دراسة تحليلية لحل مشكلة الغبار بشركة أسمنت عطبرة

Analytical study for solving dust problem in Atbara Cement Company

إعداد

محمد الأمين علي الله أحمد

مرتضي عثمان محمد عبده

ياسر محمد ورسمه غالب

إشراف

أسامة محمد المرضي سليمان

أستاذ مساعد كلية الهندسة والتقنية - جامعة وادي النيل

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في

الهندسة الميكانيكية

osama Mohammed Elmardi Suleiman

Assistant professor Faculty of Engineering and Technology

Nile valley University

visiting professor at Red sea University

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة

جامعة البحـــــر الأحمر

2006

بسم الله الرحمن الرحيم

الآية

قال تعالي :

﴿ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَى كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلاً ﴾

سورة الإسراء الآية (٧٠)

الإهداء

محبتي وامتناني لا يجاوزهما مدي ... والأمد بعيد
تراودني الأحلام ... والشفاه والقلب يبتهلان لله
العظيم بحب كبير ان يمد لكما بطول العيش وترفلا
في ثياب الصحة والعافية .

امي الحنون ابي الغالي

إلي من وقفوا بجانبي وشدوا من أزري

إخوتي الأعزاء

الشكر والعرفان

غاصت كلمات الشكر في لجة عطائكم وعجزت آيات الثناء ان تطالكم . الشكر اجزله للأستاذ / أسامة محمد المرضي سليمان لما قدمه لنامن المعلومات الثرة التي كانت خير السند ... ولتوجيهاته المتميزة من اجل ان يخرج هذا البحث بهيئته المطلوبة والمرضية ليكون شعلة تضئ افق الباحثين في هذا الشأن .

كذلك نخص بالشكر الاستاذ / حاج بشير ابراهيم السقد . لما قدمه لنا من معونات كانت لنا سندا في إخراج هذا البحث .

كذلك نخص بالشكر اسرة شركة أسمنت عطبرة .

فهرس المحتويات

الآيـــة ..... (i)

الإهداء ..... (ii)

الشكر والعرفان ..... (iii)

فهرس المحتويات ..... (iv)

فهرس الأشكال والرسومات ..... (vi)

ملخص البحث ..... (vii)

Abstract ..... (viii)

الفصل الأول

(1.0) المقدمة ..... (1)

(1.1) صناعة مواد البناء الأولية ..... (1)

(1.2) خلفية تاريخية عن شركة أسمنت عطبرة ..... (1)

(1.3) صناعة الأسمنت ..... (2)

(1.4) مسار التصنيع ..... (3)

(1.5) الخطوات الأساسية لتحضير المواد وصناعة الأسمنت ..... (4)

(1.5.1) المواد الخام ..... (4)

(1.5.2) صناعة الأسمنت ..... (5)

(1.6) أهداف المشروع ..... (7)

الفصل الثاني

(2.0) تلوث البيئة ..... (10)

(2.1) مدخل ..... (10)

(2.2) مصادر التلوث في صناعة الأسمنت ..... (10)

(2.3) طبيعة وحجم الغبار الناتج عن كل مرحلة من مراحل التصنيع ..... (11)

(2.4) بعض التشريعات في الحدود المقبولة للإنبعاث من غبار
الأسمنت في دول العالم المختلفة ..... (12)

(2.5) الآثار الصحية لبعض العناصر ..... (13)

الفصل الثالث

(3.0) وسائل كبح الغبار في صناعة الأسمنت..... (17)

(3.1) غرف الترقيد .....(17)
(3.2) الحاويات المخروطية (السايكلونية).....(17)
(3.3) الحاويات المخروطية المركبة .....(17)
(3.4) المرسبات الكيسية .....(21)
(3.4.1) أنواع المرسبات الكيسية .....(21)
(3.4.2) إختيار المرسبات الكيسية .....(21)
(3.4.3) أنواع المواد المصنعة منها الأكياس .....(22)
(3.4.4) التنظيف بواسطة الهواء المضغوط .....(22)
(3.5) المرسبات بالحصي .....(27)

الفصل الرابع

(4.0) الحلول المقترحة لحل مشكلة الغبار بشركة أسمنت عطبرة .....(30)
(4.1) الحل الأول (إضافة سايكلون) .....(30)
(4.2) الحل الثاني (استخدام مبادل حراري).....(38)

الفصل الخامس

(5.0) المفاضلة بين الحلول واختيار الحل الأمثل باستخدام أسلوب
الرتب والأوزان .....(41)
(5.1) من وجهة نظر التصميم .....(41)
(5.2) من وجهة نظر التصنيع .....(41)
(5.3) من وجهة نظر الصيانة .....(41)
(5.4) من وجهة نظر التكلفة .....(41)

الفصل السادس

(6.0) تحليل البيانات والخاتمة .....(43)
(6.1) تحليل البيانات .....(43)
(6.2) الخاتمة ....(49)
المراجع .....(50)
ملحق (A) بعض المواد المقومة.....(51)

فهرس الأشكال والرسومات

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
1.1	مراحل تصنيع الأسمنت	3
1.2	طواحين المواد الخام	6
1.3	طواحين الأسمنت	7
2.1	نسبة تركيز الغبار في المصنع من موقع لاخر	15
2.2	متوسط تركيز الغبار في المناطق المجاورة للمصنع	16
3.1	غرف الترقيد (مفردة ومركبة)	18
3.2	الحاويات المخروطية (السايكلونية)	19
3.3	الحاويات المخروطية المركبة	20
3.4	الأكياس المقواه والمنسوجة	23
3.5	التنظيف في المرسبات الكيسية	24
3.6	التنظيف بواسطة الهواء المضغوط	25
3.7	الشكل المستدير خلال عملية الترسيب	26
3.8	نظام الضغط الهوائي في المرسب	27
3.9	المرسبات بالحصي	29
4.1	Bag Filter	35
4.2	موقع السايكلونات المقترحة في المنظومة	36
4.3	أبعاد السايكلون	37
4.4	مخطط السريان المتعاكس	38
4.5	المبادل الحراري	40

ملـــخـص

يهتم هذا البحث بدراسة مسببات غبار شركة أسمنت عطبرة خلال السنوات العشر الأخيرة وأيضا محاولة إقتراح مجمـــوعة مـــن الحلول البديلة لاختيار الحل الأمثل والناجح لهذه الظاهـــــرة.
يتضمن هذا البحث مجموعة من الفصول حيث يشتمل الفصل الأول علي نشأة الشركة ومراحل صناعة الأسمنت واهداف الدراسة الحالية . بينما يشتمل الفصل الثانـــي علـــي حالة التلوث التي يحدثها الغبار الناتج من المصنع وأثره علي بيئة المصنع والبيئة المجاورة.
يحتوي الفصل الثالث علي الوسائل المتبعة لكبح الغبار في صناعة الأسمنت . ويحتـــوي الفصل الرابع علي بداية مشكلة الغبار وأسبابه الأساسية وبعض الحلول المقترحة لحل هذه المشكلة ، بينما يتم اختيار الحـــل الأمثل فـــي الفصل الخامس ، أمـــا الفصل السادس فيحتوي علـــي تحليل البيانات والخاتمة .

Abstract

The present thesis is studies the major causes of Atbara Cement Factory's dust during the last decade and the available solutions pursuited to remedy this phenomenon , also a wide spectrum of alternative solutions have been proposed to make easier the selection of the optimum one .

This study includes several chapters , the first chapter deals with a historical background of the company and the steps of the Cement industry and the objectives of the present study , whereas the second chapter concerns with the dust problem and it's effect on the environment of the factory and the surroundings , and also the effects of natural factors on increasing the rate and area of pollution .

The third chapter includes a several precipitators systems in Cement industry , and the fourth chapter includes the beginning of the dust Problems and a several possible proposal for the solution of the problem whereas the optimum solution is selected in chapter five .

The sixth chapter includes the analysis of data and conclusion.

الفصـــــل الأول

1.0 مقـــدمـــــة

1.1 صناعة مواد البناء الأولية :-

يعتبـــر استخدام الأسمنت قديما قدم الزمن فقد إستخدم المصريون الأوائل الجبص المكلسن غير النقـــي واســـتخدم اليونانـــيون والرومانيون الحجر الجيري المكلسن ثم أضافوا إليه الماء والجير وكسر الأحجـــار وتعتبـــر هـــذه أول خرصانة في التاريخ . ولا يتصلد خليط الجير والرمل تحت الماء إلا في وجـــود ثاني أكسيد الكربون لذا فقد طحن الرومانيون الجير وبعض الحمم البركانية للإنشاء تحت الماء وإتحـــدت الســـيلكا النشـــطة فـــي الحمم مع الجير ليكون ما هو معروف في الوقت الحاضر بالأسمنت البوزلاني نسبة الي قرية بوزلانا بالقرب من مدينة فيسبوفيس باليونان .

فـــي القـــرن الـــثامن عشر أشير الي ما يسمي بالأسمنت البورتلاندي الناتج من كلسنة الحجر الجيـــري الزراعي المنتج بواسطة { جوزيف إسبيدن } أحد البنائين الأوائل وأعد هذا الأسمنت بواسطة تســـخين خلـــيط من الطين الناعم جداً والحجر الجيري في فرن حتى يتطاير ثاني أكسيد الكربون وقد ظهـــر نموذج الأسمنت الحديث بواسطة { أسحق جونسون } في عام {1845} والذي به تم حرق خليط مـــن الطـــين والطباشير حتى تكون الكلنكر . وقد أعطي إسم الأسمنت البورتلاندي لمشابهة لون ونوع المادة التي شكلت منه صخور البورتلاند . أحد محاجر الحجر الجيري بمدينة { بورست } بإنجلترا وما زال هـــذا الإســـم ثابـــتاً حتـــى الأن مشيراً إلي نوع من الأسمنت ناتج من الخلط الجيد للمواد الجيرية والـــزراعية ثـــم حـــرقهم جمـــيعاً لدرجة تسمح بتكوين الكلنكر ثم تنعيم الكلنكر الناتج وقد أكدت أغلب المواصفات علي هذه التسمية مضيفة بأنه لا يجوز إضافة أي مواد أخري غير الجبص والماء إليها بعد الحرق .

1.2 خلفية تاريخية عن شركة أسمنت عطبره :-

الموقع :-

يقـــع مصـــنع أسمنت عطبره علي بعد حوالي 2.5 كيلو متر جنوب كوبري نهر عطبره شرق نهـــر النـــيل حيث يقبع المصنع بين طريق الأسفلت الذي يصل مدينتي الدامر وعطبره وبين خط السكة حديد الذي يصل ولاية نهر النيل بالعاصمة قرب منطقة تسمي بالعكد .

أقسام المصنع بالضفة الغربية لنهر النيل :-

بما أن المادة الخام الأساس وهي الحجر الجيري للمصنع يتم جلبها من منطقة المحاجر بالضفة الغربية للنيل فقد تم إنشاء المحاجر والميناء بالضفة الغربية لهذا الغرض وتتلخص مهامها في الأتي :-

(أ) **المحاجر** :-

تقع علي بعد (20) كيلو متر من ضفة النيل غرباً حيث تظهر عندها مادة الحجر الجيري علي سطح الأرض ويتم إستخراج الحجر الجيري بعد عمليات التخريم والتفجير للصخور الجيرية وتتم بعدها عمليات جرش الكتل الكبيرة التي يتم نقلها بالناقلات إلى الكسارات حيث توجد كسارتين كلاهما طاقتها التصميمية (150) طن في الساعة .

(ب) **الضفة الغربية (الميناء)** :-

وهي محطة وصول الحجر الجيري من المحاجر لضفة النيل الغربية عند قرية أم الطيور وإليها ينقل الحجر الجيري عبر السكة حديد من المحاجر حيث يمتد خط السكة حديد حتى هذه المنطقة (علماً بأن السكة حديد الآن بحاجة إلى قاطرات جرارة وتأهيل لأنها كانت متوقفة منذ عام (1985) وأعيد تشغيلها العام (1992) لنظرة الإدارة البعيدة بضرورة وصول 2000 طن يومياً لإحتياجات المصنع من الخام . وقد تم إنشاء الناقل الهوائي لترحيل الحجر المجروش إبتداء من يناير 1985م وتبلغ طاقته التصميمية 150 طن / الساعة .

أنشئ مصنع أسمنت عطبره عام 1947 كقطاع خاص تحت مسمي (أسمنت بورتلاند عطبره) وذلك بشركة مساهمة برؤوس أموال ذات مصادر أغلبها أجنبية وفي عام 1970تم تأميم المصنع وسمي بإسم مؤسسة ماسبيو للأسمنت وأضيف إلى مؤسسات القطاع العام الصناعي ثم صدر قرار جمهوري عام (1983)بتحويل مؤسسة ماسبيو إلى شركة خاصة (شركة ماسبيو للأسمنت) لتعمل تحت قانون الشركات لسنة (1925)م وفي عام(1985م)صدر قرار بتحويل إسم الشركة إلى شركة أسمنت عطبره المحدودة .

1.3 صناعة الأسمنت : -

تعتبر صناعة الأسمنت من الصناعات الإستراتيجية الهامة والتي تعطي مؤشراً (هاماً) عن مدي تقدم ورقي البلد فالأستهلاك المتزايد من هذه السلعة يدل دلاله واضحة علي نمو الحركة العمرانية والحضارية .

تعريف : كلمة أسمنت كانت تطلق علي مركبات تجارية مختلفة تربطها صفة هامة مشتركة هي كونها تعمل كوسيط رابط .

أما تعريف الأسمنت كما ورد في المواصفات البريطانية فهو رابط هيدروليكي أي مسحوق غير عضوي ناعم وعند خلطة بالماء يكون عجينة قادرة للتجمد والتصلد بفعل تفاعلات الإماهة وتحتفظ بصلابتها وقوتها عند غمرها في الماء ، وتطلق التسمية هيدروليكي علي تلك العوامل الأسمنتية التي بمقدورها عند خلطها بالماء أن تتصلب في الهواء أو تحت الماء وتصبح غير قابلة للإنحلال في الماء .

