بررسی مصرف انرژی حرارتی در صنعت قند کشور

محمد تقی زیاری، احمد رضا توکلی، محمد باقری، غلامرضا کبریایی طبری
سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)

خلاصه

مقاله حاضر شامل نتایج اخذ شده مربوط به مصارف انرژی در ۳٤ کارخانه تولید قند و شکر چغندری و سه کارخانه تصفیه شکر خام می‌باشد که با توجه به مصارف انرژی و تناژ چغندری و شکر خام مصرفی شاخص مصرف ویژه انرژی حرارتی محاسبه شده است.

سپس نتایج ممیزی انرژی در چهار کارخانه نمونه به همراه پتانسیل‌های صرفه‌جوئی و راه‌کارهای مربوطه آورده شده است. در این بخش میزان تلفات حرارتی ناشی از عدم تنظیم نسبت سوخت به هوا در بویلرهای کارخانجات، تلفات ناشی از وجود نشتی در سیستم تولید بخار، تلفات ناشی از عدم عایق کاری مناسب و... به صورت جدا با توجه به پارامترهای اندازه‌گیری محاسبه شده و پتانسیل صرفه‌جوئی ناشی از انجام راه‌کارها مورد بررسی قرار گرفته است.

همچنین در این مقاله راه‌کارهای اجرایی کاهش مصرف انرژی حرارتی در صنایع قند که نیاز به بررسی دقیق‌تر دارد، گنجانده شده است.

در نهایت جدولی که شامل نتایج ممیزی انرژی حرارتی به همراه میزان سرمایه‌گذاری و بازگشت سرمایه تقریبی جهت انجام راه‌کار می‌باشد آورده شده است.

محاسبات نشان می‌دهد بازگشت تقریبی سرمایه‌گذاری برای انجام راه‌کارهای ارائه شده جز در مورد بازیافت حرارت از کوره‌های بخار حداکثر دو سال می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، شکر خام، پتانسیل صرفه‌جویی انرژی، مصرف ویژه انرژی، تصفیه شکرخام، تفاله خشک

مقدمه

عدم کارآیی فنی و اقتصادی مصرف انرژی و هدر رفتن قریب به یک سوم از کل انرژی در فرآیندهای صنعتی و اثرات زیست محیطی ناشی از آن ضرورت بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع و انجام پروژه‌های بسیاری را در این خصوص آشکار می‌سازد. صنایع قند کشور با توجه به مصرف انرژی زیادی که بخود اختصاص می‌دهند دارای پتانسیل زیاد در خصوص انجام پروژه‌های مدیریت مصرف انرژی هستند.

بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده کل مصارف انرژی در بخش فسیلی در دوره چغندری برابر ۳۱۵،۰۰۰ تن مازوت، ۸٤،۰۰۰،۰۰۰ مترمکعب گاز و۲۰،۰۰۰ تن کک و در دوره شکر خام برابر ۱۹۱،٤۰۰ تن مازوت، ٤۰،۰۰۰،۰۰۰ مترمکعب گاز و۱،۵۰۰ تن کک می‌باشد. که در این دوره کارخانجات مورد بررسی ۵۳۰،۰۰۰،٤ تن چغندر دریافت نموده و مبادرت به تصفیه ۸۲۱،۰۰۰ تن شکر خام نموده‌اند.

همچنین متوسط مصارف ویژه انرژی حرارتی برای دوره چغندری برابر (چغندرGJ/ton) ۳/۲۵ و در دوره تصفیه شکر خام برابر (شکرخام GJ / ton) ۹/٦ می‌باشد.

نتایج بررسی‌ها و همچنین ممیزی انرژی کوتاه مدت در چهار کارخانه نمونه نشان می‌دهد که کارخانجات با انجام بعضی از راه‌کارهای کم هزینه و بدون هزینه می‌توانند تا حدود ۱۵٪ از مصرف انرژی در بخش فسیلی را کاهش دهند.

شاخص‌های مصرف ویژه انرژی

پس از اخذ اطلاعات مربوط به مصارف انرژی و تولید از کلیه کارخانجات، مصرف ویژه انرژی (SEC:Specific Energy Consumption) یعنی مقدار انرژی مصرفی به ازای یک تن چغندر در کارخانجات در دو بخش حرارتی و الکتریکی محاسبه گردید.

