دراسة الإستفادة من الحرارة الضائعة من فرن معالجة الاسمنت في توليد الطاقة الكهربائية

إعداد الطلاب:

خـالد عـوض أحــمد عــطا

عمر عبد الوهاب عوض الله

مشروع تخريج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف

في الـهندسة الميكانيكية

قسم الـهندسة الميكانيكية

كلية الـهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

يوليو 2018م

دراسة الإستفادة من الحرارة الضائعة من فرن معالجة الاسمنت في توليد الطاقة الكهربائية

إعداد الطلاب:

خـالد عـوض أحــمد عــطا 152507

عمر عبد الوهاب عوض الله 1525011

مشروع تخريج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف

في الـهندسة الميكانيكية

قسم الـهندسة الميكانيكية

كلية الـهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

يوليو 2018م

الآيـة

قال تعالى :

(قَالُواْ سُبْحَانَكَ لاَ عِلْمَ لَنَا إِلاَّ مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ)

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية (32)

الإهــداء

إلى من علمتني معنى الحب والحياة إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبائب

أمي الغالية دوماً

إلى من تجرعت منه كؤوس المودة واللطف والحنان إلى الذي علمني معنى الحياة إلى شمعة عمري والنجمة التي تضيء لي طريقي

أبي الغالي

إلى الزهور التي تفتحت أمامي وغمرتني بعطرها الفواح لا أعرف أهديكم بحثي هذا أم أنتم من زرعتم شجرة المعرفة في نفسي

والآن لكم ثمرة هذه الشجرة

أخوتي وأخواتي الأعزاء

باقة ورد بلون الفرح المتداخل المنساب في خلايا النفس إلى كل قلب يتدفق إحساساً صادقاً وحباً وود ووفاء سيظل عشقكم عالياً دوماً

زميلاتي وزملائي في الدراسة

شكر وعرفان

نشكر الله العلي القدير الذي أنعم علينا بنعمة العقل والدين القائل في محكم التنزيل (وفوق كل ذي علم عليم) صدق الله العظيم

تقديراً واعترافاً منا بالجميل نتقدم بجزيل الشكر إلى

الأستاذ / أسامة محمد المرضي سليمان

الذي لم يألوا جهداً في مساعدتنا في هذا البحث والذي رعاه وجمله بملاحظاته القيمة والمفيدة حتى خرج بهذه الصورة

فهنيئاً لك قول رسول الله صلى الله عليه وسلم: (إن الله وملائكته وأهل السموات والأرض حتى النملة في جحرها وحتى الحوت ليصلون على معلم الناس الخير) رواه الترمزي

فهرس المحتويات

الرقم	المحتوى	رقم الصفحة
	الآية	i
	الإهداء	ii
	الشكر والعرفان	iii
	فهرس المحتويات	iv
	فهرس الأشكال	vi
	الملخص	vii
الفصل الأول : المقدمة		
1.1	الطاقة البديلة	3
1.1.1	الطاقة الشمسية	4
1.1.2	طاقة المد والجذر (الطاقة القمرية)	5
1.1.3	طاقة الرياح	6
1.1.4	الطاقة المولدة من مساقط المياه	6
1.1.5	الطاقة الناتجة عن الحرارة المنبعثة من حرق النفايات	7
1.1.6	الحرارة المولدة من مداخن المصانع	8
الفصل الثاني : حجم الغازات المنبعثة ومقدار حرارتها		
2.1	عمليات إنتاج الاسمنت	10
2.2	مراحل صناعة الاسمنت	10
2.3	طبيعة الغازات المنبعثة من مصانع الاسمنت	12
2.3.1	الغازات الصاعدة من مبرد الكلنكر	12
2.3.2	الغازات المنبعثة من برج التبادل الحراري	14
الفصل الثالث : الأحمال الحرارية واختبار مكونات وحدة إنتاج الطاقة		
3.1	مقدمة	16

3.2	مكونات وحدة القدرة البخارية بصورة عامة	16
3.2.1	الغلاية	17
3.2.2	التوربين	18
3.2.3	المكثف	19
3.2.4	المولد	20
3.2.5	أجهزة القياس والتحكم	20
3.2.6	خزان إمداد الماء	20
3.3	مبدأ التصميم	20
3.4	إختيار النظام الحراري ومعدلات تدفق وحرارة البخار	23
3.4.1	غلاية المبادل الحراري	25
3.4.2	غلاية مبرد الكلنكر	25
3.4.3	التوربين	26
3.4.4	المولد	26
الفصل الرابع : مخطط وحدة الطاقة		
4.1	مخطط وحدة الطاقة	28
الفصل الخامس : الخلاصة		
5	الخلاصة	32
	المراجع	34

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
1.1	محطة الطاقة الشمسية	4
1.2	نموذج مبسط لإنتاج الطاقة الكهربائية من المد والجذر	5
1.3	نموذج مبسط لإنتاج الطاقة الكهربائية من مساقط المياه	7
1.4	نموذج مبسط لإنتاج الطاقة الكهربائية من حرق النفايات	8
2.1	رسم مبسط للفرن ومبرد الكلنكر	13
3.1	مخطط مبسط لوحدة إنتاج الطاقة	17
3.2	مخطط نظام ضغط البخار المنفرد	22
3.3	مخطط نظام ضغط البخار المزدوج	22
3.4	غلاية المبادل الحراري	25
3.5	غلاية مبرد الكلنكر	25
4.1	أماكن وحدة الطاقة	28

الملخص

أصبح الأسمنت ذا أهمية في حياتنا اليومية ، لأنه يعتبر المادة الأساسية في مواد البناء والتعمير . تعتبر ولاية نهر النيل من أكثر الولايات التي توجد بها مصانع الاسمنت حيث ترسل تلك المصانع كميات مقدرة من الطاقة الحرارية للفضاء كطاقة ضائعة غير مستفادة.

جاء هذا البحث ليدرس كمية الحرارة المهدرة والمضرة للبيئة وذلك بالإستفادة من تلك الحرارة في توليد الطاقة الكهربائية بالإضافة إلي تقليل الضرر البيئي. ولإمكانية تصنيف تلك الطاقة والإستفادة منها كطاقة بديلة تم عرض كل أنماط الطاقة البديلة بإعتبارها متاحة للإستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية ، شأنها في ذلك شأن الغازات الصاعدة من الصناعة . ومن ثم يتم الحصول علي كمية وخصائص الحرارة المنبعثة من صناعة الأسمنت والإستفادة منها في توليد البخار ومن ثم يتم إستعمالها كقوى محركة للتوربين البخارى وتوليد الطاقة الكهربائية من مولد كهربائي يتم إلحاقة بالتوربين. يتعتبر توليد البخار من الحرارة الكامنة في غازات الصناعة مسلكا مستخدما وهو مايسمي بالـ (waste heat recovery boiler) وقد إستخدمت الشركات الرائدة في هذا المجال جداول للإستفادة منه ولكل نموذج من نماذج الحرارة الصاعدة من انواع الصناعة المختلفة وهو كذلك يحتاج إلي إستنباط القوانين الرياضية المطلقة لكل عموميات كميات الحرارة وخصائص الحرارة المنبعثة من الصناعة بشكل مطلق.

يشمل الفصل الاول من هذا البحث علي تعريف بالطاقة البديلة وانواعها بينما يحتوي الفصل الثاني علي الغازات المنبعثة من المصنع ومقدار حرارتها يستعرض الفصل الثالث الاحمال الحرارية وإختبار مكونات وحدة إنتاج القدرة ، اما الفصل الرابع فيتم فيه توضيح مخطط وحدة الطاقة بينما يشمل الفصل الخامس علي خلاصة البحث.

الفصل الاول

مقدمة

الفصل الأول

مقدمة

بعد مائة سنة من الآن ستتغير خرائط العالم ، وستتغير مراكز القوى وتغيير السياسات ومن أهم عناصر تشكيل العالم الجديد هو الطاقة البديلة ، فلا يخفي علي أحد أن سياسات الدول حالياً ترتبط إرتباطاً كبيراً بمصادر الطاقة التي تؤثر علي قوة هذه الدول وغنائها او فقرها، وبإنتهاء عصر البترول سيبدأ عصر جديد وحسابات آخري فهل نحن مستعدون لهذا العصر الجديد؟

من يظن أن دول العالم نائمة الان وتنظر نفاد النفط والفحم لتبدأ بالتفكير فهو واهم ، لأن كثير من الدول شجعت ابحاث وكرثت ميزانيات كبيرة لهذا العصر، ولأشك أن سياسات هذه الدول قد تختلف الآن بعد الكارثة النووية في اليابان ، حيث أن الطاقة النووية كانت أقرب الحلول رغم عدم نظافتها والمنطق يقول أن الأبحاث تركز الآن علي الطاقة النظيفة مثل الطاقة الشمسية ، توليد الطاقة من مساقط المياه ، طاقة الرياح ، طاقة المد والجزر، الحرارة المنبعثة من مداخن المصانع والحرارة الناتجة عن حروق النفايات .... الخ.

إكتشف العلماء أن طاقة الشمس الساقطة علي6000 كيلو متر مربع فقط في صحراء شمال أفريقيا يمكن أن توفر طاقة تعادل 9 مليار برميل من البترول وهو إجمالي إنتاج البترول في الشرق الاوسط سنة كاملة والآن ماذا يمكننا أن نفعل للإستعداد لعصر الطاقة البديلة ؟

في هذا البحث سوف نتعرض لدراسة إحدى أنواع الطاقة صنفت كطاقة بديلة وهي إستخدام الحرارة المنبعثة من مداخن المصانع ، وسوف تكون الدراسة علي مصنع أسمنت عطبرة – الخط الرابع.