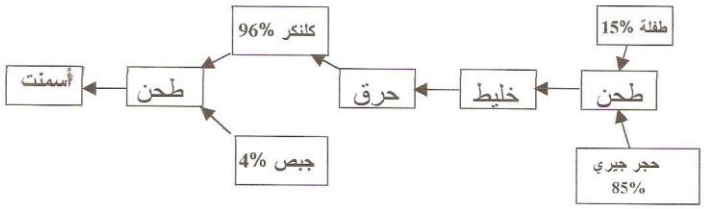
وجـد أنـه عند حرق حجارة الكاليسوم الحاوية علي كمية من الطفل تنتج مادة تتصلب بالماء وغيـر مـنحلة ولمـا كان المنتج يشبه أحجار بورتلاند في اللون والخصائص أطلق عليه إسم أسمنت بـورتلاند. كانـت الأنـواع الأولي للأسمنت غير كاملة الحرق لذا لم تكن فعالة . للحصول علي مواد أسـمنتية فعالـة لا بد من الحرق في درجة حرارة عالية تكفي لطرد ماء التبلر من مواد الطفلة وطرد ثانـي أكسيد الكربون من الحجر الجيري وإيصال المواد لدرجة الإنصهار ليتم الإندماج ما بين الأكاسيد المختلفة .

1.4 مسار التصنيع :-

يتم تجهيز المواد الخام (حجر جيري وطفله) وتضاف لطواحين الخام بالنسب المحددة وتخلط الـبدرة الناتجة جيداً وتغذي بها الأفران الدوارة لتتم عملية الحريق وإنتاج الكلنكر ، عند الحريق تتحلل عند درجات الحرارة من (700-900 C)

$$Caco_3 \longrightarrow Cao+Co_2$$

ينتج أكسيد الكالسيوم وهو الأكسيد الأساسي الذي يتفاعل مع الأكاسيد الأخري في الوجبة الخام عـند رفـع درجة الحرارة وتتشكل سيلكات الكالسيوم ثم ألومينات الكالسيوم ثم أخيراً حديد ألومينات للكالسـيوم وثلاثـي كلسات السيلكا ويتكون الكلنكر بلونه الأسود المخضر . كلما إرتفع محتوي الوجبة الخـام مـن الحديد كلما كانت درجة الحرارة اللازمة لتكوين الكلنكر أخفض بعد تكوين الكلنكر يضاف إلى طواحين الأسمنت مع الجبص بنسبة (4% : 96%) علي التوالي لإنتاج مادة الأسمنت والذي يكون جاهزاً للتعبئة كما هو واضح في الشكل (1.1) أدناهـ :-



شكل (1.1)

هنالك أنواع مختلفة من الأسمنت بناءاً علي تركيبها وخصائصها ومجالات إستخدامها منها :

1/ الأسمنت البورتلاندي العادي :-

وهو نوع شائع في الإستعمال ويستعمل لأغراض البناء والعمران .

2/ الأسمنت ذو القوة المبكرة المرتفعة :-

يستخدم عند ما يراد قوة مبكرة عالية كالسدود ويمتاز بالنعومة العالية والتطور السريع للقوة ومحتوي عالي من C_3S .

3/ الأسمنت البورتلاندي منخفض الحرارة :-

يستخدم في الصبات الخرصانية الكبيرة ويمتاز بمحتوي منخفض منC_3Al والـ C_3S

4/ الأسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات :-

يستخدم في المناطق التي ترتفع فيها نسبة الكبريتات ويمتاز بمحتوي منخفض جداً من C_3AL لـذا لـم تكن فعالة . للحصول علي مواد أسمنتية فعالة لا بد من الحرق في درجة حرارة عالية تكفي لطـرد ماء التبلر من مواد الطفلة وطرد ثاني أكسيد الكربون من الحجر الجيري وإيصال المواد لدرجة الإنصهار ليتم الإندماج ما بين الأكاسيد المختلفة .

1.5 الخطوات الأساسية لتحضير المواد وصناعة الأسمنت :-

1.5.1 المواد الخام :-

يعتبر الحجر الجيري الحاوي علي الكالسيوم ونسب عالية من السيلكا والأمونيا والحديد من أهم عوامل نجاح صناعة الأسمنت .

الحجر الجيري : (Lime Stone)

تنتشـر كـربونات الكالسـيوم $CaCo_3$ في الطبيعة وبشكل واسع ويعتبر الكالسين انقي أنواع الحجر الجيري . ثقله النوعي($2.7Ton/m^3$) والثقل النوعي للحجـر الجـيري مـا بيـن ($2.6\text{-}2.8Ton/m^3$) وهو أبيض اللون يوجد علي درجة عالية من للنقاء .

الطفلة (Clay) :-

تعتبـر الطفلـة هامة جداً في صناعة الأسمنت وتتكون نتيجة لتجوية المعادن القلوية والترابية الحاوية علي سلكات الألمونيوم وهو المركب الأساسي للطفلة وتنقسم إلي :-

1/ مجموعة الكاولين : ويحتوي الكاولين .

$$Al_2o_32sio_2.2H_2o$$

2/ مجموعة المونتمور يلانيت : وتحتوي نوترونيت

$(ALFe)\ {}_2O_3si4h_2O$

فهناك تباين واضح بين تركيب طفلة الصحاري وطفلة حوض الترسيب علي ضفاف الأنهار مما يؤكد تأثير مصدر الطفلة علي نوعها وتركيبها . حيث يتم حرثها بالكاسحات ونقلها إلى ماكينة التخليط للحصول علي نسبة محددة من السيلكا والألومينا والحديد .

المواد المقومة : (Adio active)

إستخدام المواد المقومة عند إمكانية الحصول علي المكونات الكيميائية بالنسب المطلوبة فمثلاً عند نقصان السيلكا يعوض بإضافة الرمل لنقص الألومينا يضاف البوكسيد ولنقص للحديد يضاف خام الحديد .

1.5.2 صناعة الأسمنت :-

في صناعة الأسمنت المادة الخام والأساسية في تلك الصناعة هي كربونات الكالسيوم (CaCo) أو مـــا يعرف عملياً بالحجر الجيري (Lime Stone) والذي يوجد في الطبيعة في شكل طبقات دائماً ما تكون تحت سطح الأرض وأحياناً قليلة تكون في شكل بروزات أو نتوءات علي سطح الأرض وهذه نـــادراً مـــا توجد. يتم أستخراج الحجر الجيري من داخل سطح الأرض والذي يكون فيه غالباً (نقياً) غيـــر مخـــتلط مع مواد أخري عن طريق التفجير بواسطة متفجرات تحتوي علي مواد شديدة الإنفجار والتـــي تكون في شكل ديناميت يحتوي علي مادة (T.N.T) شديدة الإنفجار. تتم عملية التفجير بإدخال هـــذه المواد المتفجرة في ثقوب يتم صنعها بواسطة مكائن هيدروليكية تعمل غالباً بضغط الهواء لتقوم بعمـــل هـــذه الـــثقوب أو الفجـــوات والتي يصل عمقها في بعض الأحيان إلي (30 m) داخل السطح الجيـــري بعـــدها يـــتم إدخال هذه المتفجرات داخل هذه الثقوب وتضاف اليها بعض المواد الكيميائية المتمثلة في الأنفو (الألمونيوم نتريت) والتي تساعد علي شدة الإنفجار .

يكـــون عـــدد الثقوب كبيراً جداً لذا يتم توصيل جميع المتفجرات أو الديناميت في كل ثقب مع بعضـــها الـــبعض عن طريق سلك الإشعال والذي عند إشتعاله يقوم بإشعال جميع المتفجرات في وقت واحـــد وذلك لكي يحدث الإنفجار في وقت واحد مما يساعد علي زيادة كميات الحجر الجيري الذي تم نســـفه وأيضاً يساعد في عملية نقل المواد المنسوفة بسرعة لذلك لأنه عند التفجير تتطاير كميات كبيرة وبأحجـــام مخـــتلفة مـــن الحجر الجيري في شكل كتل ولمسافات بعيدة جداً في الهواء مما يتطلب من

العاملـــين والمشـــرفين علـــي عملية التفجير الإبتعاد عن منطقة التفجير ولمسافة آمنة بعد عملية إشعال المتفجرات مباشرة .

وأيضـــاً تصاحب عملية التفجير كميات هائلة من الغبار يتطلب جلاؤها فترة كبيرة من الوقت . كميات الغـــبار هذه تكون في شكل أبخرة غازية كثيفة تمنع الرؤيا تماماً خلال منطقة التفجير بل تسبب مشاكل صحية لمن يتواجد في المنطقة لحظة الإنفجار .

بعد عملية التفجير تكون الكميات الناتجة من الحجر الجيري بأحجام كبيرة ومختلفة لذا يتم نقله مباشرة الي الكسارات الهيدروليكية حيث يتم كسر الحجر الجيري الي سمك محدد هو(25mm).

بعـــد ذلـــك تأتـــي مرحلة خلط الحجر الجيري مع مواد طينية في الغالب هي عبارة عن تراب عـــادي وبعض الأحيان يستخدم الرمل وذلك عند صناعة الأسمنت الخلص بأعمدة للخزانات والكباري لأن الأســـمنت الـــناتج في هذه الحالة يكون سريع التجمد . تتم عملية الخلط فى خلاطات دوارة كبيرة الحجـــم . ثـــم يرســـل الناتج إلى طاحنة المواد الأولية التي تعرف علمياً بإسم(Raw Mill) حيث يتم طحـــن الخليط عن طريق أجسام طاحنة داخل للطاحونة وتتكون من غرفتين إلي ثلاثة غرف ، وتوجد فـــي كـــل غرفة كما في ملحقات الشكل (1.2) مجموعة من البلالي المستخدمه هي mm (22-40-50-60-90) . يكون الخليط الناتج من عملية الطحن في شكل بدرة من الحجر الجيري والمادة الطينية.

بعـــد ذلـــك يتم رفع الخليط عن طريق براريم تعرف بإسم براريم التغذية (Screw feeder) لصـــهاريج الـــبدرة والتـــي ينـــتقل الخليط منها مباشرة إلى الأفران والتي تتم فيها عملية من عمليات التصنيع للأسمنت حيث يتم حرق الخليط داخل هذه الأفران في درجـــات حرارة تتـــراوح بيـــن (400-1500 C^o) وبطـــول 100 متـــر. ويكون شكل هذه الأفران أسطوانياً يميل من أحد جانبيه إلي أعلـــي حوالـــي (3%)مـــن المنطقة التي تدخل فيها المواد ويكون السطح الداخلي للفرن مبطن بأنواع خاصـــة مـــن الطـــوب الحراري والذي يتحمل درجات حرارة تصل ألي(1500C^o) وذلك لمنع إنتقال الحـــرارة إلـــى السطح الخارجي من الفرن وبالتالي تتسبب في تشقق وإنهيار سبيكة حديد الفرن . عند عملـــية الحـــرق يكـــون الفرن متحرك حركة دائرية بسيطة حول محوره وتتم إدراته بواسطة محرك كهربائـــي وذلك للمساعدة في إتمام عملية الحرق كاملاً لجميع الخليط داخل الفرن يتم الحريق بواسطة المنـــتج البترولي والذي يعرف (بزيت الفيرنس) وأيضاً تكون هناك مروحة طرد مركزي في مقدمة الفـــرن وذلـــك لـــزيادة كميات الأكسجين داخل الفرن والذي يساعد في زيادة سرعة وكميات الإشتعال وأيضاً يحتوي علي مروحة خلفية يستفاد منها في توزيع الحرارة داخل الفرن وسحب الغازات وطردها خـــارج الفـــرن ومن عيوبها أنها تسحب البدرة الناعمة من داخل الفرن . الناتج من عملية الحرق هذه عـــبارة عـــن مصـــهور لمادة سوداء صلبة سرعان ما تتحول إلى كرات صغيرة تسمي بالكلنكر يبرد

بواسطة مبرد خاص ملحق بالفرن وتنتقل عن طريق كتائن حديدية وذلك لأن الكلنكر في هذه المرحلة يكون في درجات حرارة عالية جداً ، ينقل بواسطة هذه الكتائن الحديدية إلى خلاطات حيث يتم خلطه بالجبص ($CaSO_4$) وهي مادة كيميائية يتم جلبها عادة من المناطق الجبلية والتي لا تتواجد في المناطق التي يكون فيها الحجر الجيري عادة . يتم كسر الجبص ألي أحجام لا تزيد عن (25mm) ويضاف بنسبة (4% – 3%)إلى الكلنكر ثم يدفع الخليط في طواحين تعرف بطواحين الأسمنت Cement Mill وهي شبيهه بطواحين المواد الأولية شكل رقم (1.3) ولكن في هذه الطواحين يكون الناتج أكثر نعومة وهو الأسمنت النهائي والذي يكون في شكل بدرة بعدها يعبر في مواسير ليرفع فيها بواسطة ضغط الهواء من ماكينات هواء تعمل لهذا الغرض إلى صوامع التخزين والتي يهبط منها مباشرة إلى رصيف التعبئة حيث تتم تعبئة الأسمنت في أكياس صنعت بمواصفات خاصة وبأحجام معينة ، غالباً ما يكون وزن الكيس 5okg وهو معبأ بالأسمنت هذا ما لم يكن هنالك إتفاق مسبق بين الجهة المصنعة والجهة المشترية .

وأخيراً يخرج الأسمنت إلى المستهلك من المصنع بعد تعبئته في وسائل النقل المناسبة إذا كانت سكة حديد أو عربات نقل عادية .

1.6 أهداف المشروع :-

يمكن تلخيص الأهداف الرئيسية لهذا البحث في النقاط التالية :

1/ التعريف بشركة أسمنت عطبره من حيث النشأة والتطور وإسهامات الشركة في النواحي الإجتماعية والأقتصادية لسكان ولاية نهر النيل .

2/دراسة مسببات الغبار .

3/إقتراح مجموعة من الحلول الممكنة لحل مشكلة الغبار .

4/مفاضلة الحلول للوصول إلى الحل الأمثل .