از آنجایی که شرایط آب و هوایی و کشاورزی در عیار چغندر تأثیر گذار می‌باشد، معمولاً شاخص‌های مختلف در کارخانجات قند و شکر بر اساس میزان چغندر دریافتی محاسبه می‌گردد.

مصرف ویژه انرژی حرارتی

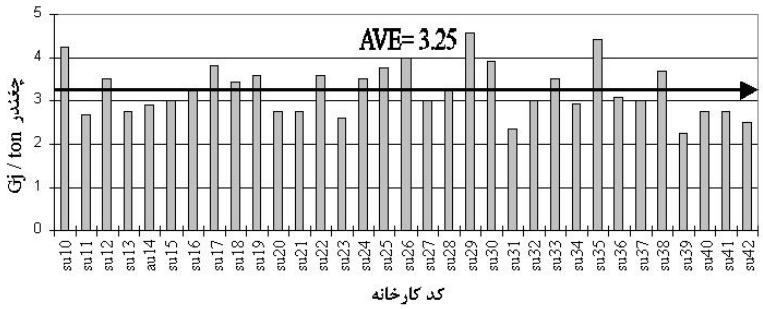
به منظور محاسبه مصرف ویژه انرژی حرارتی کلیه سوخت‌های فسیلی مصرفی در کارخانه اعم از مازوت، گاز، کک و ... با توجه به ارزش حرارتی هر سوخت بر حسب مگاژول محاسبه شده و سهم سوخت مصرفی در نیروگاه جهت تولید برق از آن کسر گردیده است.

بر اساس بررسی‌های به عمل آمده متوسط شاخص مصرف انرژی حرارتی در دوره چغندری برابر (تن چغندر/GJ) ۳/۲۵ و در دوره تصفیه شکر خام برابر (تن شکر خام / GJ) ۹/٦ می‌باشد.

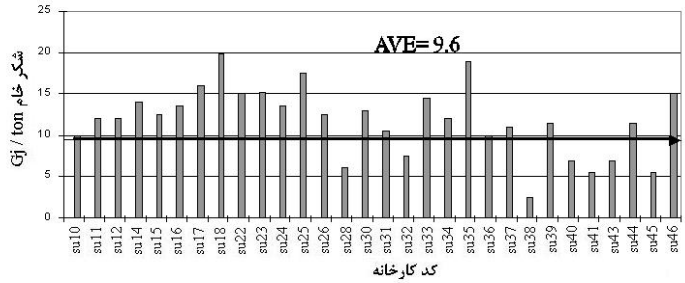
نمودار شماره (۱و۲) شاخص ویژه انرژی حرارتی را در دو دوره چغندری و شکر خام نشان می‌دهد.

اختلاف مصارف ویژه انرژی در کارخانجات مختلف علاوه بر مسئله کارآیی انرژی به پارامترهای دیگری نظیر، ظرفیت کارخانجات، کارکرد در ظرفیت پائین به دلیل عدم دریافت چغندر، قدمت کارخانه، نداشتن تفکیک مصارف در بخش خانگی (مهمانسرا وشهرک) و... بستگی دارد.

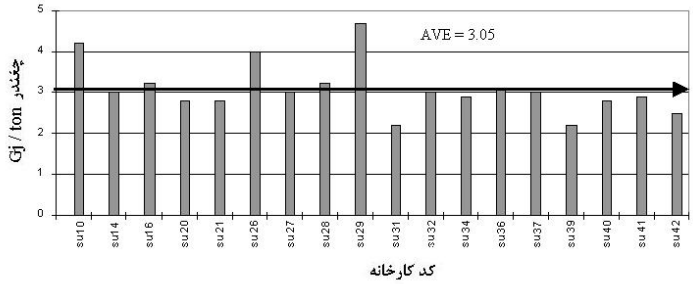
همچنین با توجه به تأثیر نوع محصول تولیدی (قند یا شکر) در مصرف انرژی کارخانه به منظور مقایسه بهتر کارخانجات در نمودارهای شماره (۳،٤و۵) شاخص ویژه مصرف انرژی برای گروه‌های هم محصول به تفکیک مشخص شده است.