تنتج كمية من الحرارة من مداخن المصنع وتتركز في المبادل الحراري للفرن ومبرد الكلنكر، تنتج تلك الحرارة نتيجة لحرق المادة الخام داخل الفرن وذلك لتعرضها لكمية هائلة من الحرارة لإتمام عملية

الحرق وإنتاج الكلنكر ، ايضاً هنالك كمية من الحرارة ناتجة عن تبريد الكلنكر قبل الدخول لمرحلة أخرى نتيجة للتبريد بواسطة مراوح ، وسوف نعمل علي الإستفادة من تلك الحرارة .

عادة مايتم إستخدام جزء من تلك الحرارة بإرجاعه إلي طاحونة الخام لتعمل علي تجفيف أولي للمادة الخام .أما بعض المصانع تستخدم الفيرنس يتم إستخدام جزء من تلك الحرارة في التسخين المبدئي للوقود(الفيرنس). كمية الحرارة المستخدمة في الحالتين بسيطة جدا مقارنة بالكمية الكلية المنبعثة .

الغازات المنبعثة من مداخن المصانع والتي يكون مصدرها الوقود – من بترول وفحم وأخشاب ، تتم الإستفادة منها في توليد الطاقة والتي يمكن من خفض إستعمال الوقود التقليدي أنف الذكر، ويخفض من نسبة الكربون الذي أثر علي المناخ بصورة أثرت علي كل بقاع العالم من إرتفاع درجة حرارة كوكب الأرض.

تقليل الكربون (CO_2) المنبعث من احتراق الوقود تبنته الدول العظمي بإنشاء ما يسمي (clean development mechanism (CDM) (آلية التنمية النظيفة) والتي رصدت مبالغ تبلغ ما يعادل 8 يورو للمنظمة التي تنشئ مشروعا يخفض نسبة الكربون بمعدل الطن الواحد.

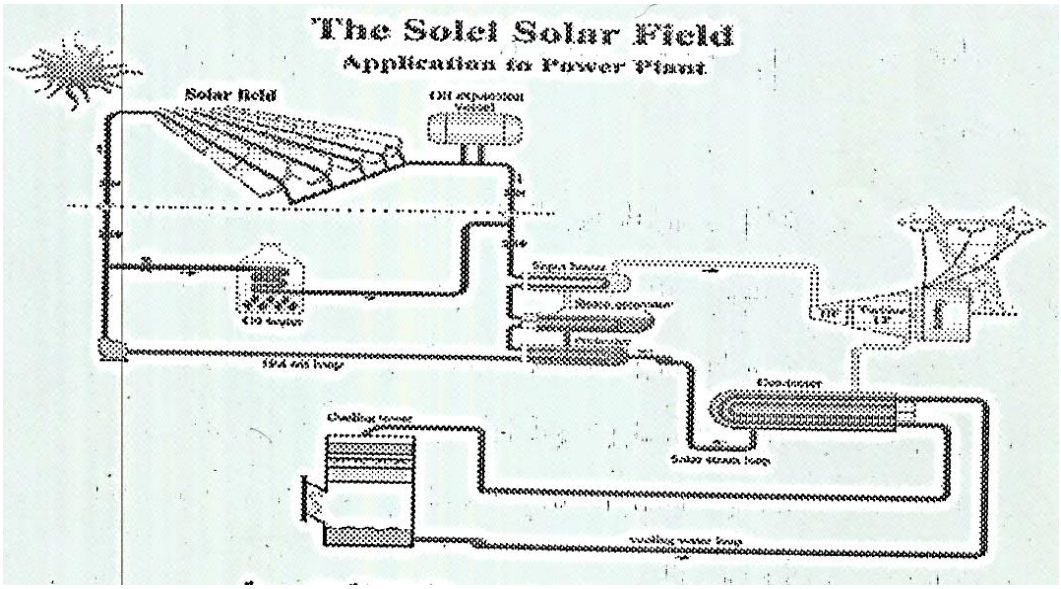
لذا كانت مشروعات (waste heat recovery -WHR) (الإستفادة من الغازات الصاعدة من مداخن المصانع) من المشروعات الهامة التي بدا العالم في تطبيقها توقعا للفائدة المرجوة منها في إنتاج الطاقة النظيفة والتي تساعد علي التقليل من إستعمال الوقود التقليدي وبالتالي خفض نسبة الكربون إصلاحا لبيئة الأرض التي من شأنها توفير المناخ الأفضل للإنسان والحيوان والنبات.

1.1 **الطاقة البديلة:**

في هذا الفصل سوف نستعرض أنواع الطاقة البديلة (المتجددة) التي يمكن الإستفادة منها بإنتاج طاقة بكميات أكبر من المنتجة حالياً من أنواع الطاقة الاخري. وتعتبر من أنواع الطاقة النظيفة (صديقة البيئة) أو تلك التي تعمل علي خفض تلوث البيئة متجددة ومتوفرة ولها عدة أنواع نذكرها:

1.1.1 الطاقة الشمسية:

هي الضوء المنبعث ، والحرارة الناتجة عن الشمس والتي قام الإنسان بتسخيرها لمصلحته منذ العصور القديمة بإستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور بإستمرار . لم يتم إستخدام سوء جزء بسيط من الطاقة المتوفرة في حياتنا ، يتم توليد طاقة كهربائية بواسطة محركات كهربائية أو محولات فولتوضوئية. يستقل كوكب الأرض 174 بيتاواط من الإشعاعات الشمسية القادمة إليه (الإشعاع الشمسي) بينما ينعكس 30% من هذه الإشعاعات عائداً للفضاء ويمتص الباقي بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية كما يمكن تحويل ضوء الشمس المباشر إلي كهرباء عن طريق إستخدام محولات فولتو ضوئية والتي تستخدم بشكل أساسي بإمداد الأجهزة الصغيرة والمتوسطة بالكهرباء بدءاً من الآلة الحاسبة التي يتم تشغيلها بواسطة خليه شمسية إلي المنازل التي لاتحتوى علي شبكة كهرباء ليتم إمدادها بالكهرباء بواسطة مجموعة من الخلايا الفولتو ضوئية .تعتبر الطاقة الشمسية من أنظف أنواع الطاقة البديلة وتولد طاقة كهربائية عالية يمكن الإستفادة منها بنسبة كبيرة.



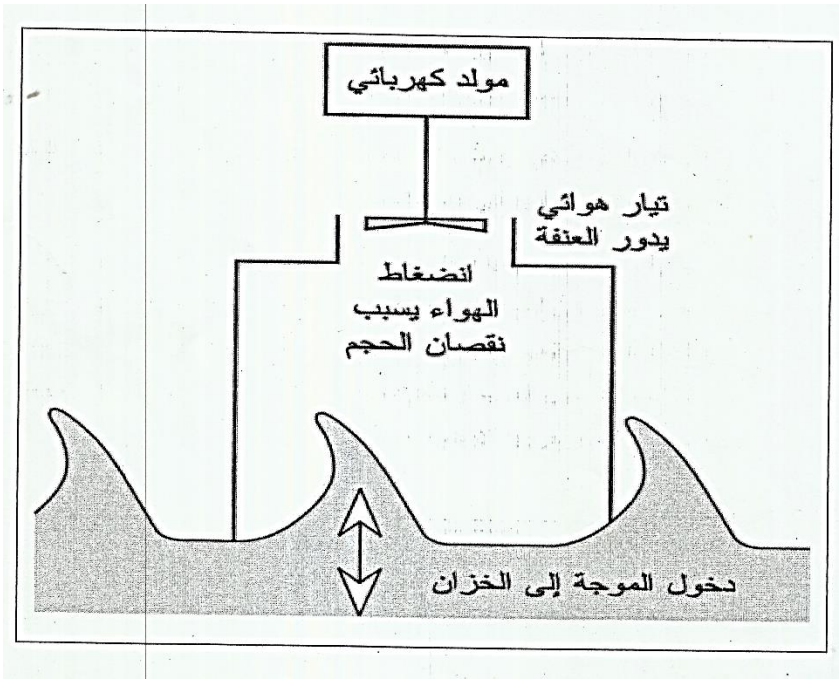
الشكل (1.1) محطة الطاقة الشمسية

1.1.2 طاقة المد والجزر (الطاقة القمرية):

هي نوع من أنواع طاقة الحركة التي تكون مخزونة في التيارات الناتجة عن المد والجزر الناتجة بطبيعة الحال عن جاذبية القمر والشمس ودوران الأرض حول محورها وتصنف علي أنها طاقة متجددة.

بدأت الكثير من الدول الساحلية الإستفادة من هذه الطاقة الحركية لتوليد طاقة كهربائية ،للتقليل من التلوث الناتج من المحطات الحرارية التي تعمل بالفحم أو البترول .

من أهم إيجابيات هذه الطاقة كونها متجددة فهي من مصادر الطاقة التي لا تفني، وتعتبر طاقة نظيفة غير مضرة بالبيئة والتي لا تسبب تلوث في كل مراحلها ومتوفرة بكميات كبيرة جدا في أغلب البلدان قليلة التكلفة في إنتاجها بعد التكلفة الإبتدائية والطاقة المستخرجة ذات مردود عالي، بالرغم من تلك المميزات نجد بعض العيوب أو السلبيات ومن أهمها إرتفاع التكلفة الإبتدائية (الإنشائية) وهي تكلفة إقامة محطات الطاقة الحرارية الأرضية.



