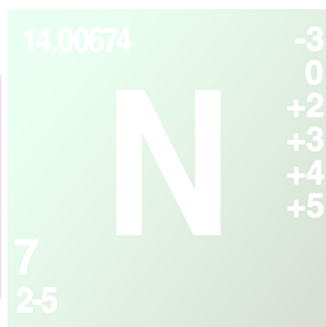


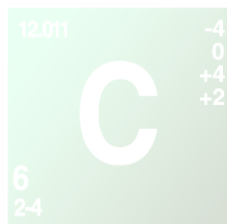
الكيمياء الهندسية



اعداد عبد الله فخير

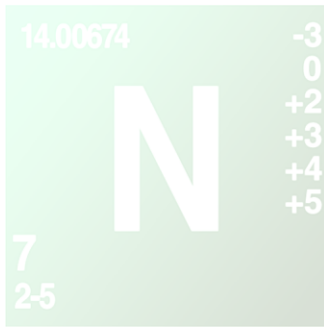
اعدادي هندسة

u n a i r

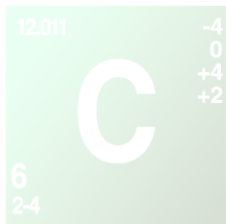


h e m i s t r y

3	كيمياء الأسمنت
3	المواد الخام المستخدمة في صناعة الاسمنت
3	عمليات استخراج وتجهيز الخامات
4	خطوات صناعة الاسمنت
5	وصف الفرن الدوار
6	سير العمليات داخل الفرن الدوار
7	دور كل من مكونات الاسمنت
7	اهم الاختبارات التي تجري لضمان جودة عينة من الاسمنت
8	مسائل



u m a i r

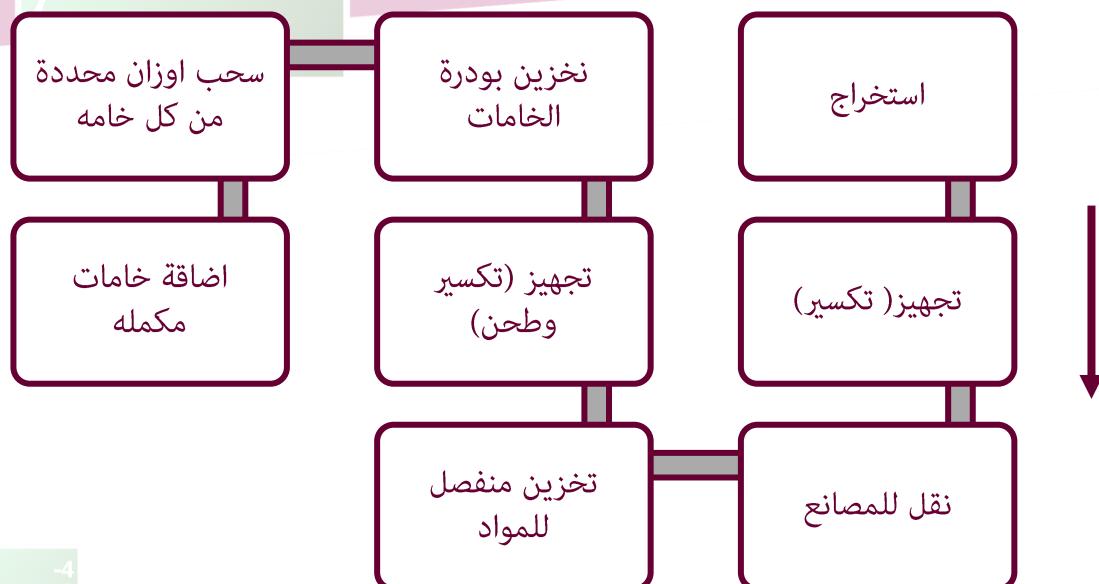


h e m i s t r y

المواد الخام المستخدمة في صناعة الاسمنت

والذي يضاف بنسبة (3-5) % **للكنكر الناتج** من حرق الخامات في الفرن الدوار **لضبط زمن الشك والتماسك للأسمنت الناتج**.

