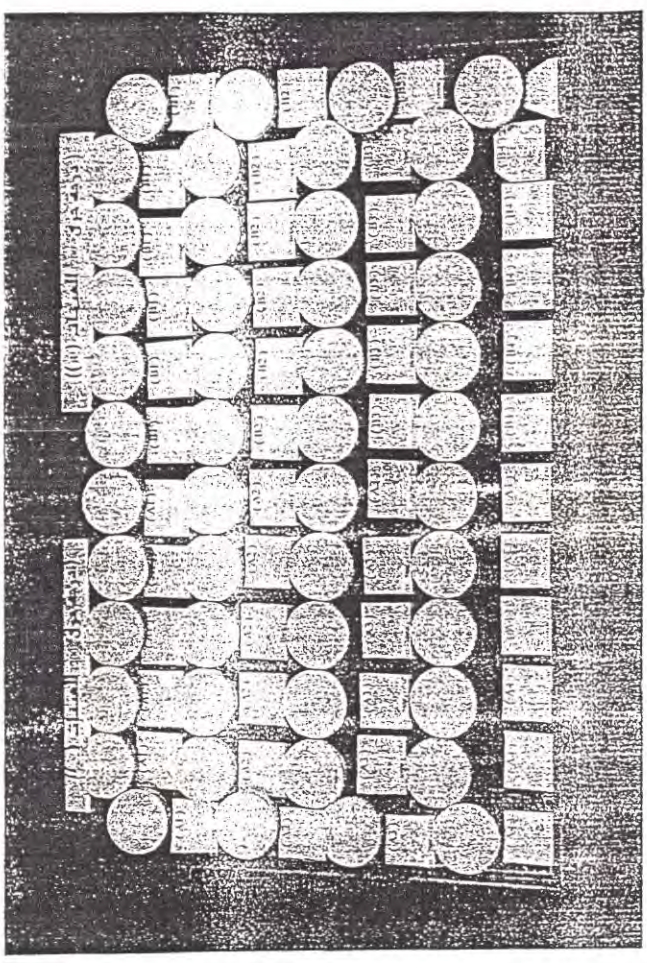
العينة	الضغط	نوعية الفرك	درجة الحرق	اللون	الأعوجاج	التشقق	فقاعات	تهشم
B1	750	1	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B1	1000	2	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B1	750	3	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B1	1000	1	1250	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B1	750	2	1250	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B1	1000	3	1250	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B1	750	1	1300	قليل الشقع	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B1	1000	2	1300	قليل الشقع	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B1	750	3	1300	قليل الشقع	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	750	1	1200	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	1000	2	1200	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	750	3	1200	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	1000	1	1250	ابيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	750	2	1250	كريم	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	1000	3	1250	كريم	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	750	1	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	1000	2	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B2	750	3	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد

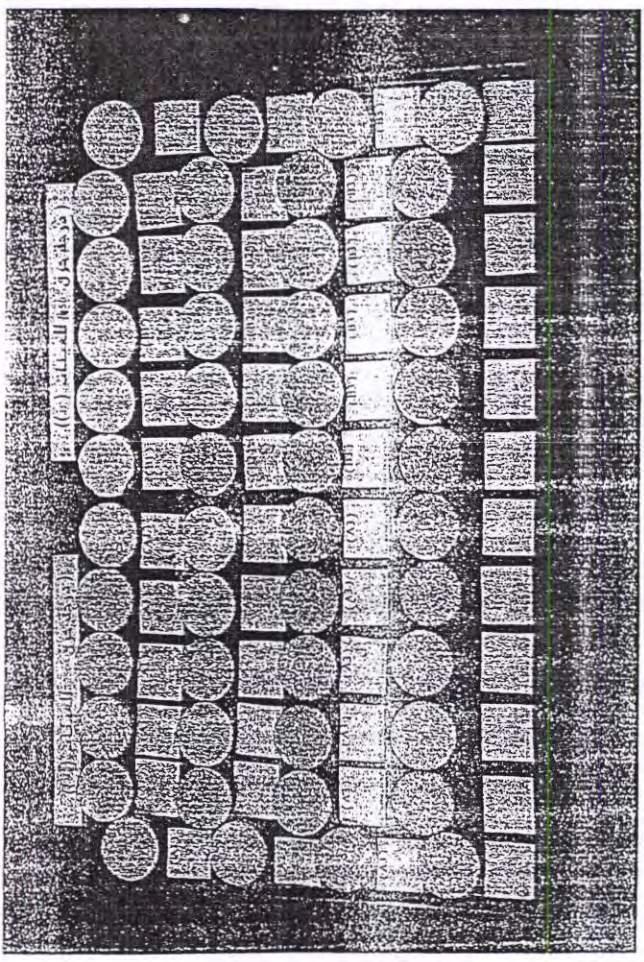
ملحـــق (ج)

تصنيف تحراري لمنتجات بعد الحرق

الصنف	الضغط	نوعية الكربوك	درجة الحرق	اللون	الإعوجاج	التشقق	قطاعات	التهشم
B3	750	1	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B3	1000	2	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B3	750	3	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B3	1000	1	1250	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B3	750	2	1250	أبيض بنفي	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B3	1000	3	1250	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B3	750	1	1300	قليل النفخ	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B3	1000	2	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B3	750	3	1300	قليل النفخ	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	750	1	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	1000	2	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	750	3	1200	أبيض	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	1000	1	1250	كريم	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	750	2	1250	كريم	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	1000	3	1250	كريم	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	750	1	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	1000	2	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
B4	750	3	1300	مبرقط	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد







المصادر

1-AL-Taie M.H . Hamid T.N.. Manufacture of Fire clay Bricks (Chamotte) from Local Materials . Rep no. 74 3. research paper Rp 34175 . Scientific reserch foundation. Building research center. Baghdad.

2-Brownell w.E. Structural clay products. Springer verlag . New York. 1968.

3-Beech D.G.. Testing method of Brick and Tile manufacture. Brit. Ceram. Res. Assoc. 1974.

4-Norton F.H. Refractories. 4 th ed . London , 1968 .

5-Worral w.e.. Clays and ceramic Raw Materials . Applied science publisher . l td .. London . 1975 .

6-. 1980 . محمود خاك . اسس المعادن الطينية . جامعة بغداد . بغداد

7-Tomizak . M.f. Astudy on High silica Bodies. Effect s of silliceous ston crain size. Inter ceram , inter national ceramic Review.