الشكل (1.2) نموذج مبسط لإنتاج الطاقة الكهربائية من المد والجذر

1.1.3 طاقة الرياح:

تعرف بأنها عملية تحويل طاقة الرياح إلي شكل من أشكال الطاقة سهلة الإستخدام، غالباً كهربائية بإستخدام مروحيات (توربينات هوائية). يتم تحويل حركة الرياح التي تدير التوربينات عن طريق تحويل دوران هذه الأخيرة إلي كهرباء بواسطة مولدات كهربائية.

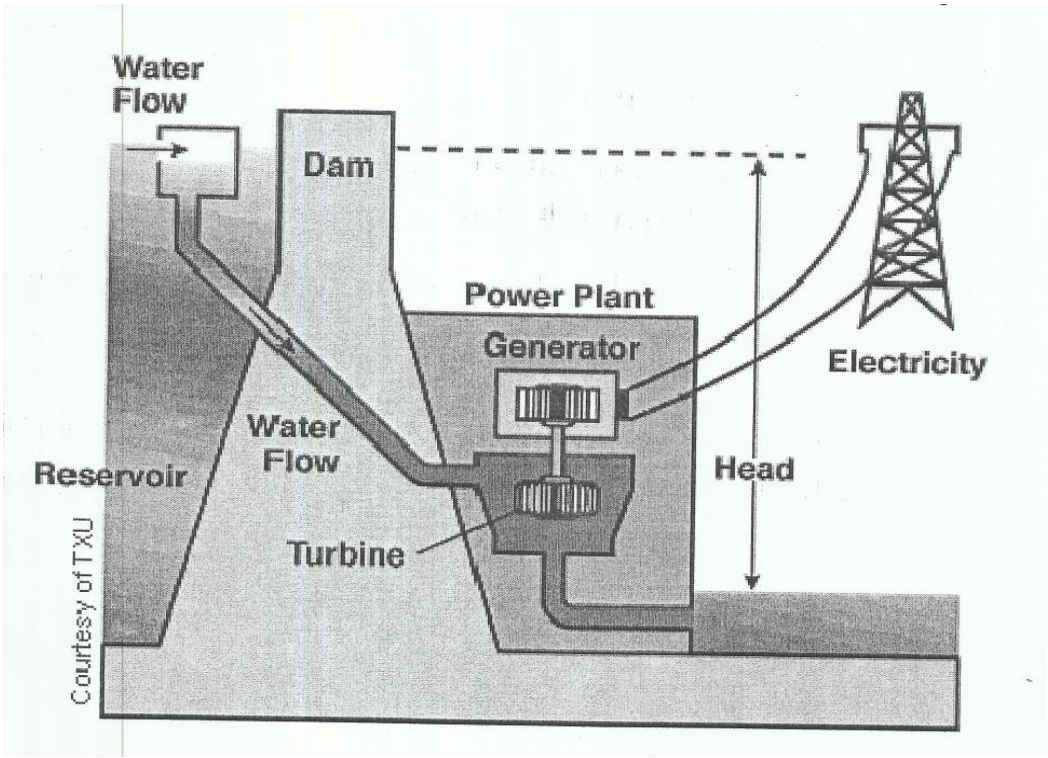
نجد أن لهذه الطاقة مجموعة من المميزات في أنها تعتبر مصدر مثالي للطاقة . ولا تخلف اي غازات ضاره أو نفايات خطيره وحركة الرياح الديناميكية المستمرة تمكننا من تحويلها إلي طاقة توربينية دورانية منتظمة وبإستخدام مولدات كهربائية تتحول إلي طاقة كهربائية.

1.1.4 الطاقة المولدة من مساقط المياه:

تعتبر مصادر المياه مصدر جيد لتوليد الطاقة الكهربائية ويمكن التوليد من وجود الماء في أماكن مرتفعة كالبحيرات ومجاري الأنهار ويتم ذلك بالإنحدار أو تساقط المياه بسرعة.

إذا كان مجرى النهر منحدراً " كبيراً" فيمكن عمل تحويره النهر في إتجاه أحد الوديان المجاورة وعمل شلال إصطناعي أما إذا كان الإنحدار حقيقاً فيلزم عمل سدود في الأماكن المناسبة من مجرى النهر لتخزين المياه تنشأ محطات التوليد بالقرب من هذه السدود كما هو الحال في مجري نهر النيل.

الشلالات الطبيعة تستخدم مباشرة في توليد الكهرباء. نظرية التوليد تتم بناءاً علي تحويل الطاقة الكامنة في المياه إلي طاقة حركة وتسلط علي ريش توربينة والتي بدروها تحرك محور التوربين ومنها إلي المولد.

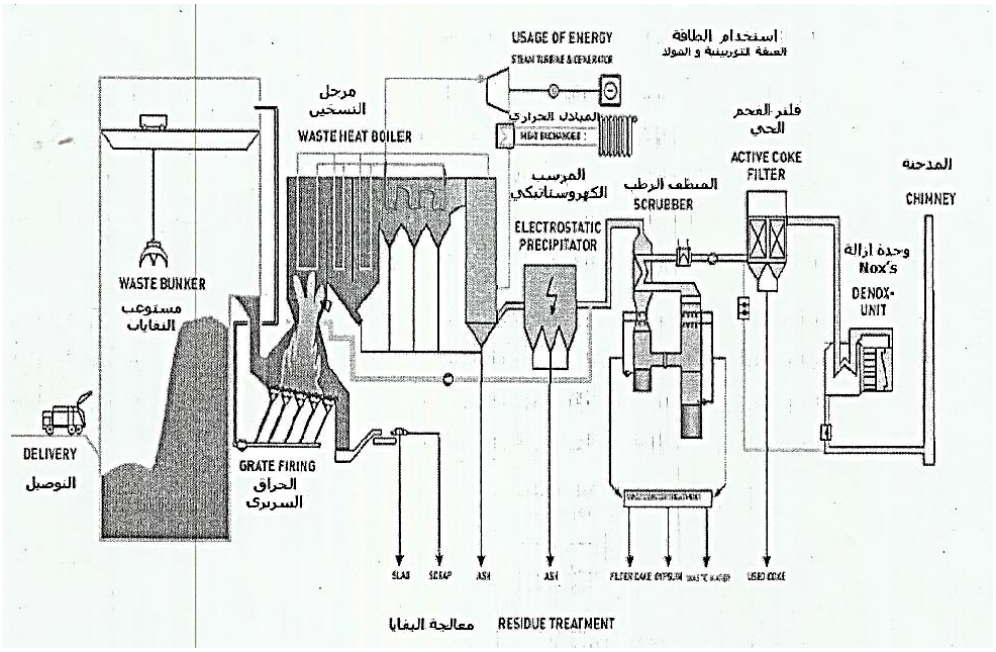


الشكل (1.3) نموذج مبسط لإنتاج الطاقة الكهربائية من مساقط المياه

1.1.5 الطاقة الناتجة عن الحرارة المنبعثة من حرق النفايات:

نتيجة للقلق المتزايد من مسألة معالجة النفايات الصلبة والبحث عن مصادر طاقة جديدة أصبحت اليوم مسألة إنتاج طاقة من النفايات أكثر بروزا في مجال معالجة النفايات. أقدم الطرق وأكثرها إنتشارا من طرق معالجة النفايات هي حرق النفايات والحصول علي الحرارة الناتجة .هذه العملية تخفف من كمية النفايات الصلبة التي لابد م معالجتها. علما بأن الحرق يواجه نقدا بخصوص التلوث الذي يخلفه خصوصا التلوث الناتج عن غازات العادم وهي النواتج العرضية لعملية الحرق.

يعتبر توليد الطاقة الكهربائية من حرق النفايات وسيلة متطورة وإقتصادية. وهي تتم في معامل مخصصة يتم فيها فصل المواد الغير قابلة للحرق مثل المعادن والزجاج ثم توجه المواد العضوية المتبقية إلي منظومات إنتاج الوقود وتعتبر هذه أكثر سهولة من عمليات الفصل الميكانيكي المعقدة التي يتم فيها إستخدام الرماد كمادة تحرق مع الفحم لأغراض توليد الطاقة.



الشكل (1.4) نموذج مبسط لإنتاج الطاقة الكهربائية من حرق النفايات

1.1.6 الحرارة المولدة من مداخن المصانع:

من المشاكل الكبيرة في مجال الطاقة التي ارهقت الباحثين. مشكلة الطاقة المهدرة أو المفقودة. في جميع أنحاء العالم وهنالك أكثر من 60% من الطاقة المفقودة في شكل حرارة مهدرة والمنتجة من مداخن المصانع والآلات والسيارات.

تعتمد معظم المصانع علي مولدات داخلية لإنتاج الطاقة الكهربائية. وهذه المولدات عادة ما تبعث كمية من الحرارة من المداخن. كما ان معظم المصانع تعتمد علي إستخدام الحرارة في عمليات الحرق أو التسخين والتي بدورها تبعث كمية من الحرارة عبر مداخنها ، يتم الإستفادة من تلك الحرارة في توليد طاقة كهربائية إضافية بإستخدام الغلايات والتوربينات . كما يمكن الإستفادة منها في أغراض التدفئة.

الفصل الثاني

حجم الغازات المنبعثة ومقدار حرارتها

الفصل الثاني

حجم الغازات المنبعثة ومقدار حرارتها

2.1 عمليات إنتاج الاسمنت:

تعتبر صناعة الأسمنت من الصناعات الإستراتيجية ، لأنها ترتبط مباشرة بإعمال البناء والتعمير ويستخدم الأسمنت كمادة رابطة هيدروليكية من مكونات المونة أو الخرسانة وهي مع ذلك صناعة ثقيلة مقارنة بالصناعات الكبرى وتعتمد علي توفر المواد الخام اللازمة لذلك.

