INSO
11593
1st.Revision
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۱۵۹۳
تجدید نظر اول
۱۳۹۳

روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده – معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید

lubricating Oil and Used Oil Rerefining - Energy Consumption Criteria in Production Processes

ICS:75.100,27.010

به‌نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۰۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۰۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1] ، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electro Technical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4 - Contact Point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده – معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید »

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
سیفی، نصرت ا... (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
دبیر:	
شریف، مهدی (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
اعضاء :(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی جوزدانی، زهرا (لیسانس شیمی کاربردی)	وزارت صنعت، معدن و تجارت
توکلی، امیر (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان
جوکار، محسن (لیسانس مکانیک سیالات)	شرکت پیام صادرات
حسینی، سید یاسر (لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت نفت بهران
خراسانی، امین (لیسانس مدیریت بازرگانی)	شرکت تعاونی مروارید مشکین
رئیسی، طهمورث (لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت نفت سپاهان
شریفیان، حمیدرضا (فوق لیسانس مهندسی سیستم‌های انرژی)	سازمان ملی استاندارد ایران

عاصیان، محمد حسین (لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
عدالتی، ابوالفضل (فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)	سازمان حفاظت محیط زیست
عشوری، محمدعلی (لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت نفت پارس
فتوحی، دارا (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان
فرهمندپور، بهاره (فوق لیسانس مهندسی انرژی)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
قزلباش، پریچهر (لیسانس فیزیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
کریمی، مرتضی (لیسانس مهندسی مکانیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
لقمانی، اعظم (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت بهینه سازی مصرف سوخت
محمدصالحیان، عباس (لیسانس مهندسی مکانیک)	وزارت نیرو
منیری، حسین (کارشناس فنی)	شرکت قطران کاوه
مولودی، حمید (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت نفت ایرانول
مومنی، سحر (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان

مهدی‌زاده، سهیلا (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان
نامنی، مجید (فوق لیسانس مدیریت دولتی)	سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
نوروزی، علی (فوق لیسانس مهندسی انرژی)	وزارت نفت

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		ح
مقدمه		ط
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	فرآیندهای تولید روغن موتور	۴
۴-۱	فرآیند تولید روغن موتور از برش پالایشگاه	۶
۴-۱-۱	آسفالت‌گیری	۶
۴-۱-۲	واحد فورفورال (استخراج آروماتیک‌ها)	۶
۴-۱-۳	عملیات موم‌گیری	۶
۴-۱-۴	عملیات تصفیه نهایی (هیدروژنی)	۷
۴-۱-۵	سیستم اختلاط (واحد بلندینگ)	۷
۴-۲	فرآیند تصفیه روغن کارکرده با روش اسید و خاک	۷
۵	استاندارد مصرف ویژه انرژی در فرآیند تولید روغن موتور از برش نفتی پالایشگاه	۸
۵-۱	معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تولید روغن موتور کارخانه‌های موجود	۹
۵-۲	معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تولید روغن موتور کارخانه‌های جدیدالاحداث	۱۰
۶	استاندارد مصرف ویژه انرژی در فرآیند تصفیه روغن کارکرده	۱۰
۶-۱	معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تصفیه روغن کارخانه‌های موجود	۱۰
۶-۲	معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تصفیه روغن کارخانه‌های جدیدالاحداث	۱۱
۷	ایندکس انرژی	۱۲

پیوست الف دستورالعمل اجرایی استاندارد ۱۳
(اطلاعاتی)

پیوست ب مطالعه موردی یک واحد تولیدی نمونه ۲۱
(اطلاعاتی)

پیش گفتار

استاندارد "روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده - معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید" نخستین بار در سال ۱۳۸۶ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط وزارت نفت (شرکت بهینه سازی مصرف سوخت) و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در بیست و سومین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد انرژی مورخ ۹۳/۱۱/۲۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی به شماره ۱۱۵۹۳سال ۱۳۸۶ شده است.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

" پروژه بازنگری/تدوین استاندارد معیار مصرف انرژی در صنایع روغن موتورو روغن تصفیه "، شرکت مهندسین مشاور سامان انرژی اصفهان، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، وزارت نفت، سال ۱۳۹۳ .

مقدمه

با توجه به افزایش چشمگیر هزینه انرژی در دنیا، محدودیت منابع فسیلی، رشد بالای مصرف سالانه انواع انرژی در ایران، حذف یارانه انرژی و بخصوص عدم کارایی فنی و اقتصادی مصرف انرژی در اغلب صنایع، امروزه مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بهره‌وری انرژی به یک ضرورت تبدیل شده است. در همین راستا، پایش و مدیریت مصرف انرژی در هر صنعت نیاز به معیارها و شاخص‌های مناسب دارد.

در این راستا بر طبق قانون "اصلاح الگوی مصرف انرژی"، دولت موظف است به منظور اعمال صرفه‌جوئی، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست، نسبت به تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات، فرایندها و سیستم‌های مصرف کننده انرژی، اقدام نماید، به ترتیبی که کلیه مصرف کنندگان، تولیدکنندگان و واردکنندگان این تجهیزات، فرایندها و سیستم‌ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند. معیارهای مذکور توسط کمیته‌ای متشکل از نمایندگان وزارت نفت، وزارت نیرو، معاونت برنامه-ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، سازمان ملی استاندارد ایران، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارتخانه ذیربط تدوین می‌شود.

همچنین بر اساس مصوبات یکصد و دومین شورای عالی استاندارد مورخ ۸۱/۳/۵ پس از تصویب استانداردهای مربوطه در کمیته مزبور، این استانداردها بر طبق آیین نامه اجرائی قانون فوق‌الذکر همانند استانداردهای اجباری توسط سازمان ملی استاندارد ایران اجرا خواهد شد.

روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده –
معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید

۱ هدف ودامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار مصرف ویژه انرژی در فرآیندهای تولید روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده می‌باشد. در این استاندارد نحوه ارزیابی و اندازه‌گیری میزان انرژی حرارتی و الکتریکی مصرفی در فرآیندهای تولید روغن موتور وتصفیه روغن کارکرده ارائه می‌شود. علاوه بر این برای واحدهایی که در آینده مورد بهره برداری قرار خواهند گرفت نیز؛ بهترین معیار مصرف ویژه انرژی با توجه به فناوری روز دنیا مشخص شده است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد،اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر ایناستاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ۱۳۴۳ سال ۱۳۷۳: ویژگی‌ها و روش‌های آزمون روغن موتورهای بنزینی و دیزلی سبک در سطح کیفیت DEF STAN ۹۱-۱/۴۳

۲-۲ استاندارد ملی ۵۸۴ سال ۱۳۷۵: ویژگی‌ها و روش‌های آزمون روغن موتورهای بنزینی و دیزلی سبک در سطح کیفیت DEF STAN ۹۱-۱/۴۳

۲-۳ استاندارد ملی ۳۳۹۲ سال ۱۳۷۳: ویژگی‌ها و روش‌های آزمون درون سوز بنزینی و دیزلی در سطح کیفیت MIL-L - ۲۱۰۴

۲-۴ استاندارد ملی ۳۴۲۰ سال ۱۳۷۲:پیش بینی حد دمای قابلیت پمپ شدن روغن موتور

۲-۵ استاندارد ملی ۴۶۱ سال ۱۳۵۸: ویژگی‌های روغن موتور درجه ۳ برای موتورهای نوع بنزینی و دیزلی

۲-۶ استاندارد ملی ۱۱۵۹۳ سال ۱۳۸۸: معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تولید روغن موتور

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، واژه‌ها و اصطلاحات زیر به کار می‌روند:

۱-۳

کارخانه تولید روغن

کارخانه‌ای که با برش روغنی حاصل از برج تقطیر پالایشگاه، روغن تولید می‌کند.

۲-۳

کارخانه تصفیه روغن

کارخانه‌ای که با تصفیه مجدد روغن کارکرده، روغن تولید می‌کند.

۳-۳

انرژی حرارتی (E_{th})

مجموع انرژی ناشی از سوخت مصرفی و انرژی معادل بخار ورودی به کارخانه است.

۴-۳

انرژی سوخت

از حاصلضرب دبی در ارزش حرارتی پایین سوخت مصرفی بدست می‌آید.

تبصره: ارزش حرارتی پایین سوخت مصرفی، طبق اعلام رسمی مراجع ذیصلاح و بر اساس ارزش حرارتی سوخت هر منطقه درنظر گرفته می‌شود. شرکت ملی گاز و شرکت پخش فرآورده‌های نفتی در هر منطقه، موظف‌اند مشخصات سوخت مصرفی از قبیل ارزش حرارتی و آنالیز سوخت را یکبار طی ۶ ماهه اول و بار دیگر در ۶ ماهه دوم سال به مجموعه‌های تولیدی و سازمان استاندارد اعلام نمایند.