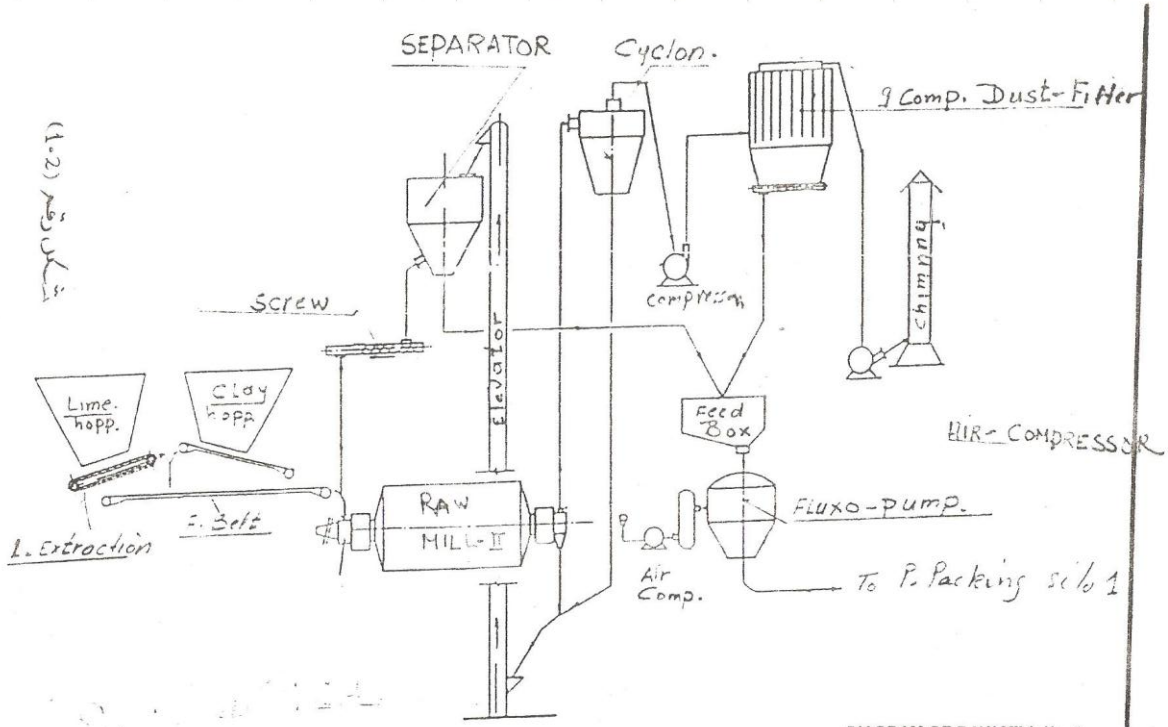
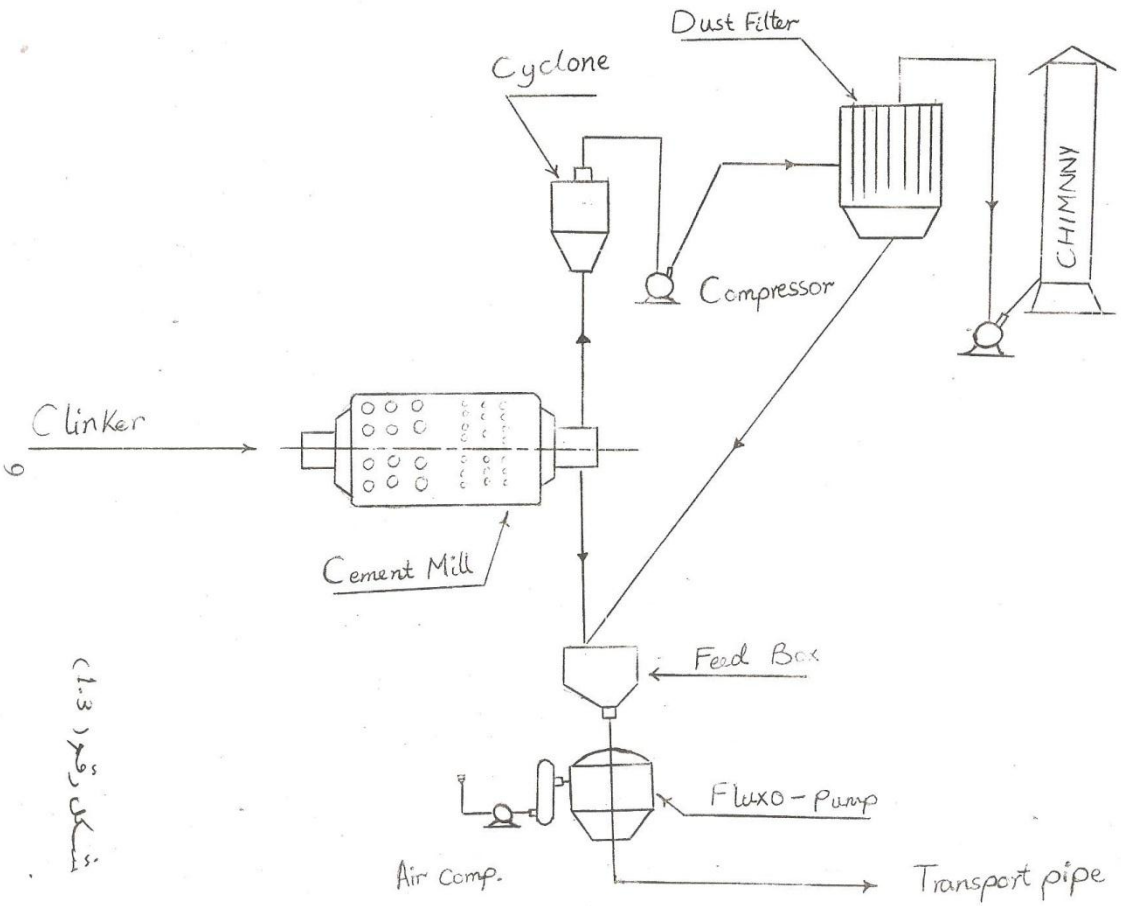


DIAGRAM OF RAW MILL No. 2

Tirax- Vibrator Mill 2.9 ϕ x 7.2 M
For- Limestone + Clay
654862.


Dust Filter
Cyclone
CHIMNNY
Compressor
Clinker
Cement Mill
Feed Box
Fluxo-Pump
Air comp.
Transport pipe

شكل رقم (1.3)

الفصـــل الثانـــي

2.0 تلوث البيئة

2.1 مدخل :

إ ن مشـــكلة الـــتلوث كمشـــكلة بيئـــية أصبحت من المشكلات الخطرة التي تعاني منها الدول المـــتقدمة والـــدول النامية ، وتعتبر الصناعة المدعمة بالتفوق العلمي والتقني والتي تمثل قمة الأنشطة البشرية التي يسعي اليها الإنسان من خلالها جاهداً فرض سيطرته ومشيئته علي بيئته لتحقيق طموحاته ، تعتبـــر مـــن أكثـــر العوامل التي ساعدت علي صنع هذه المشكلة وزيادة حدتها ، والحقيقة إذا كانت البشـــرية قـــد إستبشرت خيراً بمقدم الصناعة من خلال قصر نظر العاملين عليها وسوء التخطيط لها ، وتجـــاهلهم لمردودات المشروعات الصناعية ونتائجها علي البيئة ، بدأت تكشف لنا عن وجهها القبيح ، وأصبح التلوث الهوائي وهو الوليد غير المرغوب للصناعة من أخطر مشكلات البيئة التي بلتت تؤرق بـــال المســـؤلين والباحثـــين الذين يجتهدون في وضع الضوابط الحاكمة والمعايير الآمنة التي تخلص البشرية من خطر هذه المشكلة .

يعتبـــر التلوث الهوائي من أخطر أنواع التلوث ذلك لأن الكائنات للحية والإنسان لا تستطيع أن تســـتغني عن الهواء للحظات معدودات ، وأنه من الصعب تفادي الهواء الملوث فليس للإنسان أي خيار فـــي أن يستنشـــق هواءً معيناً ويترك الآخر ، فهو مفروض علينا شئنا أم أبينا ، وكذلك نجد أن الإنسان يستنشـــق منه كميات كبيرة جداً حيث يقدر أن الفرد يستنشق حوالي 230 قدماً مكعباً من الهواء يومياً ، ولـــنا أن نتصـــور كم يدخل أجسامنا كل يوم من ملوثات مع ما نستنشقه من هواء ، إذا علمنا أن القدم المكعب الواحد يحتوي علي حوالي 1000مليون جسيم .

2.2 مصادر التلوث في صناعة الأسمنت :-

وبشكل عام يمكن إجمال مصادر التلوث في صناعة الأسمنت في المواقع التالية :

1/ قلع المواد من المحجر .
2/ تكسير المواد الخام .
3/ نقل المواد الخام ومداولتها .
4/ التجفيف والطحن .
5/ حقول التخزين والخلط .
6/ عمليات الحرق .
7/ تبريد الكلنكر المنتج .
8/ نقل وتخزين المنتج .
9/ طحن الإسمنت ومداولته .
10/ تعبئة الأسمنت .

ومـــا قـــبل حـــرق المواد في الفرن فإن كافة الأغبرة من نفس التركيب الكيميائي للمواد الخام الأصـــل . ومـــا بعـــد ذلك تصبح مواد مصنعة من تركيب كيميائي مخالف في التركيز والخواص وليســـت عملية إستعمال الأجهزة للحد من التلوث في صناعة الإسمنت حماية للبيئة فقط بل عملية ذات مـــردود إقتصـــادي لمـــا للمـــواد المحمولة مع الغازات المتصاعدة من قيمة إقتصادية نتيجة العمليات التصنيعية عليها .

2.3 طبيعة وحجم الغبار الناتج عن كل مرحلة من مراحل التصنيع :-

أثـــناء عملـــية التفجيـــر وعند إعداد الثقوب التي توضع بداخلها المواد المتفجرة (الديناميت) هـــنالك كمـــيات مـــن الغـــبار تتصـــاعد أثناء عملية التثقيب حيث أنه يكون هناك كمية من الهواء المضـــغوط تدفع داخل الثقب عن طريق شاكوش المثقاب وهذه الأغبرة تتكون من مكونات الحجر الجيـــري الخـــام وليس هنالك إسلوب متبع لكبح هذه الأغبرة لأنها غالباً ما تكون في مناطق بعيدة عن المناطق السكنية وكمية الغبار المنطلق إلى الهواء تكون كميات قليلة جداً إذا ما قيست بالكميات المنطلقة أثناء عمليات الإنتاج الأخرى .

نجـــد في بعض الأحيان أن المحاجر التي تكون قريبة من السكان ففي هذه الحالة يتم إغلاقها أي حجـــزها ثم يتم رشها لكي يتم تثبيت الغبار . وتكون بأعماق بعيدة جداً قد تصل الي (60)متر تحت سطح الأرض .

نجـــد أن الطبيعة الكيميائية للأغبرة المنبعثه في جميع المراحل التي تسبق مرحلة حرق المواد فـــي الفرن (الفرن والمبادل الحراري) هي من نفس التركيب الكيميائي للمواد الخام . الأصل هو عبارة عن الحجر الجيري الذي يتم قلعه من المحاجر وهو عبارة عـــن كربونـــــات الكالســـــيوم ($CaCo_3$) أو (Lime Stone) والـــذي يكـــون نقـــياً غيـــر مختلط مع أي مواد أخري لذا تكون الأغبرة الناتجة في كل من مراحل قلع الحجر الجيري وتكسيره وخلطه بالطفلة وطحنه في طاحونة المواد الخام الـــ (Raw Mill) ومن ثم دفعه إلى الصهاريج ، يكون الغبار الناتج في هذه المراحل مكون من كربونات الكالسيوم فقط مع قليل من الأتربة العادية.

أما في مرحلة حرق المواد الخام داخل الفرن حيث يكون أكبر معدل لإنبعاث الغبار بالإضافة إلى المواد الضارة الأخرى التي تكون جميعها في الآخر الكلنكر حيث ترتيبه المواد في الفرن علي حسب تدرج حرارة الفرن من بدايته إلى نهايته وتكون كما يلي :-

ثلاثي كلسات السيليكا	$3Cao.Sio_2$
ثنائي كلسات السيليكا	$2Cao.Sio_2$
ثلاثى كلسات الألمونيا	$3CaO.Al_2O_3$
رباعي كلسات الألمونيا والحديد	$4Cao.Al_2o_3.Fe_2o_3$

بالإضـــافة الـــي بعض المركبات الأخري التي تتواجد في الكلنكر كل هذه المواد تتواجد بنسب متفاوتة في الكلنكر لكن تعتبر ثلاثي كلسات السيليكا هي المركب الرئيسي لذا تكون الأغبرة الناتجة من عملية الحرق تحتوي علي هذا المركب بكثرة بالإضافة للمركبات الأخري بنسب متفاوتة .

أمـــا في مرحلتي طواحين الأسمنت وماكينات التعبئة فإن الغبار الناتج هو عبارة عن الأسمنت كمنتج نهائي حيث تكون الأ غبرة الناتجة في الأغلب عبارة عن بدرة ناعمة جداً لمكونات الأسمنت الرئيســية بالإضافة إلى كميات قليلة من الجبص الذي يضاف في مرحلة الطحن . أما فيما يتعلق بأحجـــام حبيـــبات الغبار المحمولة مع الغازات والناتجة في كل مرحلة من مراحل الإنتاج فهي لا يمكـــن تحديدها علي وجه الدقة وبصورة محددة ذلك لأن الغبار الناتج دائماً ما يكون محمول وسط جـــو مـــتداخل مـــن الأغبرة والأتربة والغازات ولكن هناك بعض التقارير والتي جمعت بواسطة أجهزة دقيقة جداً لتحديد الحدود والتي يكون عليها حجم أجزاء الغبار الناتج في كل مرحلة .

هـــذه التقاريـــر تفـــيد لأن حجم دقائق الغبار الناتج من عملية قلع الحجر الجيري من المحاجر وتكســـيره ونقله إلى مناطق الإنتاج يكون حجم الغبار الناتج من هذه المرحلة عادة في حدود (20) ميكرون وتكون النسبة المئوية لدقائق الغبار التي حجمها أقل من (10) ميكرون هي (12%) .

أمـــا فـــي طواحين المواد الخام (Raw Mill) وعملية خلط الحجر الجيري بالطفلة (الطينة) تتراوح ما بين (40-20) ميكرون وتكون النسبة المئوية للغبار الذي حجمه أقل من (10) ميكرون هي(60%).

أما في المرحلة التالية فهي المرحلة الأهم حيث يكون معدل الغبار المنبعث وهي مرحلة حرق المواد الخام داخل الفرن ففي هذه المرحلة تنبعث كميات كبيرة جداً من الغبار وبأحجام دقيقة تصل فـــيها نســـبة حجم الدقائق والتي في الحجم أقل من (10) ميكرون إلى(90%)وتكون بقية الأغبرة بأحجـــام تتـــراوح ما بين (40-20) ميكرون . في كل المراحل تكون النسبة المئوية للأغبرة التي بأحجـــام أقل من (10) ميكرون هي الفيصل الذي يحدد علي أساسه ما إذا كان هنالك غبار بنسبة عالـــية أم غيـــر ذلـــك . لأن الأغبرة والتي تكون بأحجام أقل من (10) ميكرون هي التي تتسبب بصراع للقائمين علي أمر هذه الصناعة إذ يصعب إلتقاط وكبح أغبرة بهذا الحجم .