الخليط الأساسي لصناعة الأسمنت عموما يتكون غالباً من الطمي (الطفل .... clay) والحجر الجيري(limestone) الذي يسخن في درجة حرارة كافية لإحداث التفاعل بينهما لإنتاج الكلنكر .أيضاً من المواد الأولية في صناعة الأسمنت (الجبص) ويضاف في المرحلة النهائية مع طحن الكلنكر، كما أن هنالك طريقتان لصناعة الأسمنت الجافة والرطبة.

2.2 مراحل صناعة الاسمنت:

- **المرحلة الأولي: المحاجر (Quarry):**

يتم إستخراج الخامات من المحاجر وذلك للحصول علي خام الحجر الجيري. ويتم إستخراجه بطريقة التفجير. وذلك بإجراء عمليات التثقيب في واجهة محجر الحجر الجيري وإستخدام المتفجرات لنسف واجهة المحجر للحصول علي كتل من الحجر الجيري تتراوح أبعادها بين mm(1400−300).

- **المرحلة الثانية: الكسارات (Crushers):**

يتم فيها تكسير كتل الحجر الجيري إلي أحجام صغيرة لكي تكون سهلة الطحن في طاحونة الخام. تتكون الكسارة عادة من مجموعة شواكيش شديدة الصلابة. يتم نقل الحجر الجيري منها بواسطة ناقل إلي مخازن الحجر المجروش توطئة لنقله وبمقدار محدد إلي طواحين الخام.

- **المرحلة الثالثة: الطواحين (Raw mills):**

يتم تحضير الخلطه (حجر جيري وطين) بنسب محدده عن طريق موازين مخصصة لكل مادة إلي طاحونة الخام. ويتم التحكم في درجة النعومة عن طريق فرازة ملحقة بطاحونة الخام للحصول علي النعومة المطلوبة.

- **المرحلة الرابعة: الأفران (Rotary kilns):**

الفرن الدوارة عبارة عن فرن إسطواني طويل مبطن من الداخل بطوب حراري ويدور ببطء حول محور يميل قليلاً علي المستوي الأفقي، يسمح هذا الميل بدفع الخليط المحترق إلي الأمام. ويكون في مؤخرة الفرن شعلة الإحتراق التي تولد درجة حرارة عالية جداً كافية لحرق الخليط ، وتصل درجة حرارة الفرن إلي $1420C^{O}$.

وتتولد عن الطرف الأمامي (المخرج) من الفرن غازات إحتراق عالية الحرارة تتدفق إلي الجزء الأعلي (المدخل) من الفرن في تيار معاكس لحركة محتويات الفرن المندفعة إلي أسفل .تخرج الغازات عالية الحرارة مسحوبة بواسطة مراوح إلي جزء أعلي يسمي المبادل الحراري (Preheated) والذي يستخدم الحرارة المسحوبة من الفرن في تجفيف أو إزالة الرطوبة من الخليط المستقبل من طاحونةالخام وترفع من درجة حرارته. بعض تلك الحرارة ذات كمية كبيرة تخرج إلي الهواء الجوى ولايتم الإستفادة منها، ونحن بصدد إستخدام هذه الحرارة للإستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية.

تلي تلك المرحلة (مرحلة الحرق في الفرن) مرحلة تبريد الكلنكر (ناتج حرق البدرة) الذي يخرج بدرجات حرارة عالية في شكل كتل ملتهبة (شديدة الإحمرار)، يتم دفع الكلنكر بواسطة الحركة الدائرية وميلان الفرن إلي المبرد بحيث يتم تبريد الكلنكر بواسطة مراوح (مبرد هوائي) من درجة حرارة $1400C^{O}$ إلي ما بين $(200-600)C^{O}$.

الحرارة الناتجة عن الكلنكر نتيجة التبريد تخرج بواسطة فوهة في نهاية المبرد إلي الهواء الجوى دون الإستفادة منها أيضاً . والتي سوف نستخدمها مع الحرارة الناتجة من المبادل الحرارى لنفس الغرض.

هذه الحرارة مبدئيا ستستخدمها في غلايات لتسخين المياه وإنتاج البخار، وإستخدام البخار الناتج في توليد الطاقة الكهربائية بواسطة توربين بخارى ومولد كهربائي.

- **المرحلة الخامسة: الطحن النهائي:**

يتم طحن الكلنكرمع الجبس المعد من كساره الجبس بنسب محدوده، يتم الطحن داخل طاحونة الأسمنت ويتم التحكم في جودة الأسمنت من خلال درجة النعومة . يتم تركيب فلاتر(مرشحات) في مخارج الطواحين للتخلص من غبار الأسمنت والتحكم في درجة النعومة ومن ثم يعبأ في أكياس من الورق أو البلاستيك.

2.3 طبيعة الغازات المنبعثة من مصانع الأسمنت:

طبقا للمعلومات المتاحة من مصنع أسمنت عطبرة تقدر الإنتاجية بمعدل5300TBD من الكلنكر. سوف يتم في هذا الفصل توضيح كميات ودرجات حرارة الغازات المنبعثة من مبرد الكلنكر وبرج التبادل الحراري وذلك حسب أجهزة القياس المركبة علي مدخل ومخرج الفرن.

تسحب هذه الغازات الساخنة دون التاثير علي عملية الإنتاج، اي لاتؤثر علي كمية الهواء الثانوي الساخن الذي يساعد علي الإحتراق في الموقد الرئيسي للفرن وموقد المكلس الأولي.

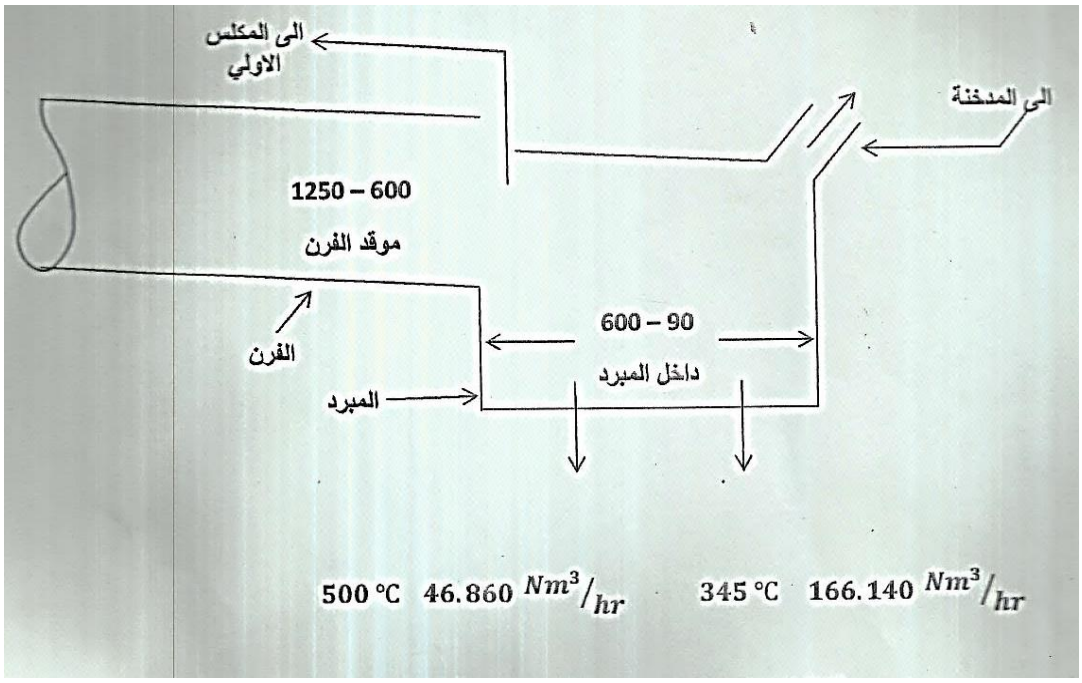
إستخدام هذه الغازات الساخنة يعمل علي حفظ الحرارة المهدرة ، ويقلل من التلوث الحرارى ، كما يقلل من تكلفة الإنتاج الكلية بإستعادة الطاقة وإستخدامها.

2.3.1 الغازات الصاعدة من مبرد الكلنكر:

من المعلومات المتاحة من مصنع أسمنت عطبرة – الخط الرابع يكون توزيع الحرارة داخل المبرد كالآتي:

- عند سقوط الكلنكر علي المبرد تكون درجة حرارة الغازات الساخنة في حدود^{o}C(1250–600).

- هذا الهواء يتم توزيعه بين الهواء الثانوي للحرق داخل الفرن، والمكلس الأولي في مدخل الفرن بواسطة أنبوب يمتد من المبرد إلي المكلس الأولي ، والمتبقي من الغازات الساخنة تتراوح درجة حرارتها بين C^{O}(600-09) عند مخرج الكلنكر. ويأخذ المتوسط بين درجتي حرارة عند بداية المبرد (لحظة سقوط الكلنكر) ونهاية المبرد(مخرج الكلنكر) نتيجة للإختلاط تكون درجة الحرارة بين C^{O}(330-250) علي طول المبرد ليخرج من مدخنه المبرد وهذا حسب ما تسجله أجهزة رصد الحرارة في مخرج المبرد.
- للإستفادة من الحرارة الخارجة من المدخنة C^{O}(600-90) يتم عمل مخرجين لأخذ الهواء الساخن للغلاية ، أحدهما عند موقع الحرارة العالية (عند سقوط الكلنكر في بداية الفرن) والآخر عند درجة الحرارة المتوسطة . والرسم التالي يوضح ذلك.



