

المشاكل التي تواجه خطوط الانتاج  
بمصنع الاسمنت وكيفية مواجهتها

اعداد

جيولوجى / محسن خليل

# الجزء الأول

المشاكل التي تواجهها خطوط الإنتاج في مصانع الأسمنت وكيفية مواجهتها

المقدمه :-

هذه الدراسة تنقسم إلى جزئين :-

الجزء الأول :-

المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج في مصانع الاسمنت وكيفية مواجهتها .

الجزء الثاني :-

الأعطال الميكانيكية والكهربائية التي تواجهها خطوط الإنتاج في مصانع الاسمنت وكيفية

تلافيها نتيجة المشاكل التي تواجهها خطوط الإنتاج .

تمهيد :-

تمر خامات الاسمنت اثناء صناعته بالعمليات الرئيسية التالية :-

- استخراج المواد الأولية .
- خلط وطحن المواد الأولية وضبطها .
- حرق الخليط الناعم المضبوط للحصول علي الاسمنت الخام ( الكلنكر ) .
- طحن الكلنكر ( الاسمنت ) .
- التعبئة والشحن .

• يوجد أربع طرق مستخدمه في صناعة الاسمنت والإختلاف بين الطرق الأربعة ينحصر في طبيعة مرحلتي الطحن والحرق . وتصنف هذه الطرق الأربعة علي أساس نسبة الرطوبة في الخامات أثناء طحنها وقبل حرقها كالتالي :-

- الطريقة الجافه .

- الطريقة شبه الجافه .

- الطريقة شبه الرطبه .

- الطريقة الرطبه .

• ويتوقف إختيار الطريقة المناسبه أساساً علي نوعية الخامات المتاحة , وقد ساهم إرتفاع أسعار الوقود والتطورات التي حدثت في تكنولوجيا الطريقة الجافه إلي تميز هذه الطريقة ليتركز الإتجاه العام نحوها . ورغم ذلك مازال 30% من إنتاج العالم من الاسمنت ينتج بالطريقة الرطبه .

• ولسنوات طويله في الماضي ظلت الطريقة الرطبه مفضله علي الطريقة الجافه , ويرجع ذلك إلي :-

1- سهولة نقل وخط المواد الأوليه .

2- إستهلاك أقل في الكهرباء في عملية طحن وخط الخامات .

3- تفادي متاعب الغبار أثناء نقل وخط المواد الأليه .

4- إمكانية التعامل بسهوله مع مواد أوليه بها نسبة قلويات أونسبة رطوبه عاليه .

- في المقابل يؤخذ علي الطريقة الرطبه إرتفاع معدل تآكل الأجسام الطاحنه , وإستهلاك عالي للوقود في الأفران لتجفيف العجينه في المنطقه العليا في الفرن .

• أما الطريقة الجافه فهي تمثل الإتجاه الحديث في صناعة الاسمنت وذلك :-

1- أنها أكثر إقتصاداً في الوقود ( تستهلك نصف الطريقة الرطبه تقريباً ) .

2- صغر حجم الفرن مما يقلل من مشاكله الميكانيكيه .

في هذه الطريقة يشدد الإهتمام بخلط المواد الأوليه للوصول إلي درجة تجانس عاليه .