2.4 بعض التشريعات في الحدود المقبولة للإنبعاث من غبار الأسمنت في دول العالم المختلفة:-

- ألمانيا50 ملجرام / م3 $50\ mg/m^3$
- سويسرا نفس الأنظمة الألمانية
- تشيكو سلوفاكيا $150\ Ton / Km^2$ وهي تساوي $410\ mg/m^3$
- روسيا $90\ mg/m^3$
- إيطاليا الأ يذيد معدل إنتشار المواد خلال 24 ساعة عن $300\ mg/m^3$.
- السودان $(50\text{-}100)\ mg/m^3$

- أوروبا عموماً $30\ mg/m^3$

المعـــدل الســـنوي المسموح به عالمياً ألا يزيد معدل تساقط الغبار عن($108Ton/Km^2$) في السنة أي (108 جرام لكل متر مربع).

2.5 **الآثار الصحية لبعض العناصر :-**

يمكـــن توضـــيح الآثـــار الصحية لبعض العناصر المستخدمة في صناعة الأسمنت في الجدول (2.1) أدناه :-

العنصر	مخاطره
ثاني أكسيد السيليكون	يســـبب مـــرض الغـــبار الرئوي أو ما يعرف بالتسمم السيلكي وزيادة القابلية للإصابة بمرض السل .
أكسيد الصوديوم	يؤثـــر علي نسيج الجسم ويسبب تحطيم للنسيج الناعم للعيون ويحدث ضرراً للرئتين عن طريق الاستنشاق .
أكسيد الألمونيوم	يؤدي الي تعطيل عمل الرئة نسبة الي استنشاق الأجزاء الدقيقة منه .
أكسيد البوتاسيوم	به مادة لازعة وكاوية وتتضح خطورته عندما يتفاعل مع الماء أو البخار .
أكسيد الماغنيسيوم	يسبب إستنشاق الدخان المتصاعد لأكسيد الماغنسيوم حمي دخان المعدن وتحدث الهبائيات المعدنية للماغنسيوم ضرراً موضعياً حاداً وأخطر إصاباته هي الحروق .
أكسيد الكالسيوم	تهيج الجلد والعيون والأغشية المخاطية

المصدر : SAX ساكس 1963

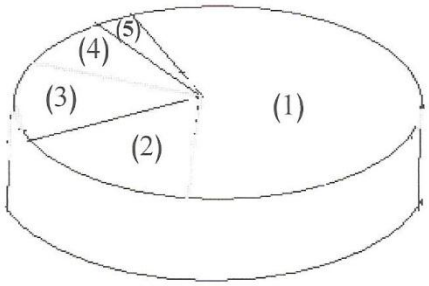
يعتبر مصنع أسمنت عطبره مصدر لتلوث الهواء ، حيث أن كميات هائلة من المواد الخام يتم نقلهـــا في مراحل التصنيع المختلفة ، وبالتالي فإن هذا المصنع يقوم بحقن الهواء بكميات هائلة من الغـــبار والأتـــربة بالإضافة إلي الغازات التي تخرج منه ، وتختلف نسبة تركيز الغبار في المصنع من موقع لآخر شكل رقم (2.1) .

يتضـــح من الشكل (2.1) أن هنالك تركيزاً عالياً للغبار في بعض الأقسام التي شملتها الدراسة ، فقـد تـراوح المتوســط ما بين 1499.168 ملجرام / المتر المكعب في قسم التعبئة 235.157 ملجـرام فـي المتـر المكعب في قسم الكسارة ، وهذه الأرقام تعتبر عالية جداً إذا علمنا أن الحد المســموح به في صناعة الأسمنت هو 10 ملجرام في المتر المكعب الواحد ، وقد بلغ أدني متوسط لتركيز الغبار في قسم المخازن والأفران والمكاتب والتي بلغت علي التوالي (8.873 , 1.748 12.555)

ولقد وجدت الجمعية الألمانية للأبحاث العلمية في عام (1947) أن قسمي الطحن والتعبئة يوجد بهما تركيز من الغبار في المتر المكعب يقدر بحوالي 384 ملجرام ، 350 ملجرام ويختلف متوسط تركيز الغبار أيضاً خارج المصنع في المنطقة المجاورة له شكل رقم(2.2) .

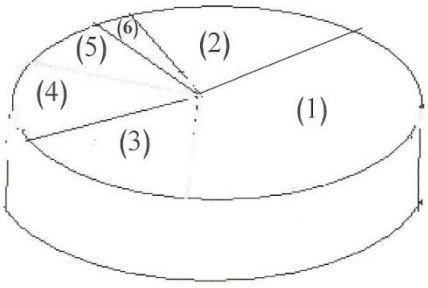
يتضـــح من الشكل (2.2) أن متوسط تركيز الغبار يتفاوت من منطقة لأخري ، حيث بلغ أعلي متوســط لتركيــز الغبار ($54.2656\ mg/m^3$) في العكد ، وأنخفض بعد ذلك إلى (26.2056) في المقرن إلى (19.3952) في أم الطيور ، وكان الإنخفاض الشديد في البان جديد حيث بلغ المتوسط (9.3656) ، وفي أم بكول وكان(8.2178)، وكان أدني متوسط له في السيالة (3.8090).

عمــوماً يمكــن القــول بــأن تركيز الغبار إرتفع في المناطق القريبة من المصنع وهي العكد والمقــرن وأم الطــيور ، والتي تقع في حدود (5Km – 1) تقريباً من المصنع مقارنة بالمناطق التـــي تقــع في حدود (10km– 6) تقريباً من المصنع ، والتي تشمل السيالة والبان جديد وذلك يــؤكد بأنـــه كلما إزداد البعد عن مصدر التلوث قلت كثافته في الجو ، وكلما قل البعد عن مصدر التلوث ذادت كثافته .



الشكل (2.1) يوضح نسبة تركيز الغبار في المصنع من موقع لاخر

1 / التعبئة .
2/ الكسارة .
3/ المخازن .
4/ الأفران .
5/ المكاتب .



الشكل (2.2) يوضح متوسط تركيز الغبار في المناطق المجاورة للمصنع

1/ العكد .
2/ المقرن .
3/ أم الطيور .
4/ ألبان جديد .
5/ أم بكول .
6/ السيالة .

الفصـــــل الثـــالـــث

3.0 وسائل كبح الغبار في صناعة الأسمنت

3.1 غرفة الترقيد	Gravity setting Chambers
3.2 الحاويات المخروطية (السايلكونية)	Cyclones
3.3حاويات مخروطية مركبة	Multi cyclones
3.4مرسبات كيسية	Bag filters
3.5مرسبات حصوية	Gravel Bed filters

3.1 غرف الترقيد Gravity setting chambers :-

هي عبارة عن غرفة (حجرة) مقسمة إلى عدة حجرات يتم فيها ترسيب الأغبرة من الغازات الحاملـــة لها تحت تأثير الثقالة النوعية للأغبرة كذلك عن طريق خفض سرعة الغازات الحاملة للأغبرة ، وكلما أمكن خفض سرعة الغازات تحسن فعل الترسيب ، إذ أن أنخفاض السرعة ينعكس إيجابياً علي زمـــن بقاء الغازات المحملة من غرفة الترقيد وبالتالي فعلاً الترسيب أجود . وتجهز هذه الغرف عادة بصـــفائح تقـــود أو تـــوجه مســـار الغازات مؤدية بالتالي إلي زيادة زمن بقاؤها وكذلك تحسين الفعل الترسيبي .

وهذه الغرفة البسيطة في كلفتها ليست ناجحة في ترسيب الأغبرة إذ بإمكانها ترسيب الدقائق ما فوق 40 ميكرون ومن ثم يتم إرسال الغازات إلى أجهزة فصل أكثر كفاءة .

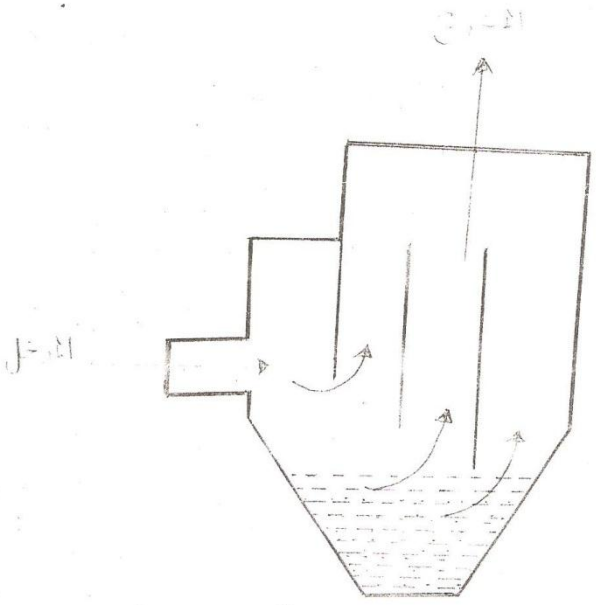
ومـــا تزال غرفة الترقيد ذات كفاءة تعادل ما بين (30–70%) علي ألا يجب أن تزيد سرعة الغـــازات عـــن(0.5m/s) ، وزمن بقاؤها يقدر بحوالي S (30-60) وهبوط الضغط في هذه الغرف قلـــيل جداً ما بين (5-25mmH_2o) . مما يسهل عملية تصاعد الأدخنة عبر المدخنة بسهولة . والشكل (3.1) يوضح ذلك.

3.2 الحاويات المخروطية السايكلونية Cyclones:-

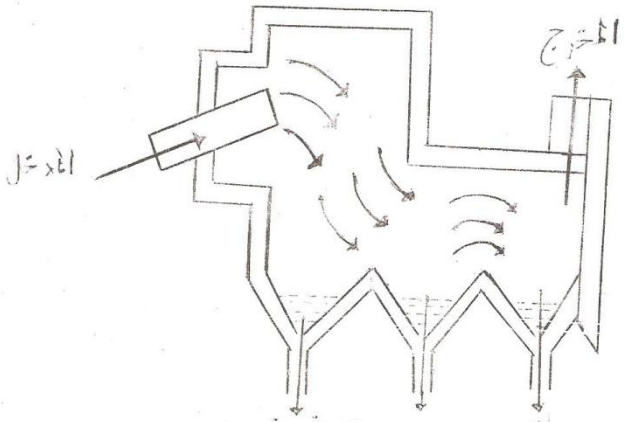
نظـــراً للشكل المخروطي للحاويات فإن الأغبرة المحمولة بواسطة الغازات تترسب في الجزء المخروطـــي تحـــت تأثير القوة النابذة (الطاردة) وكلما زادت زاوية ميله علي الأفقي أمكن جمع كمية كبيـــرة مـــن الأغبـــرة حتى 20 ميكرون والأحجام المتعارف عليها صناعياً من هذه الحاويات بأقطار(400mm،1500mm،315mm) وبسرعة للغازت تقارب 20m/s . والشكل (3.2) يوضح ذلك .

3.3 حاويات مخروطية مركبة : Multi Cyclones

وهـــي عـــبارة عن حاويات سايكلونية مزدوجة مركب بداخلها عدد من المخاريط أو الحاويات الســـايكونية الصغيرة الشكل (3.3) والتي تدخلها الغازات المحملة من الجانب العلوي فتترسب الأغبرة إلـــي أســـفلها بيـــنما تتصاعد الغازات الي الجزء العلوي من الحاوية الكبيرة الخاصة بغازات الخروج

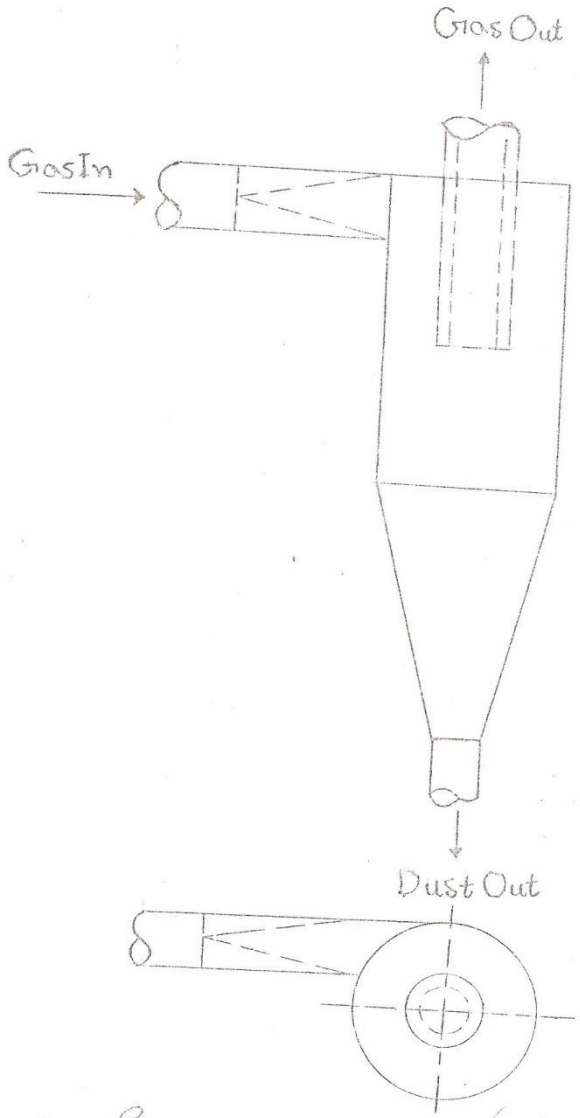


حجرة ترقيد مفردة



حجرة ترقيد من عدة غرف

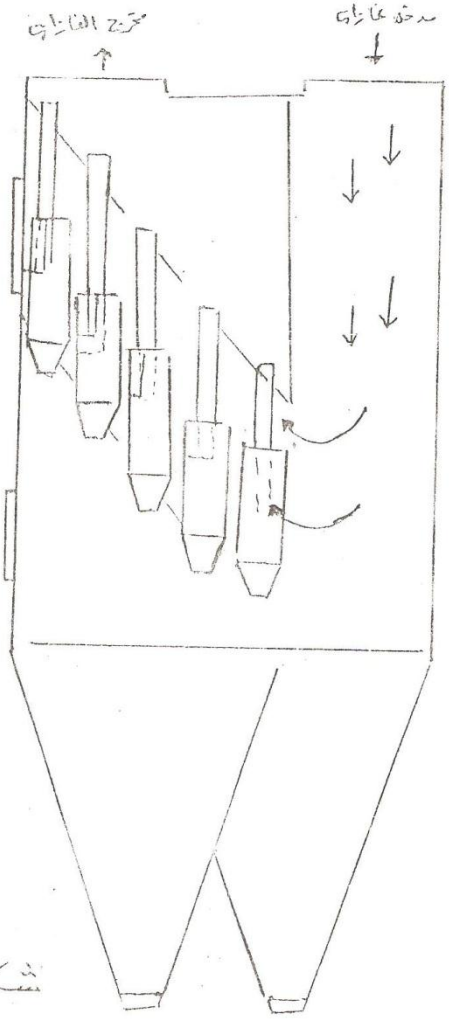
شكل رقم (3.1)



مسقط أمامي و أفقي للحاوية المخروطية السايكلونية

شكل رقم (3.2)

الحاويات المخروطية المركبة



شكل رقم (3.3)

والأغبـــرة المترســـبة تتساقط من المخاريط الصغيرة إلى الجزء السفلي من الحاوية الكبيرة ومنها الي المخرج .