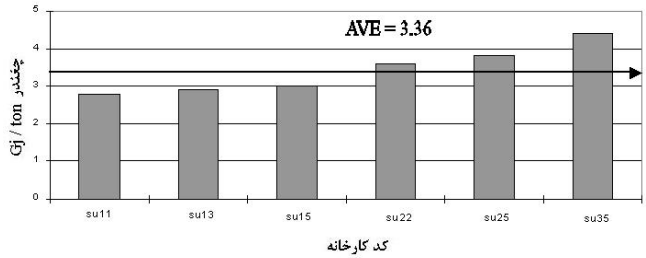
نمودار ۱ـ شاخص مصرف انرژی حرارتی



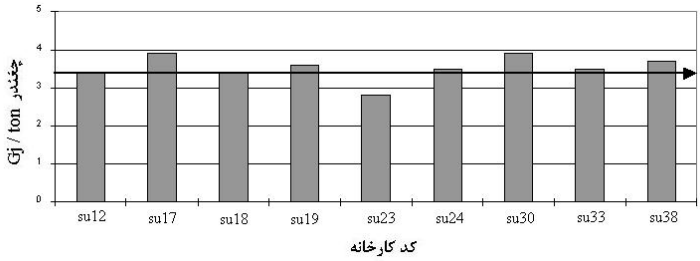
نمودار ۲ـ شاخص مصرف انرژی حرارتی در کارخانجات قند و شکر، در دوره شکر خام



نمودار ۳ـ شاخص مصرف انرژی حرارتی، کارخانجات تولید شکر



نمودار ٤ـ شاخص مصرف انرژی حرارتی، کارخانجات تولید قند



نمودار ۵ـ شاخص مصرف انرژی حرارتی، کارخانجات تولید قند و شکر

برآورد پتانسیل صرفه‌جوئی

به منظور تعیین پتانسیل صرفه‌جوئی، کارخانجاتی که شاخص مصرف ویژه انرژی آنها بالای خط متوسط می‌باشند در نظر گرفته شده است و با توجه به مصارف انرژی الکتریکی و فسیلی کارخانه میزان پتانسیل صرفه‌جوئی هر کارخانه محاسبه گردیده است.

بر اساس برآوردهای به عمل آمده پتانسیل صرفه‌جوئی نسبت به متوسط مصرف داخلی در دوره چغندری برابر ۲۰۰/۰۰۰ بشکه معادل نفت خام و در دوره تصفیه شکر خام برابر ۲۲۰/۰۰۰ بشکه معادل نفت خام در سال می‌باشد.

لازم به ذکر است که این پتانسیل بر اساس متوسط مصرف ویژه انرژی کارخانجات داخلی محاسبه گردیده است و چنانچه با شرایط ایده‌آل در نظر گرفته شود. این میزان پتانسیل به مراتب بیشتر خواهد شد.

نتایج ممیزی انرژی حرارتی در چهار کارخانه

پس از جمع‌آوری اطلاعات اولیه و بررسی و تجزیه و تحلیل آن ، چهار کارخانه جهت انجام ممیزی انرژی کوتاه مدت انتخاب شدند.

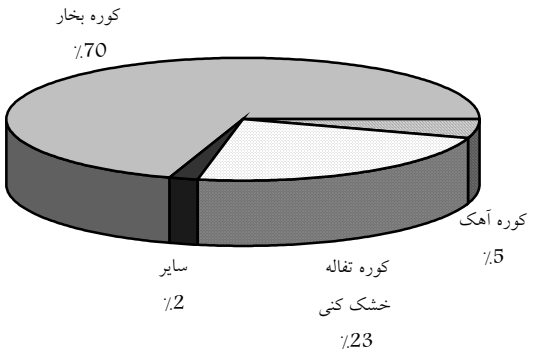
مصارف انرژی فسیلی در چهار کارخانه

بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده مصارف سوخت فسیلی به تفکیک حامل‌های انرژی در چهار کارخانه مطابق جدول شماره (۱) می‌باشد:

جدول ۱ـ آمار سال ۷۹ دوره چغندری

نوع سوخت / کارخانه	گاز طبیعی m^3	مازوت (Lit)	کک (ton)
شماره ۱	٤٠/٠٠٠/٠٠٠	–	–
شماره ۲	–	۳۰/۰۰۰/۰۰۰	۲۰۰۰
شماره ۳	–	۲۰/۰۰۰/۰۰۰	–
شماره ٤	–	۲۲/۰۰۰/۰۰۰	٦۰۰

تفکیک مصارف انرژی فسیلی در کارخانجات قند با توجه به بررسی‌های به عمل آمده مطابق شکل شماره (۱) است.



