استاندارد ملی ایران
۱-۲۲۸۲۷
چاپ اول
۱۳۹۹

دارای محتوی رنگی

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

INSO
22827-1
1st Edition
2020

تأسیسات پسماندسوز- قسمت ۱: ویژگی‌ها

Waste incinerators facilities-Part1: Specifications

ICS: 13.030.40

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۲۲۸۲۷ (چاپ اول): سال ۱۳۹۹

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592 Valiasr Ave. South western corner of Vanak Sq. Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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 وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فن‌آوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمآنهای دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 سازمآنهای علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استانداردملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود 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 استانداردهایملی 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 پیش‌بینی‌شده 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 کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمآنها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمآنها 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، 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 Electrotechnical Commission
3 - International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«تأسیسات پسماندسوز– قسمت ۱: ویژگی ها»

رئیس	**سمت و /یا محل اشتغال**
خادم ثامنی، مهدی (دکتری محیط‌زیست)	دفتر مدیریت پسماند - سازمان حفاظت محیط‌زیست
دبیر	
معینیان، سید شهاب (کارشناسی ارشد شیمی)	گروه پژوهشی مهندسی پزشکی- پژوهشگاه استاندارد
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
ابولقاسمی، حسین (کارشناسی ارشد محیط‌زیست)	شرکت تدبیر توسعه سلامت (TTS)
اسلامی، پروین (کارشناسی ارشد صنایع غذایی)	دفتر تدوین استانداردهای ملی- سازمان ملی استاندارد ایران
آرزومندی، بهمن (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسی گسترش و انتقال انرژی فلات
آرزومندی، سعید (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسی گسترش و انتقال انرژی فلات
آل علی، سروش (کاردانی نقشه کشی صنعتی)	شرکت دیتن توان
بابائی، نادیا (کارشناسی مهندسی عمران)	سازمان حفاظت محیط‌زیست
بزرگمهری، شهریار (دکتری مهندسی مکانیک)	پژوهشگاه نیرو
بنیایی حقیقی، آزاده (کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست)	سازمان مدیریت پسماند شهرداری شیراز
پاکیزه وند، حاجیه (کارشناسی ارشد صنایع غذایی)	دفتر تدوین استانداردهای ملی- سازمان ملی استاندارد ایران

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
پیوسته، فاطمه (کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی -خاکشناسی)	شهرداری تهران -اداره کل محیط‌زیست و توسعه پایدار
تسبندی، مصطفی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران محیط‌زیست)	اداره کل HSE وزارت نفت معاونت محیط‌زیست
جوهرچی، پیام (کارشناسی ارشد مهندسی عمرانمحیط‌زیست)	دفتر مدیریت پسماند سازمان حفاظت محیط زیست
حیدریان، پیام (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	دفتر نظارت بر اجرای استاندارد معیار مصرف انرژی و محیط‌زیست- سازمان ملی استاندارد
خدایار، بابک (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسی گسترش و انتقال انرژی فلات
رضایی، مهدی (دکتری مهندسی مکانیک)	پژوهشگاه نیرو
شرع پسند، محمد مهدی (دکتری مهندسی برق)	گروه پژوهشی مهندسی برق - پژوهشگاه استاندارد
شیخ الاسلامی، سمیرا (کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست)	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی- مرکز سلامت محیط و کار
شیرازی، حمید (دکتری توسعه اقتصادی)	سازمان برنامه و بودجه کشور
شیرکوند، مجید (کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی)	شرکت پارسیان طب
صداقت، حسین (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک هوا فضا)	شرکت دیتن توان
عرفانیان مجد، سیاوش (کارشناسی ارشد مدیریت محیط‌زیست)	دفتر نظارت بر اجرای استاندارد معیار مصرف انرژی و محیط‌زیست- سازمان ملی استاندارد
عشری، علیرضا (دکتری بهداشت محیط)	انجمن پسماند ایران
غلام پور، مجید (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت تدبیر توسعه سلامت (TTS)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:۳۳۳**
غلامی، فهیمه (کارشناسی ارشد مدیریت آموزشی)	عضو مستقل
شیرازی، حمید (دکتری توسعه اقتصادی)	سازمان برنامه و بودجه کشور
شیرکوند، مجید (کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی)	شرکت پارسیان طب
صداقت، حسین (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک هوا فضا)	شرکت دیتن توان
فرجی، رحیم (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	گروه پژوهشی مهندسی پزشکی -پژوهشگاه استاندارد
فرحانی، پویا (دکتری مدیریت محیطزیست)	عضو مستقل
فریدونی، حبیب (کارشناسی محیطزیست سازمان مدیریت پسماند)	سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران
فهیمی نیا، محمد (دکتری مهندسی محیطزیست)	دانشگاه علوم پزشکی قم
قادریان، پوریا (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	دفتر نظارت بر اجرای استاندارد معیار مصرف انرژی و محیطزیست- سازمان ملی استاندارد
کشمیری، میترا (کارشناسی ارشد طراحی محیطزیست)	دفتر نظارت بر اجرای استاندارد معیار مصرف انرژی و محیطزیست- سازمان ملی استاندارد
کفشکیان، علیرضا (کارشناسی مهندسی برق –کارشناسی ارشد مدیریت)	سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران
گل محمدی، زهرا (کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی محیطزیست)	مجمع شهرداران آسیایی
لیوانی، احسان (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	پژوهشگاه نیرو
محبی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی محیطزیست)	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
محمود خانی، روح الله (دکتری مهندسی محیط‌زیست)	عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران
مرادی کیا، سعید (دکتری مدیریت پسماند)	سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران
مکاری زاده، وهاب (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	پژوهشگاه نیرو
مهراکبری، مرتضی (کارشناسی مهندسی شیمی)	گروه پژوهشی ساختمانی و معدنی- پژوهشگاه استاندارد
ملک احمدی، فریبا (کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط)	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی- مرکز سلامت محیط و کار
وحدانی، سعادت (دکتری شیمی کاربردی)	سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران
یوسفی، نادر (دکتری مهندسی هوا محیط)	شرکت فراشتاب کیان آریا

ویراستار:

فلاح، عباس (کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی)	دفتر آموزش و ترویج - سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ز
مقدمه	ح
۱ هدف	۱
۲ دامنه کاربرد	۱
۳ مراجع الزامی	۲
۴ اصطلاحات و تعاریف	۳
۵ الزامات کلی	۷
۵-۱ تحویل و پذیرش پسماند	۷
۵-۲ شرایط عملیاتی	۸
۵-۳ مقادیر حدود مجاز انتشار به هوا	۱۱
۵-۴ پسآب حاصل از تصفیه گازهای جاری	۱۲
۵-۵ ته‌ماند (باقیمانده)	۱۴
۵-۶ کنترل و پایش	۱۴
۵-۷ الزامات اندازه‌گیری	۱۵
۶ الزامات فنی	۱۸
۶-۱ الزامات محل استقرار	۱۸
۶-۲ مواد و ساخت	۱۹
۶-۳ الزامات عملیاتی	۲۳
۶-۴ کنترل‌های عملیات	۲۴
۶-۵ الزامات دیگر	۲۶
۶-۶ الزامات دمایی	۲۷
۶-۷ آزمون‌های عملیاتی	۲۸
۶-۸ بو، آلودگی صوتی ، نوفه ناشی از ارتعاش	۳۰
۶-۹ گواهینامه (تاییدیه)	۳۳
۶-۱۰ نشانه‌گذاری	۳۳
۶-۱۱ تضمین کیفیت	۳۳

عنوان	صفحه
پیوست الف (الزامی) فاکتورهای معادل برای دی‌بنزو پارا دی اکسینها و دی بنزوفوران ها	۳۴
پیوست ب (الزامی) کنترل مدارک و سوابق	۳۵
پیوست پ (الزامی) مقادیر حدود انتشار به هوا	۳۶
پیوست ت (الزامی) روش‌های اندازه‌گیری	۳۸
پیوست ث (الزامی) الزامات سیستم مدیریت	۳۹
پیوست ج (الزامی) مقادیر حدود خروجی فاضلاب (ناشی از تصفیه گازهای خروجی)	۴۰
پیوست چ (الزامی) فرمول محاسبه درصد استاندارد غلظت اکسیژن	۴۳
پیوست ح (آگاهی‌دهنده) مرور اجمالی بر تکنیک‌های کاربردی در تأسیسات پسماندسوز	۴۴
کتاب‌نامه	۱۰۵

پیش‌گفتار

استاندارد «تأسیسات پسماندسوز-قسمت ۱: ویژگی‌ها» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دویست و هفتاد و پنجمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۹/۰۸/۲۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت؛ بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منابع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورداستفاده قرارگرفته به شرح زیر است:

۱- قانون مدیریت پسماندهامصوب سال ۱۳۸۳

۲- قانون هوای پاک مصوب ۱۳۹۶/۰۴/۲۵ مجلس شورای اسلامی- حدود مجاز آلاینده ها

۳- استانداردهای خروجی فاضلاب به استناد ماده ۵ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب، سازمان حفاظت محیط‌زیست.

4- Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the council of 4 December 2000- On the incineration of waste

5- Performance guidelines for Japanese Waste Incineration Facilities

6- Standard specification for shipboard Incineratores, 2014- Resolution MEPC.244 (66)- Adopted on 4 April 2014.

7-Integrated Pollution Prevention and Control.Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration.August 2006.

مقدمه

مطابق با اهداف تعیین‌شده برای حفاظت از محیط‌زیست، میزان آلاینده‌های خطرناک خروجی یا سطوح مشخصی از آلاینده‌ها، نظیر دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)، دی‌اکسید سولفور (SO_2)، فلزات سنگین و سایر دی‌اکسیدها نباید از حدود تعیین‌شده فراتر روند. از طرفی از لحاظ کیفیت هوا مطابق با قانون هوای پاک، هدف به گونه‌ای است که از تمام مردم در برابر مخاطرات سلامتی، ناشی از آلودگی هوا، به نحو مؤثر حفاظت شود. در این راستا حدود مجاز و الزامات مربوط به انتشار آلاینده‌هایی نظیر دی اکسین‌ها، فوران‌ها، فلزات سنگین مانند کادمیوم، جیوه و سرب با هدف کاهش آلاینده‌ها تا رسیدن به سطح تعیین‌شده در آیین‌نامه-های اجرایی و قوانین مرتبط با قانون هوای پاک و مصوبه دولت در سال ۹۵ مدون شده اند.

سیاست کلی برگرفته از قانون مدیریت پسماند و قانون هوای پاک، درباره محیط زیست، در جهت حفظ سلامت انسان‌ها است؛ بنابراین لازمه حفاظت از محیط زیست و سلامت انسان‌ها، وضع و پیگیری شرایط عملیاتی سخت گیرانه، الزامات فنی و حدود مقادیر انتشار برای تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی لذا شرایط و الزامات تعیین‌شده و حدود مقادیر آلاینده به گونه می‌باشد تا حد امکان تبعات منفی بر محیط‌زیست و سلامتی انسان را کاهش داده و یا از آن جلوگیری نماید.