## إقتصاديات صناعة الاسمنت :-

- إلي ماقبل السبعينات من هذا القرن كانت معظم مصانع الاسمنت تعمل بالطريقة الرطبه ولكن الإرتفاع الحاد الذي طرأ علي أسعار الوقود بعد حرب أكتوبر 1973 جعل توفير الوقود لمصانع الاسمنت يمثل مشكله متصاعده مما دفع الكثيرين إلي الإتجاه نحو الطرق الأكثر إقتصاداً في الوقود وفي مقدمتها الطريقة الجافه .
- ولأكثر من سبب أصبح توفير الطاقه لصناعة الاسمنت يمثل مشكله أولاً :- لأن تصنيع الأسمنت يستهلك حوالي 2% أو يزيد من مجموع إستهلاك العالم للطاقه , وثانياً :- لأن تكاليف حرق خامات الاسمنت وطحنها يمثل نسبه عاليه من تكاليف الإنتاج . وإرتفاع أسعار الطاقه يسبب إرتفاع موازي في تكاليف الإنتاج وبالتالي سعر الاسمنت بالرغم من أن التقدم التكنولوجي في الخمس وعشرين سنه الماضيه قد خفض إلي النصف الإستهلاك النوعي للوقود في صناعة الاسمنت .
- لم تنل الطريقة الجافه إهتمام المسئولين حتي بداية السبعينات لأكثر من سبب :  
أولها :- أن الخامات المصريه تحتوي قدر من القلويات تظهر متاعبها واضحه في الطريقة الجافه وثانيها :- أن الوقود كانا مدعومين بشده من الدوله مما أخدم الإحساس بمشكلة الطاقه وثالثاً :- هو تقلص حجم الإستثمارات المخصصه لصناعة الاسمنت في تلك الفتره بسبب ظروف الحرب .
- وبعد ظهور المكلسن المبدئي ونظام الممر الجانبي ( By pass ) أمكن التغلب علي مشكلة القلويات .
- والتشغيل المعتدل في الطريقة الرطبه يستهلك طاقه نوعيه قدرها 1200 – 1500 كيلو سعر / كيلو جرام كلنكر , بينما تستهلك الطريقة الجافه حوالي 800 كيلو سعر / كيلو جرام كلنكر .
- بذلك تصبح الطريقة الجافه هي الأكثر إقتصاداً في إستهلاك الوقود وهي الأفضل مالم تكن نسبة الرطوبه عاليه بدرجة تعاكس إستخدام معدات تجهيز الخامات الجافه .
- وجدير بالذكر أن خلط وطحن الخامات في الطريقة الجافه أصعب منه في الطريقة الرطبه .
- وقد صاحب التقدم التكنولوجي في طرق الصنائه الإتجاه نحو الإستفاده بإقتصاديات الحجم الكبيره , لأن الطاقه الإنتاجيه لمعدات Q تتناسب تقريباً مع حجم جوفها , والحجم يمثل بمكعب

الأبعاد ( الطول x العرض x الإرتفاع ) أي أن  $L^3 \propto Q$  . بينما تكلفة المعدات تتناسب تقريباً مع مساحة قشرتها  $A \propto L^2$  أي أن

وهذه الوجهة الفنية تفيد أن لزيادة الحجم فوائد فنية بحته تولد مزايا إقتصادية , لذلك أصبح من المألوف أن نسمع عن خطوط إنتاج يعطي كل منها 9000 طن يومياً أو أكثر مقابل 150 طن يومياً في أوائل عهد الأفران لأن لهذا الحجم الكبير مزايا إقتصادية ولزيادة الطلب علي الأسمنت , ولولا أن لزيادة الحجم محددات فنية لأقدم صناع معدات الاسمنت علي تصنيع معدات بحجوم بالغة الضخامة طمعاً في إقتصاديات أفضل تغري مشتري المعدات .

- وقد أظهر ذلك التطور في حجم المعدات لإنتاج الاسمنت إرتباطاً عكسياً وثيقاً بين حجم الآلات ونصيب وحدة الطاقه الإنتاجيه من رأس المال وقد ساهمت المنافسة بين الشركات المنتجة لمعدات صناعة الاسمنت إلي فرملة أسعارها إلي حد ما , بالإضافة إلي توفير معدات أكثر إنتاجيه
- وتنشأ مصانع الأسمنت في مواقع تتوافر فيها المواد الأساسية الصالحة لصناعة الأسمنت بكميات تكفي لأكثر من 50 عام . ومدى صلاحية الخامات لصناعة الاسمنت يتوقف اساساً علي تركيبها الكيماوي والمادتين الأساسيتين اللازمتين لصناعه الاسمنت هما الحجر الجيري والطفله , وبعد ذلك يأتي الرمل والجبس وأحياناً بعض الخامات اللازمه لضبط التركيب الكيماوي .
- وفي تقرير صلاحية الخامات من المهم حساب نسبة مكونات الخليط للتحقق من نسب القلويات والكبريتات والكلوريدات وأكسيد المغنيسيوم الداخلة في الخليط .
- فنسب الكبريتات والقلويات والكلوريدات يجب أن تكون مطابقه لمواصفات معينه , ونسبة المغنيسيوم المسموح بها تتوقف علي المواصفات المطبقة في كل بلد .