شکل ۱ـ نمودار مصارف انرژی فسیلی در کارخانجات قند

بررسی وضعیت کوره‌های بخار

به منظور تأمین برق و بخار مورد نیاز جهت فرآیند تولید، معمولاً کارخانجات قند از بویلرهای واترتیوب استفاده می‌نمایند که این بویلرها بخار با فشار بالا را برای توربین‌ها تأمین می‌نمایند.

این بخار پس از تولید برق در توربین‌های Back Pressure با فشار مورد نیاز در پروسه تولید وارد فرآیند تولید می‌گردد. همچنین بعضی از کارخانجات به منظور تأمین بخار مورد نیاز بعضی از قسمت‌ها از بویلرهای فایرتیوب استفاده می‌نمایند.

جدول ۲ـ تعداد بویلرهای کارخانجات مورد بررسی

کارخانه شماره ۱	چهار دیگ واتر تیوب و یک دیگ فایر تیوب
کارخانه شماره ۲	پنج دیگ واتر تیوب و یک دیگ فایر تیوب
کارخانه شماره ۳	چهار دیگ واتر تیوب و یک دیگ فایر تیوب
کارخانه شماره ٤	سه دیگ واتر تیوب و سه دیگ فایر تیوب

الف) بررسی میزان نسبت سوخت به هوا

تنظیم نسبت سوخت به هوا (Air Fuel Ratio) یکی از مهمترین پارامترهای افزایش کارآیی بویلرها می‌باشد به طوری که افزایش میزان هوا باعث کاهش راندمان و افزایش مصرف سوخت بوده و همچنین کاهش میزان آن باعث بدسوزی و وجود گازهای نسوخته و تولید آلاینده‌های زیست محیطی می‌گردد.

بدین منظور آنالیز احتراق در نزدیکترین نقطه به محفظه احتراق برای کلیه بویلرها در کارخانجات انجام گردید.

جدول ۳ـ نمونه‌ای از آنالیز احتراق در یک بویلر از هر کارخانه

پارامترهای اندازه‌گیری	بویلر شماره ۱ کارخانه شماره ۱ (گازطبیعی)	بویلر شماره ۲ آلمانی کارخانه شماره ۲ (مازوت)	بویلر شماره ۳ کارخانه شماره ۳ (مازوت)	بویلر شماره ۲ کارخانه شماره ٤ (مازوت)
دمای نقطه اندازه‌گیری	۲۲۵ °C	۲۸۷°C	۳۷۸°C	۲۹۸°C
درصد اکسیژن	٪۸۰/٤	٪٤/۸	٪۹/۲	٪۹/٤
درصد دی‌اکسید کربن	٪٦/٨	٪۱۲/۲	٪۸/۹	٪۸/۷
منو اکسید کربن	۰ppm	۸ppm	۰ppm	۹۵ ppm
اکسیدهای ازت	۵۷ ppm	۱۷۲ ppm	۱۴۰ ppm	۱۲۵ Ppm
دی اکسید گوگرد	۰Ppm	۹۵۰ Ppm	۵۱۲ ppm	٤۱۰ ppm
درصد هوای اضافی(λ)	٪٦٦/۵	٪۲۹/۴	٪۷۷/۵	٪۸۱

با نگاهی گذرا به جدول شماره (۳) می‌توان گفت که در اکثر موارد اندازه‌گیری شده میزان هوای واقعی سر مشعل بیش از حد مورد نیاز می‌باشد. همچنین در بعضی از بویلرها با توجه به بالا بودن هوای سر مشعل کماکان منواکسید کربن مشاهده می‌شود و بیان کننده عملکرد بد مشعل می‌باشد.