عمليات استخراج وتجهيز الخامات



خطوات صناعة الاسمنت

هناك طريقتان لصناعة الاسمنت

- الطريقة الجافة
- الطريقة الرطبة

وتتسلسل العمليات في هاتين الطريقتين كالاتي:

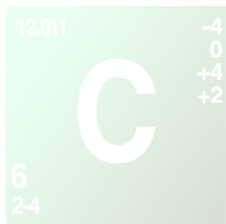
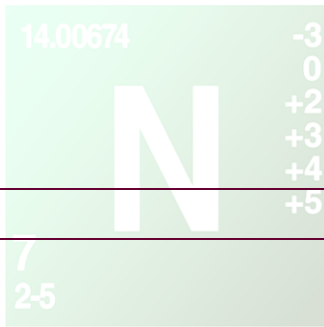
- الطريقة الجافة:

- تبدأ باستخراج المواد الخام
- تكسيرها
- تخزينها
- تجفيفها
- وزن وضبط الكميات
- طحن جاف لخليط المواد الخام
- خلط جيد للخامات
- تخزين الخليط
- حرق الخليط في الفرن الدوار لينتج الكلنكر
- ثم إضافة الجبس للكلنكر

- اما في الطريقة الرطبة: فيضاف الماء للخامات وتطحن طحن رطب ثم يخزن معلق الخام

مميزات الطريقة الجافة:

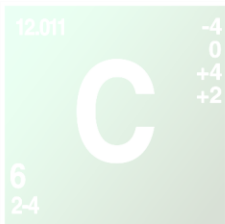
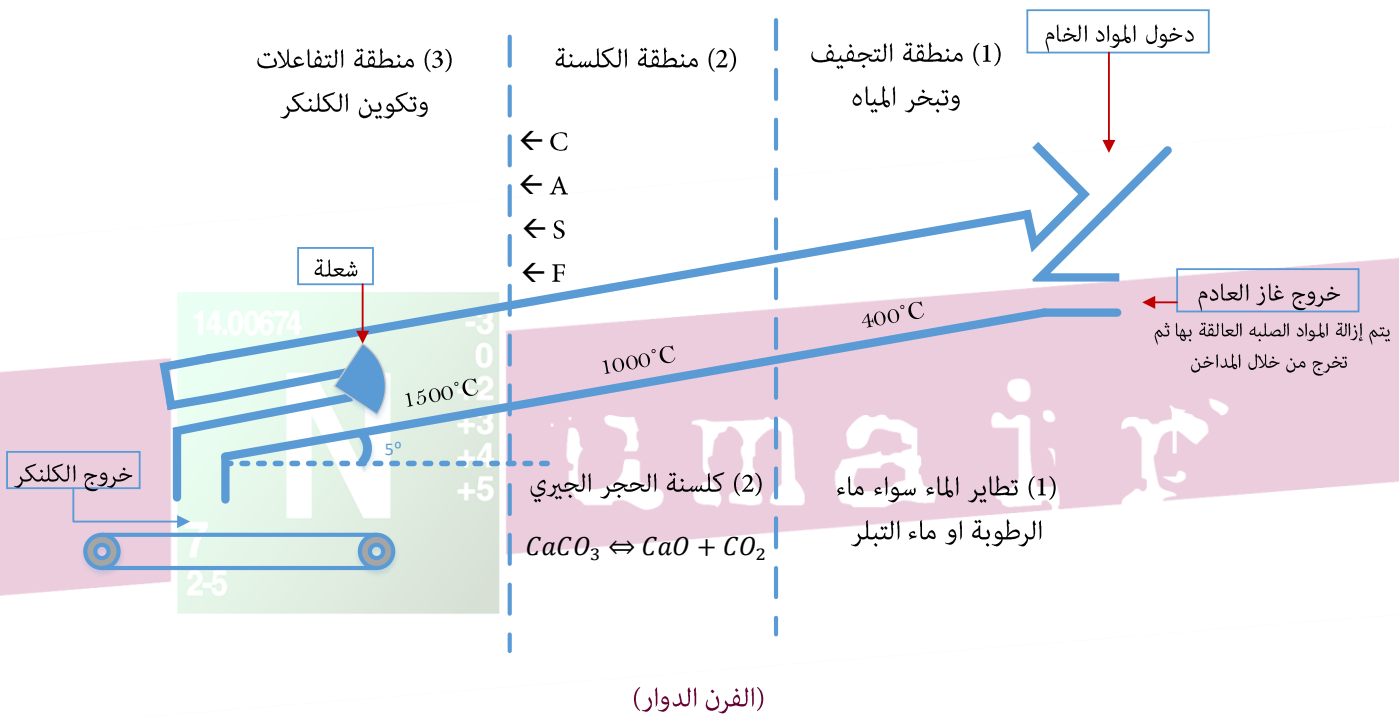
- نوفر في استهلاك الطاقة الحرارية المستهلكة في التصنيع
- نوفر في كمية المياه
- نوفر في استهلاك الكهرباء
- ضمان الخلط الجيد
- الدقة في ضبط العمليات المستخدمة بها
- إمكانية استخدام افران قصيره