۵-۳

انرژی معادل بخار

با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود؛

$$\text{انرژی معادل بخار (GJ)} = \frac{\text{مصرفی بخار میزان (ton)} * \text{آنتالپی (GJ/ton)}}{\text{بویلر راندمان}} \qquad (۱)$$

آنتالپی بخار با توجه به دما و فشار آن بدست می‌آید. راندمان بویلر، متوسط راندمان تولید بخار در پالایشگاه‌های کشور، ۸۵ درصد در نظر گرفته شده است.

۶-۳

انرژی الکتریکی (E_e)

میزان مصرف انرژی الکتریکی

۷-۳

انرژی مصرفی کل (E_{total})

مجموع انرژی حرارتی و الکتریکی با در نظر گرفتن راندمان نیروگاهی (رابطه ۲).در این استاندارد راندمان نیروگـاهی ۳۷ درصد در نظر گرفته شده است.

$$E_{total}(GJ) = E_{th}(GJ) + 0.0036 * \frac{E_e(kWh)}{\text{Power Plant Efficiency}} \qquad (۲)$$

۸-۳

معیار استاندارد مصرف ویژه حرارتی(SEC_{Th})

نسبت مصرف انرژی حرارتی به خوراک مصرفی (Gj/Ton).

۹-۳

معیار استاندارد مصرف ویژه الکتریکی (SEC_E)

نسبت مصرف انرژی الکتریکی به خوراک مصرفی(kWh/Ton).

۱۰-۳

معیار استاندارد مصرف ویژه انرژی کل (SEC_{total})

مجموع مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی با در نظر گرفتن راندمان نیروگاهی.

$$SEC_{Total}(\frac{GJ}{Ton}) = SEC_{Th}(\frac{GJ}{Ton}) + 0.0036 * \frac{SEC_E(\frac{kWh}{Ton})}{\text{Power Plant Efficiency}} \qquad (۳)$$

در این استاندارد، مقادیر مصرف ویژه، بر حسب خوراک ورودی به هر واحد تعریف شده است.

۱۱-۳

کارخانجات موجود

کارخانجاتی که پیش از اعلام اجرای اجباری این استاندارد احداث شده و یا مجوز احداث گرفته‌اند.

۱۲-۳

کارخانجات جدیدالاحداث

کارخانجاتی که بعد از اعلام اجرای اجباری این استاندارد مجوز احداث دریافت کرده‌اند.

۱۳-۳

میزان بخار مصرفی

در کارخانجاتی که بخار را خریداری می‌کنند، میزان بخار مصرفی، بر حسب گزارشات تاییـد شـده کارخانـه در نظـر گرفته خواهد شد. مقادیر اعلام شده توسط کارخانه، بایستی با مقادیر موجود در صـورتهای مـالی کارخانـه مطابقـت داشته باشد.

۱۴-۳

میزان خوراک ورودی به هر واحد

میزان خوراک ورودی به هر واحد، بر حسب گزارشات تایید شده کارخانه در نظر گرفته خواهد شد. مقادیر اعلام شده توسط کارخانه، بایستی با مقادیر موجود در صورت‌های مالی کارخانه مطابقت داشته باشد.

۴ فرآیندهای تولید روغن موتور

روغن موتور از اضافه کردن تعدادی از افزودنی‌ها به روغن پایه به دست می‌آید. لذا فرآیند تولید روغن موتور را می‌توان شامل دو مرحله دانست، مرحله اول؛ تولید روغن پایه و مرحله دوم؛ اضافه کردن افزودنی‌ها و مخلوط کردن آنها با روغن پایه به منظور تولید روغن موتور.

مرحله‌ی اول؛ تولید روغن پایه: مرحله‌ی اساسی در تولید روغن موتور می‌باشد و عمده انرژی لازم برای تولید روغن موتور در این مرحله مصرف می‌شود. اساساً روغن پایه را به دو روش می‌توان تولید نمود:
روش اول؛ تولید روغن پایه از برش روغنی حاصل از برج تقطیر پالایشگاه.
روش دوم؛ تولید روغن پایه به کمک تصفیه‌ی مجدد روغن‌های کارکرده.

روش اول؛ برش روغنی حاصل از برج تقطیر خلاء پالایشگاه‌های نفتی به طور مستقیم تحت فراورش قرار می‌گیرد تا در نهایت روغن پایه حاصل گردد. در بعضی از کارخانجات، علاوه بر برش روغنی، از باقیمانده‌های پائینی برج تقطیر خلاء نیز به عنوان خوراک استفاده می‌شود. فراورش برش روغنی در کارخانه‌های تولید روغن موتور در ایران؛ شامل مراحلی همچون استخراج با حلال، موم زدایی، آسفالت‌زدایی و تصفیه هیدروژنی می‌باشد و کیفیت روغن پایه‌ی نهایی بستگی به فرآیندهای انجام شده بر روی برش روغنی دارد. نکته قابل توجه در این روش این است که در این فرآیند، خوراک از پالایشگاه تامین می‌شود و در نهایت، روغن پایه به عنوان محصول نهایی این فرآیند تولید خواهد شد. در حقیقت تولید روغن پایه از خوراک پالایشگاهی، فرآیندی مشتمل بر چندین واحد است که هدف نهایی آنها، تولید روغن پایه است. البته ممکن است با توجه به نوع خوراک و یا گرید روغن پایه مورد نظر، تعداد واحدهای موجود در این فرآیند متفاوت باشد که این مورد باید در تدوین استاندارد مد نظر قرار گیرد.

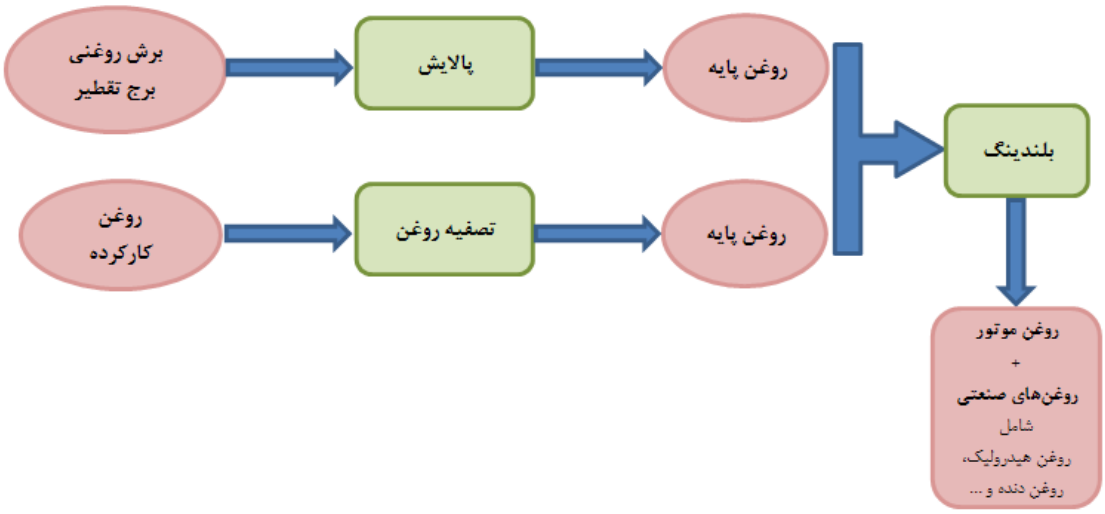
روش دوم؛ روغن پایه از تصفیه روغن‌های کارکرده و یا به اصطلاح، روغن‌های سوخته حاصل می‌شود. با توجه به رشد روز افزون استفاده از روانکارها و نیاز مبرم به روغن موتور، میزان تولید روغن‌های کارکرده در سطح کشور و جهان رو به افزایش است. در نتیجه‌ی این امر، صنایع تولید روغن پایه از تصفیه‌ی روغن‌های کارکرده، در دنیا به سرعت در حال گسترش است چرا که با استفاده از این روش، در استفاده از منابع نفتی صرفه‌جویی چشم‌گیری خواهد شد و همچنین صدمات زیست‌محیطی کمتری نیز به دنبال خواهد داشت. کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و در حال حاضر صنعت تصفیه روغن موتور به‌ویژه در مقیاس کارگاهی در ایران در حال رشد می‌باشد. روش‌های مختلفی برای تصفیه‌ی روغن موتور کارکرده به منظور تولید روغن‌پایه وجود دارد که رایج‌ترین روش در میان واحدهای

موجود در کشور، روش تصفیه با اسید و خاک رنگبر می‌باشد.