قانون مدیریت پسماندها مشتمل بر بیست و سه ماده و نه تبصره در سال ۱۳۸۳ در مجلس شورای اسلامی تصویب و درتاریخ ۱۳۸۳/۳/۹ به تأیید شورای نگهبان رسیده است. ماده ۴ این قانون دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط را موظف می‌کند تا به منظور بازیافت و دفع پسماندها، تدابیر لازم طبق آیین‌نامه‌های اجرایی این قانون اتخاذ نمایند. به طوری که دربرگیرنده موارد زیر باشد:

۱ - مقررات تنظیم‌شده موجب شود تا تولید و مصرف، پسماند کمتری ایجاد نماید؛

۲- تسهیلات لازم برای تولید و مصرف کالاهایی که بازیافت آن‌ها سهل‌تر است، فراهم شود و تولید و واردات محصولاتی که دفع و بازیافت پسماند آن‌ها مشکل‌تر است، محدودشود؛

۳- تدابیری اتخاذ شود که استفاده از مواد اولیه بازیافتی در تولید، گسترش یابد؛

۴- مسؤولیت تأمین و پرداخت بخشی از هزینه‌های بازیافت بر عهده تولیدکنندگان‌محصولات قرار گیرد.

ماده ۴ قانون مدیریت پسماند، به جلوگیری از تولید پسماند، استفاده مجدد، بازیافت و در نهایت دفع ایمن آن اشاره دارد. لذا پیشگیری از تولید پسماند باید جزو اولویت اصلی برای کاهش تولید و خصوصیات مخاطره آمیز آن باشد.

همچنین مطابق با ماده ۱۳ این قانون؛ مخلوط کردن پسماندهای پزشکی با سایر پسماندها و تخلیه و پخش‌آنها درمحیط و یا فروش، استفاده و بازیافت این نوع پسماندها ممنوع است و طبق ماده ۱۵ این قانون تولیدکنندگان آن دسته از پسماندهایی که دارای یکی از ویژگی‌های پسماندهای ویژه نیز می‌باشند، موظفند با بهینه‌سازی فرآیند و بازیابی، پسماندهای خودرا به حداقل برسانند و درمواردی که حدود مجاز در آیین‌نامه اجرایی این قانون پیش‌بینی‌شده است، در حد مجاز نگه دارند.

تمایز میان پسماندهای ویژه و بی‌خطر، عمدتا بر اساس خواص آن‌ها، پیش از فرآیند پسماندسوزی و پسماندسوزی‌ترکیبی است و ارتباطی به تفاوت‌های آنان پس از انتشار ندارد. لذا حدود خروجی‌ها در پسماندسوز و پسماندسوز ترکیبی پسماندهای ویژه و بی خطر، یکسان در نظر گرفته می‌شود؛ اما روش و فن‌آوری‌ها و شرایط پسماندسوز و پسماندسوز ترکیبی و پایش ها بر اساس تحویل پسماند، متفاوت می‌باشند.

استحصال گرما و تولید نیروی حاصل از فرآیندهای پسماندسوزی یا پسماندسوزی ترکیبی به استفاده بهینه از تأسیسات پسماندسوز و همچنین به کاهش یا بازیافت باقیمانده‌های ناشی از عملیات، کمک خواهد کرد.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران با عنوان تأسیسات پسماندسوز با شماره ۲۲۸۲۷ می‌باشد.

تأسیسات پسماندسوز- قسمت ۱: ویژگی ها

۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی های تأسیسات پسماندسوزها[1] است که برای سوزاندن انواع پسماندها مورد استفاده قرار می‌گیرد. عملکرد این تأسیسات تا حد امکان موجب جلوگیری یا محدودسازی تاثیرات منفی آلاینده‌های حاصل از سوزاندن پسماندها و انتشار آنها در هوا، خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود، در نتیجه خطرات ناشی از آلاینده‌ها برای سلامت انسان و حفظ محیط‌زیست، به حداقل می‌رسد.

۲ دامنه کاربرد

این استاندارد برای تأسیسات پسماندسوز و پسماندسوزهای ترکیبی[2] کاربرد دارد.

این استاندارد برای موارد زیر کاربرد ندارد:

الف- تأسیسات پسماندسوز که پسماندهای زیر را عمل‌آوری[3] می‌کنند:

- پسماندهای گیاهی حاصل از کشاورزی یا جنگل‌داری؛
- پسماندهای گیاهی حاصل از صنایع فراوری غذا، در صورتی که گرمای حاصل بازیابی شده باشد؛
- پسماندهای گیاهی حاصل از تولید پالپ خام و تولید کاغذ از پالپ، در صورتی که در محل تولید، پسماندسوزی ترکیبی شده باشند و گرمای حاصل بازیابی شده باشد؛
- پسماند چوب، به استثنا پسماندی که حاوی ترکیبات آلی هالوژن‌دار یا فلزات سنگین باشد که از فرآوری نگهدارنده‌ها یا روکش حاصل شده و یا پسماند چوبی که نتیجه تخریب یا ساخت و ساز باشد؛
- پسماند چوب پنبه؛
- پسماند مواد پرتوزا؛
- لاشه حیوانات؛
- پسماند حاصل از استخراج و بهره‌برداری نفت و گاز از تأسیسات دریایی[4] که در محل آن تأسیسات سوزانده می‌شوند؛

ب- تأسیسات پسماندسوز آزمایشی که برای تحقیق، توسعه، آزمون برای بهبود فرایند پسماندسوزی مورداستفاده قرار می‌گیرند و کمتر از ۵۰ تن در سال پسماند می‌سوزانند؛

پ- تأسیسات پسماندسوز مورداستفاده برای پسماند پزشکی.

1- Incinerators
2- Co-Incinerators
3- Treating
4- Off-shore installations

یادآوری- الزامات تأسیسات پسماندسوز برای پسماندهای پزشکی در ضوابط و روش‌های مدیریت اجرایی پسماندهای پزشکی و پسماندهای وابسته ارائه شده است.

با توجه به مقررات ویژه سازمان حفاظت محیط‌زیست، برای هر یک از مواردی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار نمی‌گیرند (زیربندهای الف و ب)، لازم است در خصوص شرایط و الزامات اجرای این موارد مستثنی شده، مجوزهای لازم از مراجع ذیصلاح اخذ شود.

۳ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۰۰: سال ۱۳۸۴، طراحی ساختمان ها در برابر زلزله-آئین کار

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۶۴: سال ۱۳۹۸، راهنمای تعیین بازه‌های زمانی کالیبراسیون دستگاه‌های اندازه‌گیری

۳-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۳۶۹: سال ۱۳۹۷، انتشار منابع ساکن- دستورالعمل تعیین غلظت جرمی ذرات جامد

۳-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۹۹۷: سال ۱۳۹۷، پایش هوا در تأسیسات مدیریت پسماند برای حفاظت از کارگران -آیین کار

۳-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۶، تأسیسات الکتریکی فشار ضعیف- قسمت ۱: اصول بنیادی، ارزیابی مشخصات کلی، اصطلاحات و تعاریف

۳-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۱۵۴: سال ۱۳۹۴، کیفیت هوا-نشرهای منبع ثابت -نمونه‌برداری به منظور تعیین خودکار غلظت‌های نشر گاز در سیستم‌های پایش به‌طور ثابت نصب شده -آئین کار

۳-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۳۱۵: سال ۱۳۹۶، سامانه های پایش لحظه‌ای و برخط (آنلاین) منابع آلاینده محیط‌زیست – تعاریف و اصطلاحات، طبقه‌بندی و ضوابط و معیارهای فنی گزینش، نصب و راه‌اندازی- آیین کار

۳-۸ « مقررات و ضوابط استقرار واحدهای تولیدی، صنعتی و معدنی» سازمان حفاظت محیط‌زیست

3-9 ASTM D7204:2015, Standard Practice for Sampling Waste Streams on Conveyors

3-10 IEC 60092-201, Electrical installations in ships–Part 201: System design – General.

3-11 IEC60092-202, Electrical installations in ships–Part 202: System design – Protection.

3-12 IEC 60092-301,Electrical installations in ships–Part 301: Equipment – Generators and motors.

3-13 IEC 60092-352, Electrical installations in ships – Part 352: Choice and installation of electrical cables.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۲-۷۵۹۹: سال ۱۳۸۶، الزامات نصب تجهیزات الکتریکی در کشتی ها- قسمت ۳۵۲: انتخاب و نصب کابل های الکتریکی، با استفاده از استاندارد IEC 60092-352:2005 تدوین شده است.

3-14 IEC 60092-503,Electrical installations in ships – Part 503: Special features – AC supply systems with voltages in the range of above 1 kV up to and including 15 kV.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۳-۷۵۹۹: سال ۱۳۸۸، تأسیسات الکتریکی در کشتی ها- قسمت ۵۰۳: مشخصات ویژه - سیستم‌های تغذیه AC با ولتاژهای بیش از ۱ تا ۱۵ کیلو ولت و خود آن، با استفاده از استاندارد IEC 60092-503:2008 تدوین شده است.

3-15 IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸: سال ۱۳۹۵، درجات حفاظت تأمین‌شده توسط محفظه ها (کدIP)، با استفاده از استاندارد IEC 60529:1989+A1:1999+A2:2013 تدوین شده است.

۴ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

۱-۴

پسماند

waste

به مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) گفته می‌شود که به طورمستقیم یا غیرمستقیم حاصل از فعالیت انسان بوده و از نظر تولیدکننده زائد تلقی می‌شود.

۱-۱-۴

پسماند عادی

به کلیه پسماندهایی گفته می‌شود که به صورت معمول از فعالیت‌های روزمره انسانها در شهرها، روستاها و خارج از آن‌ها تولید می‌شود از قبیل پسماندهای خانگی و پسماندهای‌ساختمانی.

۲-۱-۴

پسماند پزشکی (بیمارستانی)

به کلیه پسماندهای عفونی و زیان‌آور ناشی از بیمارستانها، مراکز بهداشتی، درمانی، آزمایشگاههای تشخیص طبی و سایر مراکز مشابه گفته می‌شود. سایر پسماندهای‌خطرناک بیمارستانی از شمول این تعریف خارج است.

۳-۱-۴

پسماند ویژه

به کلیه پسماندهایی گفته می‌شود که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص‌خطرناک از قبیل سمیت، بیماری‌زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خورندگی و مشابه آن به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند جزء پسماندهای ویژه محسوب می‌شوند.

۴-۱-۴

پسماندهای کشاورزی

به پسماندهای ناشی از فعالیت‌های تولیدی در بخش کشاورزی گفته می‌شود، از قبیل فضولات، لاشه حیوانات (دام، طیور و آبزیان) محصولات کشاورزی فاسد یا غیرقابل‌مصرف.

۵-۱-۴

پسماندهای صنعتی

به کلیه پسماندهای ناشی از فعالیت‌های صنعتی و معدنی و پسماندهای پالایشگاهی صنایع گاز، نفت و پتروشیمی و نیروگاهی و امثال آن گفته می‌شود از قبیل براده‌ها، سرریزها و لجن‌های صنعتی.