وجود هوای اضافی علاوه بر کاهش راندمان حرارتی باعث افزایش مصرف انرژی الکتریکی در فنهای دمنده و مکنده خواهد شد. جدول شماره (٤) میزان صرفه‌جوئی انرژی سالیانه در دو بخش فسیلی و الکتریکی را در صورت تنظیم نسبت سوخت به هوا و تعمیرات مشعل نشان می‌دهد.

جدول ٤ـ میزان صرفه‌جوئی انرژی سالیانه بویلرها با تنظیم نسبت سوخت به هوا

نام کارخانه	سوخت فسیلی	انرژی الکتریکی KWh
شماره ۱	۴۷٦۰۰۰ Nm^3	۲٤۸۰۰۰
شماره ۲	۱۰۰۰۰۰۰ lit مازوت	۱۰۵۰۰۰
شماره ۳	۱۴۰۰۰۰ lit مازوت	۲۴۵۰۰۰
شماره ٤	۸۷۷۰۰۰ lit مازوت	۲۰۲۰۰۰

ب) محاسبه میزان نشتی هوا

مسئله هوای نشتی (Leak Air) از جمله مشکلاتی است که اکثر صنایع و کارخانجات بزرگ با آن مواجه بوده و حذف و کاهش آن از جمله دغدغه‌های اکثر صاحبان کارخانجات می‌باشد.

در بویلرهایی که دارای فن مکنده می‌باشند با توجه به وجود فشار منفی در بعضی از قسمت‌های بویلر مسئله نشتی هوا وجود دارد.

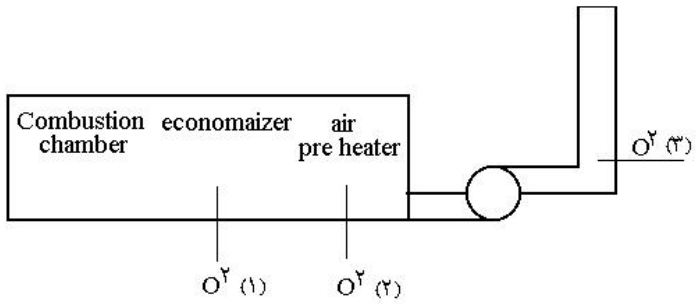
به منظور محاسبه میزان نشتی هوا در بویلرها آنالیز احتراق در قسمت‌های مختلف بویلر مطابق شکل شماره (۲) انجام گرفته و با بالانس اکسیژن میزان نشتی محاسبه می‌گردد.

جدول شماره (۵) میزان نشتی هوا در بویلرهای چهار کارخانه و همچنین میزان صرفه‌جوئی انرژی در صورت کاهش ٦۰٪ از آن را نشان می‌دهد.

جدول ۵ـ میزان نشتی هوا در بویلرهای چند کارخانه و میزان صرفه جویی انرژی

نام کارخانه	میزان نشتی m^3/hr	کاهش مصرف انرژی سالیانه	کاهش مصرف انرژی الکتریکی KWh/year
شماره ۱	۲۲۸۰۰	۲۱۵۸۰۰ M^3	۵۲۲۰۰
*شماره ۲	۴۹۹۰۰	۷۵۲۰۰۰ Lit	۴۲۱۰۰۰
شماره ۳	۴۶۰۰	۶۵۰۰۰ Lit	۱۲۰۰۰
شماره ۴	۲۴۹۰۰	۴۲۴۰۰۰ Lit	۱۰۳۰۰۰

• برای دو بویلر امکان اندازه‌گیری نشتی وجود نداشت



شکل ۲ـ محاسبه میزان نشتی هوا در بویلرهای آنالیز احتراق در قسمت های مختلف بویلر

بررسی وضعیت عایق‌ها

اصولاً با توجه به مصارف بالای بخار در پروسه تولید قند و نیاز به حرارت در مراحل مختلف تولید مسئله عایق و عایق‌کاری از مسائل مهم در کارخانجات قند می‌باشد.

با توجه به وجود مبدل‌های حرارتی شربت، لوله‌های انتقال شربت و لوله‌های انتقال بخار و ... و استفاده از دماهای مختلف در بخش‌های کارخانه در سه گروه دمایی می‌توان مسئله عایق‌کاری را مورد بحث قرار داد.