مرحله‌ی دوم؛ تولید روغن موتور: پس از تولید روغن پایه به یکی از دو روش فوق، لازم است تا روغن پایه تحت فرآیند اختلاط[1]، با استفاده از میکسرهای متفاوت، با مواد افزودنی همچون آنتی اکسیدان‌ها، مواد ضد خوردگی و ضد زنگ، دی امولسیفایرها و... مخلوط گردد تا محصول با کیفیت نهایی مطابق با استانداردهای روغن‌های روانکار حاصل گردد. در واحد اختلاط، علاوه بر روغن موتور، بسته به مواد افزودنی و همچنین نوع فرآیند اختلاط، محصولات دیگری نیز تولید می‌شود. به طور کلی، محصولات واحد اختلاط به دو دسته تقسیم می‌شوند: روغن موتور و روغن‌های صنعتی که دسته‌ی دوم خود شامل روانکارهای مختلف از جمله روغن دنده، روغن انتقال حرارت، روغن توربین، روغن هیدرولیک و... می‌باشد.

در شکل ۱ شماتیک فرآیند تولید روانکارها نمایش داده شده است. چنانچه در این شکل مشاهده می‌شود، در فرآیند تولید روانکارها، می‌توان سه فرآیند اصلی را در نظر گرفت:

- تولید روغن پایه از برش نفتی پالایشگاه (شامل مراحل آسفالت‌زدایی، استخراج با حلال، موم‌گیری و تصفیه هیدروژنی)
- تولید روغن پایه از تصفیه‌ی روغن کارکرده
- اختلاط روغن پایه به منظور تولید روانکارها



شکل ۱. شماتیک کلی فرآیندهای تولید روغن موتور

[1]Blending

۴-۱ فرآیند تولید روغن موتور از برش نفتی پالایشگاه

۴-۱-۱ آسفالت‌گیری[1]

قیرها و آسفالت‌ها هیدروکربن‌های بسیار سنگین چند حلقه‌ای هستند که حاوی مقداری گوگرد، نیتروژن، اکسیژن و فلزاتی چون سدیم، کلسیم، آهن، نیکل و وانادیم می‌باشند. با توجه به این که نمی‌توان این مواد را از طریق تقطیر از سایر هیدروکربن‌ها جدا کرد، از روش استخراج با حلال استفاده می‌شود. در این روش می‌توان مواد آسفالتی را توسط هیدروکربن‌های سبک مایع شده (از پروپان تا هگزان) رسوب داد و از برش روغنی جدا کرد.

برای تولید برایت استاک[2] (روغن‌های سنگین با کیفیت بالا) خروجی برج تقطیر خلا وارد واحد آسفالت‌گیری شده و در این واحد با استفاده از پروپان (به عنوان حلال)، آسفالت این برش نفتی از آن گرفته شده و به عنوان محصول فرعی این واحد به فروش می‌رسد.

پروپان از نظر رسوب مواد آسفالتی وضعیت مناسبی را داراست و به همین جهت در واحد آسفالت‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. واحد آسفالت گیری از دو بخش استخراج و بازیابی حلال تشکیل شده است.

۴-۱-۲ واحد فورفورال (استخراج آروماتیک‌ها)

ویژگی اصلی یک روغن موتور مرغوب، بالا بودن اندیس گرانروی آن است. بنابراین در پالایش روغن باید ترکیباتی را که اندیس گرانروی پایینی دارند از برش روغنی جدا کرد. در میان هیدروکربن‌ها، آروماتیک‌ها دارای پایین‌ترین اندیس گرانروی می‌باشند. برای افزایش مرغوبیت و مقاومت روغن، این مواد را به وسیله‌ی حلال‌های مناسب از برش روغنی جدا می‌کنند.

در عملیات استخراج، حلال نقش اساسی دارد و در انتخاب آن باید قدرت حلالیت و انتخابگری[3] مورد توجه قرار گیرند. در صنعت حلال‌هایی که برای استخراج مواد آروماتیکی به کار می‌روند عبارتند از: فورفورال، فنل، ان متیل پیرولیدین، انیدرید سولفورو و دوئوسل. در کارخانجات موجود در کشور از حلال فورفورال استفاده می‌شود. این عملیات یک عملیات جداسازی مایع از مایع است که محصول بالای برج فاز غنی از روغن و عاری از آروماتیک (رافینیت[4]) و محصول پایین برج فاز غنی از فورفورال و حاوی مواد آروماتیک است (اکسترکت[5]). محصول بالای برج علاوه بر روغن مقدار اندکی فورفورال را با خود به همراه می‌برد. محصول بالا پس از اینکه طی مراحلی، عاری از مواد آروماتیک و فورفورال گردید، تا دمای محیط سرد شده و به مخازن منتقل می‌گردد. اکسترکت نیز وارد سیستم بازیافت فورفورال می‌گردد.

۴-۱-۳ عملیات موم‌گیری[6]

در خروج از واحد استخراج، نقطه انجماد برش‌های روغنی بسیار بالاست (بین ۲۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد) که در

---

[1] Deasphalting
[2] Bright Stock
[3] Selectivity
[4] Raffinate
[5] Extract
[6] Dewaxing

چنین شرایطی نمی‌توانند مصرف شوند. بنابراین باید تمام هیدروکربن‌هایی که نقطه انجمادشان بالاتر از حداقل دمای مصرف روغن است، حذف شوند. این هیدروکربن‌ها اساسا از پارافین‌های سنگین و موم‌ها تشکیل شده‌اند و به همین دلیل حذف این ترکیبات را موم‌گیری نامیده‌اند. در این واحد از متیل اتیل کتن به عنوان حلال و از تولوئن به عنوان ضد حلال استفاده می‌شود. بدین معنی که روغن در فاز کتن حل شده و تولوئن از حل شدن واکس در فاز کتن جلوگیری می‌کند. در واحد موم‌زدایی در درجه حرارت پایین و با عملیات فیلتراسیون واکس از روغن جدا می‌گردد. سرمایش مورد نیاز توسط سیکل تبرید تامین می‌شود.

۴-۱-۴ عملیات تصفیه نهایی (هیدروژنی)

پس از عملیات موم‌گیری، معمولا روغن مشخصات فیزیکی لازم را به دست می‌آورد ولی بد رنگ و ناپایدار است. هدف عملیات تصفیه، بهبود رنگ و بو، افزایش پایداری و از بین بردن باقی مانده حلال‌ها در روغن است. خوراک واحد تصفیه هیدروژنی، روغن موم گیری شده است. در این روش ناخالصی‌ها از بین می‌رود، بسیاری از ترکیبات واکنش‌پذیر تثبیت می‌شوند، رنگ روغن پایه بهبود و عمر مفید آن افزایش می‌یابد. محصول واحد تصفیه هیدروژنی بعنوان روغن پایه به بخش بلندینگ ارسال می‌گردد.

۴-۱-۵ سیستم اختلاط (واحد بلندینگ)

برای اینکه محصول تصفیه هیدروژنی شده در حد استانداردهای روغن‌های صنعتی قابل استفاده باشد، باید به آن مواد افزودنی لازم را با توجه به نوع کاربرد نهایی روغن اضافه نمود. در این واحد با استفاده از میکسرهای متفاوت مواد افزودنی لازم به روغن افزوده می‌شود.

۴-۲ فرآیند تصفیه روغن کارکرده با روش اسید و خاک[1]

پروسه تولید در کارخانه‌های تصفیه روغن ایران بر مبنای استفاده از اسید و خاک رنگبر می‌باشد. در این پروسه روغن سوخته پس از وزن شدن در پیمانه‌های مشخص، به برج تقطیر اول ارسال می‌گردد. خروجی بالایی این برج پس از خنک شدن وارد مخزن سوخت تقطیری شده و از آنجا به برج تقطیر سوخت سبک ارسال می‌گردد. خروجی بالایی این برج پس از اسید زنی و خاک زنی و همچنین انجام فیلتراسیون لازم به مخازن مربوط به نگهداری سوخت سبک ارسال می‌گردد. این ماده به عنوان سوخت قابل استفاده خواهد بود. خروجی پایین برج تقطیر سوخت سبک پس از اسید زنی و خاک‌زنی وارد برج تقطیر دوم می‌گردد. خروجی بالایی برج تقطیر دوم پس از خنک‌سازی وارد مخزن ذخیره سوخت تقطیری و از آنجا نیز به برج تقطیر سوخت سبک ارسال می‌گردد.