الشكل (2.1) رسم مبسط للفرن ومبرد الكلنكر

- إجمالا الغازات المنبعثة من مبرد الكلنكر تعادل:

معدل الغازات أو كمية الغازات GAS FLOW=21300$^{NM^3}/_{HR}$

درجة حرارة الغاز GAS TEMPERTURE= 380 C^O

وذلك حسب قراءة الأجهزة لقياس تدفق الهواء والحرارة الكامنة فيه والمركبة علي تلك المواقع من المبرد.

- هذه الحرارة والكمية أعلاه للهواء الساخن يمكن إستخدامها في غلاية لإنتاج البخار.

2.3.2 الغازات المنبعثة من برج التبادل الحرارى (PREHEATER):

الغازات الخارجة من الفرن تمر ببرج التبادل الحرارى ويتم الإستفادة من جزء منهاوتتصاعد الكمية المتبقية إلي الهواء الجوى وهي عبارة عن طاقة مهدرة أيضاً .

تصاعد تلك الغازات الساخنة عبر برج التبادل يقابلها مرور المواد الخام عبر السيكلونات لتغذى الفرن ،جزء من تلك الحرارة يستفاد منها إزالة رطوبة المواد الخام (تسخين) وطرد غاز CO_2 فيما يعرف بعملية الكلسنه (calcination).

أيضاً من المعلومات المتاحة من المصنع لكميات الهواء الساخن عبر مدخنة المبادل الحرارى ودرجة حراراته كما هي منعكسه علي أجهزة الرصد كمايلي:

كمية الغاز GAS FLOW=315800$^{NM^3}/_{H}$

درجة حرارة الغاز GAS TEMPERTURE= 290 C^O

❖ هذه الكمية يمكن إدخالها في غلاية لإنتاج البخار.

الفصل الثالث

الأحمال الحرارية وإختبار مكونات وحدة إنتاج الطاقة

الأحمال الحرارية وإختبار مكونات وحدة إنتاج الطاقة

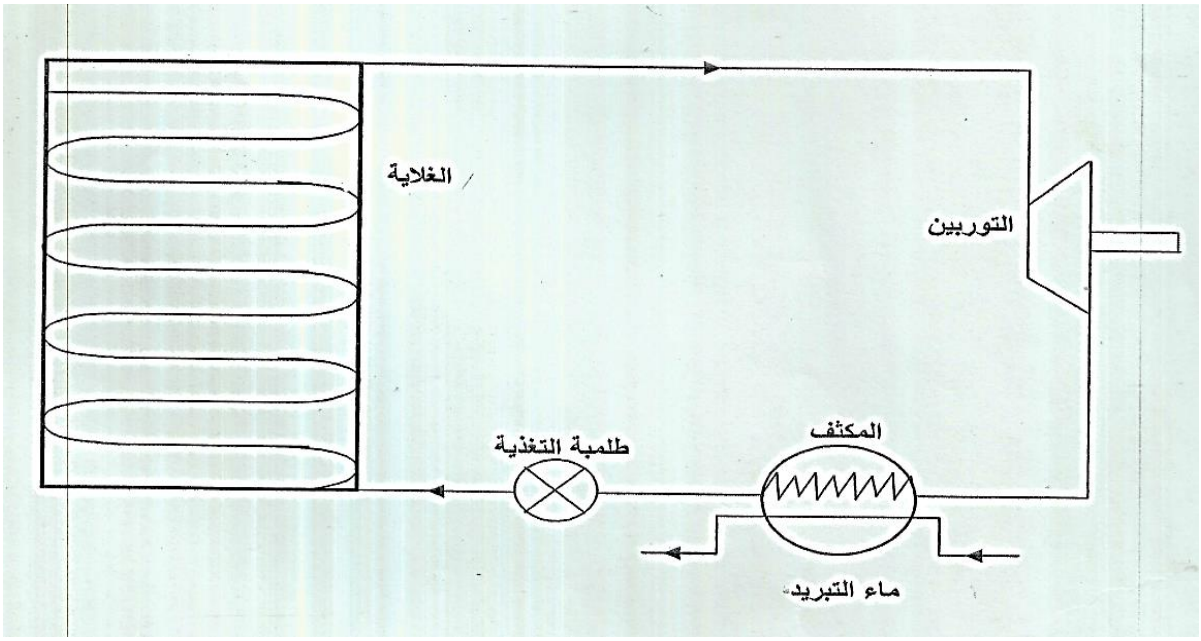
3.1 مقدمة:

يعتبر بخار الماء (Steam) من أقدم وسائل نقل الطاقة الحرارية. حيث أنه ناقل مثالي للحرارة ويمتاز بسهولة التحكم في محتواه الحرارى لكل وحدة حجمية بالإضافة إلي إمكانية نقله في أنابيب بسهولة. كما يمكن التحكم في خواصه ومعاملته معاملة الغازات وذلك بالتحكم في درجة الحرارة والضغط ويستخدم بخار الماء في التسخين وإنتاج قدرة لشتى الأغراض الميكانيكية.

هذا البحث بصدد إختبار (Selection) وحده بخارية من المتوقع تنفيذها علي مصنع أسمنت عطبرة – الخط الرابع – مستقبلا بالإستفادة من الغازات والأبخرة الساخنة المتصاعدة من المبادل الحرارى ومبرد الكلنكر بالمصنع لإنتاج طاقة كهربائية والإستفادة منها.

3.2 مكونات وحدة القدرة البخارية بصورة عامة:

i. الغلاية (boiler)
ii. التوربين (turbine)
iii. المكثف (condenser)
iv. خزان الماء (tank)



الشكل (3.1) مخطط مبسط لوحدة إنتاج الطاقة

3.2.1 الغلاية:

يعتبر الغلاية الوحده الأساسية لتوليد إمداد البخار . حيث يتم التبادل الحرارى بين الغازات الساخنة الناتجة من المصدر الحرارى والماء لإنتاج البخار.

توجد عدة أنواع من الغلايات هي:

3.2.1.1 غلايات أنابيب اللهب:

وفي هذا النوع يتم توليد البخار ن طريق التبادل الحرارى بين الماء والغازات الساخنة الناتجة من إحتراق الوقود تمر هذه الغازات عبر أنابيب متصلة بفرن الغلاية ومحاطة بالماء ومغمورة فيه تنصرف الغازات الساخنة بعد الإستفادة من طاقتها الحرارية م مؤخرة الغلاية ومنها إلي المدخنة توجد عدة أنواع غلايات أنابيب اللهب (راسية – أفقية بحريه).

3.2.1.2 غلايات أنابيب المياه:

في غلايات أنابيب المياه داخل الأنابيب والغازات الساخنة تمر خارج الأنابيب . حيث تنتقل الحرارة من الغازات الساخنة خلال جدار الأنابيب إلي الماء. لترتفع درجة حرارته ويتحول إلي بخار. يشمل

هذا النوع من الغلايات علي عدد كبير من الأنابيب الصغيرة نسبياً للحصول علي سطح تسخين كبير والإستفادة القصوى من الطاقة الحرارية للوقود.

يوجدنوع من غلايات أنابيب المياه يستخدم الحرارة الثانوية (الغير مستفاد منها) مثل الحرارة الناتجة من افران الحرق كما في مصانع الأسمنت ومصانع الصلب وغازات العادم في التوربينات الغازية تعرف بغلايات الحرارة المهدرة . والميزة الأساسية لهذا النوع من الغلايات الإستفادة من الملوثات (العوادم) وذلك بتقليلها والإستفادة من الحرارة الكامنة فيها لإنتاج البخار بدون قيمة تذكر.

3.2.2 التوربين:

هو الوحدة الأساسية المناط بها تحويل الطاقة الحرارية إلي طاقة ميكانيكية. حيث يتمدد البخار عبر النفث ليخرج بسرعة عالية تقوم بإدارة دوار لإنتاج شغل ميكانيكي يتكون الداور من ريش مثبتة علي عجلة متصلة بعمود لنقل الحركة. حيث يوجه النفث إتجاه الريش وعندما يغادر البخار النفث يقل ضغطه وتقل درجة حرارته. بعد أن يصطدم البخار بالريش تقل سرعته لتتحول إلي طاقة ميكانيكية في عمود الدوار يمكن زيادة الطاقة بزيادة إنسياب البخار.

المكونات الأساسية للتوربين:

- الدوار
- النفث
- مصدر البخار

- تصنف التوربينات البخارية إلي نوعين هما:

3.2.2.1 توربينات منفردة:

تشمل علي عجلة دوار واحده يدخل البخار إلي التوربين ويتمدد ويقل ضغطه في مرحلة واحده.

3.2.2.2 توربينات متعدده المراحل:

يمدد البخار التوربينات متعدده المراحل بأكثر من مرحله وتتعدد فيها عجلات الريش وتكون هذه العجلات في حاويه واحده ومثبته في عمود واحد. الميزه الأساسية في إستخدام التوربينات متعدده المراحل في أنها تؤمن في كل مرحلة سرعات دخول البخار التي تسمح بالوصول إلي أعلي مردود حرارى. بالإضافة لإمتياز بأنه يمكن سحب البخار للتدفئة وإعادة تسخين مياه التغذية ممايرفع القيمة الإقتصادية الحراريه لوحده التوربين البخارية بأكملها.