وهـــذه النوعـــية مـــن الحاويات شائعة الأستعمال في صناعة الأسمنت خاصة لترسيب أغبرة غـــازات الخروج في المبرد ، وكفائتها تقارب (80%) وبحاجة لعمليات تنظيف عند الوقفات الطويلة لضمان أداء جيد لها وتمتاز بكلفة رأسمالية وتشغيلية متدنية إلا أن كفائتها الترسيبية متدنية كذلك .

3.4 المرسبات الكيسية Bag filters .

3.4.1 أنواع المرسبات الكيسية :

أ/ **المرسبات الكيسية الحبيبية (الصغيرة) :-**

وتستعمل هذه المرسبات لمعاملة غازات مقدارها $10.000m^3/hr$

ب/ **المرسبات الكيسية المتوسطة :-**

وتستعمل هذه المرسبات لمعاملة غازات مقدارها $40.000\ m^3/hr$

ج/ **المرسبات الكيسية الكبيرة : -**

وتستعمل هذه المرسبات لمعاملة غازات مقدارها $400.000m^3/hr$

3.4.2 اختيار المر سبات الكيسية :-

يعتمد اختيار المرسبات الكيسية علي ما يأتي :-

1/ نوع المرسب وخاصة نظام التنظيف فيه .

2/ درجة حرارة الغازات المراد معاملتها فيه .

3/ تركيب الغازات وخواصها الكيميائية .

4/ حمل الغازات من الأغبرة .

5/ حمل الغازات الخارجة من المرسب حسب القوانين المسموح بها .

6/ الخواص الطبيعية والكيميائية للأغبرة .

وإنطلاقاً من هذا يجب أن تكون مواصفات الأكياس مناسبة لما ذكر سابقاً كأن تكون :-

1/ عالية النفاذية (ضياع قليل من الضغط)

2/ قوية المقاومة .

3/ تحتمل درجات الحرارة المرتفعة (بحدود تشغيلية معينة) .

4/ مستقرة المقاسات تحت التشغيل والإجهادات .

5/ أن تكون ذات جودة عالية .

6/ أن تكون سهلة الفك والتركيب .

7/ أن تكون عالية الكفاءة .

8/ أثناء التنظيف تأخذ شكل إسطواني .

3.4.3 أنواع المواد المصنع منها الأكياس :

كـــان الصوف والقطن المادتين المعروفتين في السابق لصناعة الأكياس ومع تقدم تقنية المواد الأشتقاقية (الكيمياء العضوية والصناعية) أصبحت الأكياس تصنع من البولستر .

الأكياس المنسوجة والأكياس المقواة :-

1- الأكياس المنسوجة :-

وهـــي في العادة مصنعة علي شكل النسيج المعروف خيوط طولية وخيوط عرضية ، لذلك لها خاصـــية المسامية الكبيرة ، إذ تقدر المسافات البينية فيها بحدود(40%) من حجمها الكلي ، لذلك لا يمكـــن أن تـــؤدي عملهـــا بالشكل الجيد إلا بوجود طبقة من الأغبرة دائمة علي جدارها وذلك لتثبيت نفاذية معينة .

2- الأكياس المقواة :-

الأكـــياس المقواه ثلاثية الاتجاه ، مساحة الترسيب في هذه الأكياس متواجدة علي السطح وفي الداخل.

وأحـــياناً تـــزود الأكـــياس المقواة بطبقة بينية منسوجة لإعطاء قوة ضد الممزق الشكل (3.4) يوضح ذلك.

معاير الهواء / القماش : -

ويعني كمية الأمتار المكعبة من الهواء أو الغاز التي تعامل لكل متر مربع أو قدم من القماش (الأكياس) ويختلف هذا المعيار بإختلاف نوع الغبار ونعومته وما الي ذلك .

3.4.4 التنظيف في المرسبات الكيسية :-

المقصود به إزالة الطبقة المترسبة من الأغبرة :-

- ميكانيكية بالهز والطرق (الصدم) أو طريقة الرقاص .
- هوائية ، تيار هوائي مرتد مع هز الأكياس .
- هوائية بواسطة هواء مضغوط .

الشكل (3.5) يوضح ذلك .

وبمـــا أن طـــرق التنظـــيف الميكانيكية تعتبر طرقاً (قديمة ونادراً) ما تعمل بها مرسبات هذه الأيام ، سوف نركز علي طرق التنظيف الحديثة .

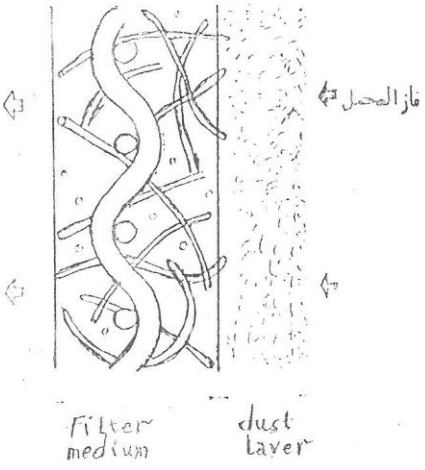
3.4.4.1 التنظيف بواسطة الهواء المضغوط Jet Clearing :

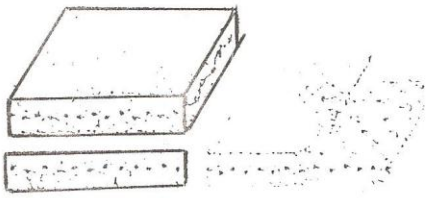
- في هذه الحالة المرسب غير مقسم لغرف كما هو الحال في الطرق الميكانيكية .

-كل كيس مزود بأنبوب لرفع الهواء المضغوط داخل الكيس كما هو مبين في الشكل (3.6)

- عـــند مـــا يكون الكيس في حالة عمل لترسيب الغبار . كما هو معلوم تترسب الأغبرة علي السطح الخارجي للكيس ، بينما يخترق الغاز النظيف الكيس إلى داخله ومن ثم يتصاعد عبره إلى حجرة الغاز

الاكياس المنسوجة والاكياس المقواة :-



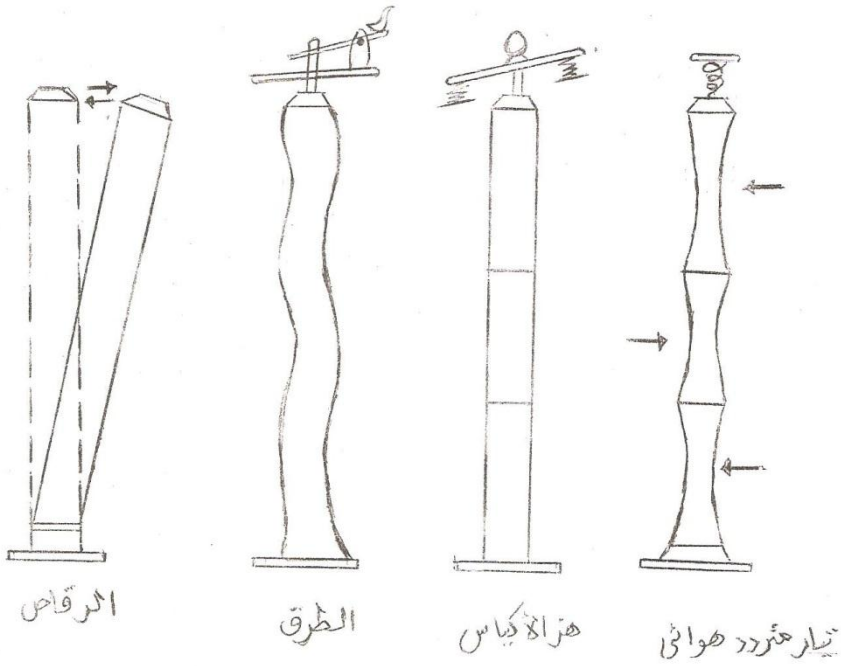


قطعة تبين الأكياس المقواة

شكل رقم (3.4)

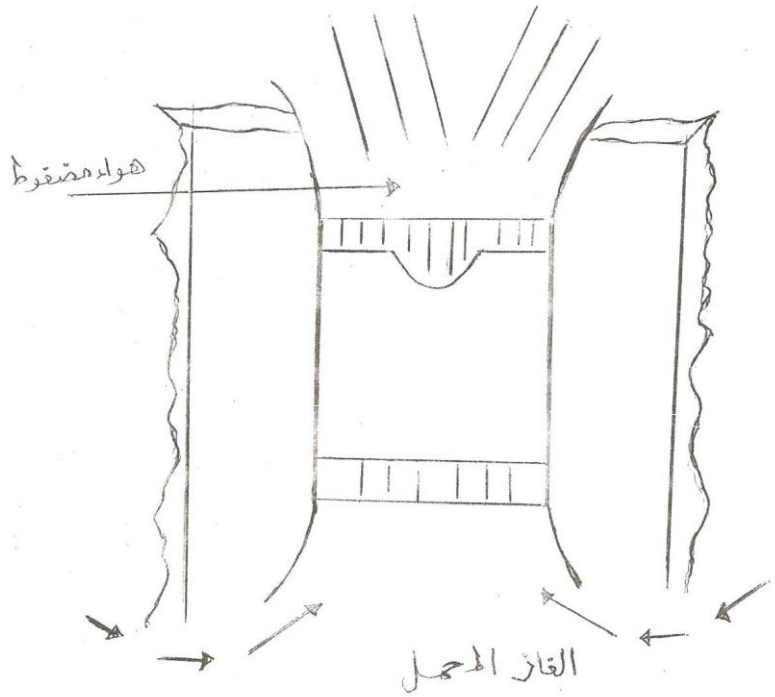
الأكياس المنسوجة (مقطع طولي)

Woven fabric (left) and needle felt with supporting fabric (right)



التنظيف في المرسبات الكيسية

شكل رقم (3-5)



شكل رقم (3.6)

النظـيف أعلي المرسب ومنه إلي الخارج كغاز نظيف ثم ترسيب أغبرته ، وهذا هو الحل لكل الأكياس فـي نفس الوقت ، بعد هذا مباشرة تبدأ العملية الثانية وهي عملية تنظيف الأكياس ، كيف يتم ذلك ، يتم ذلك كما يلي :-

يدفـع الهـواء المضغوط من الضاغطة إلى الكيس عبر الأنبوب المثبت في الجزء العلوي من المرسـب ويمـتد مسـافة قصيرة داخله . وبسرعة أقل أو أكثر من سرعة الصوت هذا إعتماداً علي تصـميم المرسب كذلك تندفع كمية من الهواء الثانوي من حجرة الغاز النظيف إلى الكيس فيقوم بنفخه وتمديـده إلـى أقصـي اسـطوانية للكيس مزيلاً الأغبرة من سطحه الخارجي التي تتساقط في حاوية الأغبـرة بيـنما يختـرق هـواء التنظيف هذا جدار الكيس إلى الخارج باتجاه معاكس لإتجاه الغازات المحملـة بالأغبـرة . ودفعـة الهواء المضغوط تدوم لثانية واحدة وتكفي لعملية التنظيف . وفي العادة ينظف الكيس كل دقيقة إلى عشرة دقائق . لذلك يمكن القول أن عملية التنظيف تساوي (0.02-0.3%) مـن العملية التشغيلية ككل للمرسب . وبالتالي فإن معظم مساحة المرسب تشارك في عملية الترسيب ، ومساحة الترسيب مساوية للمساحة الأصلية .

ويجـب أن نبين هنا أن الكيس من الداخل مركب علي طوله شبكة أسطوانيةكنقوية وهي مثبتة أعلي المرسب في الحامل الرئيسي . وهو عبارة عن لوح مثبت في الجسم الداخلي للمرسب وبه فتحات علـي الأكـياس مباشـرة . ويتم تثبيت الشبكة المقوية للكيس فيه ويمكن كذلك سحبها بسهولة كما في الشكل (3.6) .

غرفة (1) : حاوية الأغبرة مع مجري حلزوني .

غرفة (2) : غرفة الغاز الحاملة للأغبرة .

غرفة (3) : غرفة غاز التنظيف .

- عدد الأكياس مساو لعدد فتحات الهواء المضغوط

- كـل غـرفة في المرسب مثبت في أعلاها خزان هواء مضغوط مع أربعة صمامات زنبركية وأربع صمامات غشائية .

- ميكانيكـية العمـل (توضـيح لما سبق) بواسطة إشارات إلكترونية يتم شحن الصمامات الزنبركية والتـي عـندها تطلـق الهواء المضغوط عبر الفتحات المخصصة إلي داخل الكيس . ولكن مع الغاز النظـيف إلي داخل الأكياس مسبباً إنتفاضها وفعل التنظيف هذا ناتج عن أخذ الأكياس للشكل المستدير بدلاً من الشكل النجمي خلال عملية الترسيب .

الشكل (3.7) يوضح ذلك

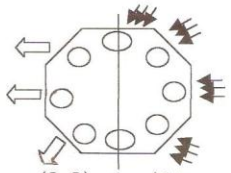
شكل رقم (3.7)

4. ضاغط الهواء .

5. غرفة الهواء النظيف .