ـ سطوح داغ با دمای بالای $300^{\circ}C$ مربوط به شیر و کلکتور اصلی بخار ورودی توربین‌ها و ....

ـ سطوح داغ با دمای $300-200^{\circ}C$ مربوط به بعضی از شیرها و لوله‌های بخار و مبدل‌های شربت و ...

ـ سطوح داغ با دمای $200-100^{\circ}C$ مربوط به لوله‌های شربت، لوله‌های بخار و سطوح عدسی‌ها مبدل‌ها و ...

ـ میزان تلفات ناشی از تشعشع و جابجایی آزاد با توجه به موقعیت سطوح داغ برابر .

ـ سطوح داغ با دمای بالای $300^{\circ}C$ تقریباً $6/5\ KW/m^2$ یا به عبارت دیگر $15\ Lit/daym^2$ مازوت یا $16\ Nm^3/daym^2$ گاز طبیعی.

ـ سطوح داغ با دمای بالای $300-200^{\circ}C$ تقریباً $4/5\ KW/m^2$ یا به عبارت دیگر $10\ Lit/daym^2$ مازوت یا $11\ Nm^3/daym^2$ گاز طبیعی.

ـ سطوح داغ با دمای بالای $200-100^{\circ}C$ تقریباً $2\ KW/m^2$ یا به عبارت دیگر $4/5\ Lit/daym^2$ مازوت یا $5\ Nm^3/daym^2$ گاز طبیعی.

جدول شماره (٦) تلفات ناشی از عدم عایق‌کاری مناسب و صرفه‌جوئی انرژی ناشی از عایق‌کاری را نشان می‌دهد.

لازم به ذکر است که مقادیر تلفات، ناشی از بررسی‌های مقدماتی و قابل رؤیت در ممیزی انرژی سریع می‌باشد.

جدول ٦ـ تلفات ناشی از عدم عایق‌کاری مناسب و صرفه جویی انرژی ناشی از عایق‌کاری

نام کارخانه	تلفات انرژی سالیانه	صرفه‌جوئی (میلیون ریال)	براورد سطوح داغ(m^2)
شماره ١	٢٤٠٥٠٠ Nm^3	٣٧/٤	٣٧٠
شماره ٢	٣٦٣٧٠٠ Lit	٤٧/٣	٣٠٠
شماره ٣	٤٩٥٠٠٠ Lit	٦٤/٤	٤١٠
شماره ٤	٢٦٨٥٠٠ Lit	٣٤/٩	٢٣٠

فرآیند تفاله خشک کنی

الف) استفاده از پرس‌های تفاله تر با درصد ماده خشک بالاتر

در حال حاضر با توجه به قدمت تجهیزات کارخانجات قند پرس‌های تفاله‌تر دارای راندمان پائین و درصد ماده خشک حدود ٢٠-١٤٪ می‌باشند. امروزه در صنایع قند به منظور کاهش مصرف سوخت در کوره تفاله خشک از پرس‌های تفاله‌تر با درصد ماده خشک بالا (حدود ٣٠٪) استفاده می‌کنند.

طی بررسی‌های به عمل آمده با افزایش ١٪ ماده خشک در تفاله‌تر به ازاء یک تن چغندر ورودی به کارخانه به میزان ٠/٢٧ لیتر در مصرف مازوت در کوره تفاله خشک صرفه‌جوئی می‌شود به عبارت دیگر برای یک کارخانه ٢٠٠٠ تنی با متوسط ١٠٠ روز کاری میزان صرفه‌جوئی مازوت در کوره تفاله خشک برابر ٥٣/٣٠٠ لیتر درسال خواهد شد.

حال اگر بتوان از پرس تفاله‌تر با ١٠ درصد ماده خشک بالاتر استفاده کرد برای یک کارخانه ٢٠٠٠ تنی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

١ـ کاهش میزان سوخت به میزان ٥٣٣٠٠٠ لیتر در سال معادل ٧٠ میلیون ریال

٢ـ افزایش ظرفیت کوره تفاله خشک

٣ـ با توجه به کاهش بار کوره تفاله خشک، هزینه‌های تعمیر و نگهداری و تعویض آجرهای نسوز کاهش می‌یابد.