وتشمل هذه التوربينات تكثيفية وآخري غير تكثيفية توربينات عدم التكاثف هي الأكثر إستخداما لتطبيقات عملية البخار وهي شائعة في مصافي التكرير. وحدات تدفئة المناطق . ومصانع الورق ومرافق تحليه مياه البحر حيث كميات كبيرة من عملية ضغط البخار تكون متاحة. أما التوربينات التكثيفية هي الأكثر شيوعا في محطات توليد الطاقة الكهربائية وهذا التوربين يستفيد بخار العادم في حالة مكثفه جزئيا عند ضغط أقل بكثير من الغلاف الجوي إلي مكثف.

3.2.3 المكثف:

يستخدم المكثف لخفض ضغط البخار أدني مايمكن (أقل بكثير من الضغط الجوى) وذلك للحصول علي أعلي مردود حرارى وهو عبارة عن مبادر حرارى يتم توصيله مع وصلة المخرج من التوربين حيث يساق البخار الخارج من التوربين بعد إنجاز عمله من المكثف يتحول إلي ماء عند تلامسه مع جدران أنابيب ماء التبريد.

تصنف المكثفات إلي ثلاثة أنواع:

- مكثف الحقن
- المبخر
- المكثف السطحي

3.2.4 المولد:

هو عبارة عن جهاز ميكانيكي يحول الطاقة الحركية الناتجة من عمود التوربين إلي طاقة كهربائية بوجود مجال مغناطيسي . ويعمل المولد الكهربائي علي مبدأ الحث الكهرومغناطيسي والذي الأساس في توليد التيار الحثي.

3.2.5 أجهزة القياس والتحكم:

تكمن أهميه وجود أجهزة القياس والتحكم لقياس تغيرات خواص البخار والماء أثناء عملية التشغيل في حماية المحطة من المخاطر الناتجة من إرتفاع درجات الحرارة والضغط. ويتم التحكم في الضغط بإستخدام صمام أمان يعمل علي تنفيث البخار للحصول علي القيمة المطلوبة للضغط . كما أنه يستخدم صمام ماء ويتم إتجاه واحد للتحكم في إمداد الماء ويتم إستخدام جهاز لقياس منسوب الماء في مواقعه المختلفة ومنظم قوى(load governor) للتحكم في حركة المنظومة وفق الأحمال الواقعة عليها.

3.2.6 خزان إمداد الماء:

عبارة عن حاوية يتم فيها تخزين الماء لإمداد الوحده بالكمية اللازمة من الماء لتشغليها.

– في مصنع اسمنت عطبرة (الخط الرابع) بالسودان والذي به خط إنتاج واحد للكنكر بسعة متوسطة حوالي 5300TPD للإنتاج. هنالك كمية حراره هائلة غير مستفاد منها وهي ناتجة عن حرق الكلنكر في الفرن ومن تبريده بعد خروجه من الفرن من مبرد الكلنكر. ونحن الآن بصدد الإستفادة من تلك الطاقة وإسترجاعها للإستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية.

3.3 مبدأ التصميم:

– محطة القدرة بإستخدام إسترجاع الحرارة المهدرة يجب ألا تؤثر علي إستهلاك الحرارة من خط الإنتاج.

– تشغيل محطة قدره (WHR) يجب الا تؤثر علي إنتاج الأسمنت الطبيعي (العادى).

– لا يتم السعي وراء تحقيق رقم قياسي ، بل يجب الوضع في الإعتبار أن الكمية اللازمة من الحراره للصناعة (إنتاج الأسمنت) قد أخذت.

– تطبيق تقنية جديدة ناضجة وموثوق بها لزيادة خرج الطاقة وبالتالي تكون محطة القدره بإستخدام إسترجاع الطاقة ذات منفعة ولها عدة محاسن.

– إختيار نظام ناضج وموثوق به وبتطبيق عالي وسهولة في التشغيل والصيانة.

يعتمد إنتاج الطاقة من حراره الغازات الناتجة عن مبرد الكلنكر والمبادل الحرارى للفرن علي مرور الغازات الساخنة من تلك الصادر عبر غلايات ناتج الحراره (By–product heat) من مولدات الحراره في المجالات الصناعية المختلفة أو مايسمى بالـ(waste heat boiler).

يعرف الحصان البخارى (boiler house power) بالقدره علي إنتاج البخار المشبع لعدد (15.649kg/hr) من الماء عند درجة حراره تعادل $100C^{o}$، وعليه فأن الحصان البخارى الواحد يعادل (132.839kcal) ويعبر عنه بمساحه سطح حرارى تعادل $9.29m^{2}$ ، هذه المساحة ($9.29m^{2}$) في الغلايات الحديثة يمكن أن تنتج مابين m^{3} (22.68–226.8) من البخار.

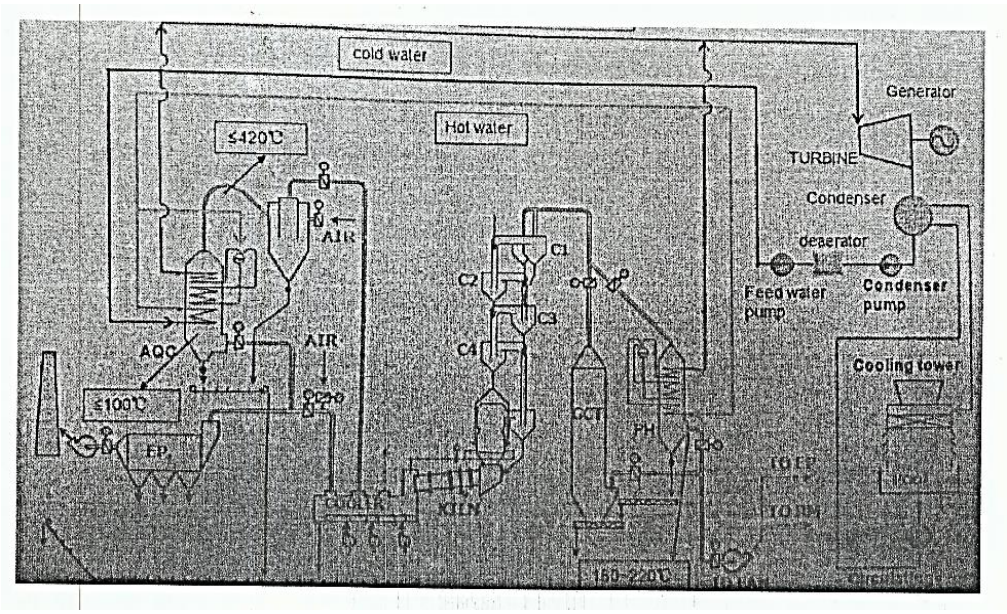
– تعرف الاسطح الحرارية للغلايات بأنها الأسطح المعرضة لناتج الإحتراق لأنواع الوقود المختلفة أو الغازات الساخنة الناتجة كخصائص حراره عن التطبيقات الصناعية المختلفة.

– بالرجوع لمخططات إنتاج البخار من حرارة مبردات وإبراج التبادل الحرارى لمصانع الأسمنت هناك نظامان للإستفادة من البخار المولد من فائض الغازات الصناعية.

i. نظام البخار المنفرد (Single pressure system) :

نظام ضغط البخار المنفرد يطبق حاليا علي انظمة إنتاج الطاقة الحرارية وذلك بجمع ناتج البخار منى غلاية المبرد وغلاية المبادل الحرارى وإدخاله في التوربين البخارى، وتحريكه لإنتاج الطاقة الكهربائية ، يعبر بعدها إلي المكثف لتحويله إلي ماء ومتبقي الغازات تزود به مرحلة الماء الساخن بالغلايات(hot

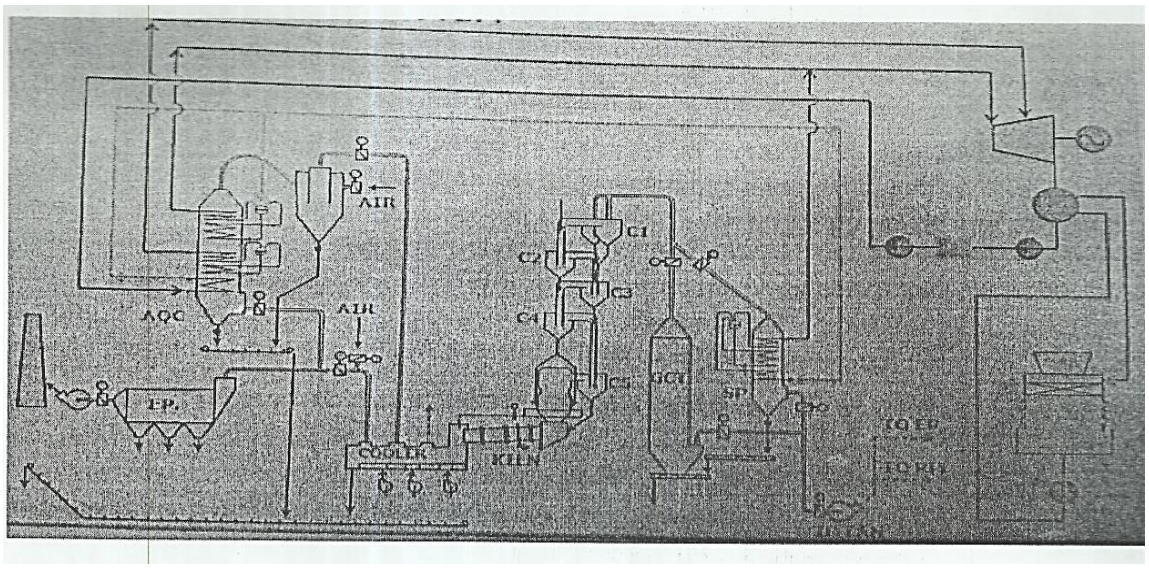
water stage boiler) ومن ثم تزود منطقة إنتاج البخار بالغلايات الخاصة بالمبرد والمبادل الحرارى وبذلك تكتمل الدوره الحرارية لوحده إنتاج الطاقة.