یادآوری -این تعریف و طبقه‌بندی مطابق با ماده ۲ قانون مدیریت پسماند می‌باشد.

۲-۴

تأسیسات پسماندسوز

incinerationfacilities

هر واحد فنی با تجهیزات ثابت یا متحرک است که برای عملیات حرارتی[1] بر روی پسماندها با و یا بدون استحصال گرمای تولیدشده، مورداستفاده قرار می‌گیرد. این تعریف شامل پسماندسوزی با اکسیداسیون

1- Thermal treatment

پسماند و دیگر فرایندهای دمایی مانند فرایندهای پیرولیز[1]، گازی‌سازی[2] و پلاسما می‌باشد که مواد حاصل از این فرایندهای حرارتی متعاقبا سوزانده می‌شوند.
این تعریف دربرگیرنده محل و مجموعه تأسیسات پسماندسوز، شامل خطوط پسماندسوز، پذیرش پسماند، انبارسازی، تجهیزات پیش عملیات، سیستم‌های سوخت- پسماند و سیستم‌های تأمین هوا، تجهیزات دیگ بخار، تصفیه گازهای خروجی، تأسیسات در محل برای ذخیره‌سازی ته‌ماندها و فاضلاب، وسایل دودکش، سیستم‌ها و یا وسایل کنترل عملیات پسماندسوزی، ثبت و پایش شرایط پسماندسوز می‌باشد.

۳-۴

تأسیسات پسماندسوز ترکیبی

co-incineration plant

هر تأسیسات ثابت یا متحرکی که هدف اصلی آن تولید انرژی یا تولید مواد محصول است و در آن:
- از پسماند به عنوان سوخت دائمی یا مکمل استفاده می‌شود؛
- پسماند با هدف دفع[3]، تحت عملیات حرارتی قرار می‌گیرد.
اگر پسماندسوزی ترکیبی به روشی انجام شود که هدف اصلی از آن تولید انرژی یا مواد محصول نباشد بلکه هدف عملیات حرارتی پسماند باشد، در آن صورت چنین تأسیساتی به عنوان تأسیسات پسماندسوز در مفهومی که در زیر بند ۴-۲ ارائه شده است، قرار می‌گیرد.
این تعریف دربرگیرنده محل و مجموعه تأسیسات پسماندسوز، شامل خطوط پسماندسوز، پذیرش پسماند، انبارسازی، تجهیزات پیش عملیات، سیستم‌های سوخت- پسماند و سیستم‌های تأمین هوا، تجهیزات دیگ بخار، تصفیه گازهای خروجی، تأسیسات در محل برای ذخیره‌سازی ته ماندها و فاضلاب، وسایل دودکش، سیستم‌ها و یا وسایل کنترل عملیات پسماندسوزی، ثبت و پایش شرایط پسماندسوز می‌باشد.

۴-۴

ظرفیت اسمی

nominal capacity

مجموع ظرفیت‌های پسماندسوزی در کوره‌های یک تأسیسات پسماندسوز است که توسط سازنده اظهار و به تأیید بهره‌بردار رسیده باشد. به خصوص مقدار/ارزش/میزان گرمازایی پسماندر ساعت، به عنوان کمیت پسماندسوزی ذکرشده باشد.

1- Pyrolysis
2- Gasification
3-Disposal

۴-۵

انتشار (نشر)

emission

به رهایش/ خروج مستقیم یا غیر مستقیم مواد، ارتعاشات (امواج)، گرما یا اصوات از منابع مستقیم یا پراکنده از یک تأسیسات، به هوا، آب، یا خاک گفته می‌شود.

۴-۶

حدود مجاز انتشار (نشر)

emission limit values

جرم، تراکم و یا سطوح مشخص از نشرها در پارامترهای خاص که در یک دوره یا بیشتر تغییر نکند.

۴-۷

دی اکسین‌ها و فوران‌ها

dioxins and furans

تمامی ترکیبات پلی کلرینه دی‌بنزو دی‌اکسین‌ها و دی‌بنزو فوران[1] که در پیوست **الف** ارائه شده است.

۴-۸

اپراتور/ متصدی/ بهره‌بردار

operator

هر فرد حقیقی یا حقوقی است که در یک تأسیسات کار می‌کند یا آن را کنترل می‌کند یا در جایی که در قانون پیش‌بینی شده است به قدرت اقتصادی تصمیم‌گیرنده که عملکرد فنی تأسیسات را نمایندگی می‌نماید، اطلاق می‌شود.

یادآوری- به منظور سهولت در به کارگیری این استاندارد بجای عبارت اپراتور/ متصدی/ بهره‌بردار از عبارت «بهره‌بردار» استفاده می‌شود.

۴-۹

مجوز

permit

1-Polychlorinated dibenzo-dioxins and polychlorinated dibenzo-furans (PCDD/F)

به حکم کتبی صادر شده توسط یک مرجع ذیصلاح است که طبق آن قانونی بودن فعالیت یک تأسیسات پسماندسوز واجد شرایط خاص، به گونه‌ای که انطباق آن تأسیسات با الزامات این استاندارد و قسمت‌های دیگر آن را تضمین کند.

۱۰-۴

ته‌ماند

residue

هر ماده مایع یا جامد شامل خاکستر و سرباره، مواد ته‌نشین شده، خاکستر معلق، غبار دیگ، محصولات جامد حاصل از تصفیه گاز، لجن فاضلاب ناشی از تصفیه فاضلاب، کاتالیزورها و کربن فعال‌ساز مصرف شده، تحت عنوان پسماند که لازم است امحاء شود و در فرایند پسماندسوزی و پسماندسوزی ترکیبی، تصفیه گاز خروجی یا فاضلاب یا فرایندهای عملیاتی دیگر در تأسیسات پسماندسوزی یا پسماندسوزی ترکیبی تولیدشده، گفته می‌شود.

۱۱-۴

زمان‌ماند

residence time

میانگین زمانی است که در طی آن پسماند در کوره (کوره‌ها) قرار می‌گیرد.

۵ الزامات کلی

۱-۵ تحویل و پذیرش پسماند

۱-۱-۵ بهره‌بردار تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی باید تمام اقدامات احتیاطی در خصوص تحویل و پذیرش پسماند را به منظور پیشگیری یا محدود کردن هر چه بیشتر تأثیرات منفی پسماندها بر محیط‌زیست خصوصاً آلودگی هوا، خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی و همچنین تولید سر و صدا، خطرات مستقیم بر سلامتی انسان را در نظر گرفته باشد. این اقدامات باید حداقل الزامات ذکرشده در زیربندهای ۵-۱-۳ و ۵-۱-۴ را محقق سازند.

پسماندهای ورودی به تأسیسات پسماندسوز باید در همان روز پذیرش، سوزانده شوند. در صورتی که بنا به شرایطی این امر امکان‌پذیر نباشد، متناسب با نوع پسماند، شرایط اقلیمی و آب‌وهوا، زمان نگهداری بیشتر از مدت زمانی که نگهداری پسماند ورودی تا هنگام پسماندسوزی مجاز می‌باشد باید با تائید مرجع ذیصلاح، مشخص شود.

۵-۱-۲ پیش از پذیرش پسماند در تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی، بهره‌بردار باید مقدار هر یک از دسته‌بندی‌های پسماند را طبق دسته‌بندی پسماندها بر مبنای طبقه‌بندی قانون مدیریت پسماند (طبق زیربند ۴-۱) مشخص سازد.

۵-۱-۳ پیش از پذیرش پسماند ویژه در تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی، بهره‌بردار باید اطلاعات مربوط به پسماند را جهت راستی آزمایی و انطباق آن با الزامات مطرح‌شده در زیربند ۵-۱-۴ این استاندارد، تهیه، مستند و در اختیار داشته باشد. این اطلاعات باید حاوی موارد زیر باشد:

الف-تمامی اطلاعات نظارتی درباره فرآیند تولید پسماند ویژه که در مدارک ذکر شده در زیربند ۵-۱-۴- الف، آورده شده است؛

ب- شرایط فیزیکی پسماند و در صورت صلاحدید مرجع ذیصلاح، ترکیب شیمیایی پسماند و دیگر اطلاعات ضروری برای ارزیابی مناسب بودن آن برای فرایند پسماندسوزی موردنظر؛

پ- مشخصات پسماند ویژه، موادی که با آن پسماندها نمی‌توانند ترکیب شوند و اقدامات احتیاطی در هنگام جابجایی پسماند.

هرگونه پذیرش و امحاء پسماندهای صنعتی و ویژه، باید پس از اخذ مجوز از مراجع ذیصلاح و ورود اطلاعات به سامانه مدیریت پسماند، انجام پذیرد.

۵-۱-۴ پیش از پذیرش پسماند در تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی حداقل باید فرآیندهای زیر توسط بهره‌بردار انجام شوند:

الف- کنترل مدارک و سوابق مطابق با الزامات پیوست **ب** و با رعایت قوانین، دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه اجرایی مراجع ذیصلاح در مورد نظارت و کنترل محموله‌های پسماندهای ویژه و آیین‌نامه اجرایی حمل‌ونقل جاده‌ای مواد خطرناک، باید انجام شود. همچنین بهره‌بردار باید مطابق با الزامات کنترل مدارک تعیین‌شده در استانداردهای سیستم مدیریت کیفیت، تمامی مدارک را تحت کنترل داشته باشد.

ب- تهیه نمونه‌های شاهد از پسماندها و نگهداری آن تحت شرایط محیطی استاندارد آزمایشگاهی بر طبق استاندارد ASTM D7204، پیش از تخلیه بار، با هدف راستی آزمایی و انطباق آن با اطلاعات ذکرشده مطابق با زیربند ۵-۱-۳، برای کنترل و قادر ساختن مراجع ذیصلاح برای شناسایی ماهیت پسماندی که قرار است سوزانده شود. این نمونه‌ها به مدت سه ماه پس از پسماندسوزی باید نگهداری شوند.

۵-۲ شرایط عملیاتی

۵-۲-۱ عملکرد تأسیسات پسماندسوز باید به‌گونه‌ای باشد که به سطحی از سوزاندن برسد تا محتوای کل کربن آلی (TOC)[1] در خاکستر کف[2] و ته‌مانده تفاله[3] کمتر از ٪۳ باشد، یا کاهش وزن در اثر اشتعال آن کمتر از ٪۵ وزن خشک مواد باشد. در صورت ضرورت، باید از روش‌های پردازش[4] پسماند استفاده شود.

1- Total Organic Carbon
2- Bottom ash
3- Slag
4-Pretreatment

تأسیسات پسماندسوز باید به گونه‌ای طراحی، تجهیز، ساخته و کار کند که دمای گاز حاصل از فرایند، پس از آخرین تزریق هوای احتراقی به روش کنترل‌شده و همگن و حتی تحت نامطلوب‌ترین شرایط، به مدت ۲s تا دمای ۸۵۰°C اندازه‌گیری شده در نزدیکی دیواره داخلی محفظه احتراق یا هر نقطه تعیین‌شده توسط مرجع ذیصلاح بر طبق روش‌های مدون- تعداد و محل، بالا رود.

