Ministry of State for Environmental Affairs
Egyptian Environmental Affairs Agency

Entec UK Ltd, ERM
UK Department for International Development (DFID)

Cleaner Production
SME Case Study

FURNACE EFFICIENCY IMPROVEMENT TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION AND EMISSIONS

ALUMINIUM FOUNDRIES, MITT GHAMR, DAKAHLEYA, EGYPT

Introduction

Generally, Micro, Small, Medium Enterprises (MSME's) in the aluminium foundries use locally made melting furnaces or smelters. These smelters are typically of 0.2 to 0.3 ton capacities. Most MSME's do not have experience in operating and maintaining aluminium melting furnaces at optimum efficiency. Consequently, the fuel consumption at such furnaces is high and air and heat emissions from the smelter cause significant workspace and neighbourhood impacts. In addition, improper operation of the furnaces can be a safety risk to the workers.

In order to demonstrate economic and environmental benefits of furnace tune up, a Furnace Efficiency Improvement Programme (FEIP) was launched at Mitt Ghamr. This programme was operated in cooperation with the Aluminium Association. Under the FEIP, furnace tune up was implemented across 9 foundries. These tune ups showed that average payback was less than 4 months and there was a reduction in the emissions to the environment. At one of the foundries, the existing furnace was replaced with a furnace of new design. For the investment made on new furnace, a payback of only 3 months was estimated. Besides, new furnace led to improvement of the melting process and consequently the improvement in the final product quality.

Factories participating in FEIP

The foundries participating in the FEIP belonged to Mitt Ghamr. Mitt Ghamr city located in Dakahleya Governorate has around 23 working aluminium foundries and around 7 factories under construction. From the 23 operating facilities around 7 are having forming process but all of them have at least 2 melting furnaces with one annealing furnace. Most of these melting furnaces use LPG as fuel while Solar (fuel #2) is mainly used for annealing furnace. Air from these furnaces contains polluting gases arising from lower efficiency operation as well as boor combustion operations. This leads to complaints from the neighbourhood residential community as well as workers. The production process in an aluminium foundry is carried out in 6 main steps namely 1) Scrap melting, 2) Moulding the melt, 3) Rolling the moulded metal, 4) Annealing the plates, 5) Cutting the plates into discs, and 6) Final shaping.

Cleaner Production Opportunities

Cleaner production interventions focused on tuning of the furnaces to raise combustion efficiency, reduce fuel consumption and lower emissions to air. Where tuning was found not very effective, replacement of the existing furnace by a furnace with new design was considered to be a practical option.

Cleaner Production Implementation

Tuning of the furnace

A meeting was held at the cooperate association of the aluminium foundries in Mitt Ghamr. This meeting introduced the tuning up programme and explained the economic and environmental benefits.

Baseline assessment of the smelter furnace was carried out that included evaluation of the existing combustion efficiency, recording of fuel consumption and analysis of emissions from stacks. Emissions were analyzed for key parameters such as sulphur dioxide (SO_2,) carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO_2) and nitrogen oxides (NOx) using ENRAC 2000 or LNAD make gas analyzers.

Tune up consisted of adjusting air to fuel ratio, cleaning of the burners. The first step was to perform a gas analysis for the combustion gases. If the analysis results is within law number 4 no tuning is required. On the other hand if the analysis results is above the norms mentioned in the law a tuning process is conducted and the analysis of the combustion gases after tuning is repeated. The process of tuning is repeated until the combustion gas analysis lies within the law norms.

Assessment of furnaces after tune up included evaluation of combustion efficiency, recording of fuel consumption and analysis of emissions from stacks. The furnace engineers/ operators at the factories were provided with hands-on training on how to do furnace tune up by themselves. Typically, assessment, tune up operations and hands-on training were performed over a day.