خروجی پایین برج تقطیر دوم، پس از انجام فیلتراسیون و خنک‌سازی وارد مخازن نگهداری روغن پایه می‌گردد. لازم به ذکر است خروجی پایین برج تقطیر اول برای تولید روغن گرید۳۰ و خروجی پایین برج تقطیر سوخت سبک برای تولید روغن گرید ۱۰ مورد استفاده قرار می‌گیرد. روغن پایه تولیدی به منظور تولید روغن موتور وارد قسمت

[1] Acid-Clay Purification

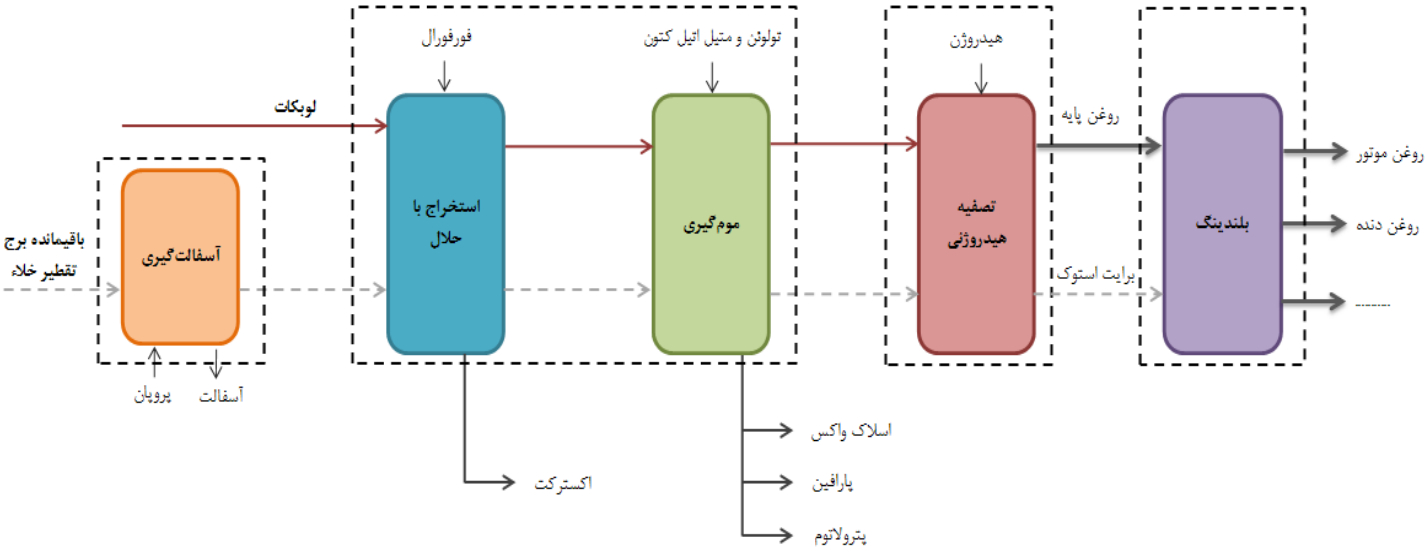
بلندینگ کارخانه می‌گردد.

۵ استاندارد مصرف ویژه انرژی در فرآیند تولید روغن موتور از برش نفتی پالایشگاه

در فرآیند معمول تولید روغن پایه از دو واحد استخراج با حلال فورفورال و موم‌گیری با متیل اتیل کتون استفاده می‌شود و این دو واحد در همه کارخانه‌ها موجود است. برخی از کارخانجات، علاوه بر دو واحد اصلی، دارای واحدهای آسفالت‌گیری و تصفیه هیدروژنی نیز می‌باشندکه برای تولید روغن‌های با کیفیت بالا استفاده می‌شوند. از آنجا که در این موارد، همه خوراک ورودی به کارخانه به واحد آسفالت‌گیری انتقال نمی‌یابند و همچنین فقط بخشی از روغن پایه، تصفیه هیدروژنی می‌شود، مصارف انرژی این واحدها در فرآیند روغن پایه در نظر گرفته نشده و مصارف ویژه انرژی این دو واحد بصورت مجزا محاسبه می‌گردد.

لذا در این استاندارد نیز واحدهای مشترک همه کارخانه‌ها بصورت یک باکس کلی (واحد استخراج با حلال و موم‌گیری) و واحدهای آسفالت گیری، تصفیه هیدروژنی و بلندینگ بصورت باکس‌هایی جداگانه ارزیابی می‌شوند.

شکل۲ شمای کلی نحوه تقسیم بندی واحدهای مختلف، برای تعیین مصارف ویژه هر واحد فرآیند تولید روغن روانکار را نشان می‌دهد.



شکل ۲. تقسیم بندی کلی واحدهای مختلف برای تعیین مصرف ویژه هر واحد

تبصره ۱: اعداد جداول ذیل، برحسب میزان انرژی مصرفی بر تن خوراک ورودی به هر واحد آمده است.

تبصره ۲: در مقادیر مربوط به مصارف ویژه حرارتی، مقادیر انرژی معادل بخار مصرفی هر واحد که با توجه به رابطه۱ محاسبه شده، در نظر گرفته شده است.

با توجه به اینکه، در این استاندارد، مصارف ویژه انرژی بر حسب خوراک ورودی به هر واحد تعریف شده است،

خوراک ورودی به واحدهای تعریف شده در این قسمت، به شرح ذیل معرفی می‌شوند و در محاسبه مقـادیر مصـرف ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- خوراک واحد آسفالت گیری: برش روغنی سنگین[1] که از پالایشگاه تامین می‌شود.
- خوراک واحد استخراج با حلال و مومگیری: مجموع برش روغنی که از پالایشگاه تامین می‌شود[2] و محصول واحد آسفالت گیری[3] که به بخش استخراج وارد می‌شود.
- خوراک واحد تصفیه هیدروژنی: محصول واحد استخراج[4]که جهت تصفیه نهایی وارد واحد تصفیه هیدروژنی می‌گردد.
- خوراک واحد بلندینگ: روغن پایه[5] ورودی به واحد بلندینگ.

۱-۵ معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تولید روغن موتور کارخانه‌های موجود

استاندارد مصرف ویژه انرژی الکتریکی و حرارتی در فرآیند تولید روغن موتور برای کارخانه‌های موجود در کشـور در جدول۱ آمده است.

در کارخانه‌هایی که واحد آسفالت‌گیری[6] دارندوروغن‌های سنگین و با کیفیت تولید می‌کنند، به علت بالا بودن سهم انرژی غیر مولد، برای شاخص انرژی واحدهای استخراج، موم‌گیری و تصفیه هیدروژنی ضریب Aدر نظر گرفته شـده است.

جدول ۱- معیار استاندارد مصرف ویژه انرژی برای کارخانه‌های تولید روغن موتور موجود در کشور

معیار استاندارد		SEC_{Th}	SEC_E	SEC_{Total}
		GJ/ton	kWh/ton	GJ/ton
آسفالت‌گیری		2.5	14	**2.64**
استخراج با حلال و موم‌گیری	با بازیافت حرارت[7]	3.7×A×B	30×A×B	**3.99**×A×B
	بدون بازیافت حرارت	4.1×A×B	30×A×B	**4.39**×A×B
تصفیه هیدروژنی		0.7×A	36×A	**1.05**×A
بلندینگ		1.1	26	**1.35**

۱- A: برای کارخانه‌هایی که واحد آسفالت‌گیری دارند، ۱/۱ و در غیر اینصورت ۱.

۲- B: برای کارخانه‌هایی که پارافین کم روغن تولید می‌کنند، ۱/۰۵ و در غیر اینصورت ۱.

[1] Vaccum Bottom
[2] Lubcut
[3] Deasphalted Oil (DAO)
[4] Wax Free Oil (WFO)
[5] Base Oil
[6] PDA

۷- منظور از بازیافت حرارت، استفاده از انرژی دود خروجی از کوره‌های واحد استخراج با حلال و موم‌گیری جهت تولید بخار است.

۲-۵ معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تولید روغن موتور کارخانه‌های جدیدالاحداث

در جدول۲ میزان مصارف ویژه انرژی استاندارد برای واحدهای جدیدالاحداث با تکنولوژی‌های نوین ارائه شده است.

جدول ۲-معیار استاندارد مصرف ویژه انرژی برای واحدهای جدیدالاحداثتولید روغن موتور با تکنولوژی‌های نوین

SEC_{Total} GJ/ton	SEC_E kWh/ton	SEC_{Th} GJ/ton	معیار استاندارد	
2.08	18	1.9	**آسفالت‌گیری**	
3.13	24	2.9	**فناوری NMP به جای فورفورال و مومگیری متداول**	**آروماتیک زدایی و مومگیری**
2.57	48	2.1	**فناوری هیدروکراکینگ به منظور آروماتیک زدایی و مومگیری کاتالیستی**	
0.87	28	0.6	**تصفیه هیدروژنی**	
1.35	26	1.1	**بلندینگ**	

۶ استاندارد مصرف ویژه انرژی در فرآیند تصفیه روغن کارکرده

با توجه به اینکه، در این استاندارد، مصارف ویژه انرژی بر حسب خوراک ورودی به هر واحد تعریف شده است، خوراک ورودی به واحدهای تعریف شده در این قسمت، به شرح ذیل معرفی می‌شوند و در محاسبه مقادیر مصرف ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- خوراک واحد تصفیه روغن کارکرده: روغن سوخته خریداری شده توسط کارخانه که در عملیات تصفیه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- خوراک واحد بلندینگ: روغن پایه[1] ورودی به واحد بلندینگ.