أولاً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة عدم دراسة الخامات :-

- 1- مشكلة القلويات .
- 2- مشكلة الشوائب .
- 3- مشكلة الكبريت .
- 4- مشكلة الكلوريد .

ثانياً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة قصور في عمليات الإستكشاف والدراسات الجيولوجيه الحقلية :-

- عدم وجود دراسات جيولوجيه حقلية متكامله ومكثفه علي الخامات التي سوف يعتمد عليها في صناعة الاسمنت

( Overall Geological investigation )

ثالثاً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة قصور في عمليات التحجير ( التخريم - التفجير - التحميل - النقل - التفريغ )

رابعاً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة عدم الإلمام بعمليات التفطيت ( التكسير - الطحن )

خامساً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة سوء إختيار الكسارات المناسبه للطاقه الإنتاجيه لخط الإنتاج .

سادساً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة عدم الإلمام بتكنولوجيا خلط وتخزين الخامات .

سابعاً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة عدم الإلمام بالأسس التكنولوجية التي علي أساسها يتم إختيار وسائل نقل المواد السائبه ( السيور ) .

ثامناً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة قصور في معرفة تكنولوجيا الطحن وكذلك الطواحين .

تاسعاً :- المشاكل التي تواجه خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت نتيجة عدم دراسة تكنولوجيا الظواهر المصاحبه لحرق الخامات مما يسبب توقف الأفران .

الجزء الثانى



الاعطال التي تواجه خطوط الانتاج بمصانع الاسمنت  
الكسارات - الطواحين - الافران

## اولا : اعطال الكسارات

- 1- بسبب تاخر العاملين بالواردى عن بدء العمل بكل وردية ( الوردية الاولى - الثانية - الثالثة ) .
- 2- بسبب تفريغ احجام كبيرة من الخامات مخالفة للتعاقد الذى على اساسه تم توريد الكسارة ، مما يودى الى زيادة تحميل ( over load )
- 3- بسبب قصور شديد فى عمليات التحجير ، الذى يشمل ( التخريم - التفجير - التحميل - النقل - التفريغ )
- 4- بسبب اجراء صيانة ميكانيكية فى غير الاوقات المخصصة تبعا لبرامج الصيانة الوقائية .
- 5- بسبب ضعف وتاكل الشواكيش مما يستلزم ايقاف الكسارة ، حتى يتم استبدالها بشواكيش اخرى صالحة للاستخدام وهذا نتيجة عدم دراسة الخامات من النواحي الفيزيائية والطبيعية ومدى صلابتها وما مدى تعارض هذه الخواص مع السبيكة المصنع منها الشواكيش
- 6- بسبب تاخر تموين المعدات الثقيلة من كراكات ولوادر وقلابات فى الاوقات المناسبة قبل بدء العمل بالوردية وعند نهاية الوردية الثالثة .
- 7- بعد محطات تموين الوقود للمعدات الثقيلة بالمحاجر عن منطقة الكسارة وتواجد هذا المحطات فى المصنع على بعد 2 كيلو متر من الكسارات .
- 8- بسبب عدم دراسة الجدوى الاقتصادية للمعدات الثقيلة والتي من المفترض ان تعمل بالمحاجر وبالتالي عدم معرفة عددها وكذلك سعتها الانتاجية بالطن / ساعة وكذلك قطع غيارها .