The installed smelter before installing the hood

Installation of smelter with new design

At El-Mohandes Company for Aluminium, a new closed indirect flamed smelter was designed of the same capacity to replace the open smelters. The design was done to accommodate all types of scraps. The smelter was equipped with a burner, chimney, and hood. The burner was located in the tangential position to the combustion chamber in order to allow the flame to enter with a swirling motion away from the crucible. This facilitated better

وزارة الدولة لشئون البيئة
جهاز شئون البيئة
شركة إنتك المحدودة و إي أر إم بالمملكة المتحدة
إدارة التنمية الدولية البريطانية

الإنتاج الأنظف
دراسة حالة للمشروعات الصغيرة والمتوسطة

تحسين كفاءة الأفران يخفض من استهلاك الطاقة والانبعاثات إلى البيئة

دراسة حالة لمسابك الرصاص، ميت غمر، محافظة الدقهلية، جمهورية مصر العربية

مقدمة

تستخدم المنشآت الصناعية الدقيقة و الصغيرة و المتوسطة (MSMEs) عامة فى قطاع مسابك الألمنيوم أفران صهر مصنعه محليا. و تتراوح سعه هذه الأفران ما بين ٠,٢–٠,٣ طن. و تفتقر معظم هذه المنشآت إلى الخبرة الكافية لتشغيل و صيانة هذه الأفران لتعمل عند الكفاءة المثلى. و بالتالى يكون استهلاك الوقود لهذه الأفران مرتفعا مع ارتفاع الانبعاثات الغازية و الحرارية للهواء المحيط. مما يسبب تأثيرات ضارة فى جو العمل و الجهات المحيطة. كما يمثل التشغيل الغير سليم خطرا من ناحية الأمان على العاملين عند الأفران.

ولاثبات مدى الفوائد الاقتصادية والبيئية لضبط الاحتراق للافران تم بدء وأجراء برنامجا لتحسين كفاءه الأفران فى منطقه ميت غمر. وقد تم إجراء البرنامج بالتعاون مع الجمعية التعاونية للألومنيوم. ولقد تم ضبط الاحتراق لعدد ٩ مسابك ألومنيوم من خلال هذا البرنامج. وقد أظهرت عملية الضبط أن متوسط فتره الاسترداد ٤ شهر مع انخفاض ملحوظ للانبعاثات إلى البيئة. ولقد تم استبدال فرن صهر الألومنيوم فى أحد المسابك بفرن ذو تصميم جديد. ولقد تم حساب فترة استرداد رأس المال اعتمادا على الاستثمارات بحوالى ٣ أشهر فقط. بألاضافه إلى ذلك حدث تحسين فى عملية الصهر و بالتالى حدث تحسن فى جوده المنتج النهائى.

المنشآت المشاركة فى برنامج تحسين كفاءه الأفران

تنتمى المنشآت (MSME) التى شاركت فى البرنامج إلى مدينة ميت غمر بمحافظه الدقهلية و التى تحتوى على حوالى ٢٣ مسبك ألومنيوم تعمل و٧ تحت الإنشاء و قت الدراسة. ومن ضمن الـ ٢٣ مسبك عمل يوجد حوالى ٧ تقوم بعملية التشكيل النهائى ويملك الجميع على الأقل فرنين صهر مع فرن للتخمير.و تستخدم معظم المسابك الغاز البترولى المسال (LPG) فى الصهر بينما يستخدم السولار فى أفران التخمير. ويحتوى الهواء على ملوثات ناتجة من هذه الافران نتيجة عملية الصهر الغير كفئ مع انخفاض كفاءه الاحتراق و يؤدى هذا إلى تزمر السكان بجانب المسابك. وتتكون العملية الإنتاجية من ستة خطوات أساسية: ١) الصهر (الخردة مع سبائك الألومنيوم)، ٢) صب المصهور فى قوالب صب، ٣) درفلة القوالب إلى ألواح، ٤) تخمير الألواح فى فرن تخمير لإزالة الإجهادات الداخلية، ٥) قطع الألواح إلى أقراص، وأخيرا ٦) تشكيل الأقراص إلى المنتج الأساسي.

فرص الإنتاج الأنظف

ركزت التداخلات الخاصة بالإنتاج الأنظف على ضبط حريق الأفران لرفع كفاءه الحريق، خفض استهلاك الوقود و الانبعاثات إلى هواء كل من جو العمل و الجو المحيط. وحين وجد أن عمليه ضبط الاحتراق غير مجديه وجد أن إحلال فرن الصهر بفرن ذو تصميم جديد هو حل عملى.