٤ـ کاهش آلاینده‌های زیست محیطی

٥ـ کاهش مصرف انرژی الکتریکی به ازای درصد ماده خشک تفاله تر

ب) بررسی کوره تفاله خشک

با توجه به مصرف حدود ٢٠٪ سوخت فسیلی در کوره‌های تفاله خشک لذا بررسی کوره‌های تفاله خشک از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد.

جدول شماره (٧) یک نمونه از آنالیز احتراق در کوره‌های تفاله خشک بعد از سیکلون را نشان می‌دهد.

جدول ۷ـ یک نمونه آنالیز احتراق در کوره‌های تفاله خشک بعد از سیلکون

دمای گازهای خروجی (°C)	درصد O_2 (%)	درصد CO_2 (%)	درصد CO (%)	اکسیدهای ازت ppm	دی اکسید گوگرد ppm	درصد هوای اضافی (%)
۸۲/۸	۱۸	۲/۲	۳۱۹	۹	۷۰	٦۰٤

همانگونه که مشاهده می‌شود با وجود داشتن حدود ٦۰۰ درصد هوای اضافی باز هم به میزان ۳۲۰ ppm منواکسید کربن وجود دارد که نشانه عملکرد بد مشعل می‌باشد.

اصولاً در اینگونه موارد بهتر است که دمپر هوای اولیه سر مشعل به صورت کامل باز باشد و هوای ثانویه را کم کرد.

متوسط رطوبت موجود در تفاله خشک کارخانجات مورد مطالعه نزدیک به ۷ درصد می‌باشد که می‌توان میزان رطوبت را باتوجه به نحوه انبار تفاله‌ها تا حدود ۱۲ درصد افزایش داد.

با افزایش ۵ درصد رطوبت تفاله خشک برای یک تن چغندر ورودی می‌توان به میزان ۰/۳۸ لیتر مازوت صرفه‌جوئی نمود.

حال برای یک کارخانه ۲۰۰۰ تنی با کارکرد ۱۰۰ روز کاری میزان صرفه‌جوئی سالانه مازوت برابر ۷٦۰۰۰ لیتر خواهد شد که مقدار ریالی آن برابر ۱۰ میلیون ریال خواهد شد .

همچنین کنترل رطوبت در تفاله خشک علاوه بر کاهش مصرف سوخت باعث افزایش وزنی تفاله خشک و سود ناشی از آن می‌گردد.

بازیافت حرارت از دودکش کوره‌های بخار جهت استفاده در کوره‌های تفاله خشک

یکی از راه‌کارهای اجرایی در کارخانجات قند جهت کاهش مصرف انرژی استفاده از گازهای خروجی کوره‌های بخار در تفاله خشک می‌باشد.

جدول شماره (۸) میزان انرژی قابل بازیافت در چهار کارخانه مورد مطالعه به همراه متوسط دمای گازهای خروجی را نشان می‌دهد:

جدول ۸ـ میزان انرژی قابل بازیافت در کارخانه‌های مورد مطالعه

نام کارخانه	دمای گازهای خروجی (°C)	حجم گازهای خروجی (Nm^3/hr)	انرژی سالیانه موجود در گازهای خروجی (GJ)	انرژی قابل بازیافت سالیانه (۷۰٪ انرژی موجود)
شماره ۱	۱٤۰	۱۷۰۰۰۰	۷۵۰۰۰	۱۵۵٤۰۰۰ Nm^3
شماره ۲	۱۸۰	۲٤۰۰۰۰	۱۳٤۰۰۰	۲۵۹۰۰۰۰ Lit
شماره ۳	۲۱۰	۱۳۰۰۰۰	۸۳۰۰۰	۱٦۰۰۰۰۰ Lit
شماره ٤	۲۱۰	۸۸۰۰۰	۵۸۰۰۰	۱۱۰۰۰۰۰ Lit

استفاده از این روش حدود ٤۰-۲۰ درصد سوخت مورد نیاز کوره‌های تفاله خشک را کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به فاصله بین کوره‌های بخار و تفاله خشک، فنهایی جهت انتقال گازهای خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

راه‌کارهای اجرایی دیگر بخش حرارتی در صنایع قند

راه‌کارهای دیگری نیز در صنایع قند وجود دارند که به دلیل اهمیت ممیزی انرژی کوتاه مدت، عدم بررسی آنها نیاز به بررسی‌های دقیق دارند که به صورت موردی به آن اشاره می‌شود.