9- بسبب توريد كسارات سواء للحجر الجيري او الطفلة دون اجراء دراسات فنية تكنولوجيا ومعادلات رياضية توضح سعة الكسارة المفترض توريدها ، خاصة عندما يتم تكسير نوعين رئيسيين من الخامات كالحجر الجيري والطفلة ، حيث انه هناك فرق شاسع فى سعة تكسير الكسارة اذا كانت الخامة المراد تكسيرها حجر جبرى فقط ، عما اذا كانت الخامة المراد تكسيرا حجر جبرى + طفلة وفى الحالة الاولى نجد ان سعة تكسير الكسارة للحجر الجبرى 1000 طن / ساعة اما فى الحالة الثانية تكون سعة الكسارة 700 طن / ساعة اذا كان هناك خامتين رئيسيتين يستلزم تكسيرهما حسب تصميم خط الانتاج .

10- تتوقف الكسارة عن العمل ايضا اذا كانت هناك اجسام غريبة صلبة وسط الخامات بالمحجروتم تحميلها ونقلها وتفريغها فى قواديس الكسارات مثل قطع حديد او قطع غيار للوادر او اسنان قواديس الكراكات او فدية ماكينات الحفراثناء التخريم .

11- تتوقف كذلك الكسارات اذا كان هناك خلل وعيوب فى التصميم الخاص بخط الانتاج مثل ربط سيركسارة الحجر الجبرى بالسير الخاص بريكلر الطفلة ، خاصة اذا حدث عيوب وعطل فى محطة ريكلر الطفلة ، مباشرة تتوقف كسارة الحجر عن العمل خاصة اذا كان مخازن تشوين وتجنيس الخامات المختلطة ( Raw Mix ).

12- تتوقف كذلك كسارة الحجر الجبرى الرئيسية عن العمل اذا حدث خلل فى كفاءة سيور نقل الخامات ، بسبب قطع فى هذة السيور نتيجة عدم دراسة متانية على الخامات من النواحي الفيزيائية والطبيعية ( صلابة - مرونة - لدونة - مقاومة كسر - مفايد الاحتكاك والنحت ) وما يترتب على ذلك من توريد واختيار سيور كاوتشوك غير مناسبة لنقل هذة الخامات الناحته .

13- تتوقف كسارات الحجر عن العمل كذلك نتيجة حدوث عطل بمحطات تشوين وتحزين وتجنيس الخامات ( الاستكر ) .

14- تتوقف كسارات الحجر الجبرى الرئيسية عن العمل اذا كان هناك خلل وعطل فى كسارة الطفلة مثل اعطال ميكانيكية وفنية نتيجة زيادة نسبة الرطوبة فى خامات الطفلة ، ونتيجة قصورفى التحجير بمحاجر الطفلة (التحميل - النقل - التفريغ - التشوين ) ، فعمل كل من كسارتى الحجر الجبرى والطفلة مرتبط كل مع الاخر بالطن / ساعة

- فانتاج كسارة الحجر الجبرى طن / ساعة مرتبط ارتباط وثيق مع انتاج كسارة الطفلة طن / ساعة حسب تصميم لوحة المصنع ( Mass Diagram Flow ) ، لان الهدف فى النهاية تشوين كل من الطفلة والحجر الجبرى كل فى مخازن مخصصة لهما حسب سعة كل مخزن او تشوين خليط الخام فى مخازن مخصصة لذلك .

ثانيا :- اعطال وتوقف الطواحين :-

- لا يعلم الكثيرين من القائمين على صناعة الاسمنت فى المصانع المقامة حديثا وكذلك التى انشئت قبل ذلك معلومات كافية عن كفاءة الطواحين المراد توريدها وتركيبها بخطوط الانتاج كذلك معلومات كافية عن الخامات التى سوف تتعامل معها هذه الطواحين .

- ولقد وجد المصممون ان نسبة الخامات الى الاجسام الطاحنة فى الطاحونة عاملا هاما يحكم فعالية عملية الطحن :-