فرن الصهر الجديد قبل تركيب العمة

تطبيقات فرص الإنتاج الأنظف

ضبط الاحتراق فى الأفران

تم عقد اجتماع مع أعضاء جمعيه تصنيع الألومنيوم بميت غمر حيث تم مناقشة برنامج ضبط الاحتراق فى الأفران وشرح الفوائد من الناحيتين المالية و البيئية.

تم أجراء تقييم مبدئى لافران صهر الالومنيوم عن طريق تقييم كفاءه الاحتراق الحالية مع تسجيل معدل استهلاك الوقود وتحليل المكونات الأساسية للغازات الناتجة بالمداخن مثل اكاسيد الكبريت و أول و ثانى أكسيد الكربون و اكاسيد النتروجين باستخدام جهاز تحليل الغازات أنراك ٢٠٠٠.

و تتكون عملية الضبط من تعديل و ضبط نسبة الهواء إلى الوقود مع تنظيف الولاعات. و تبداء عملية ضبط الغلاية بقياس و تحليل غازات الاحتراق بالمداخن فأذا أفادت التحاليل بأنها تتماشى مع القوانين المنظمة فلا يحتاج الفرن إلى ضبط. فى حالة عدم توافر هذا الشرط يتم ضبط نسبة الهواء إلى الوقود ثم يتم إجراء تحاليل المدخنة مرة أخرى. ويتم أعاده العملية حتى يتم الحصول على النتائج المطلوبة.

و يتم تقييم الفرن بعد الضبط عن طريق تقييم كفاءه الاحتراق، تسجيل معدل استهلاك الوقود وتحليل الغازات الناتجة من الاحتراق بالمداخن. و قد تم تدريب كل من المهندسين و العاملين على تشغيل الأفران بالمنشآت على كيفيه إجراء ضبط الأفران و كيفية أدائها الأمثل. وقد كانت عمليه ضبط الغلاية و التدريب تتم عادة فى يوم عمل كامل.

تركيب فرن صهر ألومنيوم ذو تصميم جديد

تم تصميم و تركيب فرن صهر جديد فى شركة المهندس للألومنيوم ذو دائرة لهب مغلق ليحل محل الفرن القديم ذو اللهب المفتوح وله نفس سعه الصهر. وقد تم تصميم الفرن ليقوم بصهر كل أنواع خردة الألومنيوم. وقد تم تزويد الفرن بولاعة و مدخنة وغطاء وعمه فوق سطح الفرن ليسمح للغازات أن تأخذ طريق المدخنة. وقد تم وضع الولاعة فى وضع مماس لغرفة الحريق بحيث يسمح للهب الولاعة من الدخول بحركة دواميه بعيدا عن بوتقة الصهر. وقد يسر هذا عملية الاحتراق و التسخين كما أدى إلى خفض انهيار البوتقة و تقليل الصيانة لفرن الصهر.

وتقع غرفة الاحتراق بين البوتقة و الغلاف الخارجى للفرن.