الشكل (3.2) مخطط نظام ضغط البخار المنفرد

وتكمن مزايا هذا النظام في أن التوربين البخارى تتم تغذيته بخط بخار واحد ، بجمع البخار الناتج من غلاية المبادل الحرارى ويعتبر من أبسط النظم وبمعدل تشغيل أعلي وبإستهلاك منخفض للبخار.

ii. نظام ضغط البخار المزدوج (Dual pressure system) :



الشكل (3.3) مخطط نظام ضغط البخار المزدوج

في هذا النظام وإستنادا علي إختلاف فائض الحرارة من مختلف مصادرها بمصنع الأسمنت. تنتج غلايات فائض حراره الأفران بخار عالي الضغط ومنخفض الضغط. وبعد إنتاج البخار عالي الضغط والمرسل إلي مدخل الضغط العالي بالتوربين تظل هناك بقية من حراره الغازات الصاعده من غلاية الضغط العالي تحول لإنتاج بخار بضغط منخفض يرسل إلي مدخل الضغط المنخفض بالتوربين البخاري وهو النظام المتبع في إنتاج الطاقة من فائض غازات الأسمنت.

3.4 إختيار النظام الحرارى ومعدلات تدفق وحراره البخار:

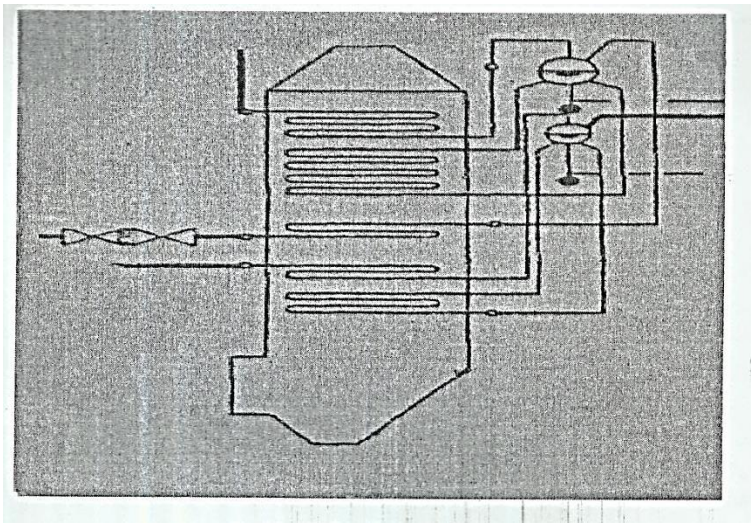
Thermo dynamic system and parameters of steam pressure

يعتبر نظام الضغط المزدوج هو الأفضل لأنه النظام الأمثل للتطبيق في الإستفادة من أفران الأسمنت عند مخرج مبرد الكلنكر ومخرج السيكلون العلوى في المبادر الحرارى. وإستنادا علي الخبره التراكمية للشركات العاملة في إنتاج الطاقة من فائض حراره أفران الأسمنت والمراجع التي تعني بتصميم الغلايات [1,2,3]،فإن معدلات تدفق البخار والحرارة الكامنة فيه من مصدرية أنفه الذكر ونسبه لطول الخط الناقل للغازات الساخنة من المبرد للغلاية ستنخفض درجة الحرارة بمعدل $15C^0$حسب القياس من عند المخرج من المبرد حتي الغلاية، لتكون معطيات الغازات الساخنة لإنتاج البخار من غلاية المبرد في حدود $213000nm^3/hr$ بدرجة حرارة $365C^o$وبالمثل فإن تسريب الغازات الساخنة الصاعدة بمعدل $5C^o$ كما هو منعكس علي أجهزة القياس بالفرن ليكون تدفق الغازات بمعدل $311060nm^3/hr$ وبدرجة حرارة ($285C^o$) قياسا علي أجهزة الفرن.

من خلال التجارب التي أجرتها الشركات الرائدة في هذا المجال فإن تدفق الغازات الساخنة بالمعدلات أعلاه وبالحرارة الكامنة فيها ولهذا النوع من الغلايات (waste heat recovery boilers) يمكن أن تنتج طاقة البخار بالمعدلات أدناه (1,2,3)

Equipment	Item	Unit	parameters
Pre heater boiler	Main steam pressure	Mbar	1.1
	Main steam temperature	t/hr	265
	Main steam flower	t/hr	16.32
	Lower pressure steam pressure	Mbar	0.3
	Lower pressure steam temperature		170
	Lower pressure steam flower	t/hr	4.40
	Exhaust gas temperature		170
Cooler Boiler	Main steam pressure	Mbar	1.00
	Main steam temperature		325
	Main steam flower	Mbar	1.1
	Lower pressure steam pressure	t/hr	265
	Lower pressure steam temperature	t/hr	16.32
	Inlet steam flower	Mbar	0.3
	Inlet steam pressure		170
	Inlet steam temperature	t/hr	4.40
	Supplementary steam pressure		170
Cooler Boiler	Supplementary steam temperature	Mbar	1.00
	Power generation		325

3.4.1 غلاية المبادل الحرارى:

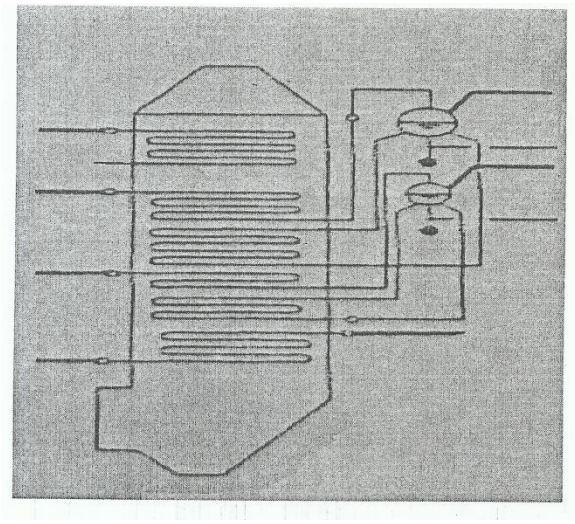


الشكل (3.4) غلاية المبادل الحراري

نوعية غلاية المبادل الحرارى هي غلاية أنابيب مياه ، تكون الأنابيب أفقية ويدخل عليها الغاز الساخن في شكل عمودي من أعلي إلي أسفل ،خصائص البخار الناتج من الغلاية (ذو الضغط العالي والمنخفض) موضحه في الجدول السابق أما خصائص الغازات الساخنة كالآتي:

Inlet gas flow	$311060 nm^3/hr$
Inlet gas temperature	$285c^o$
outlet gas temperature	$170c^o$

3.4.2 غلايه مبرد الكلنكر:



الشكل (3.5) غلاية مبرد الكلنكر

هي أيضا غلاية أنابيب مياه أفقية يدخل عليها الغاز في شكل عمودى من أعلي إلي أسفل ،خصائص البخار الناتج منها موضحة في الجدول ، أما خصائص الغازات الساخنة كالآتي:

Inlet gas flow 213000nm^3/hr

Inlet gas temperature 365c^o

outlet gas temperature 115c^o

3.4.3 التوربين:

من نوع التوربين التكثيفي وبسعة 7.5MW.

3.4.4 المولد:

بما أن إنتاجيه المحطة 6420kw لابد من وضع سماحية أعلي للمولد من جانب السلامة

$6420 \times 1.17 = 711.4$ kw

وبذلك تكون سعة المولد 7.5 MW

- تتكون المحطة من:

غلاية مبرد – غلاية المبادل الحرارى – توربين تكثيفي 7.5MW– مولد كهربائي 7.5MW ووحدة تحكم كهربائي.

الفصل الرابع

مخطط وحدة الطاقة

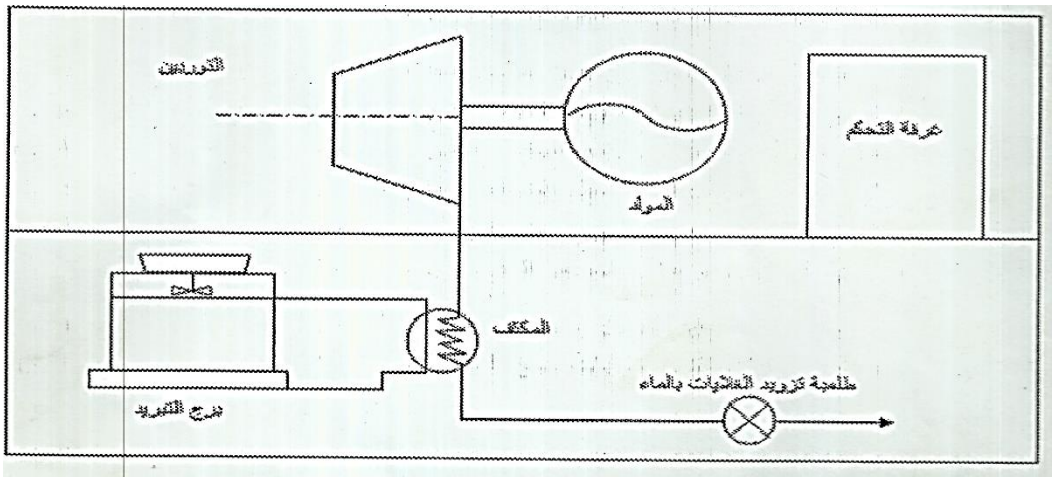
الفصل الرابع

مخطط وحدة الطاقة

في هذا الفصل سوف نقوم بعمل مخطط وحدة الطاقة يوضح أماكن الأجزاء الرئيسية للمحطة سيتم التخطيط وفق الأسس العلمية المتبعة لعمليات التخطيط ووفق المعلومات المتاحة من شركة داليان [4] (DALIAN GAS NEW ENERGY) والمساحات المتوفرة من مصنع أسمنت عطبرة .