- 1- إذا كانت نسبة الخامات قليلة فإن نسبة عالية من الصدمات سوف تحدث بين الاجسام الطاحنة في غياب الخامات الكافية ، بذلك يتقلص شغل التفتيت
- 2- إذا كانت نسبة الخامات زائدة في الطاحونة فإن قدر كبير من طاقة السقوط سيتبدد في ازاحة الجسيمات بين الاجسام المتصادمة.
- 3- النسبة المثلى للخامات والاجسام الطاحنة تحتاج في تحديدها الى خبرة المشغل لانها تتاثر بعوامل كثيرة .
- ولقد اوضحت الخبرة العملية ان افضل نتائج طحن يمكن تحقيقها عندما يتطابق مستوى الخامات مع مستوى قمة الشحن للاجسام الطاحنة على طول الطاحونة ( حتى تسكن ) ، ولكي يتحقق ذلك يلزم التخلص من الحجم المتزايد للطاحونة، يحدث ذلك تلقائيا بسبب سهولة انسيابها طوليا نحو مخرج الطاحونة كلما زادت نعومتها .
- ولقد ثبت بالتجارب ان المستوى التى تهبط اليه الخامات تحت ظروف التشغيل المستمر يحكمة تركيب شحنة الاجسام الطاحنة .
- عموما فان هذا المستوى يمكن خفضة وتقصير زمن بقاء الخامات فى الطاحونة باستخدام كرات ( اجسام ) طاحنة كبيرة والعكس فى حالة استخدام كرات طاحنة صغيرة المقاس .
- عموما يجب التوفيق بين الحصول على اقصى انتاج ( خرج ) الطاحونة مع الحفاظ على درجة التنعيم المطلوبة .

- وقد ثبت ان انتاجية الطاحونة سوف تنخفض بشكل ملحوظ اذا لم يتم ايقاف الطاحونة وتزويدها بالاجسام الطاحنة مرتين فى الشهر فى المتوسط .
- امكن حساب متوسط تاكل الاجسام الطاحنة فى الطواحين عن طريق تقدير معدل تاكل الاجسام الطاحنة بمقارنة وزن عشرة اجسام جديدة بمثلتها المستخدمة فى الفترة السابقة عن الايقاف .
- لابد من ملاحظة التمييز بين ارتفاع الاجسام الطاحنة والارتفاع الناتج عن وجود خامات كثيرة بالغرف لذلك يجب ايقاف التغذية لمدة 10 دقائق قبل ايقاف الطاحونة .
- لابد من المراقبة الدقيقة لظروف التشغيل ومعدلات التاكل والاستهلاك الكهربى فى بداية خدمة الطاحونة تفيد كثيرا فى معرفة الكثير من الخصائص الفنية الفعلية للطاحونة وبذلك يمكن الاستفادة بالطاحونة على اكمل وجه .
- قد يلاحظ اثناء التشغيل انخفاض انتاج الطاحونة ويمكن ارجاع ذلك الى الاسباب الاتية :-
  - 1- نقص وسوء حالة الاجسام الطاحنة .
  - 2- زيادة صلادة المادة المطحونة .
  - 3- عدم مناسبة احجام الاجسام الطاحنة فى الغرف .
  - 4- انسداد فتحات الحواجز بين الغرف او حاجز الخروج .
  - 5- رطوبة الخامات .
  - 6- نقص التغذية .

- لا يعلم كثيرا من القائمين على صناعة الاسمنت ان دخول نسبة من المواد الناعمة للطاحونة يساهم فى زيادة استهلاك الطاقة دون ضرورة والطاقة الزائدة تستهلك فى طحن ما لا يلزم طحنة ، ووجود نسبة من الناعم تسمح بان يختبى بينها نسبة من الخشن وبذلك يتهرب ( مؤقتا ) من الية الطحن ويراوغها قبل ان تتفتت .

- لذلك يجب التخلص اولا باول من المواد التى تنعم وذلك لانها تشغل حيزا من لطاحونة وتقلل من انتاجيتها وتزيدمن استهلاكها النوعى للطاقة .

- لذلك لابد من وجود فراز هوائى فى الطاحونة حيث يعتبر احدى وحدات نظام الطحن المقفل او المغلق حيث يستقبل ناتج الطاحونة فيفصل الناعم كمنتج اما الخشن يعاد للطاحونة لاعادة طحنة ، ويعتبر الفراز طفرة حدت من امكانية التحكم فى نعومة الطحن .

- وجد ان اهم مزايا وجود فراز هوائى للطاحونة : -

1- سرعة الاستجابة لدرجة النعومة المطلوبة .

2- الحصول على نعومة اكثر انتظاما .