۱-۶ معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تصفیه روغن کارخانه‌های موجود

مقادیر مصرف ویژه انرژی استاندارد برای کارخانه‌های تصفیه روغن کارکرده و بلندینگ در جدول۳ ارائه شده است.

جدول ۳.معیار استاندارد مصرف ویژه انرژی برای کارخانه‌های تصفیه روغن و بلندینگ موجود در کشور

SEC_{Total} GJ/ton	SEC_E kWh/ton	SEC_{Th} GJ/ton	معیار استاندارد
6.03	**75.0**	**5.30**	**تصفیه روغن کارکرده**
0.51	**16.0**	**0.35**	**بلندینگ**

[1] Base Oil

۲-۶ معیار مصرف ویژه انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیند تصفیه روغن کارخانه‌های جدیدالاحداث

جهت توسعه صنعت تصفیه روغن، برای واحدهای جدیدالاحداث در کشور تکنولوژی جدیدی پیشنهاد شده است. در این تکنولوژی ابتدا به منظور جدا کردن رسوب‌های آلاینده که موجب ایجاد خوردگی و گرفتگی در تجهیزات می‌شوند، روغن کارکرده تحت پیش‌تصفیه‌ی شیمیایی قرار می‌گیرد. روغن کارکرده‌ی پیش‌تصفیه شده، ابتدا به منظور جداسازی آب و هیدروکربن‌های سبک وارد یک ستون تقطیر می‌شود. پساب جدا شده به واحد تصفیه پساب ارسال می‌گردد و هیدروکربن‌های سبک یا در داخل واحد به عنوان سوخت استفاده می‌شوند یا به عنوان محصول فروخته می‌شوند. روغن عاری از آب در یک تبخیرکننده سطحی فیلم نازک[1] تحت تقطیر خلاء قرار می‌گیرد تا سوخت دیزل از آن جدا گردد. (دیزل حاصل یا در واحد به عنوان سوخت استفاده می‌شود یا به عنوان محصول فروخته می‌شود) سایر مواد سنگین از جمله باقیمانده‌های تقطیر[2]، فلزات و همچنین ترکیبات حاصل از تجزیه‌ی افزودنی‌ها، به یک جریان آسفالت سنگین منتقل می‌شوند. محصول بالای تقطیر[3] در دما و فشار بالا و در حضور یک بستر کاتالیستی تحت تصفیه‌ی هیدروژنی قرار می‌گیرند و در این مرحله ناخالصی‌هایی همچون نیتروژن، سولفور، کلرین و ترکیبات آلی اکسید شده از روغن جدا می‌شوند. فراورده‌های حاصل، تحت فرآیند جزء به جزء کردن در خلاء قوی مجدداً به برش‌های خاص مورد نظر جدا می‌شوند و به عنوان اجزاء اصلی روغن‌های موتور، صنعتی و هیدرولیک بکار می‌روند. از مزیت‌های این فرآیند می‌توان به کیفیت بالای محصولات و همچنین پذیرش روغن کارکرده از منابع مختلف مانند روغن گیربکس، گریس، روغن هیدرولیک و روغن موتور اشاره نمود. در جدول۴ مصارف ویژه انرژی استاندارد برای واحدهای جدیدالاحداث آمده است. مقادیر مصرف ویژه انرژی تکنولوژی جدید (استفاده از تبخیرکننده سطحی فیلم نازک) بر مبنای خوراک مصرفی ارائه شده است.

جدول ۴.معیار استاندارد مصرف ویژه انرژی برای کارخانه‌های تصفیه روغن جدیدالاحداث

SEC_{Total}	SEC_E	SEC_{Th}	معیار استاندارد	
GJ/ton	kWh/ton	GJ/ton		
5.44	120	4.27	استفاده از تبخیر کننده سطحی فیلم نازک	تصفیه روغن کارکرده
3.03	70	2.35	روش اسید و خاک رنگبر	
0.51	16	0.35	بلندینگ	

[1] Thin Film Evaporator (TFE)
[2] Residues
[3] Distillate

۷ ایندکس انرژی

مصرف حامل‌های انرژی در یک واحد تولیدی را می‌توان به بخش‌های زیر تقسیم کرد:

۱- مصرف حامل‌های انرژی در فرآیند تولید

۲- مصرف حامل‌های انرژی به منظور تولید دیگر حامل‌های انرژی، مانند مصرف سوخت فسیلی برای تولید بـرق در واحدهایی که نیروگاه داخلی دارند و تولید بخار در واحدهایی که شبکه تولید بخار دارند.

۳- مصرف حامل‌های انرژی در بخش‌های غیر تولیدی مانند ساختمان‌ها

برای ارزیابی میزان مصرف انرژی هر کارخانه از ایندکس انرژی استفاده می‌شود. روش محاسبه ایـندکس انـرژی بـه صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Energy Index} = \frac{\text{Total Energy Consumption}}{\sum_{i=1}^{n}(Feed_i \times Standard\ SEC_i) + Other\ Energy\ Consumption} \qquad (۴)$$

که در آن:

n :تعداد واحدهای فرایندی در کارخانه تولید روغن موتور یا تصفیه روغن کارکرده

Energy ConsumptionTotal: مجموع انرژی (فسیلی، برق، بخار) مصـرفی کارخانـه (رابطـه ۲) بـا اسـتناد بـه کنتورهـای کالیبره حامل‌های انرژی ورودی به کارخانه.

تبصره۱: در کارخانجاتی که بخار از خارج کارخانه خریداری می‌شود، انرژی معادل بخار مصرفی کارخانه با توجـه بـه آنتـالپی بخار و راندمان بویلر ۸۵ درصد (رابطه ۱)محاسبه می‌شود.

Standard SEC:مصرف ویژه انرژی استاندارد تعیین شده برای هر واحد کارخانه که در کارخانجات روغن موتور، از جدول۱ و در کارخانجات روغن تصفیه،از جدول۳ استخراج می‌گردد.

Feed: خوراک ورودی به هر واحد کارخانه

Other standard Energy Consumption: مابقی انرژی مصرفی در دیگر قسمت‌های کارخانه از جمله روشنایی، گرمـایش و سرمایش و سایر مصارف انرژی(جزئیات محاسبه این آیتم، در روش اجرایی منضم به استاندارد ارائه شده است.)

جهت مطابقت با معیار مصرف انرژی بایستی:

$$\text{Energy Index} \leq 1 \times a_1 \times a_2$$

ضرائب a_1 و a_2برای واحدهای گریس‌سازی و مظروف‌سازی بصورت زیر است:

a_1 : اگر کارخانه واحد گریس‌سازی داشته باشد، برابر ۱/۰۳ و در غیر اینصورت برابر یک است.

a_2 : اگر کارخانه واحد مظروف‌سازی (قوطی سازی و یا بشکه سازی) داشته باشد، برابر ۱/۰۲ و در غیر اینصورت برابر یک است.

جهت انجام بازرسی انرژی در کارخانجات روغن موتور و تصفیه روغن، از دستورالعمل اجرایی منضم به این استاندارد استفاده گردد.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

دستورالعمل اجرایی استاندارد

« روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده - معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید »

این دستورالعمل جهت روشن نمودن موارد مطرح شده در استاندارد "روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده - معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید" می‌باشد و روش انجام محاسبات برای بازرسی کارخانجات تشریح شده است.

۱ محاسبه ایندکس انرژی

جهت بررسی مطابقت با معیار مصرف انرژی در کارخانجات روغن موتور و تصفیه روغن، بایستی ایندکس انرژی محاسبه گردد.

مصرف حامل‌های انرژی در یک واحد تولیدی را می‌توان به بخش‌های زیر تقسیم کرد:

۱- مصرف حامل‌های انرژی در فرآیند تولید.

۲- مصرف حامل‌های انرژی به منظور تولید دیگر حامل‌های انرژی، مانند مصرف سوخت فسیلی برای تولید برق در واحدهایی که نیروگاه داخلی دارند و یا مصرف سوخت فسیلی برای تولید بخار.

۳- مصرف حامل‌های انرژی در بخش‌های غیر تولیدی مانند ساختمان‌ها.

برای ارزیابی میزان مصرف انرژی هر کارخانه از ایندکس انرژی استفاده می‌شود. روش محاسبه ایندکس انرژی به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Energy Index} = \frac{\text{Total Energy Consumption}}{\sum_{i=1}^{n}(Feed_i \times Standard\ SEC_i) + Other\ Energy\ Consumption} \qquad (۴)$$

که در آن:

n:تعداد واحدهای فرایندی در کارخانه تولید روغن موتور یا تصفیه روغن کارکرده

Energy Consumption Total: مجموع انرژی (فسیلی، برق، بخار) مصرفی کارخانه (رابطه ۲) با استناد به کنتورهای کالیبره حامل‌های انرژی ورودی به کارخانه.