– صـــيانة المرســـبات العامة بهذه الطريقة علي عكس المرسبات الكيسية القديمة التي كانت عملية تغييـــر الأكـــياس(filtering) فـــيها تستغرق وقتاً طويلاً ، غدت هذه العملية مع التصميم الجديد للأكياس تستغرق وقتاً قصيراً وإذ يمكن تغيير الأكياس من الجزء العلوي بسحب طرف الشبكة من أعلـــي المرســـب خصوصـــاً وإن هذه المرسبات لها أبواب كبيرة خاصة لهذا الموضوع أما نظام الضغط الهوائي في المرسب فلا يحوي أجزاء متحركة مما يقلل من كلفة الصيانة .

الشكل (3.8) يوضح ذلك



شكل رقم (3.8)

3.5 المرسبات بالحصي : Gravel Bed filter

ميكانيكية العمل :

يدخل الغاز المحمل بالأغبرة (الغاز الخام) إلى المرسب عبـــــر المعبر (1) وعلـــي المعبر (1) يـــوجد فـــي العادة صمام خاص ، تتسرب الغازات عبر الأنبوب الرأسي (4) إلى طبقة المواد الحبيبـــية المرسبة (6) والتي توضع علي الشبكة رقم (7) حيث يتم الترسيب للأغبرة المتواجدة في الغازات بينما تتجمع الغازات النظيفة في الغرفة رقم (8) .

أمـــا تنظيف طبقة المواد الحبيبية من طبقة العوالق التي ترسبت فيها فيتم للترسيب علي الشكل التالي:–

– يـــتم تنظيف كل حاوية علي حده (كل مرسبة) إذ في العادة يشتمل المرسب الكلي علي عشرين مرســـبه فـــي صفين . عشرة لكل منها حيث تفصل المرسبة الواحدة عن باقي المرسبات بواسطة جهاز سيطرة الكترونية .

– يتم قطع الغاز الخام عن المرسبة بواسطة الصمام عند فتحة المدخل لفترة التنظيف هذه وفي هذه الأثـــناء يـــتم ســـحب جزء من الغاز النظيف من غرفة (8) إلي الأعلي حيث يخترق طبقة المواد الحبيـــبة حـــاملاً معه ما ترسب فيها من غبار ويرجع إلي الأنبوب الرأسي الأوسط بإتجاه معاكس للإتجاه الذي يسير فيه الغاز الخام أصلاً .

– ولضمان الكفاءة لطبقة المواد الحبيبة يعمل المشط (6) بتسوية الطبقة حيث يعمل المشط بواسطة محـــرك وصندوق تروس مرفق به . يتسرب الغاز الحاوي للأغبرة من أسفل المرسبة عبر الصمام إلـــي أنبوب غاز التنظيف إلى المرسب (Cyclone) ، حيث يتم ترسيب الأغبرة منه ثم يعاد تدويره مع الغاز الخام مرة ثانية . الشكل (3.9) يوضح ذلك .

وهـــنالك نوعـــية أخـــري من المرسيات بالحصي تكون كل مرسبه مكونة من طبقتين معاً من المـــواد ليس طبقة واحدة . وكل طبقة علي شبكة فوق بعضها البعض ، حيث يتم فصل الأغبرة من الغـــازات بشكل أكفأ كذلك توجد مرسبات الجزء السفلي منها علي شكل مخروط يقوم بعملية فصل أولـــي للأغبـــرة الثقـــيلة من الغازات ما فوق(60) ميكرون قبل تصفية الغازات من طبقة المواد الحبيبية . الشكل (3.9) يوضح ذلك .

أنظمة حديثة :-

أقـــيمت أنظمة حديثة من المصافي الإلكترونية (الكتروفيلتر) . وبيوت الأكياس التي تصـــفي الهواء في كل مرحلة من عملية الإنتاج . وتقلصت بشكل ملحوظ كمية جزئيات الغبار المنبعثة وفقاً للمواصفات المطلوبة لجودة البيئة والتي تستطيع ترسيب أغبرة بأحجام أقل مـــن (20) ميكرون .

الفصل الرابع

4.0 الحلول المقترحة لحل مشكلة الغبار بشركة أسمنت عطبرة

مدخل :-

بدأت مشكلة الغبار بشركة أسمنت عطبرة بعد إضافة (100) طن في اليوم إلي سعة الفرن الأولـــى التي كانت (450Ton/day) لتصبح السعه الحالية (550Ton/day) بغرض زيادة الإنتاج دون تغيير الفلتر (Bag Filter) كما في الشكل (4.1) الذي صمم بكفاءة (35-40%) تقابل سعة فـــــــرن (450Ton/day) مما أدى إلى خروج كميات كبيرة مـــــــن الغبار (بدرة + غازات) عبر المدخنة.

وفيما يلي بعض مقترحاتنا لحل مشكلة الغبار بشركة أسمنت عطبرة :-

4.1 الحل الأول (إضافة سايكلون) :-

نسبة لطول الفرن (100m) توجد هنالك مروحة سحب خلفية تعمل علـــي امتصاص الغازات وتوزيع الحرارة داخل الفرن ومن عيوبها أنها تعمل علي امتصاص كميات كبيرة من البدرة مـــــع الغازات وإمرارها عبر السايكلون الذي يقوم بترسيب (60%) من كمية الغبار (بدرة + غازات) المارة خلاله وبإضـــافة ســـايكلون أخـــر يعمل أيضا علي ترسيب (60%) من الغبار المار خلاله ويؤدي ذلك إلى ترســـيب كمـــية إضافية من الغبار (60% مما تبقي من الكمية التي لم تترسب في السايكلون الأول) وذلك لتخفيض الضغط علي الفلتر الذي صمم ليعمل بكفاءة (35-40%) لسعة فرن (450Ton/day) ، ثم تمر الكمية المتبقية عبر الفلتر الذي يقوم بترسيب ما تبقي من الغبار ليكون الناتج النهائي عبارة عن غازات وقليل من البدرة كما في الشكل (4.2) .

عموماً يتم تجميع الغبار في السايكلون بقوة الطرد المركزي . إزالة جسيمات الغبار بحجم يقارب (20) ميكرون يمكن تأديته باستخدام سايكلونات كبيرة وغالباً ما يتم توصيلها علـــــي التوالي (سايكلونات متعددة) وبالتالي يمكن إزالة جسيمات بحجم (5) ميكرون .يتكون السايكلون من جزء علـــــوي أسطواني أو مسلوب قليلا وجزء سفلي في شكل صبابة .يتم إدخال الهواء أو الغازات المراد معالجتها مماسياً إلى الجزء العلوي للسايكلون وبعد أن تتم إزالة حمل الغبار تغادر الغازات السايكلون من خلال ماسورة مخرج مركزي التي يتفاوت طولها من سايكلون لاخر .يمكن تشغيل السايكلونات إما بسحب قسري أو سحب طبيعي حسب الحالة التي نتعامل معها . يتسبب الدخول المماسي للهـــواء المحمل بالغبار أو الغازات في طرد جسيمات الغبار إلى الخارج بفعل الطرد المركزي . تصطدم الجسيمات بجدار الغلاف وتنزلق إلى الأسفل لفتحة التصريف عند الأسفل .

يمكن تصنيف السايكلونات إلى ثلاث أقسام رئيسية :-

1/ سايكلونات كبيرة الحجم بقطر يكافئ (1500mm) .

2/ سايكلونات متوسطة الحجم بقطر فيما بين (400 – 1500mm) .

3/ سايكلونات صغيرة الحجم بقطر دون الـــ (400mm) .

كفاءة تجميع الغبار المنجزة في النوع البسيط من السايكلونات (90 - 92 %) عادة ما تكـــون غير كافية لمتطلبات الوقت الحاضر .يمكن تدعيم الاستخلاص باستخدام مستخلصات غبار توأم (مزدوجة) أو بترتيب عدد من السايكلونات علي التوالي .

من الضروري استخدام صمامات تفريغ غبار محكمة الإغلاق (بحيث لا يمكن مرور الهواء خلالها) وذلك حتى لا تنخفض كفاءة السايكلون .

لتصميم غرفة ترقيد الغبار لفرن دوار بسعة (550Ton) من الكلنكر في اليوم (24hr) . متوسط درجة حرارة الغاز في الغرفة هي حوالي ($380C^{o}$) ومتوسط سرعته V=0.5 m/s .

ترميزات :-

G_V = معدل خروج الغاز بالـــ ($Nm^3/24hr$) .

G = معدل السريان الفعلي للغاز عند متوسط درجة حرارة الغاز بالـــ (m^3/s) .

V = متوسط سرعة الغاز في الغرفة بالـــ (m/s) .

t = متوسط درجة حرارة الغاز في الغرفة بالـــ (C^{o}) .

f_V = معدل تساقط جسيمات الغبار (بحجم 40 ميكرون) = 0.2 m / s .

Z = زمن بقاء الغاز في الغرفة بالـــ (s) .

n = 1.5 .

J = حجم الغرفة بالـــ (m^3) .

F = مساحة مقطع الغرفة بالـــ (m^2) .

H = ارتفاع الغرفة بالـــ (m) .

B = عرض الغرفة بالـــ (m) .

L = طول الغرفة بالـــ (m) .

يمكن توضيح أن مقدار الغاز الخارج يكافئ (2.23 Nm^3/Kg) من الكلنكر ، كما يلي :-

1/ افتراضات أولية :-

1Kg من الوجبة الخام تحتوي علي (0.76 Kg) من كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) .

ـ درجة الحرارة المحيطة = 30 C^{o} .

ـ درجة حرارة مخرج الغاز = $380C^{o}$.

ـ درجة حرارة الكلنكر = 200 C^{o} .

ـ محتوى الماء للوجبة الخام = 10 % .

ـ مقدار الماء = 0.111 كيلو جرام لكل كيلو جرام من الوجبة الخام .

ـ التبخر = 636 kcal/kg .

ـ حرارة تكوين الكلنكر = 347 kcal/kg من الكلنكر .

ـ استهلاك الوقود = 17 % = 0.17 كيلو جرام من الفيرنس لكل كيلو جرام من الكلنكر لفيرنس بقيمة حرارية مقدارها 7200 kcal .

ـ الهواء الزائد :-

n = 1.2

2/ الغازات الخارجة :-

من الوقود :- غازات الخروج من الفرن لكل (kg) من الكلنكر ستمتلك التركيب التالي حسب المعادلة أدناه :-

عدد الكيلو جرامات للغازات الخارجة من الوقود = k (1 + nL_k) ـــــــــــــــــــــ (4.1)

حيث :-

n = 1.2

L_k = مقدار الهواء بالـ (kg)

K = (kg) من الفيرنس

مقدار الهواء المطلوب لحرق (1 kg) من الفيرنس يمكن إعطاؤه بالمعادلة التالية :-

$$L_k = \frac{(8/3) *C + 8 * H - O + S}{0.23} \quad \text{ـــــــــــــــــــــ (4.2)}$$

حيث :-

O = 0.10 ؛ S = 0.04 ؛ H = 0.04 ؛ C = 0.78

عليه من المعادلة (4.1) ،

مقدار الغازات الخارجة من الوقود ،

$$0.17 \left[1 + 1.2 \left(11.6*0.78+34.78*0.04-4.35*0.10+4.35*0.04\right)\right] = 2.25kg$$

من الماء :-

يمكن تقدير الغازات الخارجة حسب المعادلة التالية ،

zx = 0.111 * 1.54 = 0.17 ـــــــــــــــــــــ (4.3)

حيث (1kg) من الوجبة الخام يحتوي علي (x kg) من الماء

و (1kg) من الكلنكر يتطلب (z kg) من الوجبة الخام

من الوجبة الخام :- يمكن حسابها من المعادلة التالية ،

مقدار ثاني أكسيد الكربون من الوجبة الخام = 0.44 zy ـــــــــــــــــــــ (4.4)

0.44 * 0.76 * 1.54 = 0.52 Kg

حيث(1kg) من الوجبة الخام يحتوي علي (y kg) من ($CaCo_3$)

بالتالي بجمع المعادلات (4.1) ، (4.3) و (4.4) للحصول علي المعادلة ،

عليه سيتم إختيار عدد (2) سايكلون كل بقطر يكافئ (3.5 m) .

بالنسبة لبقية الأبعاد للسايكلون فستكون كما يلي حسب الشكل (4.3) المرفق :-

$$0.875\ m = \frac{3.5}{4} = \frac{DC}{4} = \mathbf{BC}$$

$$1.75m = \frac{3.5}{2} = \frac{DC}{2} = \mathbf{De}$$

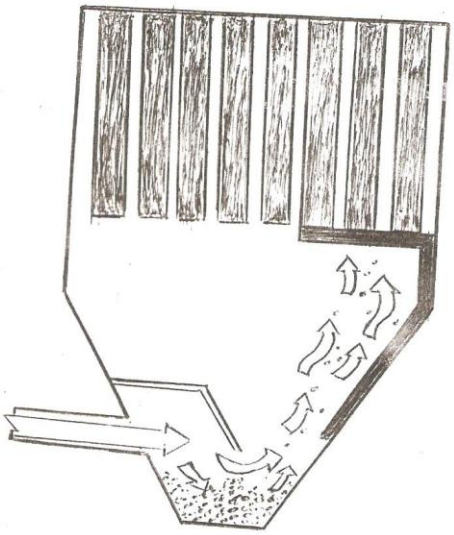
$$1.75\ m = \frac{3.5}{2} = \frac{DC}{2} = \mathbf{HC}$$