المشروعات الصغيرة والمتوسطة	سعة فرن الصهر (طن/ساعه)/عدد الأفران	نوع الوقود المستخدم	الهواء الزائد× (٪)		ثانى اكسيد الكبريت (مغم/م٣)		أول أكسيد الكربون' (مغم/م٣)		استهلاك الوقود (طن/عام)	
الحدود البيئية (القانون ٤)	----	----	----		٤٠٠٠		٥٠٠		رر-	
			قبل الضبط	بعد الضبط	قبل الضبط	بعد الضبط	قبل الضبط	بعد الضبط	قبل الضبط	بعد الضبط
شركة البركة لصهر المعادن	٠,٣ (٣)	الغاز المسال	٠	٤,٢	٠	٠	فوق ٢٠٠٠	٦٣٦,٢٥	١٢٠	١١٥
الشركة الفنية لصهر درفلة الألومنيوم	٠,٦ (٤)	الغاز المسال	٠	٨,٥	٠	٠	٤١٩٠	٢٩٩٤	١٥٥	١٤٣
شركة طيبة للألومنيوم و المعادن	٠,٦٢٥ (٤)	الغاز المسال	٠,٦	٦,٢	٩	٢,٩	١٢٥٠٠	٣٦٩	١١٢,٢	١٠٦,٣
شركة الكأس الذهبى	٠,١٦ (٢)	الغاز المسال	٠	٧	٦	٢,٩	١٢٣٣١	٧٤٠٩	١١٠,٥	١٠٣,٢
شركة النيل للألومنيوم	٠,١٩ (٣)	الغاز المسال	٠	١٠	٠	٠	فوق ٢٠٠٠	فوق ٢٠٠٠	١٠٩,٣	٩٩,٣
شركة المهندس للألومنيوم	٠,١٨٨ (٢)	الغاز المسال	٠,٩	١٢,٥	٠	٠	٤٤٢٤	٧٧,٥	١١٥	١٠٣
شركة حافظ الكلاوى	٠,١٥ (١)	الغاز المسال	١,٣	١٢,٣	٠	٠	فوق ٢٠٠٠	فوق ٢٠٠٠	٨٨	٧٩,٤
مسبك العبد للالومنيوم	٠,١٤ (٤)	سولار	٣	١٣,٦	٨٢٦,٥	٣٩١,٥	٢٧٠١	١٣٠٤	٩٢,٥	٨٣,٥
شركة صلاح القصاص	٠,١٢٥ (١)	سولار	٤	١٨	١٣٣٤	٨٩٩	فوق ٢٠٠٠	فوق ٢٠٠٠	١٠١,٢٥	٨٦,٤
شركة البركة لصهر المعادن	٣,٢ (١) فرن تخمير	سولار	٦,١	١٥	٥٢,٢	٤٣,٥	فوق ٢٠٠٠	٦٥٠	١٠٤	٩٦
شركة المهندس للالومنيوم (ألفرن الجديد)	٠,١٨٨	الغاز المسال	٩٢		١٠		١٣٣		٤٥	

' *لم يكن الانخفاض فى انبعاثات أول أكسيد الكربون مبهرا نتيجة للتصميمات السيئة لافران الصهر.*

وفى نهاية غرفة الاحتراق يتم خروج غازات الاحتراق من خلال المدخنة. وقد تم تصميم المدخنة بحيث تسمح لدخول هواء من خلال أربعة فتحات مربعة عند قاعدة المدخنة للتحكم وتخفيف الغازات قبل الخروج للهواء الخارجى. وقد تم تزويد سطح الفرن بغطاء عازل لمنع تسرب للحرارة ومنع انبعاثات الألمنيوم المصهور (الجزيئات الدقيقة). بالإضافة إلى ذلك تم تزويد الفرن بعمة فوق السطح لجمع اى انبعاثات أو عادم غازات الاحتراق ومنعها من الخروج لجو العمل بجانب الفرن.

أدى فرن الصهر الجديد إلى خفض تكون الخبث بنسبة ٣٪ مما أدى إلى فوائد مالية مقدارها ١٠٨,٠٠٠ جنيها سنويا كما زاد العمر الافتراضى لفرن الصهر بنسبة ٥٠٪ و هذا أدى لفائدة مالية أخرى مقدارها ٢٥,٠٠٠ جنيها. بالإضافة إلى زيادة الفترة الزمنية لعمل الصيانة بنسبة ٢٠٠٪ مما اتاح فائدة مالية اخرى مقدارها ٨,٠٠٠ جنيها.

استثمارات الإنتاج الأنظف

يمثل الجدول ملخصا لنتائج ضبط الأفران الذى تم بالمسابك حديث هذه الدراسة و كذلك الفرن الجديد بعد التركيب. و يلاحظ أن عملية ضبط الأفران نتج عنها خفضا فى استهلاك الوقود يتراوح بين ٤–١٥٪. وكان الخفض الأكبر نتيجة استبدال فرن الصهر القديم بالفرن ذو التصميم الجديد. وقد كانت أجمالي الاستثمارات الخاصة بضبط الأفران مقدارها ١٥,٠٠٠ جنيها نتج عنها توفيرا سنويا فى استهلاك الوقود مقداره ٤٧,٤٠٠ جنيها وعلية فأن فترة استرداد رأس المال قدرت بأربعة أشهر فقط. ومن ناحية أخرى كانت استثمارات تغيير فرن الصهر عند مسبك رضا الشاعر (المهندس للألومنيوم) تقدر ب ٣٥,٠٠٠ جنيها مع عائد سنوى مقداره ١٤١,٠٠٠ جنيها وعلية قدرت فتره استرداد رأس المال ب ٣ أشهر فقط.