chemistry

وصف الفرن الدوار

- فرن أسطواني دوار مصنوع من الصلب ومبطن بالطوب الحراري
- يدور حول محوره بسرعة من (0.5 - 3) لفه بالدقيقة
- يتراوح قطره من (50 - 230) متر وقطره (3 - 8) متر
- يميل على الافقي بمقدار 5 درجات من جهة الشعلة
- مقسم حراريا الي ثلاث مناطق كلاتي:

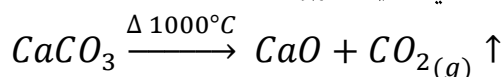


chemistry

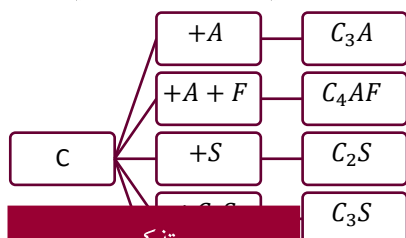
سير العمليات داخل الفرن الدوار

أ. في الجزء العلوي من الفرن تكون درجة الحرارة حوالي 400 درجة سيليزية حيث تفقد المواد الخام الماء العالق بها سواء كان ماء رطوبة او ماء التبخر او الماء المضاف في الطريقة الرطبة.

ب. في الجزء الأوسط من الفرن تكون درجة الحرارة حوالي 1000 درجة سيليزية حيث يحدث تفاعل الكلسنة (أي تحلل الحجر الجيري بالحرارة الي أكسيد الكالسيوم وغاز ثاني أكسيد الكربون



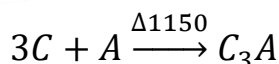
ج. في الجزء الأسفل من الفرن تكون درجة الحرارة 1500 درجة سيليزية حيث تحدث تفاعلات تكوين الكلنكر (تفاعلات بين أكاسيد الخامة الطفلية وأكسيد الكالسيوم الناتج من تحلل الخامة الجيرية



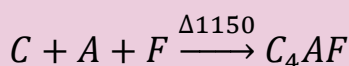
تذكر

- $CaO = C$
- $Al_2O_3 = A$
- $Fe_2O_3 = F$
- $SiO_2 = S$

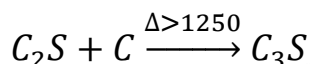
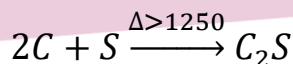
▪ تفاعل استهلاك أكسيد الألومنيوم $Al_2O_3 (A)$



▪ تفاعل استهلاك أكسيد الحديد $Fe_2O_3 (F)$

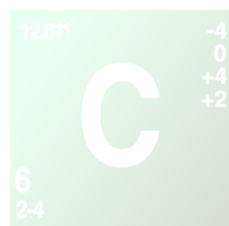


▪ تفاعل استهلاك أكسيد السيليكون $SiO_2 (S)$ (تفاعلات التزجيج)