$$7m = 2 * 3.5 = 2 * DC = \mathbf{LC}$$

$$0.4375\ m = \frac{3.5}{8} = \frac{DC}{8} = \mathbf{SC}$$

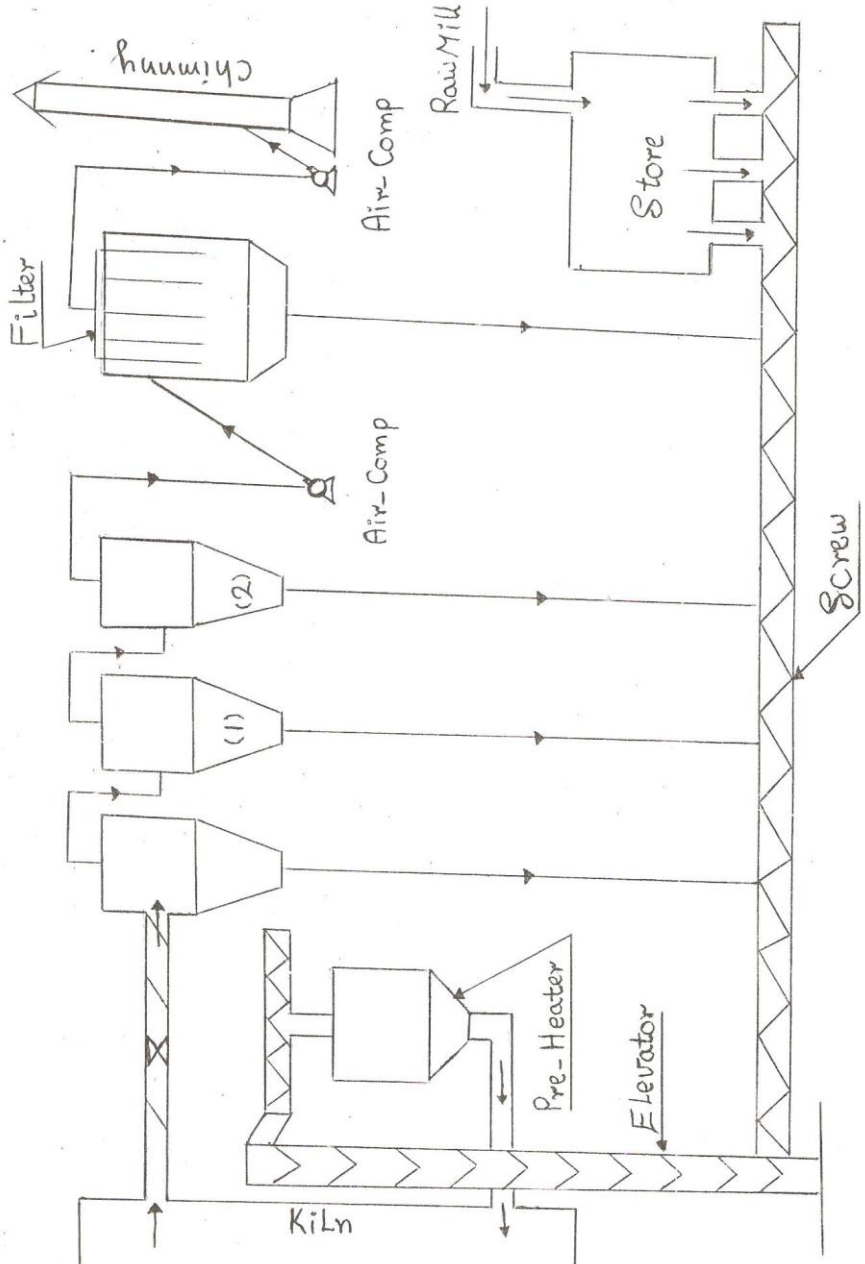
$$7\ m = 2 * 3.5 = 2 * DC = \mathbf{ZC}$$

$$0.875m = \frac{3.5}{4} = \frac{DC}{4} = \mathbf{JC}$$

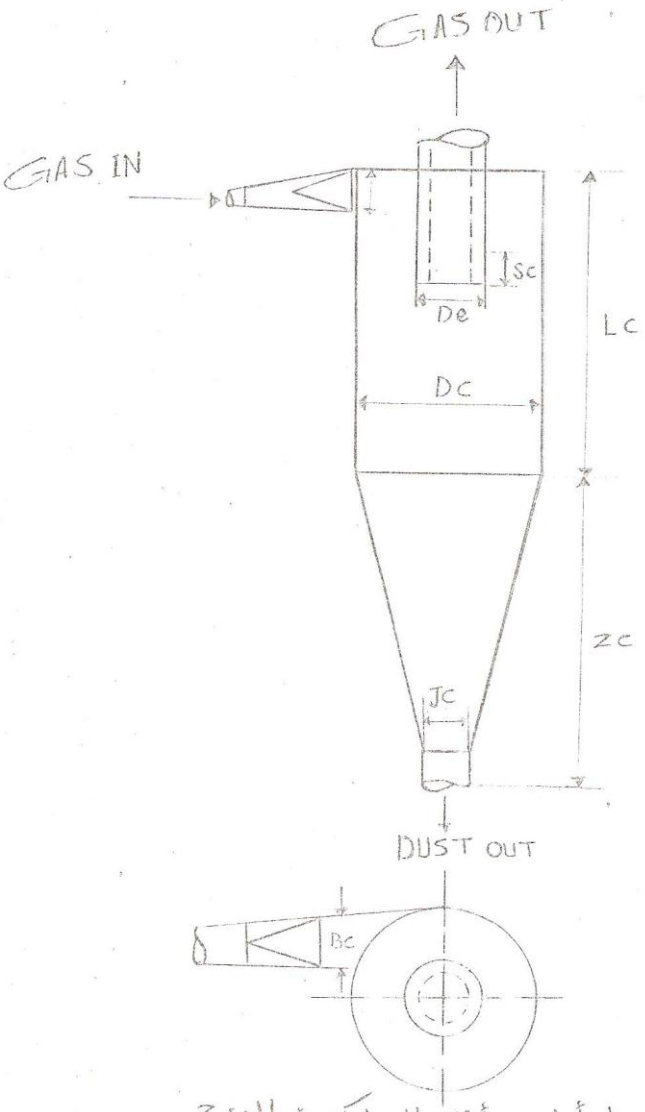


Bag Filter

(4.1) شکل نمبر



شكل رقم (4.2) السايكلونات المقترحة (1،2)



مسقط أمامي و أفقي للسايكلون المقترح
شكل رقم (4-3)

4.2 الحل الثاني (استخدام مبادل حراري) :-

لتصميم مبادل حراري أنبوبي متعاكس السريان يجب توفير البيانات التالية :-

معدل سريان الغاز الحجمي = $50.9\ m^3/s$

درجة حرارة دخول الغاز إلى المبادل الحراري $t_{hi} = 380C^o$

درجة حرارة خروج الغاز من المبادل الحراري $t_{ho} = 180C^o$

سعة الحرارة النوعية للغازات يتم حسابها من جداول الهواء عند درجة حرارة مقدارها ،

$$\frac{180+380}{2} = 280C^o = 1.0115\ kj/kgK$$

بإعتبار كثافة الغاز = $1.2\ kg/m^3$

∴ معدل سريان الغاز الكتلي $\dot{m}_h = 50.9 * 1.2 = 61.1\ kg/s$

درجة حرارة دخول الماء البارد $t_{ci} = 30\ C^o$

اعتبر معدل سريان ماء التبريد هو نصف معدل سريان الغاز ،

∴ $\dot{m}_c = 30.6\ kg/s$

سعة الحرارة النوعية للماء $C_{Pc} = 4.2\ kj/kgK$

بما أن الحرارة المكتسبة بواسطة المائع البارد تكافئ الحرارة المفقودة بواسطة المائع الساخن

$$q = \dot{m}_h C_{P_h}(t_{hi} - t_{ho}) = \dot{m}_c C_{Pc}(t_{co} - t_{ci}) \qquad (4.2.1)$$

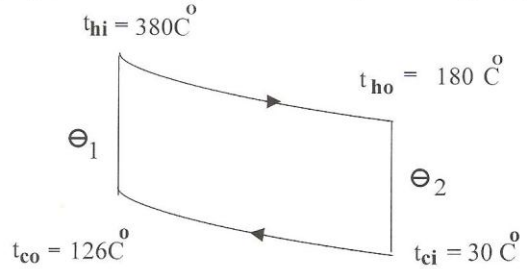
حيث :-

t_{co} = درجة حرارة خروج الماء

$$q = 61.1 * 1.0115 * 10^3 (380 - 180) = 15.3 * 4.2 * 10^3 (t_{co} - 30)$$

$$\therefore t_{co} = 126\ C^o$$

إذا اعتبرنا سريانا متعاكساً (Counter - Flow) حسب الشكل رقم (4.4) أدناه :-



الشكل رقم (4.4)

حيث :-

Θ_1 = فرق درجة الحرارة عند مدخل المبادل الحرارى

Θ_2 = فرق درجة الحرارة عند مخرج المبادل الحراري

ايضاً ، معدل سريان الحرارة ،

$$q = U A_s \Theta_m \quad (4.2.2)$$

حيث :-

Θ_m = متوسط فرق درجة الحرارة اللوغاريثمي .

U = معامل انتقال الحرارة الإجمالي من الغازات إلي الماء

= 1.4 kw / m^2 k = 1400 w / m^2 K

A_s = مساحة سطح المبادل الحراري

$$\Theta_m = LMTD = \frac{\Theta_1 - \Theta_2}{\ln(\Theta_1 / \Theta_2)} \quad (4.2.3)$$

$$\Theta_m = \frac{(380 - 126) - (180 - 30)}{\ln(254 / 150)} = 196.2\ ^{o}C$$

من المعادلة (4.5) ،

$$q = U A_s \Theta_m$$

مساحة سطح المبادل الحراري $A_s = q / U \Theta_m$

$$= \frac{12360530}{1400 * 196.2} = 45 m^2$$

بما أن :-

$$A_S = \pi DL$$

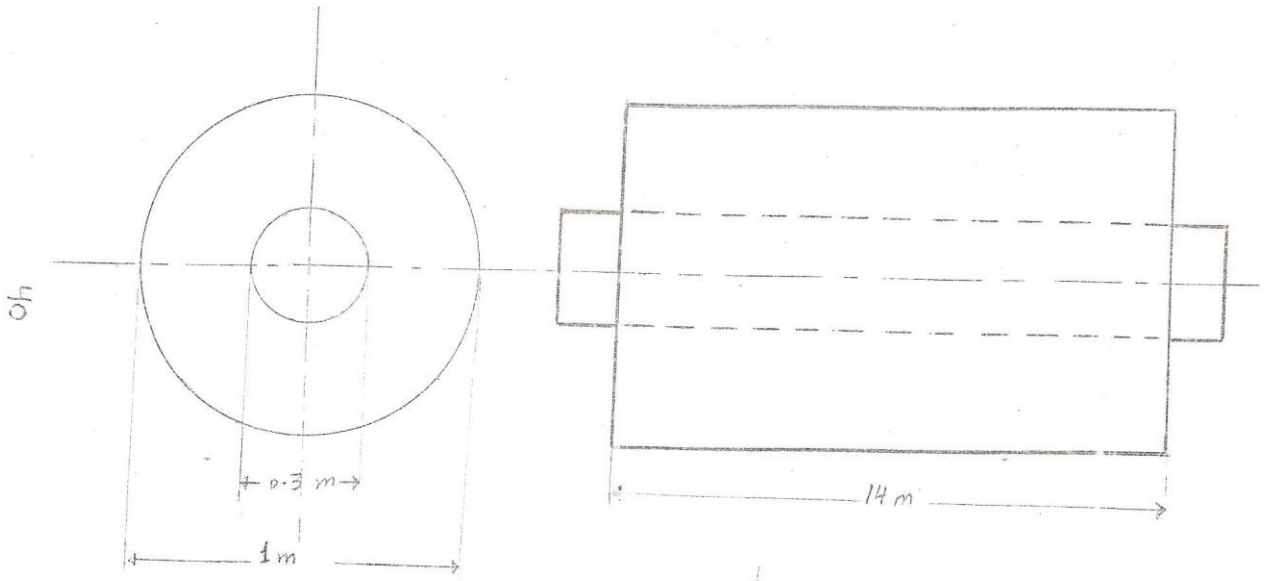
حيث :-

$$D = 1\ m$$

$$45 = \pi * 1 * L$$

$$\therefore L = 14\ m$$

يتم توضيح المسقط الأمامي والجانبي للمبادل الحراري في الشكل (4.5) أدناه :-



المبادل الحراري

شكل رقم (4.5)

الفصل الخامس

5.0 المفاضلة بين الحلول واختيار الحل الأمثل

يتم إستخدام أسلوب الرتب والأوزان (Ranks and Weight) لتقييم أفضلية الحلول المقترحة مع مراعاة جميع العوامل المؤثرة علي الحلول وعادة تكون هنالك عوامل كمية وأخري غير كمية حيث يراعي هذا الأسلوب جمع النوعين من العوامل بإعطائها أوزان تعكس أهميتها للحل المعين وبعد ذلك تقييم الحلول لكل عامل من العوامل علي حده وترتيب الحلول حسب مناسبة العامل .

وبعد ذلك يتم ضرب الوزن في رتبة الحل وإيجاد المجموع لكل حل من الحلول ودائماً ما يفضل الحل ذو المجموع العالي .

5.1 من وجهة نظر التصميم :-

بما أن الحل الأول الذي هو إضافة عنصر سايكلون إلي المنظومة يحتوي علي عدد قليل من الأجزاء والمكونات مقارنة بالحل الثاني الذي يحتوي علي عدد اكبر من الأجزاء مثل نظام المواسير والمضخات وغيرها ، عليه ولما ذكر عاليه سيتم تفضيل الحل الأول .

5.2 من وجهة نظر التصنيع :-

اعتماداً علي وجهة نظر التصنيع وتعقيداته ونتيجة لعدم انتظام مقاطع السايكلون فسيتم تفضيل الحل الثاني في هذه الحالة .

5.3 من وجهة نظر الصيانة :-

اعتمادا علي وجهة نظر الصيانة وبما أن الحل الثاني يشتمل علي عدد من المواسير والمضخات تكون الصيانة فيه اكثر ، ولذلك سيتم تفضيل الحل الأول والذي هو عبارة عن إضافة سايكلون .

5.4 من وجهة نظر التكلفة :-

بناءاً علي ما ذكر في وجهة نظر التصميم من صعوبة الاختيار الدقيق لاقطار السايكلون ستكون تكلفته عالية مقارنة بالحل الثاني ، وعليه سيتم تفضيل الحل الثاني .