مصادر إضافية للمعلومات

يمكن الحصول علي مزيد من المعلومات من جهاز شئون البيئة. ويمكن الحصول على معلومات إضافية حول المشروعات البيئية بمشاركة المجتمع من الموقع الخاص ببرنامج «سيم» *http://www.seamegypt.org*

برنامج سيم
جهاز شئون البيئة
٣٠ طريق مصر حلوان الزراعي بالمعادى.
تليفون: ٥٢٥٩٦٤٨ (٢٠٢+) ، فاكس: ٥٢٤٦١٦٢ (٢٠٢+)

المهندس رضا على عبد الجواد الشاعر
شركة المهندس للألومنيوم
ميت غمر، شارع جلال
ت: ٦٩١٨٨٦٠ (٢٠٥٠+)

أغسطس ٢٠٠٤

برنـامج سـيم

برنامج دعم التقييم والإدارة البيئية (سيم) برنامج بيئي متعدد الأهداف يدعمه ماليا الوكالة البريطانية للتنمية الدولية ويتم تطبيقه في جمهورية مصر العربية من خلال وزارة الدولة لشئون البيئة وجهاز شئون البيئة بالاشتراك مع شركة إنتك البريطانية وإى. آر. أم.

سـيم: الإنتاج الأنظف

- المنشآت الصغيرة والمتوسطة (SMEs): قام برنامج سيم بإجراء اكثر من مائة دراسة تقييم سريع لفرص الإنتاج الأنظف (CPOA) لقطاع الصناعات الصغيرة والمتوسطة وقد تم تطبيق حوالى ٣٠ مشروع إرشادي.
- المنشآت المتوسطة والكبيرة: قـام برنامج سيم بأجراء مراجعات صناعية لحوالى ٣٢ مصنع فى قطاعات النسيج والأغذية والزيوت والصابون. كما تم تطبيق ٢٣ مشروع إرشادى.
- يمكن الإطلاع والتحميل من الموقع الإلكتروني لبرنامج سيم للأتي: دليل إرشادي لإجراء تقييم سريع لفرص الإنتاج الأنظف، دراسات الحالة، أدلة إرشادية، وتقارير القطاعات الصناعية .

فوائـد من الإنتاج الأنظف

- أن دراسة تقييم فرص الإنتاج الأنظف تقوم بصورة نظامية النظر على ومراجعة العمليات الصناعية مع التركيز على فرص خفض الفواقد وزيادة كفاءة التشغيل وخفض التلوث.
- تكنولوجيا الإنتاج الأنظف تؤدى إلى تقليل: نفقات الإنتاج، الفاقد في المواد الخام الهامة، تكاليف الإنتاج في الموقع ،تكاليف استهلاك المياه والطاقة، حجم المخلفات الصلبة والسائلة المتولدة، مخاطر الانسكابات والحوادث.
- تكنولوجيا الإنتاج الأنظف تؤدى إلى تحسين: الإنتاجية، الدخل نتيجة التوفير المالي وإعادة استخدام المخلفات، سلامة العمال، التوافق مع القوانين، صورة المنشآت.