مخطط نظام ضغط البخار المزدوج يبين كيفية سحب الحرارة من المبادل الحراري مبرد الكلنكر وإدخالها إلي غلايات من نوع غلايات أنابيب المياه والتي بدورها تنتج خطى بخار(خط بخار منخفض الضغط وخط بخار عالي الضغط)، ينتج البخار عالي الضغط من الإستخدام الأولي للحرارة حيث تكون كمية الحرارة كبيرة ويرسل إلي مدخل الضغط العالي في التوربين . تظل كمية من الحرارة الصاعدة من غلايات الضغط العالي والتي يمكن إنتاج بخار منخفض الضغط منها وإرسالها إلي مدخل الضغط المنخفض في التوربين وهذا النظام هو المتبع في إنتاج الطاقة.

يتكون موقع وحده الطاقة من طابقين ، يضم العلوى التوربين والمولد الكهربائي ووحدة التحكم ، والطابق الأسفل يحتوى علي المكثف طلمبات ضخ المياه ومعدات التزليق والشكل (4–1) يوضح ذلك.



الشكل (4.1) أماكن وحدة الطاقة

وفق المعلومات المتوفرة من شركة داليان فإن المساحات المتوفرة لكل من الغلايات كالآتي:

- تكون المساحات المختارة للغلايات كالآتي:

- غلاية المبادل الحراري m^2 (12.7*7.68)

- غلاية المبرد m^2 (7.55*23.9)

حسب المساحات المتوفرة في مصنع أسمنت عطبرة سيتم تركيب غلاية المبرد علي الجانب الجنوبي للمبرد لإتساع المساحة لها، أما غلاية –المبادل الحراري سيتم تركيبها علي قاعدة فولاذية في الجانب الغربي للمبادل الحراري.

المساحة المتوقعة لإبراج تبريد للمياه ومضخات التغذية تمثل

m^2 (9*27+26) والتي سيتم توصيلها مع دزره التبريد ومحطة المياه للمصنع.

بعد الرجوع إلي المساحات المتوقعة لكل من الغلايات والمساحات المتوفرة من مصنع أسمنت عطبرة – الخط الرابع ياتي هنا شرح تفصيلي لمخطط وحدة الطاقة ومكوناته وطريقة عمل الدورات داخل الوحدة. يتم سحب الحرارة من المبادل الحراري والمبرد وتدخل إلي الغلايات من الأعلي وتدخل المياه من أسفل، وتعتبر تلك الحرارة كافيه لإنتاج بخار محمص ذو ضغط عالي من خلال غلايه من نوع أنابيب المياه. ولكن تظل هناك كمية من الحرارة ناتجة من الغازات الصاعدة من غلاية الضغط العالي بالتوربين.

كلا من الغلايتين عندما تستخدم الحرارة تنتج بخار بضغط عالي وبخار ذو ضغط منخفض من باقي الحرارة ، اي يمكن القول أن كلا الغلايتين تنتج خطين من البخار(عالي ومنخفض) ، يتلاقي خطي ضغط البخار العالي عند نقطة ويرسلان إلي مدخل الضغط العالي بالتوربين كما تتم نفس العملية بالنسبة للمنخفض ويدخلان بمدخل البخار المنخفض بالتوربين البخاري.

يدخل البخار المحمص إلي التوربين البخاري فيحرك ريش التوربين والذي بدوره يحرك عمود الإدارة الذي يتصل معه مولد كهربائي.

يخرج البخار من التوربين إلي مكثف يتم فيه التكثيف ويتم التبادل داخل المكثف مع برج تبريد ومنها إلي طلمبه المكثف والتي تغذي الغلايات بالماء.

جزء من بخار الماء يتكون في خط الضغط المنخفض والذي يسحب من الخط إلي فارزه هواء حيث يتم فصل الهواء من الماء ليتصاعد الهواء إلي الغلاف الجوى والإحتفاظ بالمياه والإستفادة منها في تغذية الغلايات بواسطة طلمبة تغذية الغلايات.

الفصل الخامس

الخلاصة

الفصل الخامس

الخلاصة

تكونت خلال العقود القليلة الماضية كميات هائلة من الغازات الضارة في الغلاف الجوى ، والتي تكونت نتيجة لإنبعاث الغازات الهائلة منى المصانع ووسائل النقل وغيرها من نشاطات الإنسان اليومية جراء حرقه للوقود الاحفورى والفحم والنفايات ، بالإضافة إلي ما يتم إطلاقه من غازات المصانع والمناجم وغيرها.

وتعرف تلك الغازات بالغازات الدفيئة ومن أهمها ثاني أكسيد الكربون والميثان وغازات السوكس (sox) والنوكس(nox) وهذه الغازات الكيميائية الخطيرة يتسبب تراكمها في الغلاف الجوى للإرض إلي تراكم درجة الحرارة في الهواء الجوى وزيادة درجة حرارة كوكب الأرض بشكل عام ، تتميز الدول الصناعية بمعدلات عالية لإستهلاك الطاقة مقارنة بالدول النامية، وبالتالي هي المصدر الرئيسي لإنبعاث غازات الإحتباس الحرارى ، وعلي هذا فعليها الدور الأكبر في إتخاذ الإجراءات الضرورية للحد من إنبعاث هذه الغازات الضارة والتي يمكن حصرها في إتجاهين أساسيين :

- الحد من إنبعاث غازات الإحتباس الحرارى من خلال الإعتماد علي أنواع الطاقة البديلة وتحسين كفاءة الإستفادة من الوقود.
- زيادة المساحات الخضراء والتي تعتبر العامل الأساسي لإمتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون.

في ما تم ذكره أعلاه فإن مداخن المصانع من المسببات الرئيسية لظاهرة الإحتباس الحرارى ، وبجانب الإستفادة من تلك الغازات في إنتاج طاقة كهربائية من خلال هذا المشروع نهدف إيضاً إلي التقليل من إنبعاث الغازات التي تسبب تلك الظاهرة ، ومن تلك الفوائد أيضاً توفير الوقود في التشغيل الذاتي للمصنع ، حيث أنه عند إكتمال هذا المشروع وتنفيذه سوف يتم توفير 44 طن وقود في الساعة والتي

كانت تستخدم في أنتاج الطاقة من ماكنيات الديزل بالإضافة للإستفادة القصوى من الطاقة الحرارية المهدرة.

تمت الإستعانة بجداول الشركات الرائدة في هذا المجال ، إذ إستطاعت تلك الشركات ومن خلال التجارب الواقعية إستخلاص حجم ومواصفات البخار لكل مدى لتدفق الغازات والحرارة المصاحبة لها ولم تستخلص بعد القوانين التي يمكن تطبيقها علي كل مصدر حرارى صناعى.

كمابينا سابقا الأهداف من المشروع والتي تتلخص في الإستفادة من فاقد الحرارة في مصانع الأسمنت وكانت الدراسة علي مصنع أسمنت عطبرة – الخط الرابع لتوليد طاقة كهربائية.

تم الحصول علي الحرارة في شكل غازات ساخنة صاعدة من منطقتين وهما المبادل الحرارى ومبرد الكلنكر ، الفكرة الأساسية هي الإستفادة من تلك الحرارة في تسخين مياه داخل غلاية لإنتاج كمية من البخار المحمص تدخل علي توربين بخارى لإنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة مولد متصل معه، وبالرجوع إلي تجارب الشركات الرائدة في هذا المجال تم عمل غلايتينى في مخارج كل من المبرد والمبادل الحرارى .الغلايتين من نوع غلايات أنابيب المياه التي تستخدم الحرارة المهدرة والتي تحتوى علي خطين لإنتاج البخار ، خط البخار ذو الضغط العالي وخط البخار ذو الضغط المنخفض وذلك للإستفادة القصوى من كمية البخار المنتج ، كلا خطي البخار العالي والمنخفض يدخلان إلي توربين تكثيفي إلي الغلايات مرة أخري ، الأمداد الرئيسي للمياه يتم من محطة مياه المصنع ، بجانب مكونات تلك الدوره يتكون مخطط إنتاج الطاقة من مولد كهربائي وأبراج تبريد وغرف تحكم ومضخات إمداد المياه.

تم تقدير كمية إنتاج الطاقة الكهربائية لهذا المشروع بحوالي 6420kw ، وذلك بالإستفادة من الحرارة المهدرة بمصنع أسمنت عطبرة – الخط الرابع.

المراجع

1. Waste heat recovery boiler selection (boiler operator's – Antony I. Kohn & Harry M. Spring).

2. Waste heat recovery boiler selection (sinoma energy conservation LTD China).

3. Waste heat recovery boiler selection (Dalian east new energy development co. LTD).

4. د. سعد يوسف عباس – تكنولوجيا الطاقة البديلة

5. www.ar.wikipedia.org

6. www.saudicement.com.sa