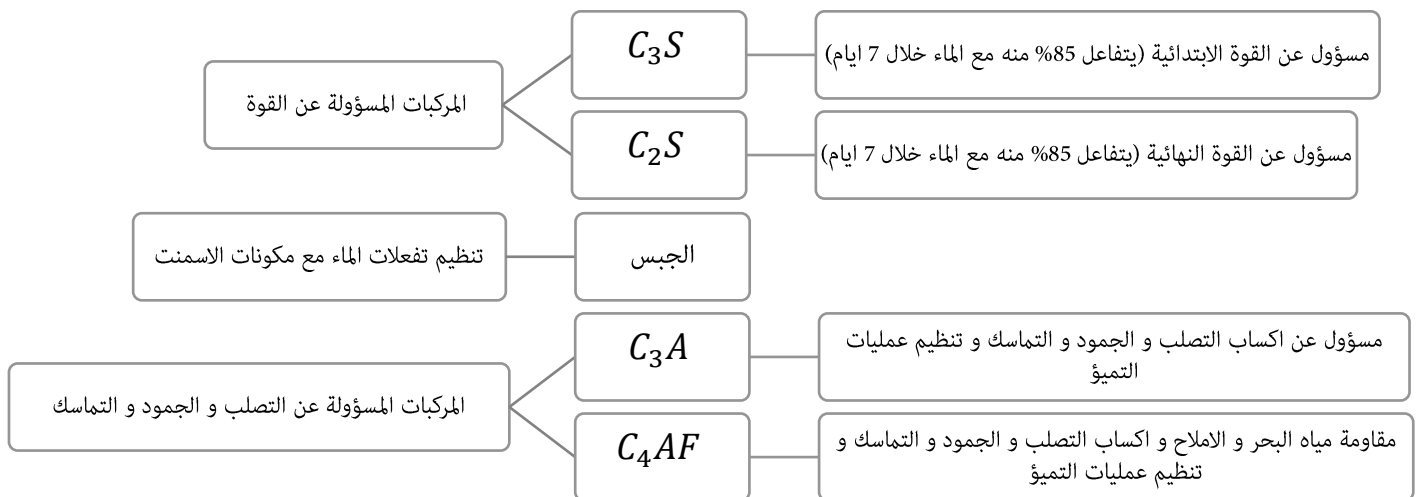


▪ قد يتبقى جزء من C بدون تفاعل

▪ عند درجات الحرارة اعلي من 1250 درجة سيليزية تذوب الامونيات والسيليكات الموجودة في الفرن والتي يتم تبريدها بعد ذلك لتكوين محلول صلب يسمى الكلنكر الذي يكون على شكل كرات مسامية يتراوح قطرها من 3-6 سم بعد ذلك يضاف اليه الجبس بنسبة 3-5 % وبهذه الطريقة نكون حصلنا على الاسمنت البورتلاندي العادي



chemistry



اهم الاختبارات التي تجري لضمان جودة عينة من الاسمنت

أ. العامل الهيدروليكي: قيمته تتراوح بين (1.7-2.2)

$$\frac{C}{S + A + F} = \frac{CaO}{SiO_3 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

- إذا قلت قيمته عن 1.7 يؤدي إلى سرعة شك الاسمنت وتقليل من متانة المونة الناتجة
- أما إذا زادت القيمة عن 2.2 يعني ذلك وجود أكسيد كالسيوم عن الحد المسموح به الذي يتفاعل مع الماء عنج تكوين الخرسانة منتجا كمية كبيرة من الحرارة مما يؤدي إلى تحول بعض الماء داخل الخلطة الخرسانية إلى بخار مما يؤدي إلى تشقق المونة وضعفها أثناء خروجه منها
- ب. معامل السيليكات: قيمته تتراوح بين (2.5-2)

$$\frac{S}{A + F} = \frac{SiO_3}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