تولیدکننده تأسیسات پسماندسوز، باید برای هر نقشه طراحی‌شده برای کوره (کوره‌ها)، پروفایل دمایی را برای نقاط مختلف کوره شامل نقاط نزدیک به ورودی پسماند، کنج‌ها، نقاط دور از مشعل، مرکز و نقاط انتهایی نزدیک به خروجی‌ها را حداقل ۷ مرتبه برای پسماندسوزی پسماندهای با ارزش حرارتی کم (به صورت مرحله‌ای) و ۳ مرتبه پسماندسوزی به صورت مداوم، تهیه و بر مبنای تجزیه‌وتحلیل آن تعداد نقاط لازم برای کنترل و پایش دمای داخل محفظه کوره را مشخص و تعیین کند، طوری که از رسیدن به دماهای الزام شده برای احتراق و رسیدن به حداقل مقادیر تعیین‌شده برای آلاینده‌های خروجی اطمینان حاصل شود. مستندات و شواهد عینی مربوط به این الزام باید به تأیید مرجع ذیصلاح برسد.

اگر پسماند ویژه با محتوای بیش از ۱٪ مواد آلی هالوژن‌دار (که بر حسب کلر بیان می‌شود) سوزانده شود، دما باید حداقل به مدت ۲ s در ۱۱۰۰ °C قرار بگیرد.

بهره‌بردار باید طبق زیربند ۵-۱-۲ و زیربند ۵-۱-۳ پسماندهای ویژه هالوژن‌دار را شناسایی و تخمین مناسبی از درصد مواد آلی هالوژن دار آن داشته باشد. مستندات این ارزیابی و تخمین باید در سوابق، ثبت و نگهداری شود.

هر خط از تأسیسات پسماندسوز باید حداقل به یک مشعل کمکی مجهز شود. این مشعل باید به صورت خودکار در هنگامی‌که پس از آخرین تزریق هوای احتراق، دما به زیر ۸۵۰ °C یا در موارد خاص به زیر ۱۱۰۰°Cرسید، روشن شود. این مشعل همچنین باید برای آغاز[1] عملیات پسماندسوزی و پایان[2] آن مورداستفاده قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که دمای۸۵۰°C یا در موارد خاص ۱۱۰۰°C در هر زمان، در حین عملیات و تا زمانی که پسماند نسوخته‌ای در محفظه احتراق باقی نمانده، حفظ شود.

در آغاز عملیات پسماندسوزی و پایان آن، یا هنگامی‌که دمای گاز احتراق به زیر ۸۵۰°C یا در موارد خاص۱۱۰۰°C می‌رسد، نباید خوراک مشعل کمکی با سوخت‌هایی باشد که موجب ایجاد انتشار بیشتر از آنچه که از سوخت گازوئیل، گاز مایع یا گاز طبیعی، حاصل می‌شوند. حدود مجاز انتشار آلاینده‌های هوا در استفاده از سوخت‌های گاز، مازوت و گازوئیل در آغاز عملیات پسماندسوزی و پایان آن، باید با استناد به تبصره (۳) ماده ۱۲ قانون هوای پاک مصوب سال ۱۳۹۶، از حدود تعیین شده در جدول ۱، بیشتر نشود.

یادآوری- در صورتی که تأسیسات پسماندسوز در زمان خارج از بهره‌برداری، در شرایطی مانند راه‌اندازی و یا تعمیرات باشد، استفاده از سوخت‌های متفاوت یا حدود آلاینده خارج از حدود مشخص‌شده، با اخذ مجوز از مرجع ذیصلاح امکان‌پذیر خواهد بود.

1-Start up
2-Shut down

جدول ۱- حدود مجاز انتشار آلاینده‌های هوا در صنعت نیروگاهی (مطابق تبصره (۳) ماده ۱۲ قانون هوای پاک مصوب سال ۱۳۹۶)

منبع آلاینده	آلاینده	واحد اندازه‌گیری	حد مجاز انتشار		توضیحات
			درجه ۱	درجه ۲	
دودکش و دستگاه‌های انتقال حرارت	NO_x	mg/Nm^3	۳۰۰	۴۰۰	با سوخت گاز
		mg/Nm^3	۲۰۰	۲۵۰	با سوخت مازوت
		mg/Nm^3	۲۰۰	۳۰۰	با سوخت گازوئیل
		mg/Nm^3	۵۰۰	۶۰۰	با سوخت فرایندی
	SO_2	mg/Nm^3	۱۰۰	۲۰۰	با سوخت گاز
		mg/Nm^3	۱۲۰۰	۱۷۰۰	با سوخت مازوت
		mg/Nm^3	۳۰۰	۴۵۰	با سوخت گازوئیل
		mg/Nm^3	۳۰۰	۵۰۰	با سوخت فرایندی
	ذرات معلق	mg/Nm^3	۱۰۰	۱۵۰	
	CO	mg/Nm^3	۱۵۰	۲۰۰	

۵-۲-۲ تأسیسات پسماندسوز ترکیبی باید به‌گونه‌ای طراحی، تجهیز، ساخته و کار کند که دمای گاز حاصل از فرایند پسماندسوزی ترکیبی، پس از آخرین تزریق هوای احتراقی به روش کنترل‌شده و همگن و حتی تحت نامطلوب‌ترین شرایط، به مدت ۲ s تا دمای ۸۵۰°C اندازه‌گیری شده در نزدیکی دیواره داخلی محفظه احتراق یا هر نقطه تعیین‌شده توسط مرجع ذیصلاح، بالا رود. اگر پسماند ویژه با محتوای بیش از ۱٪ (وزنی) مواد آلی هالوژن‌دار که بر حسب کلر بیان می‌شود به‌طور ترکیبی سوزانده شود، دما باید به ۱۱۰۰°C برسد.

الزامات دمایی شرایط عملیاتی (دمای گاز خروجی ۸۵۰ °C یا ۱۱۰۰ °C)، بر مبنای نوع پسماندها و تفکیک پسماندهای عادی از پسماند ویژه با محتوای بیش از ۱٪ مواد آلی هالوژن‌دار و اندازه‌گیری میزان هیدروکربن‌های هالوژن دار، در نظر گرفته می‌شود، اگر عملیات تفکیک پسماندهای عادی، قبل از عملیات پسماندسوزی انجام نشده باشد، عملیات پسماندسوزی پسماندهای عادی تفکیک نشده باید مطابق با شرایط تعیین‌شده برای پسماندهای با محتوای بیش از ۱٪ مواد آلی هالوژن دار تحت دمای گاز خروجی ۱۱۰۰ °C، تنظیم و تحت کنترل قرار گیرد.

۵-۲-۳ تأسیسات پسماندسوز و پسماندسوز ترکیبی باید دارای یک سیستم خودکار و فعال، برای قطع بارگیری پسماند ورودی به محفظه احتراق در موارد زیر باشند:

الف-در مرحله آغاز تا هنگامی‌که دما به ۸۵۰ °C یا در موارد خاص به ۱۱۰۰ °C یا به دمایی که در زیربند ۵-۲- ۴ مشخص‌شده، برسد؛

ب-تا هنگامی‌که دما به۸۵۰°C و یا در موارد خاص به ۱۱۰۰°C یا به دمایی که در زیربند ۵-۲-۴ مشخص‌شده، نرسیده باشد؛

پ- هرگاه اندازه‌گیری‌های مداوم الزام شده در این استاندارد، نشان دهد که غلظت آلاینده‌ها به دلیل اختلال و خرابی وسایل تصفیه‌کننده، از حدود مقدار مجاز انتشار، فراتر رفته باشد.

۵-۲-۴ شرایط متفاوت از آنچه در زیربند ۵-۲-۱ و زیربند ۵-۲-۳ در مورد دما آمده و در مجوز برای دسته‌بندی‌های خاص پسماند یا فرایندهای خاص حرارتی تعیین‌شده، می‌تواند با کسب مجوز از مراجع ذیصلاح به‌شرط انطباق با سایر الزامات این استاندارد، امکان‌پذیر باشد. تغییر شرایط عملیاتی نباید منجر به تولید ته‌ماندها با آلاینده‌های آلی بیشتر، در مقایسه با آن‌هایی که تولید آن‌ها مطابق با شرایط ذکرشده در زیربند ۵-۲-۱ قابل پیش‌بینی است، شود.

این نوع مجوزها باید بر اساس انطباق با حداقل شرایط برای مقدار مجاز انتشار که در پیوست **پ** برای کل کربن آلی و CO ذکرشده، باشد.

در صنایع کاغذ و پالپ که پسماندهای حاصل از فعالیت آن‌ها در محل تولید آن در دیگ‌های بخار با پوست درختان، پسماندسوز می‌شود، باید مجوزهایی که داده می‌شود به صورت مشروط به رعایت حداقل مقدار مجاز انتشار که در پیوست **پ** برای کل کربن آلی ذکرشده و اخذ مجوز از مرجع ذیصلاح، باشد.

همه شرایط عملیاتی تعیین‌شده در این زیربند و نتایج حاصل از راستی آزمایی ها، باید به عنوان بخشی از اطلاعات لازم برای راه‌اندازی تهیه شده و بر اساس الزامات گزارش دهی ارائه شود.

۵-۲-۵ تأسیسات پسماندسوز و پسماندسوز ترکیبی باید به طریقی طراحی، تجهیز، ساخت و بهره‌برداری شوند که از ورود آلاینده‌ها به هوا که موجب افزایش قابل‌ملاحظه آلاینده‌های سطحی[1] در هوا می‌شوند، جلوگیری شود. به ویژه، گازهای احتراق باید به روشی کنترل شده و مطابق با حدود تعیین شده در پیوست **پ**، توسط یک دودکش[2] که ارتفاع آن طوری محاسبه شده که سلامت انسان و محیط زیست را تأمین کند، تخلیه شوند.

یادآوری- در ردیف های [۱] تا [۳] و [۵] تا [۷] کتابنامه، استانداردهای مرتبط با دودکش آورده شده است.

۵-۲-۶ هرگونه گرمای حاصل از فرآیندهای پسماندسوزی یا پسماندسوزی‌ترکیبی باید تا حد امکان بازیابی شود.

۵-۲-۷ تأسیسات پسماندسوزی یا پسماندسوزی ترکیبی باید توسط یک فرد حقیقی/ حقوقی مدیریت شود که واجد شرایط صلاحیت مدیریت مجموعه باشد.

الزامات مربوط به سیستم مدیریت در پیوست **ث** ارائه شده است.

1- Ground –level air pollution
2- Stack

۵-۳ مقادیر حدود مجاز انتشار به هوا

۵-۳-۱ تأسیسات پسماندسوز باید به گونه‌ای طراحی، تجهیز، ساخته و بهره‌برداری شوند که مقادیر آلاینده‌ها در گاز خروجی از حدود مجاز انتشار که در پیوست **پ** ارائه شده فراتر نروند.