MSME	Melting furnace capacity (tons/hr) & number of furnaces	Type of fuel USED	Excess air %		SOx (mg/m^3)		CO (mg/m^3)*		Fuel consumption tons/year	
Environmental Limit (as per Law 4/1994)	------		------		4,000		500		------	
			Before tune up	After tune up	Before tune up	After tune up	Before tune up	After tune up	Before tune up	After tune up
El-Baraka Company for Melting Metals	0.3 (3)	LPG	0.0	4.2	0.0	0.0	Over 2000	636.25	120	115
Technical Factory for Aluminum Melting & Rolling	0.6 (4)	LPG	0.0	8.5	0.0	0.0	4,190	2,994	155	143
Teba Company for Aluminum and Metals	0.625 (4)	LPG	0.6	6.2	9	2.9	12,500	369	112.2	106.3
The Golden Cup Company	0.16 (2)	LPG	0.0	7	6	2.9	12,331	7,409	110.5	103.2
Nile Company for Aluminum	0.19 (3)	LPG	0.0	10.0	0.0	0.0	Over 2000	Over 2000	109.3	99.3
El-Mohandes Company for Aluminum	0.188 (2)	LPG	0.9	12.5	0.0	0.0	4,424	77.5	115	103
Hafez El-Kelway Company	0.15 (1)	LPG	1.3	12.3	0.0	0.0	Over 2000	Over 2000	88	79.4
El-Abd for Aluminum foundry	0.14 (4)	Fuel #2	3	13.6	826.5	391.5	2,701	1,304	92.5	83.5
Salah El-Kassas Factory	0.125 (1)	Fuel #2	4	18	1,334	899	Over 2000	Over 2000	101.25	86.4
El-Baraka Company for Melting Metals	3.2 (1) Annealing	Fuel #2	6.1	15	52.2	43.5	Over 2000	650	104	96
El-Mohandes Company for Aluminum (New Smelter)	0.188	LPG	92		10		133		45	

** Reduction in CO emissions has not been very consistent due to the very poor design of the melting furnace*

combustion and heating process as well as less damage to the crucible and less maintenance of the smelter.

The combustion chamber was located between the crucible and outer casing. At the end of the combustion chamber, all exhaust gases were sent through the chimney. The chimney was designed to allow air entrainment through four rectangular slots at the entrance to dilute and control the exhaust gases before going to the atmosphere. The crucible was covered with an insulated cover, to decrease the heat loss and the material's emissions (particulate matter). In addition, the smelter was covered with a hood to collect any emissions and exhaust gasses to the ambient in order to protect the working environment.

The new smelter resulted in a decrease in slag formation by 3% giving a financial benefit of LE 108,000. Also, the smelter life time is increased by 50% resulted in a benefit of LE 25,000. The maintenance duration is also increased by 200% with a financial benefit of LE 8,000.

Cleaner Production Pays

The results of furnace tune-up are shown in the table above.

It may be observed that furnace tune up led to a reduction in fuel consumption by 4 to 15%. Major reduction in fuel consumption was however obtained when old furnace was replaced with new design. The total investment cost of the tune up at 9 foundries was LE 15,000 with an annual fuel savings of LE 47,400. The payback period thus worked out to only 4 months. On the other hand the replacement of the smelter at Reda El-Shaaer foundry cost LE 35,000 with a total annual saving of LE 141,000 which worked out a payback period of only 3 months.

More Information

Further information can be obtained from the Egyptian Environmental Affairs Agency. Additional Community Environmental Project information can be downloaded from the SEAM website *http://www.seamegypt.org.*

SEAM Programme
Egyptian Environmental Affairs Agency
30 Misr Helwan Agriculture Road, Maadi, Cairo.
Tel: (+202) 5259648, Fax: (+202) 5246162

Eng. Rada Ali Abd El-Gouaad El-Shaaer
El-Mohandes Company for Aluminium
Mitt Ghamr, Galal Street
Tel (+2050) 691 8860

August 2004

SEAM Programme

Support for Environmental Assessment and Management (SEAM) is a multi-disciplinary environmental programme funded by the UK Department for International Development and implemented in Egypt by the Ministry of State for Environmental Affairs, Egyptian Environmental Affairs Agency, Entec UK Limited and ERM.

SEAM: Cleaner Production

- Small to Medium Size Enterprises (SMEs): SEAM has undertaken over 100 rapid Cleaner Production Opportunity Assessments (CPOA) in SMEs and implemented 30 demonstration projects.
- Medium to Large firms: SEAM has carried out industrial audits in 32 factories in the textiles, food and oil and soap sectors and implemented 23 demonstration projects.
- Guidelines for conducting CPOAs, case studies, guidance manuals and sector assessments are available from the SEAM website.

Benefits of Cleaner Production

- Cleaner production assessments systematically review the factory's operations and processes, focusing on reducing wastage, improving efficiency and reducing pollution.
- It can REDUCE: production costs, losses of valuable raw materials, on site treatment costs, energy and water costs, the volume of solid and liquid waste generated, and the risk of spills and accidents.
- ....and IMPROVE: productivity, income from financial savings and reuse of waste, employee safety, legislative compliance and company image.