تبصره۱: در کارخانجاتی که بخار از خارج کارخانه خریداری می‌شود، انرژی معادل بخار مصرفی کارخانه با توجه به آنتالپی بخار و راندمان بویلر ۸۵ درصد (رابطه ۱) محاسبه می‌شود.

Standard SEC:مصرف ویژه انرژی استاندارد تعیین شده برای هر واحد کارخانه

در کارخانجات روغن موتور، از جدول۱ موجود در استاندارد و در کارخانجات روغن تصفیه از جدول ۳ موجود در استاندارد استخراج می‌گردد.

Feed:خوراک ورودی به هر واحد کارخانه

Other standard Energy Consumption: مابقی انرژی مصرفی در دیگر قسمت‌های کارخانه از جمله روشنایی، گرمایش و سرمایش و سایر مصارف انرژی

یادآوری۱- با توجه به اینکه، در بعضی از کارخانجات بخار در داخل کارخانه تولید می‌شود و در بعضی، از خارج کارخانه تامین می‌شود، به روش ذیل عمل می‌گردد:

- در کارخانجاتی که بخار از خارج کارخانه تامین می‌شود، انرژی معادل بخار مصرفی از رابطه ۱ محاسبه و در محاسبه ایندکس انرژی (رابطه ۴) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- در ارتباط با کارخانجاتی که بخار در داخل کارخانه تولید می‌شود، به یکی از دو روش ذیل عمل گردد:

۱- در صورتی که انرژی مصرفی واحد تولید بخار و همچنین میزان بخار مصرفی در فرایند تولید، جداگانه اندازه‌گیری و ثبت می‌شود، می‌بایست انرژی مصرفی در واحد تولید بخار را از کل انرژی مصرفی کارخانه کسر نمود و در عوض، انرژی معادل بخار مصرفی در فرایند را طبق رابطه ۱ محاسبه و در محاسبه ایندکس انرژی (رابطه۴) لحاظ نمود. در این حالت، در واحد تولید بخار، بایستی وضعیت انطباق با معیار مصرف انرژی، با استفاده از استانداردهای مربوطه ارزیابی گردد. در حقیقت در این روش، مانند این است که بخار مصرفی از خارج کارخانه تامین گردد.

تذکر: در صورتی که بخشی از بخار تولیدی فروخته می‌شود، این میزان باید از کل تولید بخار کارخانه کسر گردد تا میزان مصرف بخار در بخش تولیدی مشخص شود.

۲- در صورتی که انرژی مصرفی واحد بخار و یا میزان بخار مصرفی در فرایند تولید، اندازه‌گیری و ثبت نمی‌شود، کل انرژی مصرفی کارخانه، در محاسبه ایندکس انرژی (رابطه ۴)، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

توجه به این نکته ضروریست که در مقادیر مربوط به مصارف ویژه موجود در متن استاندارد، انرژی معادل بخار مصرفی در فرایند لحاظ شده است.

یادآوری۲ – با توجه به اینکه در بعضی از کارخانجات، نیروگاه جهت تولید برق وجود دارد، به روش ذیل عمل می‌گردد:

۱- در صورتی که انرژی مصرفی نیروگاه و همچنین میزان برق تولیدی آن، جداگانه اندازه‌گیری و ثبت می‌شود، می‌بایست انرژی مصرفی نیروگاه را از کل انرژی مصرفی کارخانه کسر نمود و در عوض، برق تولیدی نیروگاه که در واحدهای فرایندی مصرف می‌شود را در محاسبه ایندکس انرژی (رابطه۴) لحاظ نمود. در این حالت، بایستی وضعیت انطباق با معیار مصرف انرژی در نیروگاه را با استفاده از استانداردهای مربوطه ارزیابی نمود. در حقیقت در این روش، مانند این است که برق مصرفی کاملاً از خارج کارخانه تامین گردد.

تذکر: در صورتی که بخشی از برق تولیدی کارخانه فروخته می‌شود، این میزانباید از کل برق تولیدی کارخانه کسر گردد تا میزان برق مصرفی کارخانه مشخص شود.

۲- در صورتی که انرژی مصرفی نیروگاه و یا میزان برق تولیدی آن، اندازه‌گیری و ثبت نمی‌شود، کل انرژی مصرفی کارخانه که شامل مصرف نیروگاه نیز می‌شود، در محاسبه ایندکس انرژی (رابطه ۴)، مورد استفاده قرار می‌گیرد و برق تولیدی نیروگاه نادیده گرفته می‌شود.

۲ محاسبه مابقی انرژی‌های مصرفی (Other standard Energy Consumption)

مابقی انرژی‌های مصرفی شامل انرژی گرمایشی، سرمایشی و روشنایی ساختمان‌ها و همچنین سایر مصارف انرژی است.سایر مصارف انرژی، محدوده متنوعی از مصارف مختلف نظیر مصارف تجهیزات اداری، روشنایی محوطه، مصارف آشپزخانه و ... می‌باشد.

۲-۱ محاسبه انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان‌ها

انرژی گرمایشی و سرمایشی، تابع تغییرات درجه حرارت، نوع کاربری، سطح زیربنای موجود و میزان اشغال (بهره‌برداری) می‌باشد. بنابراین، برای تعیین مقدار مرجع انرژی گرمایشی و سرمایشی، از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$E_{H,\,Ref.} = e_{H,\,ref.} \times (\Sigma A_i \times h_i) \times HD \times HDD / HDD_{ref}$$

$$E_{C,\,Ref.} = e_{C,\,ref.} \times (\Sigma A_i \times h_i) \times CD \times CDD / CDD_{ref}$$

که در آن:

i = نوع ساختمان شامل اداری، مسکونی (اقامتی) و تولیدی (کنترل شده)

$e_{H,\,ref.}$ = مقدار ویژه انرژی گرمایشی مرجع به ازای $MJ/(hr.m^2)$ (شهر مرجع)

$e_{C,\,ref.}$ = مقدار ویژه انرژی سرمایشی مرجع به ازای $MJ/(hr.m^2)$ (شهر مرجع)

A_i = سطح زیربنای ساختمان نوع i (واحد موردنظر)

h_i = ساعت بهره‌برداری از ساختمان نوع i در یک روز (واحد موردنظر)

HD = مدت گرمایش برحسب روز (شهر موردنظر)

CD = مدت سرمایش برحسب روز (شهر موردنظر)

HDD = روز درجه گرمایشی (شهر موردنظر)

CDD = روز درجه سرمایشی (شهر موردنظر)

HDD_{ref} = روز درجه گرمایشی (شهر مرجع)

CDD_{ref} = روز درجه سرمایشی (شهر مرجع)

یادآوری ۱ - انرژی گرمایشی ($E_{H,\,Ref.}$) شامل گرمایش محیط و آبگرم مصرفی می‌باشد.

یادآوری ۲- مقادیر مربوط به سطح زیربنای ساختمان‌ها (A_i)، به تفکیک نوع کاربری آنها، شامل بخش اداری، بخش تولیدی کنترل نشده، بخش تولیدی کنترل شده (اتاق تمیز)، انبار و اقامتی، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقادیر اعلام شده، بر عهده مدیر عامل واحد تولیدی می‌باشد.

یادآوری ۳- مقادیر مربوط به ساعت بهره‌برداری از ساختمان‌ها (h_i)، به تفکیک نوع کاربری آنها، شامل بخش اداری، بخش تولیدی، انبار و اقامتی، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقادیر اعلام شده، بر عهده مدیر عامل واحد تولیدی می‌باشد.

شهر تهران، به عنوان شهر مرجع، در نظر گرفته شده است. مقادیر ویژه انرژی گرمایشی ($e_{H, ref}$) و سرمایشی ($e_{C, ref}$) شهر تهران، برای دو حالت واحدهای موجود و واحدهای جدیدالاحداث، در جدول۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مقادیر تقریبی مصرف ویژه انرژی سرمایشی و گرمایشی در شهر تهران

نوع مصرف انرژی	کاربری ساختمان	مصرف ویژه انرژی سرمایشی و گرمایشی $MJ/(hr.m^2)$	
		واحدهای موجود	واحدهای جدیدالاحداث
گرمایش	اداری و مسکونی	0.54	0.46
	تولیدی کنترل شده	1.08	0.92
سرمایش	اداری و مسکونی	0.45	0.38
	تولیدی کنترل شده	0.90	0.77

یادآوری – ساعت بهره‌برداری واحدهای اداری و مسکونی، باید با توجه به نحوه استفاده از هر یک از ساختمان‌های موجود، جداگانه، در نظر گرفته شود.

مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی شهر مرجع (تهران) و شهر موردنظر و همچنین مدت گرمایش و سرمایش براساس اطلاعات هواشناسی محاسبه می‌شود.

یادآوری - برای محاسبه مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی (HDD , CDD) و مدت گرمایش و سرمایش (HD , CD)، میانگین دمای ماهانه شهر موردنظر برای دوره ارزیابی (یک سال شمسی) از طریق استعلام از سازمان هواشناسی کشور تهیه می‌شود. نحوه محاسبه در پیوست اول ارائه شده است.

۲-۲ محاسبه انرژی روشنایی ساختمان‌ها

برای تعیین مقدار مرجع انرژی روشنایی، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$E_{L, ref} = \Sigma\, e_{L, ref, i} \times A_i \times h_i \times D_i$$

که در آن:

i = نوع ساختمان شامل اداری، تولیدی انبار و مسکونی (اقامتی)

$e_{L, ref, i}$ = مقدار ویژه انرژی روشنایی مرجع ساختمان نوع i به ازای W/m^2

A_i = سطح زیربنای ساختمان نوع i (واحد موردنظر)

h_i = ساعت بهره‌برداری از ساختمان نوع i در یک روز (واحد موردنظر)

D_i = روزهای بهره‌برداری از ساختمان نوع i (واحد موردنظر)

یادآوری – مقادیر مربوط به سطح زیر بنای ساختمان‌ها، ساعت و روزهای بهره‌برداری از ساختمان‌ها (A_i, h_i , D_i)، به تفکیک نوع بهره‌برداری، باید توسط واحد تولیدی اعلام شود. مسئولیت صحت مقادیر اعلام شده، بر عهده مدیر عامل واحد تولیدی می‌باشد.

مصارف ویژه انرژی روشنایی، در جدول۲ ارائه شده است.

جدول ۲- مقادیر مصرف ویژه انرژی روشنایی

کاربری ساختمان	مصرف ویژه انرژی روشنایی W/m^2	
	واحدهای موجود	واحدهای جدیدالاحداث
اداری	25	21.25
تولیدی	30	25.50
انبار	5	4.25
اقامتی	15	12.75

سایر مصارف انرژی، محدوده متنوعی از مصارف مختلف نظیر مصارف تجهیزات اداری، روشنایی محوطه، مصارف آشپزخانه و ... می‌باشد. برای تخمین مقدار مرجع سایر مصارف انرژی، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$E_{O,\,ref} = E_{H,\,ref} + E_{C,\,ref} + E_{L,\,ref}$$

جزئیات محاسبه مصارف انرژی ساختمان‌ها و ایندکس انرژی برای یک واحد تولیدی نمونه در پیوست دوم ارائه شده است.

۳ ارزیابی واحدهای موجود

ارزیابی معیار مصرف انرژی برای واحدهای تولیدی موجود، مبتنی بر محاسبه ایندکس انرژی با استفاده از رابطه زیر می‌باشد. مصارف ویژه استاندارد کارخانجات تولید روغن موتور، برای واحدهای موجود از جدول۱ و در کارخانجات روغن تصفیه برای واحدهای موجود از جدول ۳ استاندارد "معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیندهای تولید روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده"استخراج می‌گردد.

$$Energy\ Index = \frac{Total\ Energy\ Consumption}{\sum_{i=1}^{n}(Feed_i \times Standard\ SEC_i) + E_{H,ref} + E_{C,ref} + E_{L,ref} + E_{O,ref}} \leq 1 \times a_1 \times a_2$$

a_1 :اگر کارخانه واحد گریس‌سازی داشته باشد، برابر ۱/۰۳ و در غیر اینصورت برابر یک است.
a_2:اگر کارخانه واحد مظروف‌سازی داشته باشد، برابر ۱/۰۲ و در غیر اینصورت برابر یک است.

دوره ارزیابی برابر یک سال شمسی می‌باشد. میزان خوراک مصرفی برای هر دوره ارزیابی، براساس مقادیر اعلام شده توسط کارخانه، در نظر گرفته می‌شود. مقادیر اعلام شده باید با مقادیر قید شده در صورت‌های مالی آن واحد که به تأیید مؤسسات حسابرسی رسیده باشد، مطابقت نماید.

۴ ارزیابی واحدهای جدیدالاحداث

برای واحدهای جدیدالاحداث، میزان مصرف انرژی مجاز از رابطه زیر محاسبه می‌شود. مصارف ویژه استاندارد کارخانجات روغن موتور، برای واحدهای جدیدالاحداث از جدول۲ و در کارخانجات روغن تصفیه برای واحدهای جدیدالاحداث از جدول۴ استاندارد "معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی در فرآیندهای تولید روغن موتور و تصفیه روغن کارکرده"استخراج می‌گردد.

$$Total\ Energy\ Consumption \leq \left(\sum_{i=1}^{n}(Feed_i \times Standard\ SEC_i) + E_{H,ref} + E_{C,ref} + E_{L,ref} + E_{O,ref}\right)$$

۵ فرم محاسبه روز درجه گرمایشی و سرمایشی

برای محاسبه مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی (HDD,CDD) و مدت گرمایش و سرمایش (HD,CD) یک شهر مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود:

۱- استعلام میانگین دمای ماهانه شهر مورد نظر برای دوره ارزیابی (یک سال شمسی) از سازمان هواشناسی کشور.

۲- روز درجه گرمایشی و سرمایشی ماهانه حساب می‌شود. برای محاسبه روز درجه سرمایش (CDD) از دمای مبنای ۲۱ درجه سلسیوس و برای محاسبه روز درجه سرمایش (HDD) از دمای مبنای ۱۸ درجه سلسیوس استفاده می‌شود. نحوه محاسبه بصورت زیر می‌باشد:

$$HDD_i = \left(18 - T_{ave,i}\right) \times Day_i \quad , \quad CDD_i = 0 \ , \ T_{ave,i} < 18$$

$$CDD_i = \left(T_{ave,i} - 21\right) \times Day_i \quad , \quad HDD_i = 0 \ , \ T_{ave,i} > 21$$

در روابط فوق:

HDD_i = روز درجه گرمایشی ماه i

CDD_i = روز درجه سرمایشی ماه i

$T_{ave,i}$ = دمای میانگین ماهانه بر حسب درجه سلسیوس

Day_i = تعداد روز ماه i

۳- مقادیر سالانه روز درجه گرمایشی و سرمایشی، از جمع مقادیر ماهانه بدست می‌آید:

$$HDD = \sum HDD_i$$
$$CDD = \sum CDD_i$$

۴- مدت گرمایش (HD) عبارت است از تعداد روزهای ماه‌های گرم (HDD>0) و مدت سرمایش (CD) عبارت است از تعداد روزهای ماه‌های سرد (CDD>0). بنابراین، برای محاسبه مدت گرمایش، روزهای ماه‌هایی که روز درجه گرمایشی آن‌ها بیش از صفر می‌باشد با هم جمع می‌شوند و برای محاسبه مدت سرمایش، روزهای ماه‌هایی که روز درجه سرمایشی آن‌ها بیش از صفر می‌باشد با هم جمع می‌شوند.

مقادیر روز درجه گرمایشی و سرمایشی برای شهر تهران و شهر محل استقرار واحد تولیدی نمونه در جداول زیر محاسبه شده است.

فرم محاسبه روز درجه گرمایشی و سرمایشی

تهران						
ماه	**روز**	**Tave**	**HDD**	**CDD**	**HD**	**CD**
فروردین	31	17.6	12.4	0.00	31	0
اردیبهشت	31	23.2	0.0	68.20	0	31
خرداد	31	29.0	0.0	248.00	0	31
تیر	31	31.5	0.0	325.50	0	31
مرداد	31	30.3	0.0	288.30	0	31
شهریور	31	26.1	0.0	158.10	0	31
مهر	30	20.3	0.0	0.00	0	0
آبان	30	11.5	195.0	0.00	30	0
آذر	30	6.2	354.0	0.00	30	0
دی	30	4.3	411.0	0.00	30	0
بهمن	30	7.0	330.0	0.00	30	0
اسفند	29	12.5	159.5	0.00	29	0
سالانه		**18.3**	**1461.9**	**1088.10**	**180**	**155**

محل استقرار واحد تولیدی						
ماه	**روز**	**Tave**	**HDD**	**CDD**	**HD**	**CD**
فروردین	31	12.83	160.3	0.00	31	0
اردیبهشت	31	18.91	0.0	0.00	0	0
خرداد	31	24.82	0.0	118.42	0	31
تیر	31	27.81	0.0	211.11	0	31
مرداد	31	26.82	0.0	180.42	0	31
شهریور	31	22.20	0.0	37.20	0	31
مهر	30	16.42	47.4	0.00	30	0
آبان	30	7.40	318.0	0.00	30	0
آذر	30	2.24	472.8	0.00	30	0
دی	30	-1.40	582.0	0.00	30	0
بهمن	30	3.01	449.7	0.00	30	0
اسفند	29	8.80	266.8	0.00	29	0
سالانه		**14.16**	**2297.0**	**547.15**	**210**	**124**

پیوست ب

(اطلاعاتی)

مطالعه موردی یک واحد تولیدی نمونه

برای محاسبه ایندکس انرژی برای یک واحد تولید روغن موتور نمونه مراحل زیر باید انجام شود.