۵-۳-۲ تأسیسات پسماندسوز ترکیبی باید به‌گونه‌ای طراحی، تجهیز، ساخت و بهره‌برداری شوند که حد مجاز انتشار در گاز احتراقی از مقادیر تعیین‌شده در پیوست **پ** فراتر نرود.

اگر در یک تأسیسات پسماندسوز ترکیبی بیش از ٪۴۰ از گرمای حاصل از سوزاندن پسماندهای خطرناک ایجاد می‌شود، باید از حد مجاز انتشار که در پیوست **پ** ارائه شده، استفاده شود.

۵-۳-۳ نتایج اندازه‌گیری‌هایی که برای راستی آزمایی انطباق با حدود مجاز انتشار مورداستفاده قرار می‌گیرند، باید با توجه به شرایط ذکرشده در زیربند ۵- ۷ ، استانداردسازی شوند.

۵-۳-۴ در هنگام پسماندسوزی ترکیبی پسماندهای شهری مخلوط و عمل‌آوری نشده، حد مجاز باید طبق پیوست **پ** تعیین شود.

۵-۳-۵ حدود مجاز برای ترکیبات هیدروکربنی آروماتیک چند حلقه‌ای، باید مطابق با تبصره ۳ ماده ۱۲ قانون هوای پاک باشد.

۵-۴ پسآب حاصل از تصفیه گازهای خروجی

تأسیسات پسماندسوز باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شود که امکان نشت هرگونه آب محتوی پسماند، آب‌های کثیف یا پسماندهای مایع در طول عملیات اولیه و پذیرش پسماندها به خارج از تأسیسات یا امکان نفوذ به زمین وجود نداشته باشد.

۵-۴-۱ برای فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی که از تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی تخلیه می‌شوند، اخذ مجوز از مراجع ذیصلاح لازم است.

۵-۴-۲ تخلیه فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی (پسآب حاصل از تصفیه) به محیط آبی باید حتی‌الامکان محدود و مطابق با حد مجاز انتشار که در پیوست **ج** ارائه شده، باشد.

۵-۴-۳ با تمهیدات خاص که برای دریافت «مجوز» آورده شده، فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی، پس از تصفیه مجزا، در شرایط زیر می‌توانند به محیط وارد شوند:

الف- با آخرین الزامات موجود برای استاندارد آلاینده‌ها برای تخلیه به منابع پذیرنده پسآب، مطابقت داشته باشد.

ب- غلظت زیاد مواد آلاینده که در پیوست **ج** ذکرشده‌اند، از حدود مجاز تعیین‌شده، فراتر نرود.

۵-۴-۴ حدود مجاز انتشار باید در نقطه‌ای که فاضلاب‌های حاصل از تصفیه گازهای خروجی حاوی آلاینده‌های که در پیوست **ج** به آن اشاره شده است از تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوزی‌ترکیبی تخلیه می‌شوند، به کار گرفته شود.

هرجایی که فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی در محل به همراه دیگر منابع فاضلاب یکجا تصفیه می‌شوند، بهره‌بردار باید اندازه‌گیری‌هایی را که در زیربند ۵-۷، ذکرشده را در نظر بگیرد:

الف- در جریان فاضلاب حاصل از فرایندهای تصفیه گازهای خروجی، قبل از ورود آن‌ها به تأسیسات مشترک تصفیه فاضلاب؛

ب- در دیگر جریان یا جریان‌های فاضلاب، پیش از ورود آن‌ها به تأسیسات مشترک تصفیه فاضلاب؛

پ-در نقطه تخلیه فاضلاب نهایی، بعد از تصفیه، از تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی.

بهره‌بردار باید محاسبات مناسب موازنه جرم را به منظور تعیین میزان انتشار در مرحله پایانی تخلیه فاضلاب که می‌تواند به افزایش فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی منجر شود را انجام دهد تا بدین ترتیب امکان بررسی انطباق با مقادیر حد مجاز انتشار که در پیوست **ج** در مورد جریان فاضلاب حاصل از فرآیند تصفیه گاز خروجی است، وجود داشته باشد.

تحت هیچ شرایطی برای انطباق با حد مجاز انتشار که در پیوست **ج** ارائه شده، نباید رقیق‌سازی فاضلاب صورت گیرد.

۵-۴-۵ زمانی که فاضلاب‌های حاصل از گازهای خروجی حاوی مواد آلاینده اشاره‌شده در پیوست **ج**، در خارج از تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوزی‌ترکیبی و در یک تأسیسات که صرفاً برای تصفیه این نوع فاضلاب طراحی شده، تصفیه می‌شوند، حد مجاز انتشار طبق پیوست **ج** باید در نقطه‌ای که پسآب از تأسیسات تصفیه خارج می‌شود، اعمال شود.

اگر تأسیسات تصفیه خارج از محل[1] صرفاً برای تصفیه فاضلاب حاصل از پسماندسوزی در نظر گرفته نشده است، بهره‌بردار باید محاسبات متناسب با موازنه جرم را که در زیربند ۵-۴-۴ الف، ب و پ آمده را انجام دهد تا میزان انتشار در تخلیه نهایی فاضلاب که به افزایش فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی کمک می‌کند را تعیین کند. با این کار انطباق با حد مجاز انتشار که در پیوست **ج** برای جریان فاضلاب حاصل از فرایند تصفیه گاز خروجی تعیین‌شده، کنترل می‌شود.

۵-۴-۶ در هنگام صدور مجوز:

الف- طبق زیر بند ۵-۴-۲ و برای تحقق الزامات ذکرشده در زیربند ۵-۴-۳-الف، باید حد مجاز برای آلاینده‌هایی که در پیوست **ج** به آن اشاره‌شده را تعیین کند؛

ب-پارامترهای کنترل عملیاتی را حداقل در پارامترهای pH، دما و دبی جریان[2]، مشخص کند.

۵-۴-۷ محل تأسیسات پسماندسوز و پسماندسوزی‌ترکیبی شامل محل‌های ذخیره کردن پسماندها، باید به‌گونه‌ای طراحی شود تا مطابق با شرایط پیش‌بینی‌شده در الزامات قانونی تعیین‌شده توسط مراجع ذیصلاح، از تخلیه و رهایش تصادفی و مدیریت نشده هر ماده آلاینده به خاک، آب‌های سطحی یا زیرزمینی جلوگیری به عمل آید. علاوه بر آن، برای آب باران آلوده که از تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوزی‌ترکیبی جاری

1- Off- site
2- Flow

می‌شود، یا آب آلوده حاصل از تراوش (نشتی‌ها) و یا عملیات آتش‌نشانی، باید تمهیداتی (برای مثال مخزن ذخیره) در نظر گرفته شود و ظرفیت ذخیره کردن متناسب آن، پیش‌بینی شود.
ظرفیت ذخیره کردن باید متناسب باشد تا اطمینان حاصل شود که این‌گونه آب‌ها قبل از تخلیه و رهایش، آزمایش و تصفیه‌شده اند.

یادآوری- منظور از ممانعت از رهایش، وجود شرایطی است که از هرگونه نشر، نفوذ و تخلیه به محیط مجاور محل ذخیره کردن، جلوگیری شود.

۸-۴-۵ حدود مجاز انتشار برای هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای، یا دیگر آلاینده‌ها مطابق با تبصره ۳ ماده ۱۲ قانون هوای پاک باشد.

۵-۵ ته‌ماند (باقیمانده)

مقدار و مضرات ته‌ماند حاصل از بهره‌برداری تأسیسات پسماندسوز و پسماندسوزی‌ترکیبی، باید به حداقل رسانده شود. در صورت وجود الزامات قانونی تعیین‌شده توسط مراجع ذیصلاح برای بازیافت، ته ماندها باید به‌طور مستقیم در تأسیسات پسماندسوز یا خارج از آن، بازیافت شوند.
حمل‌ونقل و ذخیره‌سازی موقت ته‌ماندهای خشک به شکل غبار، مانند غبار دیگ جوش[1] و ته‌ماند خشک ناشی از تصفیه گازهای خروجی، باید به صورتی باشد که مانع از پخش شدن آن در محیط‌زیست شود، مانند حمل در ظروف دربسته.
پیش از تعیین مسیرهای تخلیه یا بازیافت ته‌ماندهای حاصل از تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوزی-ترکیبی، به منظور تعیین مشخصات فیزیکی یا شیمیایی و آلایندگی بالقوه ته‌ماندهای مختلف پسماندسوزی، باید آزمایش‌های متناسب انجام شود. آنالیزها باید دربرگیرنده کل مواد حل شونده[2] و فلزات سنگین، باشد.

۶-۵ کنترل و پایش

۱-۶-۵ تجهیزات اندازه‌گیری باید نصب شده و روش‌هایی برای پایش پارامترها، شرایط و غلظت‌های جرمی مربوط به فرایند پسماندسوزی و پسماندسوزی‌ترکیبی به کار گرفته شوند.
۲-۶-۵ الزامات اندازه‌گیری باید در مجوز، یا شرایطی که همراه با مجوز از سوی مرجع ذیصلاح تعیین‌شده، ذکر شوند.

یادآوری– الزامات مربوط اندازه‌گیری آلاینده‌ها در قسمت‌های دیگر این استاندارد (حدود مجاز آلاینده‌ها و روش‌های اندازه‌گیری) تعیین‌شده است.

1- Boiler
2- Total soluble fraction

۵-۶-۳ مناسب بودن نصب و عملکرد درست تجهیزات خودکار پایش مداوم انتشار به محیط، باید سالانه، بازرسی شود. فواصل زمانی کالیبراسیون تجهیزات پایش باید بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۶۴ تعیین‌شده و در آن فواصل زمانی کالیبراسیون از طریق اندازه‌گیری‌های موازی با روش‌های مرجع و توسط آزمایشگاه کالیبراسیون مورد تأیید سازمان ملی استاندارد ایران، صورت پذیرد.

یادآوری ۱– الزامات مربوط اندازه‌گیری آلاینده‌ها، شرایط کالیبراسیون‌های برخط و فواصل زمانی کنترلی آن در قسمت دیگر این استاندارد (حدود مجاز آلاینده‌ها و روش‌های اندازه‌گیری) تعیین‌شده است.

یادآوری ۲– پیش‌بینی مدت‌زمان لازم برای کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری، بر حسب نوع تجهیزات بنا به توصیه سازنده آن می‌تواند کمتر از مدت‌زمان الزام شده در این بند باشد.

۵-۶-۴ محل‌های نمونه‌برداری و نقاط اندازه‌گیری آلاینده‌ها باید مطابق با استانداردهای ملی ایران شماره ۲۲۳۱۵ انجام شود.

یادآوری – به حدود مجاز آلاینده‌ها و روش‌های اندازه‌گیری این استاندارد و نیز استانداردهای ملی ایران شماره ۲۰۱۵۴، ۱۸۹۹۷ و ۱۷۳۶۹ رجوع شود.

۵-۶-۵ اندازه‌گیری ادواری انتشار آلاینده‌ها به هوا و آب باید طبق الزامات بندهای ت-۱ و ت-۲ پیوست **ت** انجام شود.