في هذا الأسلوب يتم تحديد العوامل مثل التصميم ، التصنيع ، الصيانة والتكلفة ثم اختيار اقل العوامل أهمية وإعطائه وزناً يساوي الواحد الصحيح ولتسهيل عملية الحساب تم إعطاء العوامل الأخرى اوزاناً تعكس أهميتها . هذه الأوزان من مضاعفات الواحد الصحيح فمثلاً التصنيع أعطي ضعف الصيانة ، والتصميم والتكلفة أعطيتا ثلاث أضعاف الصيانة . افضل حل يتوفر فيع العامل أعطى رتبة (4) والتي هي اعلي رتبة وتتناقص الرتب بمعدل واحد لكل حل يلي في الافضليه . مثلاً الحل الأول هو افضل حل وبالتالي أعطى اعلي رتبة في التصميم . تحسب النقاط بضرب الوزن في الرتبة المقابلة له

كما في الجدول (5.1) أدناه :-

الحلول		الحل الأول إضافة سايكلون		الحل الثاني استخدام مبادل حراري	
العامل	وزن العامل	الرتبة	النقاط	الرتبة	النقاط
التصميم	3	4	12	3	9
التصنيع	2	3	6	4	8
الصيانة	1	3	3	2	2
التكلفة	3	3	9	4	12
المجموع			30		31

وبناءاً علي النتائج التي تحصلنا عليها واختيار المجموع الأكبر للنقاط (31) سيتم اختيار الحل الثاني الذي هو عبارة عن إضافة مبادل حراري للمنظومة .

الفصل السادس

(6.0) تحليل البيانات والخاتمة

6.1 تحليل البيانات :-

إن عملية كبح الغبار المنبعث أثناء مراحل إنتاج الأسمنت المختلفة لهي من اصعب العمليات التي تواجه القائمين علي أمر هذه الصناعة حيث أن الغبار الناتج دائماً ما يكون بمعدلات تفوق كل التحوطات التي أخذت فـــي الحسبان لكبحه ذلك لصعوبة التحديد الدقيـــق لكمية الغبار المنبعث وكـــذلك الكفاءة المتدنية لمعظـــم الـــوسائل المستخدمة للكبح بالإضافة إلـــى أن الغبار الناتج دائماً مـــا يكون مكوناً من ذرات ذات أحجام صغيرة ودقيقة بحيث يصعب التقاطه وتجميعه بسهولة .

تحديد الطريقة المثلي والناجعة لكبح الغبار هي أن أي مرحلة من مراحل الإنتاج تعتمد بقدر كبير علي طبيعة وحجم الغبار المنبعث خلال هـــذه المرحلة حيث أنه كلما قل حجم دقائق الغبار المنبعث كـــانت عملية كبحه أكثر تعقيداً وصعـــوبة . بالإضافة إلي مقدار السرعة التي ينساب بها أي حركته (الغبار) وكذلك درجة حرارته وكذلك كثافته وكذلك ضغطه وغيرها من العوامل والخواص التي تحد من مدي وفعالية والوسيلة أو الطريقة التي يمكن أن نستخدمها لكي تتم عملية الكبح المناسبة .

في المرحلة الأولى وهـــي مرحلة قلع الحجر الجيري مـــن المحاجر ومن ثم يتم تكسيره ونقلة إلي موقع المصنع وفـــي هذه المرحلة يكون الغبار المنبعث بأحجام تتراوح مـــا بين (5–20) ميكرون وتكون نسبة الدقائق ذات الأحجام الأقـــل مـــن (10) ميكرون هي (12%) بالإضافة إلـــي انه ذو طبيعة كيميائية مشابهة لطبيعة الحجر الجيري نفسه وهي كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) ، الغبار الناتج في هذه المرحلة يكون بهذا الحجم الصغير وتكون عملية كبحه مـــن اصعب العمليات لذا دائماً ما نجد أن المحاجر تكون في الغالب واقعة فـــي مناطق بعيدة عـــن المناطق السكنية ويجب أن تكون مفتوحةً أي ليست بعمق كبير داخل الأرض .

فإن هذه الأغبره الناتجه في هذه المرحلة تترك لتأخذها الرياح الطبيعية لكن نجد أن هنالك بعض المحاجر تكون ذات أعماق كبيرة داخل الأرض قـــد تصل إلـــى عمق حوالي(60 m) في بعض الأحيان في مثل هذه المحاجر لا يمكن ترك الغبار عالقا في الجو الطبيعي لذا تكون الوسيلة الأنسب والمستخدمة في معظم المحاجر المقفولة هي عملية ضخ كميات كبيرة من الماء علي شكل ذرات وبخار ماء في الجو المحيط بأعلى المحجر مما يؤدي ذلك إلى تعلق ذرات الغبار بذرات الماء فيثقل وزنها وتهبط إلى سطح المحجر . بعد قلع الحجر الجيري تتم عملية تكسيره بكسارات عملاقة تنتج كميات من الغبار .

يتم كبح الغبار في هذه المرحلة بإضافة كميات كبيرة من المياه أثناء إنزال الحجر الجيري إلى الكسارة ثم بعد ذلك ينقل إلى الميناء ومنه بالجرادل إلى المصنع حيث يتم أيضا تكسيره للمـــرة الثانية وهنا ينتج غبار بكميات لا يستهان بها ويتم كبحة بطريقتين الأولـــى يتم فيها فصل الجـــزيئات ذات الحجم الأكبر نسبياً بـــواسطة الحاويات السايكلونيه ثم بعد ذلك يدفع الغبار إلى الفلاتر الكيسية حيث يتم فصل الجزيئات ذات الحجم الأقل .

المرحلة الثانية وهـــي مرحلة طحن المواد الخام وخلطها مع الطينة أو الطفلة ففي هذه المرحلة ينبعث الغبار بأحجام تتراوح ما بين (20-40) ميكرون وتكون هنالك نسبة من الغبار بحجم اقل من (10) ميكرون هذه النسبة تعادل (60%) من الحجم الكلي للغبار بالإضافة إلى أن الغبار يتركب من مكونات الحجر الجيري بالإضافة إلى المواد الطينية والتي يتم خلطها مع الحجر الجيري في خلاطات كبيرة ودواره وهذه الخلاطات تبعث كميات من الغبار ذات سرعات عاليه يتم دفعها أولا إلـــى الحاويات السايكلونية حيث يتم فصل دقائق الغبار ذات الحجم الأكبر ثـــم بعد ذلك ترفع إلى مرسب قماشي لترسيب دقائق الغبار الأقل حجماً ثم بعد ذلك يدفع الخليط إلى طواحين المـــواد الخام والتي تبعث كميات من الغبار بنفس مـــواصفات الغبار المنبعث من الخلاطات لذا تكون انسب وسيلة لكبح الغبار في هذه المـــرحلة هـــي المرسبات الكيسية .

أمـــا في مرحلة حرق المواد داخل الفرن وهي تعتبر المرحلة الأهم والأخطر في صناعة الأسمنت ففي هذه المرحلة بالذات تكون هنالك كميات كبيرة جداً من الغبار وبأحجـــام صغيرة للغاية تصل نسبة الدقائق التي بحجم اقل من (10) ميكرون فيها إلى نسبة تعادل (90%) بالإضافة إلى أن الغبار يكون بدرجات حرارة عالية جداً وسرعات كبيرة ومحمولا بواسطة غازات العادم للفرن كل هذه المواصفات جعلت مـــن عملـــية كبح الغبار في هذه المرحلة من اصعب العمليات واكثرها تعقيداً لذا بالـــرغم مـــن كل الوسائل والطرق المستخدمة لكبح الغبار دائماً ما يكـــون هنالك فاقد يذهب مـــع الغازات الحامله إلى الجـــو المحيط ولا يمكن كبحه .

لكل هذه التعقيدات فان كبح الغبار في هذه المرحلة يتم خلال مرحلتين :-

المرحلة الأولي :-

يتم فيها رفـــع الغـــازات الساخنة عـــن طـــريق الأنبوب العلـــوي إلي الحاويات السايكلونية و التي بدورها تقوم بترسيب حبيبات الغبار ذات الحجم الأكبر من(20) ميكرون ثم بعد ذلك ترفع الغازات إلي الفلاتر الأكثر كفاءة والتي تستطيع ترسيب الدقائق ذات الأحجام الصغيرة .

أما في مرحلة طحن الأسمنت ولان الغبار يتكون من الأسمنت في مرحلته النهائية أي بدرة أسمنت لذا فإن أي فقد في هذه المرحلة يعتبر ضياع لمجهود بذل في كل مـــن العمليات الإنتاجية السابقة ولان دقائق الغبار في هذه المرحلة تكون صغيرة

جداً وتكون نسبة الدقائق التي ذات حجم اقل من (10) ميكرون حوالي (60%) فإن انسب وسيلة يمكن استخدامها في هذه المرحلة هي الفلاتر الكيسية .

المرحلة الأخيرة :-

وهـــي مـــرحلة تعبئة الأسمنت ومناولته ونقلة إلى خارج ارض المصنع ففي هذه المـــرحلة تكون هنالك كميات من الغبار المنبعث مـــن ماكينات التعبئة وأثناء نقل كيس الأسمنت مـــــن منطقة التعبئة إلى مناطق التخزين أو الترحيل وتكون هـــذه الأغبرة هي عبارة عن أسمنت وبأحجام دقيقة جدا تصل نسبة الدقائق التي بأحجام اقل من (10) ميكرون فيها إلى (30%) .

هنالك وسيلة بدائية تستخدم وهـــــي عملية ضخ كميات من بخار الماء في شكل ذرات حول الجو المحيط بمكان ماكينة التعبئة وذلك لاصطياد ذرات الغبار العالقة. ولكن الوسيلة الأمثل والأفضل لهذه المـــرحلة هـــي المرسبات الكيسية وهي أيضا الوسيلة الأنسب والتي يجب استخدامها في كل الأجهزة المتعلقة بمناولة المواد مثل براريم التغذية والسواقي ومواسير التغذية .

ومن الحلول المقترحة :-

1/ عند إضافة السايكلون إلي المنظومة يؤدي التصميم الدقيق للسايكلون إلـــي ترسيب كميات كبيرة من البدرة وذلك بتقليله لسرعة الغازات داخله وخلق سرعة

تدويميه ترسب البدرة عند الأسفل بينما يتصاعد الغاز إلي خارج السايكلون ومنه إلي الفلتر .

2/ ولزيادة كفاءة عمـــل المـــرسبات الكيسية تـــم اقتراح إضافة مبادل حـــراري للمنظومة حتى يتم تبريد الغازات (بدرة + غبار) المسحـــوبة بواسطة المـــروحة الخلفية إلي درجة الحرارة التي يعمل عندهـــا الفلتر بكفاءة عالية (دخول الغازات وهي في درجة حرارة عالية إلي الفلتر يؤدي إلي احتراق الأكياس الموجودة داخله والتي هي غالباً ما تكون مصنوعة من البولستر) .

6.2 الخاتمة :-

بعـد تنامـي الوعي العالمي بالمخاطر التي يسببها تلوث البيئة وبالذات ذلك التلوث الناتج من أدخنة و اغبرة المصانع ولا سيما مصانع الأسمنت .

ذاد الاهـتمام العالمـي وبـالأخص المنظمات والهيئات التي تهتم بصحة البيئة لسن ووضـع التـشريعات والقوانين التي تحد من كميات الغبار المنبعثة عن تلك المراحل حيث انه في أوروبا علي وجه التحديد انخفض معدل الغبار المسموح به للانبعاث إلى ($30\ mg/m^3$) .

مـثل هذه القوانين والتشريعات حتمت علي القائمين علي امر هذه الصناعة " صناعة الأسـمنت " للبحث عن افضل الوسائل التي يمكن استخدامها لكبح الغبار الناتج بحيث يتوافق مع القوانين المتبعة والحدود المسموح بها في المنطقة التي يقع فيها المصنع لذا فان معظم المصانع التي أنشئت حديثا والتي تحت الإنشاء أعطت أهمية كبيرة لعملية كبح الغبار وذلك في المراحل الأولى من عملية إنشاء المصنع أي من مرحلة التفكير فـي إنـشاء المـصنع فانه يؤخذ في الحسبان الوسائل الأفضل والأمثل لكبح الغبار المنبعث من مراحل الإنتاج داخل المصنع ذلك أيضا لان عملية كبح الغبار هي ليست فقـط تمشيا مع القوانين والتشريعات الدولية بل هي أيضا ذات مردود اقتصادي علي المـصنع حـيث انـه كلما ذادت معدلات الغبار المنبعث عن كل مرحلة من مراحل الإنتاج قلت إنتاجية المصنع .

ومـن خلال هذا البحث تم التعريف بشركة أسمنت عطبرة من حيث النشأة والتطور وإسـهامات الـشركة فـي النواحي الاجتماعية والاقتصادية لسكان ولاية نهر النيل ودراسة مسببات الغبار واقتراح حلين لحل مشكلة الغبار والمفاضلة بين الحلين الذين همـا عـبارة عن إضافة سايكلون أو مبادل حراري ومن خلال المفاضلة بين الحلين باسـتخدام اسـلوب الرتب والأوزان تم اختيار الحل الأفضل الذي هو إضافة مبادل حراري للمنظومة .

المراجع

[1] أ . د إبراهيم علي الدرويش – الخرسانة موادها وصناعتها وضبط جودتها وخواصها وترميمها – دار الكتب والوثائق القومية (جمهورية مصر العربية) – 2000م .

[2] شركة أسمنت عطبرة – مذكرة عن صناعة الأسمنت .

[3] موسي علي حسن – التلوث الجوي – دار الفكر (سوريا) – 1990م .

[4] عبد الجواد احمد – تلوث الهواء – الدار العربية للنشر والتوزيع (القاهرة) 1991م .

[5] Cement Engineers Hand Book

ملحق (A) :ـ

بعض المواد المقومة :ـ

	Sand	Boxite	Iron
Sio_2 ثاني أكسيد السيلكا	90.1	18.0	2.0
AL_2O_3 ثاني أكسيد الألمونيوم	3.00	51.0	1.5
Fe_2O_3 ثاني أكسيد الحديد	1.51	12.0	92.0
CaO أكسيد الكالسيوم	2.02	3.0	1.0
MgO أكسيد الماغنيسيوم	4.03	0.5	0.5
L.O.I	1.2	17.0	1.5

التركيب الأفضل للمواد :ـ

	الحجر الجيري	طفلة المحاجر الشرقية	حوض الترسيب نهر النيل	حوض الترسيب نهر عطبرة
كربونات الكالسيوم	92.6	10.8	4.5	6.0
ثاني أكسيد السليكا	4.20	63.90	49.8	55.6
ثاني أكسيد الألمونيوم	1.6	9.62	16.0	13.5
ثاني أكسيد الحديد	0.92	6.87	11.7	9.2
أكسيد الكالسيوم	51.6	6.03	4.96	5.8
أكسيد الماغنيسيوم	0.95	2.61	2.76	2.6
L.O.I	41.30	6.62	8.38	7.8