بخش اول - جمع‌آوری اطلاعات

اطلاعات سالانه یک واحد تولید روغن موتور، مستقر در شهر الف، شامل دو بخش کلی می‌باشد. اطلاعاتی است که باید از واحد تولیدی دریافت شود و اطلاعاتی است که باید از مراکز ذیصلاح استعلام گردد:

ب-۱ اطلاعات دریافت شده از واحد تولیدی

۱- واحدهای موجود در کارخانه

- استخراج با فورفورال و موم‌گیری (بدون بازیافت حرارت)
- تصفیه هیدروژنی
- بلندینگ

۲- آمار مصرف حامل‌های انرژی

گاز طبیعی ..... $20110500\ Nm^3$

بخار خریداری شده ..... 143000 Ton

برق ..... 2015 MWh

گازوئیل ..... 220500 Lit

مازوت ..... 8.5 MMLit

۳- آمار خوراک مصرفی واحدهای تولیدی و چگالی مواد

خوراک واحد استخراج ..... $\boldsymbol{\rho = 910\ kg/m^3}$–$366400\ m^3$

خوراک واحد تصفیه هیدروژنی ..... $\boldsymbol{\rho = 890\ kg/m^3}$–$16800\ m^3$

خوراک واحد بلندینگ ..... $\boldsymbol{\rho = 890\ kg/m^3}$–$19700\ m^3$

۴- اطلاعات ساختمان‌ها

سطح زیر بنای بخش اداری ..... $4600\ m^2$

سطح زیر بنای بخش تولیدی کنترل نشده ..... $3000\ m^2$

سطح زیر بنای انبار ..... $5500\ m^2$

سطح زیر بنای اقامتی و مهمانسرا ..... $200\ m^2$

زمان اشغال بخش اداری ..... 8 hr/Day و 260Day/year

زمان اشغال بخش تولیدی ..... 24 hr/Day و 365 Day/year

زمان اشغال انبار ..... 8 hr/Day و 300 Day/year

زمان اشغال اقامتی و مهمانسرا ..... 8 hr/Day و 100 Day/year

ب-۲ اطلاعات دریافت شده از طریق استعلام

۱- ارزش حرارتی سوخت‌های فسیلی

ارزش حرارتی گاز طبیعی ..... $37.24\ MJ/Nm^3$

ارزش حرارتی گازوئیل ..... 8710 kCal/lit

ارزش حرارتی مازوت ..... 8500 kCal/lit

راندمان نیروگاهی 37%

راندمان شبکه تولید بخار 85%

دما و فشار بخار مصرفی ..... 350°C , 40 bar

۲- دمای میانگین ماهانه شهر محل استقرار واحد نمونه

فروردین ..... 12.8 °C

اردیبهشت ..... 18.9 °C

خرداد 24.8

تیر ..... 27.8 °C

مرداد ..... 26.8 °C

شهریور ..... 22.2 °C

مهر ..... 16.4 °C

آبان ..... 7.4 °C

آذر ..... 2.2 °C

دی ..... -1.4 °C
بهمن ..... 30 °C
اسفند ..... 8.8 °C

بخش دوم– انجام محاسبات

برای محاسبه ایندکس انرژی این واحد تولیدی باید مراحل زیر انجام شود:

۲-۱ محاسبه انرژی مصرفی کل

برای محاسبه انرژی مصرفی کل، مصارف انرژی کلیه حامل‌های انرژی مصرفی با توجه به ارزش حرارتی آن‌ها محاسبه می‌شود.

جدول پ۲-۱-انرژی مصرفی کل واحد مورد نظر

حامل انرژی	مقدار مصرف	ارزش حرارتی	انرژی مصرفی
گاز طبیعی	20110500 Nm3	37.24 MJ/Nm^3	748915 GJ
بخار	143000 Ton	2.94 GJ/ton steam	420588 GJ
برق	2015 MWh	12.109 GJ/kWh	24400 GJ
گازوئیل	220500 Lit	8710 kCal/lit	8041 GJ
مازوت	8.5 MMLit	8500 kCal/lit	302496 GJ
	جمع کل		1499646 GJ

۲-۲ محاسبه انرژی تولیدی مرجع $[\sum_{i=1}^{n}(\boldsymbol{Feed_i \times Standard\ SEC_i})]$

برای محاسبه انرژی تولیدی مرجع، مقادیر مصرف ویژه انرژی استاندارد هر واحد فرآیندی در خوراک ورودی به آن واحد ضرب می‌شود.

جدول پ۲-۲-انرژی تولیدی مرجع برای واحد نمونه

نام خوراک	میزان خوراک	مصرف ویژه انرژی استاندارد	انرژی مرجع
خوراک واحد استخراج	366400 m^3	4.39 GJ/ton	1464362 GJ
خوراک واحد تصفیه هیدروژنی	16800 m^3	1.05 GJ/ton	15704 GJ
خوراک بلندینگ	19700 m^3	1.35 GJ/ton	23722 GJ
جمع کل			1503787 GJ

۲-۳ محاسبه انرژی گرمایشی و سرمایشی مرجع $[E_{H,ref}, E_{C,ref}]$

به منظور محاسبه انرژی گرمایشی و سرمایشی مرجع، مقادیر ویژه برای شهر تهران به عنوان مبنای محاسبات به کار می‌رود. برای تعیین مقادیر ویژه برای شهر الف، از روز درجه گرمایشی و سرمایشی استفاده می‌شود. جزئیات محاسبات مربوط به انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان‌های واحد مورد نظر، در جدول‌های پ۲-۴ و پ۲-۵ آمده است.

جدول پ۲-۳-نتایج حاصل از محاسبات مربوط به اطلاعات هواشناسی

عنوان	شهر تهران	شهر الف
روز درجه گرمایشی (HDD)	1462	2297
روز درجه سرمایشی (CDD)	1088	547
مدت گرمایشی (HD)	-	210
مدت سرمایشی (CD)	-	124

جدول پ۲-۴-انرژی گرمایشی مرجع برای واحد مورد نظر

بخش	مساحت	زمان اشغال	مصرف ویژه انرژی گرمایشی (تهران)	انرژی مصرفی مرجع
اداری	4600	8 hr/day	0.54 **MJ/(hr.m²)**	6557 GJ
اقامتی	200	8 hr/day		284 GJ
جمع کل				6842 GJ

جدول پ۲-۵-انرژی سرمایشی مرجع برای واحد مورد نظر

بخش	مساحت	زمان اشغال	مصرف ویژه انرژی سرمایشی (تهران)	انرژی مصرفی مرجع
اداری	4600	8 hr/day	0.45 $MJ/(hr.m^2)$	1032 GJ
اقامتی	200	8 hr/day		45 GJ
جمع کل				1077 GJ

۴-۲ محاسبه انرژی روشنایی مرجع $[E_{L,ref}]$

جزئیات محاسبات مربوط به انرژی روشنایی ساختمان‌های واحد مورد نظر، در جدول پ۲-۶ آمده است.

جدول پ۲-۶-انرژی روشنایی مرجع برای واحد مورد نظر

بخش	مساحت	زمان اشغال		مصرف ویژه انرژی روشنایی	انرژی مرجع
اداری	4600	260 Day/Year	8 hr/day	25 W/m^2	861 GJ
تولیدی	3000	365 Day/Year	24 hr/day	30 W/m^2	2838 GJ
انبار	5500	300 Day/Year	8 hr/day	5 W/m^2	237.6 GJ
اقامتی	200	100 Day/Year	8 hr/day	15 W/m^2	8.6 GJ
جمع کل					3946 GJ

۵-۲ محاسبه سایر مصارف انرژی مرجع $[E_{O,ref}]$

مقادیر مرجع برای سایر مصارف انرژی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$E_{O,ref}$ =6842+1077+3946=11865 GJ

۶-۲ محاسبه ایندکس انرژی

ایندکس انرژی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Energy\ Index\ (EI) = \frac{E_{Total}}{E_{Total,ref}} = \frac{1499646}{1503787 + 6842 + 1077 + 3946 + 11865} = 0.982 < 1$$

مقدار ایندکس انرژی کمتر از یک است، در نتیجه عملکرد این واحد تولیدی در سطح مطلوب می‌باشد.