۵-۷ الزامات اندازه‌گیری

۵-۷-۱ مرجع ذیصلاح باید از الزامات ذکرشده در قسمت دیگر این استاندارد (راه‌اندازی تأسیسات پسماندسوز) و یا با استفاده از قوانین الزام‌آور کلی از انطباق موارد مندرج در زیربندهای ۵-۷-۲ تا ۵-۷-۱۲ و زیربند ۵-۷-۱۷ در مورد هوا و زیربندهای ۵-۷-۹ و ۵-۷-۱۴ تا ۵-۷-۱۷ در مورد پسآب، اطمینان حاصل کنند.

یادآوری- استاندارد راه‌اندازی تأسیسات پسماندسوز در دست تدوین است.

۵-۷-۲ اندازه‌گیری‌های زیر برای آلاینده‌های هوا در تأسیسات پسماندسوز و پسماندسوزی‌ترکیبی باید مطابق فواصل اطمینان تعیین‌شده در پیوست **ت**، انجام شود:

الف-اندازه‌گیری مداوم[1] موارد زیر:

NO_x(مشروط بر آن که مقدار حدود انتشار تعیین‌شده باشد)، CO، ذرات معلق غبار کل، TOC، HCl, HF, SO_2؛

ب-اندازه‌گیری مداوم پارامترهای عملیاتی فرایند به شرح زیر:

دما در نزدیک دیواره داخلی یا هر نقطه نشانگر از محفظه احتراق که توسط مرجع ذیصلاح تعیین‌شده است، غلظت اکسیژن، فشار، دما و مقدار محتوی بخار آب در گاز خروجی؛

1- Continuious

پ- اندازه‌گیری فلزات سنگین، دی اکسین ها و فوران‌ها حداقل دو نوبت در سال انجام شود؛ در دوازده ماه اول عملیات، این اندازه‌گیری‌ها باید هر سه ماه یک‌بار انجام شود،

تعیین حد مجاز انتشار هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقوی یا دیگر آلاینده‌ها مطابق با تبصره ۳ ماده ۱۲ قانون هوای پاک تعیین شود و در هر سه ماه یک‌بار اندازه‌گیری شود.

زمان تعیین‌شده برای دوازده ماه اول عملیات، دربرگیرنده زمان انجام عملیات مستمر پسماندسوزی است و شامل زمان‌هایی که به دلیل سرویس، نگهداری و تعمیرات ممکن است عملیات پسماندسوزی متوقف شده، نیست. بهره‌بردار باید زمان‌های توقف عملیات پسماندسوزی را به مراجع ذیصلاح اعلام کند و زمان‌های توقف عملیات باید در سوابق عملیاتی توسط بهره‌بردار مستندسازی شود.

۵-۷-۳ هنگامی‌که تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی تحت تعمیرات قرار می‌گیرد و در بدترین شرایط عملکردی است، حداقل باید زمان ماند به همراه حداقل دما و اکسیژن محتوی گازهای ناشی از احتراق، مورد راستی آزمایی قرار گیرند.

۵-۷-۴ هنگامی‌که مراحل تصفیه HCl تضمین می‌نماید که میزان انتشار HCl از حدود تعیین‌شده، فراتر نرفته است، اندازه‌گیری مداوم HF، قابل‌حذف است. در این موارد اندازه‌گیری انتشار HF باید مطابق با زیربند ۵-۷-۲-پ به صورت دوره‌ای انجام شود.

۵-۷-۵ اندازه‌گیری مداوم محتوی بخار آب، در صورتی که گاز خروجی نمونه‌برداری شده قبل از بررسی خشک شده باشد، الزامی نیست.

۵-۷-۶ اندازه‌گیری‌های ادواریHF , HCl و SO_2 که در زیربند ۵-۷-۲-پ آورده شده، در صورتی که بهره-بردار بتواند ثابت کند که انتشار این آلاینده‌ها تحت هیچ شرایطی از حدود پیش‌بینی‌شده مجاز فراتر نمی‌رود، می‌تواند با مجوز مرجع ذیصلاح جایگزین اندازه‌گیری‌های مداوم شود.

۵-۷-۷ کاهش دفعات اندازه‌گیری دوره‌ای فلزات سنگین از دو بار در سال به هر دو سال یک بار و در مورد دی اکسین ها و فوران‌ها از دو بار در سال به یک بار در سال با موافقت مرجع ذیصلاح و ذکر آن در مجوز، در صورتی امکان‌پذیر است که انتشار حاصل از پسماندسوز یا پسماندسوزی‌ترکیبی کمتر از ٪۵۰ حدود مجاز انتشار که به ترتیب در پیوست **ب**، یا پیوست **ج** آورده شده، باشد.

این معیارها باید حداقل بر اساس شرایط زیربند ۵-۷-۲-الف و ب باشد.

۵-۷-۸ نتایج اندازه‌گیری‌ها که برای راستی آزمایی انطباق با حدود مجاز انتشار صورت می‌گیرد، باید تحت شرایط زیر و در مورد اکسیژن، مطابق با فرمول اشاره‌شده در پیوست **چ** استانداردسازی شوند:

الف-دمای $0^{o}C$ (معادل ۲۷۳ K)، فشار ۱۰۱٫۳ kPa، اکسیژن ٪۱۱، گاز خشک، در گاز خروجی تأسیسات پسماندسوز؛

در خصوص پسماندهای نفتی یا سایر پسماندهای ویژه، شرایط استاندارد برای گزارش اندازه‌گیری‌ها باید با نظر و تصمیم مرجع ذیصلاح انجام شود.

ب- هنگامی‌که پسماند در محیط غنی از اکسیژن، پسماندسوزی یا پسماندسوزی‌ترکیبی می‌شود، نتایج اندازه‌گیری‌ها در یک محتوای اکسیژن معین که توسط مرجع ذیصلاح تعیین‌شده و انعکاسی از وجود شرایط خاص در یک مورد استثنایی است را می‌توان استانداردسازی کرد.

پ- در هنگام پسماندسوزی ترکیبی نتایج اندازه‌گیری باید در یک محتوای کلی اکسیژن، مطابق آنچه در پیوست **پ** ذکرشده، محاسبه شود.

هنگامی‌که انتشار آلاینده‌ها در تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی پسماندهای ویژه (خطرناک)، خروجی دودکش به‌وسیله تصفیه گاز کاهش یابد، استانداردسازی بر مبنای محتوی اکسیژن (ارجاع به مورد الف زیربند ۵-۷-۸)، فقط باید در صورتی انجام شود که محتوای اکسیژن اندازه‌گیری شده در دوره مشابه برای آلاینده‌ها فراتر از محتوی اکسیژن استاندارد مرتبط، باشد

۵-۷-۹ تمام نتایج اندازه‌گیری‌ها باید به روش مناسبی که مورد تأیید مرجع ذیصلاح است، ثبت، پردازش و ارائه شوند تا امکان راستی آزمایی انطباق شرایط عملیاتی مجاز و حدود مجاز انتشار که در این استاندارد ارائه شده را بر طبق روش مورد تأیید مرجع ذیصلاح، فراهم کند.

۵-۷-۱۰ ارزیابی حدود مجاز انتشار به هوا، باید به شرطی مطابق اعلام شود که شرایط زیر برآورده شود:

الف–غلظت هیچ کدام از آلاینده‌ها از حدود مجاز انتشار که در پیوست **پ** ذکرشده، فراتر نرود؛ و ٪۹۷ از مقدار متوسط روزانه در طول یک سال، از حدود مجاز انتشار که در پیوست **پ** ذکرشده فراتر نرود؛

ب- ٪۹۷ از مقادیر میانگین نیم‌ساعته در طول روز از حدود مجاز انتشار که در پیوست **پ** ذکرشده، بیشتر نباشد؛

پ- هیچ‌یک از مقادیر میانگین اندازه‌گیری شده فلزات سنگین، دی اکسین ها و فوران ها در طی دوره آزمایشی، از حدود مجاز انتشار تعیین‌شده در پیوست **پ**، فراتر نرود؛

ت- سایر شرایط تعیین‌شده در پیوست **پ**، رعایت شده باشد.

۵-۷-۱۱ مقادیر میانگین نیم‌ساعته و میانگین‌های ده دقیقه‌ای باید طی زمان مؤثر عملیات (دوره‌های شروع و خاتمه در صورتی که طی آن‌ها پسماندسوزی انجام نشده باشد، نباید در نظر گرفته شوند) با تفریق مقادیر اندازه‌گیری شده از فواصل اطمینان مشخص‌شده در زیربند ت-۳ پیوست**ت**، تعیین شوند. مقادیر میانگین روزانه باید از این مقادیر میانگین صحه‌گذاری شده، استخراج شوند.

برای دستیابی به یک مقدار میانگین روزانه صحه‌گذاری شده، نباید بیش از مقادیر پنج میانگین نیم‌ساعته در هر روز به دلایلی نظیر عملکرد نامطلوب/خرابی یا نگهداری سیستم اندازه‌گیری مداوم، نادیده گرفته شود. کنار گذاشتن بیش از مقدار ده میانگین روزانه در سال به دلیل عملکرد نامطلوب/خرابی یا نگهداری سیستم اندازه‌گیری مداوم، قابل‌قبول نیست.

۵-۷-۱۲ مقادیر میانگین طی دوره نمونه‌برداری و در هنگام اندازه‌گیری‌های دوره‌ای SO_2, HF,HCl باید بر اساس الزامات زیربندهای ۵-۶-۲ و ۵-۶-۴ و پیوست **ت** تعیین شود.

۵-۷-۱۳ اندازه‌گیری‌های زیر باید در محل خروجی پساب انجام گیرد:

الف- اندازه‌گیری مداوم پارامترهایی که در زیربند ۵-۴-۶ به آن اشاره‌شده است؛

ب- اندازه‌گیری‌های روزانه نمونه‌های نقطه‌ای از ذرات جامد معلق[1]؛ مرجع ذیصلاح می‌تواند به‌طور جایگزین شرایطی را برای اندازه‌گیری یک نرخ جریان نسبی از نمونه نشانگر، در دوره زمانی h ۲۴ تعیین کند؛

پ- اندازه‌گیری حداقل ماهیانه یک نرخ جریان نسبی نمونه نماینده خروجی، در یک بازه h ۲۴ از تخلیه مواد آلاینده اشاره‌شده در زیربند ۵-۴-پ، با رعایت حدود فلزات سنگین پیوست **ج**؛

ت- اندازه‌گیری حداقل شش ماهه دی اکسین‌ها و فوران‌ها؛ در ۱۲ ماه اول عملیات، باید حداقل هر سه ماه یک‌بار انجام شود.

مرجع ذیصلاح می‌تواند هر زمان که حدود مجاز انتشار برای دی اکسین‌ها و فوران‌ها و هیدروکربن‌های آروماتیک پلی سایکلیک یا دیگر آلاینده‌ها را تعیین کردند، دوره‌های اندازه‌گیری را نیز مشخص نمایند.

۵-۷-۱۴ مقادیر حدود انتشار برای آب زمانی مطابق تلقی می‌شود که:

الف- برای ذرات جامد معلق٪۹۵ و ٪۱۰۰ از مقادیر اندازه‌گیری شده از حدود مجاز انتشار که در پیوست **ج** تعیین‌شده، فراتر نرود.