3- انخفاض الحساسية تجاه تغيرات التغذية للطاحونة .

4- تهيئة الفرصة للتبريد خارج الطاحونة .

5- استهلاك اقل فى الطاقة فى حالة الطحن شديد النعومة .

6- زيادة طاقة الطحن .

- وتقسم الفرازات الهوائية الى :-

أ- فرازات استاتيكية .

ب- فرازات ديناميكية .

ثالثا :- اعطال وتوقفات الافران :-

- بسبب تعدد مكونات خامات الاسمنت ، واختلاف درجات الحرارة على طول مراحل الحرق ، وتعاكس تيارات الغازات والخامات ، يحدث تحولات طبيعية متتابعة ومختلفة وبمرور ساعات التشغيل يتراكم تأثير هذه التحولات وتبرز ظواهر تمثل غالبا مشاكل يلزم تفاديها ومعالجتها .
- بسبب التدوير او مشاكل القلويات تحديدا الصوديوم - البوتاسيوم ، كذلك عنصرى الكبريت والكلور هذه العناصر الاربعة يطلق عليها العناصر الدوراة .
- وجود القلويات فى الاسمنت يودى الى شك ومضى ( Flash Setting ) كذلك خفض المتانة والى تفاعلات غير مرغوبة مع بعض مكونات الخلطات الاسمنتية .
- العناصر الدوراة تسبب الالتصاقات والحلقات فى المسخنات وعند مدخل الفرن وفى منطقة الكلسنة وهذه تعوق تشغيل الفرن او توقفة بسبب تناقص مساحة مقطع الممرات او انسدادها .
- تكثف العناصر الدوراة المتطايرة تودى الى تكون مصهورات ملحية عند درجات حرارة 700 - 1200 درجة مئوية ، ووفرة هذه العناصر تجعل المصهورات قادرة على ربط الجسيمات الصغيرة



من الخامات ومن اتربة الفرن مع بعضها وبذلك ينتج تجمعات ملتصقة ( Build Ups ) ، يتضح ان السبب الرئيسي لهذه البنايات هو ما يسمى التصاقية ( Adhesion ) المصهور .

- ان العناصر الدوراة تكون مركبات سبوريت (  $2C2S.CACO3$  ) وسلفات سبوريت (  $2C2S.CASO4$  ) وتكون هذه المركبات ينشط فى وجود القلويات وتكون التكسية ( Coating ) فى هذه الحالة لا يكون بسبب التصاقية المصهور ، لكن بسبب تشابك بللورات سبوريت ابرية الشكل .

- وجدير بالذكر فى هذا الخصوص ان الطريقة الجافة تعد حديثة العهد فى بعض البلدان ومنها مصر ، لذلك فالخبرة المتوفرة فيها ليست كافية ، وهذه مسالة ليست خاصة بمصر وحدها ، بل واجهت اكثر البلاد تقدا ومن بينها اليابان .

- وتلاحظ بالدراسات التكنولوجية الحديثة ان هناك تناقص عدد مرات توقف الفرن ( بسبب الاعطال ) كل 1000 ساعة ، لثلاث افران جافة انشئت فى تواريخ مختلفة فى مصنع ( نانيو ) الذى كان يعمل بفرنين رطبيين

- وعموما يمكن القول بانه انتشرت المكلسنات بكثرة فى خطوط انتاج الاسمنت فى السنوات العشر الماضية وتعتبر احدى الطفرات فى الطريقة الجافة لانتاج الكلنكر ، وقد ساعدت المكلسنات على زيادة معدلات انتاج الافران .

المصادر :-

- **Rock Blasting For Open Pit Mining , Ecole Des Mines De Paris , Centre Des Geologie De L'ingenieur .**
- **Cement HandBook ,HolderBank ,introduction To Materials Technology .**
- **Cement Raw Materials Prospection For Misr Beni Suef Cment Co . By EGMSA .**
- **Preliminaiy Raw Materials investigation By Ascom : Geology &Mining .**
- **Technology Of Cement industry .**
- **Minutes Of Meeting By Ksl ,Bcc ,and Unido .**