- إذا زادت قيمته عن 2.5 فإنه يؤدي إلى زباده نسبة سيليكات الكالسيوم ونقص (A, F) مما يجعل عملية الشك والتماسك بطيئة جدا
- أما إذا قلت القيمة عن 2 فإن ذلك يعني زيادة (A, F) ونقص نسبة السيليكات مما يؤدي إلى تكوين نسبة كبيرة من (CaO) يجعل الشك سريع عن الحد المطلوب ويؤدي إلى ضعف المونة
- ج. معامل الطفلة: قيمته تتراوح بين (1-3)

$$\frac{A}{F} = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$



1) احسب وزن الاسمنت الناتج من استخدام 2 طن خامة طفلية (بها نسبة الرطوبة 5% ونسبة ماء التبخر 1% وشوائب غير طياره 2%) و 8 طن خامة جيرية (رطوبتها 5% وبها شوائب غير طياره 2%) تم خلطهما بالطريقة الرطبة باستخدام متر مكعب ماء وإضافة 5% جبس للخليط. احسب كمية ثاني أكسيد الكربون الناتجة بفرض ان الكمية الناتجة من الحريق ضعف الناتج من عملية الكلسنه.

الحل

كتلة الكلية للخامات الداخلة = 1 + 2 + 8 = 11 طن

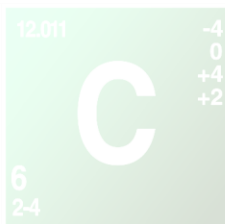
الخامة الطفلية	الخامة الجيرية
- الكتلة الكلية = 2 طن	- الكتلة الكلية = 8 طن
- كتلة الرطوبة = $\frac{\text{النسبة المئوية للرطوبة}}{100} \times \text{الكتلة الكلية} = \frac{5}{100} \times 2 = 0.1$ طن	- كتلة الرطوبة = $\frac{5}{100} \times 8 = 0.4$ طن
- كتلة ماء التبخر = $\frac{1}{100} \times 2 = 0.02$ طن	- كتلة الشوائب = $\frac{2}{100} \times 8 = 0.16$ طن
- كتلة الماء الكلية = $0.1 + 0.02 = 0.12$ طن	- كتلة الخامة بدون ماء = $8 - 0.4 - 0.16 = 7.6$ طن
- كتلة الخامة الطفلية بدون ماء = $2 - 0.12 = 1.88$ طن	- كتلة الخامة الجيرية النقية = $8 - (0.16 + 0.4) = 7.44$ طن
	- لحساب كتلة ثاني أكسيد الكربون في الخامة الجيرية
	$\begin{array}{ccc} \text{CaCO}_3 & \rightarrow & \text{CaO} + \text{CO}_2 \\ 100 & & 56 \quad 44 \\ 7.44 & & y \quad x \end{array}$
	- كتلة ثاني أكسيد الكربون في الخامة الجيرية = $3.27 = \frac{44 \times 7.44}{100} = x$

* كتلة ثاني أكسيد الكربون الكلية = $3.27 \times 2 + 3.27 = 9.81$ طن

كتلة الكلنكر = $1.88 + (3.27 - 7.6) = 6.21$ طن

كتلة الجبس = $6.21 \times \frac{5}{100} = 0.31$ طن

كتلة الاسمنت = $6.21 + 0.31 = 6.52$ طن



chemistry

(2) احكم علي جودة الكلنكر واحسب نسبة مكوناته

إذا غلمت ان تركيب الخامة الطفلية هو:

المادة	S	A	F	Na_2O	H	I_1
%	70.5	15.5	6	1	5	2

وتركييب الخامة الجيرية هو

المادة	$CaCO_3$	I_2	ماء التبليز
%	93	3	2

الكتلة الكلية للخامة الطفلية = 2 طن والكتلة الكلية للخامة الجيرية = 8 طن

الحل

الخامة الطفلية	الخامة الجيرية
- الكتلة الكلية = 2 طن - كتلة (H) = $\frac{5}{100} \times 2 = 0.1$ طن - كتلة (I_1) = $\frac{2}{100} \times 2 = 0.04$ طن - كتلة (Na_2O) = $\frac{1}{100} \times 2 = 0.02$ طن - كتلة (S) = $\frac{70.5}{100} \times 2 = 1.4$ طن - كتلة (A) = $\frac{15.5}{100} \times 2 = 0.31$ طن - كتلة (F) = $\frac{6}{100} \times 2 = 0.12$ طن	- الكتلة الكلية = 8 طن - كتلة (ماء التبليز + I_2) = $\frac{3+2}{100} \times 8 = 0.4$ طن - كتلة الشوائب = $\frac{(100-(93+3+2))}{100} \times 8 = 0.16$ طن - كتلة الخامة بالشوائب = $7.6 = 0.4 - 8$ - كتلة الخامة الجيرية النقية = $7.44 = (0.16 + 0.4) - 8$ طن - لحساب كتلة ثاني أكسيد الكربون في الخامة الجيرية $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ $\begin{array}{ccc} 100 & 56 & 44 \\ 7.44 & y & x \end{array}$ - كتلة ثاني أكسيد الكربون في الخامة الجيرية = $3.27 = \frac{44 \times 7.44}{100} = x$ - كتلة (C) = (كتلة الخامة النقية) - (كتلة CO_2) = $4.17 = 7.44 - 3.27$ طن كتلة الكلنكر = $6 = 0.12 + 0.31 + 1.4 + 4.17$ طن

المعامل الهيدروليكي:

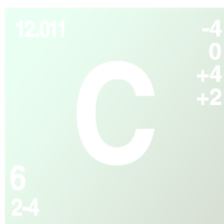
$$\frac{C}{S + A + F} = \frac{4.17}{1.4 + 0.31 + 0.12} = 2.28$$

معامل السيليكات:

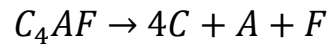
$$\frac{S}{A + F} = \frac{1.4}{0.31 + 0.12} = 3.26$$

معامل الطفلة:

$$\frac{A}{F} = \frac{0.31}{0.12} = 2.58$$



(1)



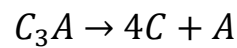
$$485 \quad 224 \quad 102 \quad 159$$

$$x \quad y \quad z \quad 0.12$$

$$x = 0.336 \quad y = 0.169 \quad z = 0.077$$

$$A_{\text{المتبقي من هذا التفاعل}} = 0.233, C_{\text{المتبقي من هذا التفاعل}} = 4$$

(2)



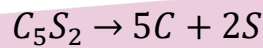
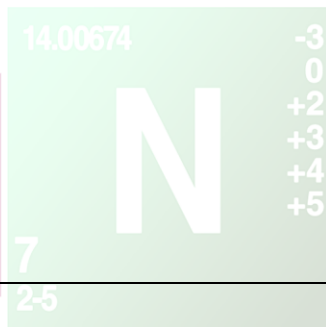
$$270 \quad 168 \quad 102$$

$$r \quad l \quad 0.233$$

$$r = 0.617, l = 0.385$$

$$C_{\text{المتبقي من هذا التفاعل}} = 3.616$$

(3)

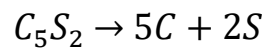


$$400 \quad 280 \quad 120$$

$$x \quad 3.616 \quad y$$

$$x = 5.166 \quad y = 1.55$$

(4)



$$270 \quad 168 \quad 120$$

$$z \quad r \quad 1.4$$

$$z = 4.67 \quad r = 3.267$$

$$C_{\text{المتبقي من هذا التفاعل}} = 3.616$$

$$(5) C_{free} = 3.616 - 3.267 = 0.34$$

$$\%C_4AF = \left(\frac{0.336}{6.26} \right) \times 100 = 5.84\%$$

$$\%C_3A = \left(\frac{0.617}{6.26} \right) \times 100 = 9.85\%$$

$$\%C_5S_2 = \left(\frac{4.67}{6.26} \right) \times 100 = 74.6\%$$

$$\%C_{free} = \left(\frac{0.349}{6.26} \right) \times 100 = 5.57\%$$