ب- برای فلزات سنگین نباید بیش از یک اندازه‌گیری در سال، از حدود مجاز انتشار که در پیوست **ج** ذکرشده بیشتر شود.

پ- در صورت تعیین حدود مجاز برای دی اکسین‌ها و فوران‌ها توسط مراجع ذیصلاح، نباید نتایج دو اندازه‌گیری انجام شده در سال از حدود مجاز انتشار آن بیشتر باشد.

۵-۷-۱۵ در صورتی که اندازه‌گیری‌های انجام‌شده نشانگر آن باشد که از حدود مجاز انتشار برای آب‌وهوا که در این دستورالعمل ذکرشده فراتر رفته‌اند، باید بدون تأخیر به مراجع ذیصلاح اطلاع داده شود.

۶ الزامات فنی

۶-۱ الزامات محل استقرار

۶-۱-۱ فاصله از مناطق حساس (به‌عنوان‌مثال اردوگاه، محل کار، تأمین آب آشامیدنی) و جهت باد غالب، عوامل مهمی است که باید در یافتن مکان مناسب برای هرگونه تأسیسات پسماندسوز باید در نظر گرفته شود. این مراکز باید حداقل m ۱۰۰ دورتر از هر نوع، آب سطحی احداث شوند. اگرچه هدف این است که حداقل آلاینده‌ها در هوا آزاد شوند، اما مکان تأسیسات باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که هرگونه انتشار حاصل از آن به اندازه کافی، امکان پراکنده شدن داشته باشد. این شامل یافتن ساختار یا تأسیسات به دور از مناطقی یا ویژگی‌هایی است که می‌تواند دود نزدیک زمین را به دام بیندازد (واقع در یک دره). اگر افراد در مجاورت دود ناشی از پسماندسوزی زندگی یا کار می‌کنند، از سوزاندن پسماند باید خودداری شود.

1- Total suspended solids

تأسیسات باید در زمین پایدار و مرتفع واقع شود. یک زمین شنی، صخره برآمده یا منطقه دیگری عاری از مواد قابل احتراق و پوشش گیاهی باید انتخاب شود تا از شروع تصادفی یک پوشش گیاهی یا آتش‌سوزی تندرا[1] جلوگیری شود.

۶-۱-۲ مکان‌یابی محل احداث تأسیسات پسماندسوز باید مطابق با آخرین ویرایش« مقررات و ضوابط استقرار واحدهای تولیدی، صنعتی و معدنی» سازمان حفاظت محیط‌زیست باشد.

۶-۱-۳ تأسیسات پسماندسوز در زمره طرح‌های بزرگ توسعه‌ای مشمول پیوست سلامت قرار دارد، لذا نیاز است کارفرما/مجری طرح‌های مذکور قبل از اقدام به ساخت و بهره‌برداری از طرح نسبت به تهیه گزارش پیوست سلامت و اخذ تأییدیه آن از کارگروه ارزیابی مطالعات پیوست سلامت (کار گروه ماده ۲ مستقر در معاونت بهداشت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی) اقدام نماید.

یادآوری- موضوع پیوست سلامت در بند ب ماده ۳۲ قانون برنامه پنجم توسعه کشور و جزء ۴ بند الف قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور تصریح شده است.

۶-۲ مواد و ساخت

۶-۲-۱ مواد مورداستفاده در ساخت هر یک از قسمت‌های تأسیسات پسماندسوز باید برای کاربردهای موردنظر استفاده از آن برای مثال مقاومت گرمایی، خواص مکانیکی، اکسیداسیون، خوردگی و غیره مناسب باشند.

۶-۲-۲ لوله‌کشی به‌کاررفته برای سوخت‌رسانی و باقی‌مانده لجن سوخت مایع باید از فولاد بدون درز و دارای استحکام کافی باشد تا الزامات قانونی مربوطه را برآورده کند. از لوله‌های فولاد زنگ نزن با طول کوتاه یا آلیاژهای نیکل مس آنیله شده، آلیاژهای نیکل- مس، یا مسی، یا لوله‌های مسی و لوله‌کشی‌های آن می‌توان در مشعل‌ها استفاده کرد. از مواد غیرفلزی در خطوط سوخت‌رسانی نباید استفاده شود. از شیرآلات و اتصالات رزوه دار در اندازه‌هایی با قطر خارجی تا ۶۰mm می‌توان استفاده کرد. ولی در خطوط تحت‌فشار با قطر خارجی ۳۳mm و بیشتر نباید از اتصالات رزوه دار استفاده شود.

۶-۲-۳ همه قسمت‌های مکانیکی متحرک یا دوار و قسمت‌های الکتریکی قابل‌دسترس باید نسبت به احتمال تماس تصادفی کارکنان، حفاظت شوند.

۶-۲-۴ دیوارهای اطراف کوره تأسیسات پسماندسوز باید با آجرهای نسوز مقاوم و عایق کننده و یک سیستم خنک‌کننده، محافظت شوند. دمای دیوارهای سطح خارجی پسماندسوز که در حین عملیات عادی پسماندسوزی امکان لمس کردن آن وجود دارد، نباید بیش از ۲۰°C از دمای محیط بیشتر شود.

۶-۲-۵ مواد نسوز باید نسبت به شوک‌های حرارتی و ارتعاشات استفاده معمول، مقاوم باشند. طراحی مواد نسوز باید به‌گونه‌ای باشد که مقاومت حرارتی آن ٪۲۰ از دمای احتراق طراحی شده کوره بیشتر باشد (به زیربند ۶-۲-۱ رجوع شود).

1- Tundra fire

۶-۲-۶ طراحی سیستم‌های تأسیسات پسماندسوز باید به‌گونه‌ای باشد که خوردگی داخلی سیستم‌ها در حداقل مقدار ممکن باشد.

تولیدکننده تأسیسات پسماندسوز لازم است به‌گونه‌ای نسبت به انتخاب مواد و اجزای داخلی اقدام نماید تا خوردگی در تأسیسات در حین فرایند، حداقل مقدار ممکن باشد.

۶-۲-۷ در تأسیسات پسماندسوز مجهز به سیستم سوزاندن پسماندهای مایع، باید اشتعال ایمن و نگه‌داری شرایط احتراق تضمین شود، برای مثال از یک مشعل ثانویه با سوخت گاز یا گازوئیل یا سوخت‌های معادل استفاده شود.

۶-۲-۸ طراحی کوره‌های احتراق باید به‌گونه‌ای باشد که سرویس و نگه‌داری همه قسمت‌های داخلی شامل قسمت‌های عایق‌بندی و مقاوم کننده، به سهولت امکان‌پذیر باشد.

۶-۲-۹ فرایند احتراق باید تحت فشار منفی انجام شود، یعنی فشار داخل کوره تحت هر شرایطی باید کمتر از فشار محیطی که تأسیسات پسماندسوز در آن نصب شده است، باشد. از طریق متصل کردن یک فن جریان دهنده گاز می‌توان از منفی بودن فشار داخل کوره اطمینان حاصل کرد.

۶-۲-۱۰ کوره تأسیسات پسماندسوز را می‌توان به صورت دستی یا خودکار با پسماندهای جامد پر کرد. در هر دو حالت، طراحی تأسیسات باید به‌گونه‌ای باشد که پر کردن کوره از پسماند بدون ایجاد خطر آتش‌سوزی و خطر برای کارکنان عملیات باشد.

برای مثال زمانی که عملیات پر کردن کوره تحت تأثیر یک سیستم قفل کننده نباشد، یک سیستم قفل داخلی باید نصب شود تا از باز شدن درب‌های کوره، به هنگامی‌که دمای داخلی کوره بیشتر از ۲۲۰°C باشد جلوگیری کند.

۶-۲-۱۱ در تأسیسات پسماندسوز مجهز به محفظه ورودی پسماند یا سیستم آن (خوراک ورودی)، باید از حرکت مواد پرشده به داخل محفظه کوره اطمینان حاصل شود. این سیستم باید به‌گونه‌ای طراحی شود که از کارکنان و محیط‌زیست در برابر خطرات پخش یا در معرض قرارگیری، محافظت کند.

۶-۲-۱۲ هنگامی‌که فرایند سوزاندن پسماند در جریان است، یا دمای کوره بیشتر از ۲۲۰°C است، به منظور جلوگیری از باز شدن دریچه‌های برداشت خاکستر باید قفل‌های داخلی نصب شده باشد.

۶-۲-۱۳ به منظور امکان نظارت چشمی بر فرایند سوزاندن و تجمیع پسماندها در داخل کوره احتراق باید تأسیسات پسماندسوز به یک دریچه یا مجرای قابل‌مشاهده و ایمن در کوره احتراق، مجهز باشد. عبور ذرات، شعله و حرارت از طریق این مجرا نباید امکان‌پذیر باشد. برای مثال می‌توان از شیشه با مقاومت دمایی بالا در داخل یک محفظه فلزی استفاده کرد.

۶-۲-۱۴ الزامات الکتریکی

۶-۲-۱۴-۱ الزامات تجهیزات الکتریکی، شامل کنترل‌ها، وسایل ایمنی، کابل‌ها، مشعل‌های پسماندسوز ها باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۳۷ باشد.

۶-۲-۱۴-۱-۱ یک وسیله قطع کننده جریان برق که قفل شده باشد، باید در یک مکان باز و در یک وضعیت قابل‌دسترس از تأسیسات پسماندسوز، نصب شود تا از طریق آن بتوان برق تأسیسات پسماندسوز را

از همه منابع تأمین، قطع کرد. این وسیله قطع کننده باید قسمتی یکپارچه از تأسیسات پسماندسوز باشد یا در مجاورت آن قرار بگیرد (به زیربند ۶-۳-۱ مراجعه شود).

۶-۲-۱۴-۱-۲ تمامی قسمت‌های فلزی عایق‌بندی نشده موجود به منظور جلوگیری از تماس تصادفی، باید محصور و محافظت شود.

۶-۲-۱۴-۱-۳ تجهیزات الکتریکی باید به‌گونه‌ای تنظیم شوند که بروز هرگونه نقص در این تجهیزات منجر به قطع شدن تأمین سوخت شود.

۶-۲-۱۴-۱-۴ همه کنتاکت‌های[1] الکتریکی هر وسیله ایمنی نصب شده در مدار کنترل باید از نظر الکتریکی به صورت سری نصب شوند. زمانی که وسایل معینی به صورت موازی سیم‌کشی شده باشند، ملاحظات ویژه‌ای باید در تنظیمات و چیدمان آن‌ها در نظر گرفته شود.

۶-۲-۱۴-۱-۵ همه اجزا و وسایل الکتریکی باید دارای ولتاژ اسمی متناسب با ولتاژ تأمین‌شده در سیستم کنترل، باشند.