ـ استفاده از سیستم تصفیه فاضلاب و تهیه گاز متان جهت تأمین بخشی از سوخت مورد نیاز در کوره‌های بخار یا کوره‌های تفاله خشک کن

ـ استفاده از بدنه‌های بیشتر اواپراتور جهت افزایش BX خروجی شربت

ـ استفاده از شربت رقیق به جای آب برای شستشوی فیلترها

ـ بازیافت حرارت از درین و بلودان بویلرها برای مصارف مختلف

ـ استفاده از سیستم کروماتوگرافی جهت قندگیری از ملاس و جایگزین نمودن آن با سیستم استفن

– استفاده از تله‌های بخار با کارآیی بیشتر

– جایگزینی هیترها و تعبیه‌کننده‌های صفحه‌ای با مبدل‌های معمولی

ـ استفاده کاراً از بخار و جلوگیری از نشت آن در فرآیند

ـ کنترل خلاء در اواپراتور و واحدهای پخت

ـ استفاده از سیستم اژکتور جهت تأمین خلاء مورد نیاز

جدول نتایج ممیزی انرژی الکتریکی

جدول شماره (۹) نتایج ممیزی انرژی الکتریکی به همراه پتانسیل صرفه‌جوئی انرژی در چهار کارخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۹ـ نتایج ممیزی انرژی

راه‌کار	کارخانه شماره ۱		کارخانه شماره ۲		کارخانه شماره ۳		کارخانه شماره ٤	
	انرژی قابل مصرف‌جویی (KWh)	هزینه قابل مصرف‌جویی (میلیون ریال)	انرژی قابل مصرف‌جویی (KWh)	هزینه قابل مصرف‌جویی (میلیون ریال)	انرژی قابل مصرف‌جویی (KWh)	هزینه قابل مصرف‌جویی (میلیون ریال)	انرژی قابل مصرف‌جویی (KWh)	هزینه قابل مصرف‌جویی (میلیون ریال)
تنظیم نسبت سوخت به هوا و تغییرات مشعل	۳۷٦۰۰۰ Nm³ ۲٤۸۰۰۰ KWh	۷۰/٦	۱۰۰۰۰۰۰۰ Lit ۱۰۵۰۰۰ K.Wh	۱٤۵	Lit۱۲۰۰۰۰ Wh۲۲۵۰۰۰	۱۹۲	۸۷۷۰۰۰ Lit ۲۰۲۰۰۰ Wh	۱۲۸
کاهش نشتی در کوره‌های بخار	۲۱۵۸۰۰ Nm³ ۵۲۲۰۰ K.Wh	۲۹/٤	۷۵۲۰۰۰ Lit ٤۲۱۰۰۰ K.Wh	۱۵٦	٦۵۰۰۰ Lit ۱۲۰۰۰ K.Wh	٤۲/۵	٤۲٤۰۰۰ Lit ۱۰۲۰۰۰ K.Wh	٦۷
کنترل درصد رطوبت‌نمانه خشک	-	-	۵٦۰۰۰ Lit	۷/۲	٤۸۰۰۰ Lit	٦/۲	٤۸۰۰۰ Lit	٦/۲
عایق کاری	۲٤۰۵۰۰ Nm³	۲۷/٤	۲٦٤۰۰۰ Lit	٤۷/۲	٤۹۵۰۰۰ Lit	٦٤/۲	۲٦۸۰۰۰ Lit	۲۵
بازیافت حرارت از دودکش کوره‌های بخار	۱۵۵٤۰۰۰ Nm³	۲۰۲	۲۵۹۰۰۰۰ Lit	۲۲٦	۱٦۰۰۰۰۰ Lit	۲۰۸	۱۱۰۰۰۰۰ Lit	۱٤۲

محاسبات نشان می‌دهد بازگشت تقریبی سرمایه‌گذاری در راه‌کارهای ارائه شده جز درمورد بازیافت حرارت از دودکش کوره‌های بخار، حداکثر دو سال خواهد بود.