۶-۲-۱۴-۱-۶ همه وسایل و تجهیزات الکتریکی که در معرض شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرند باید با الزامات استانداردهای قابل پذیرش مرتبط مطابقت داشته باشند. الزامات جدول ۵ استاندارد IEC 60092-201 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۱-۷ همه وسایل کنترلی الکتریکی و مکانیکی باید به صورت نوعی آزمون شده و باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی مربوطه باشند. این وسایل باید مورد تأیید مرجع ذیصلاح مرتبط باشند.

۶-۲-۱۴-۱-۸ طراحی مدارهای کنترل ایمنی محدود کننده و اولیه باید به گونه ای باشد که به‌طور مستقیم مداری را که وظیفه اش تأمین سوخت واحدهای احتراق است ، باز کند.

۶-۲-۱۴-۲ حفاظت در برابر جریان بیش‌ازحد

۶-۲-۱۴-۲-۱ هادی‌های سیم‌کشی‌های اتصال داخلی که از هادی‌های برق کوچک‌تر هستند باید مجهز به محافظ در برابر جریان بیش‌ازحد، بر مبنای اندازه کوچک‌ترین هادی اتصال داخلی (به هر جعبه کنترل خارجی)، مطابق با استانداردهای قابل‌پذیرش باشند. الزامات استاندارد IEC 60092-202 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۲-۲ محافظ در برابر جریان بیش‌ازحد برای سیم‌کشی داخلی باید در محلی قرار بگیرد که کوچک‌ترین هادی به بزرگ‌ترین هادی وصل شود. محافظ در برابر جریان بیش‌ازحد کل، اگر اندازه آن بر مبنای کوچک‌ترین هادی سیم‌کشی داخلی باشد، بر مبنای الزامات استانداردهای بین‌المللی قابل‌پذیرش، پذیرفته می‌باشد. الزامات استاندارد IEC 60092-202 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۲-۳ وسایل محافظت در برابر جریان بیش‌ازحد باید قابل‌دسترسی باشند و وظیفه آن‌ها مشخص باشد.

۶-۲-۱۴-۳ موتورها

1- Electrical contacts

۶-۲-۱۴-۳-۱ همه موتورهای الکتریکی باید در محیطی که در آن قرارگرفته اند، داخل چاردیواری محصور[1] شوند. حداقل IP 44 مطابق با استانداردهای بین‌المللی برای این شرایط پذیرفته می‌باشد. الزامات استاندارد IEC 60529 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۳-۲ بر روی همه موتورها باید پلاکی از جنس مواد مقاوم در برابر خوردگی وجود داشته باشد . اطلاعات روی این پلاک باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی قابل‌پذیرش باشد. الزامات استاندارد IEC 60092-301 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۳-۳ موتورها باید دارای وسیله محافظ چرخش به‌وسیله حفاظ یکپارچه حرارتی و محافظ جریان بیش‌ازحد، یا ترکیبی از آن دو، بر طبق دستورالعمل سازنده باشند. این وسایل باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی قابل‌پذیرش باشند.. الزامات استاندارد IEC 60092-202 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۳-۴ انتخاب نرخ اسمی موتورها باید برمبنای شرایط کار پیوسته (دائم) انجام شده باشد و برای کار در محیطی با دمای۴۵°C یا بیشتر، در نظر گرفته‌شده باشد.

۶-۲-۱۴-۳-۵ در همه موتورها باید لیدهای ترمینال[2] یا پیچ‌های ترمینال در داخل جعبه‌های ترمینال یکپارچه با قاب موتور، یا محکم شده به آن به صورت بی خطر، فراهم شود.

۶-۲-۱۴-۴ سیستم اشتعال

۶-۲-۱۴-۴-۱ زمانی که سیستم اشتعال الکتریکی خودکار فراهم شده باشد، این سیستم باید مجهز به هر دو سیستم شامل یک جرقه زن ولتاژ بالا[3] و یک جرقه زن انرژی بالا[4]، یا یک سیم پیچ ملتهب باشد.

۶-۲-۱۴-۴-۲ ترانسفورمر اشتعال باید دارای یک قاب محصور کننده نسبت به محیطی که در آن مستقر شده است باشد. حداقل IP 44 مطابق با استانداردهای بین‌المللی برای این شرایط پذیرفته می‌باشد. الزامات استاندارد IEC 60529 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۴-۳ کابل سیستم اشتعال باید با استانداردهای قابل‌پذیرش بین‌المللی مطابقت داشته باشد. الزامات استاندارد IEC 60092-503 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۵ سیم‌کشی

تمامی سیم‌کشی‌های تأسیسات پسماندسوز باید مطابق با استانداردهای قابل‌پذیرش بین‌المللی باشد. الزامات استاندارد IEC 60092-352 در این مورد می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۶-۲-۱۴-۶ هم بندی و اتصال به زمین

۶-۲-۱۴-۶-۱ روش‌هایی برای اتصال به زمین سازه فلزی اصلی یا مجموعه تأسیسات پسماندسوزی باید فراهم شود.

1- Enclosures
2 -Leed
3- High-voltage
4- High-energy

۶-۲-۱۴-۶-۲ قاب ها و چارچوب ها و قسمت‌های مشابه آن در تمامی اجزا و وسایل الکتریکی باید به سازه اصلی یا بدنه تأسیسات پسماندسوز،هم بندی شده باشند.اجزای الکتریکی که به واسطه نحوه نصب هم بندی می شوند، نیازی به هادی هم بندی جداگانه ندارد.

۶-۲-۱۴-۶-۳ هنگامی‌که از یک هادی عایق شده(روکش دار) برای هم بندی اجزای الکتریکی و وسایل الکتریکی استفاده می‌شود، این هادی باید به‌طور پیوسته دارای رنگ سبز، با یا بدون یک نوار زرد باشد.

۶-۳ الزامات عملیاتی

۶-۳-۱ سیستم پسماندسوز باید به منظور کار تحت شرایط زیر طراحی و نصب شده باشد:

-حداکثر دمای خروجی گاز جاری از محفظه احتراق ۱۲۰۰°C باشد.

-حداقل دمای خروجی گاز جاری از محفظه احتراق ۸۵۰°C باشد.

-دمای پیش گرمادهی محفظه احتراق ۶۵۰°C باشد.

۶-۳-۲ در تأسیسات پسماندسوزی که بارگذاری پسماندها به صورت مرحله‌ای یا بهر[1] انجام می‌شود، پیش گرمادهی مورد نیاز نیست. لیکن تأسیسات پسماندسوز باید به‌گونه‌ای طراحی شود که دما در فضای احتراق واقعی ظرف min ۵ از شروع فرایند، به ۶۰۰°C برسد.

- پیش تهویه، قبل از اشتعال: حداقل ۴ بار تهویه هوا در داخل محفظه احتراق و دودکش، ولی کمتر از s ۱۵ نباشد.
- فواصل زمانی بین هر شروع مجدد: پس از بستن شیر سوخت ورودی، کمتر از s ۱۵ نباشد.
- تخلیه گازهای پسماندسوز: حداقل ٪۶ گاز O_2 (اندازه‌گیری شده در جریان گاز خشک)

۶-۳-۳ سطح خارجی محفظه احتراق باید پوشانده شده باشد تا امکان تماس کارکنان تحت شرایط کاری معمولی وجود نداشته باشد و حداکثر حرارت بدنه آن بیش از ۲۰°C نسبت به دمای محیط بیشتر نباشد، یا در صورت تماس مستقیم با بدنه آن، دمای سطح بیش از ۶۰°C نباشد. مثالی برای تکمیل این بند استفاده از پوسته‌های دولایه[2] با برقراری جریان هوا مابین دولایه، یا استفاده از پوسته فلزی بست یافته[3] می‌باشد.

۶-۳-۴ محفظه احتراق سیستم‌های پسماندسوزی باید تحت‌فشار منفی کار کند (فشار کمتر از فشار محیط)، به‌گونه‌ای که هیچ‌گونه دود و گازی نتواند به محیط اطراف آن نشتی پیدا کند.

۶-۳-۵ تأسیسات پسماندسوز باید دارای تابلوی هشداری که در یک محل دائمی متصل به بدنه آن باشد و بر روی آن هشداری با مضمون زیر درج شود، وجود داشته باشد:

« در حین کار پسماندسوزی نباید درب محفظه احتراق باز شود و نباید بیش از ظرفیت اسمی محفظه احتراق، بار ورودی به آن وارد شود».

1- Batch
2- Double jacket
3- Expanded

۶-۳-۶ تأسیسات پسماندسوز باید دارای پلاک یا پلاک‌های متصل به یک محل دائمی بر روی بدنه آن باشد و موارد زیر به صورت شفاف در آن نوشته شود:

«پیش از شروع عملیات پسماندسوزی در صورت امکان خاکستر و سرباره[1] را از محفظه احتراق خارج کنید. همچنین ورودی‌های هوای محفظه احتراق را تمیز کنید».

دستورالعمل روش‌های مناسب راه‌اندازی و شروع عملیات، روش‌های خاموش کردن معمولی و اضطراری، روش‌هایی برای بارگذاری پسماند (در صورت کاربرد)، باید در دسترس باشند.

۶-۳-۷ به منظور اجتناب از ایجاد دی اکسین ها، جریان گاز خروجی از محفظه احتراق باید فوری در مدت ۲٫۵ min، تا حداکثر دمای ۳۵۰°C سرد شود.

۶-۴ کنترل‌های عملیات

۶-۴-۱ قطع کردن برق کل تأسیسات، از تمامی منابع تأمین برق باید از طریق وجود یک سوییچ قطع کننده که در نزدیکی تأسیسات پسماندسوز نصب شده است، امکان‌پذیر باشد (به زیربند ۶-۲-۱۴-۱-۱ مراجعه شود).

۶-۴-۲ یک سوییچ قطع کننده اضطراری در خارج از ساختمان که موجب قطع شدن تمامی منابع برق ورودی به دستگاه‌ها می‌شود، باید وجود داشته باشد. این سوییچ قطع اضطراری باید قادر به قطع کردن برق ورودی پمپ‌های سوخت باشد. اگر تأسیسات پسماندسوز مجهز به فن تهویه گاز جاری باشد، باید این امکان وجود داشته باشد که فن به‌طور مستقل از دیگر تجهیزات موجود در تأسیسات پسماندسوز، قادر به شروع به کار مجدد باشد.

۶-۴-۳ تجهیزات کنترلی باید به‌گونه‌ای طراحی شده باشند که هرگونه نقص در تجهیزات زیر، منجر به قطع کردن جریان تأمین سوخت و ممانعت از ادامه عملیات بشود.

۶-۴-۳-۱ نقص در ترموستات ایمنی

۶-۴-۳-۱-۱ یک کنترلر دمای گاز جاری، با یک حسگر نصب شده در مسیر جریان دود باید وجود داشته باشد تا اگر دمای گاز جاری از دمای تنظیم‌شده به‌وسیله تولیدکننده تأسیسات برای یک طراحی ویژه فراتر رود، موجب خاموش شدن مشعل شود.

۶-۴-۳-۱-۲ حداقل یک کنترلر دمای احتراق با یک حسگر نصب شده در محفظه احتراق باید وجود داشته باشد تا اگر دمای محفظه احتراق از حداکثر دمای تعیین‌شده فراتر رفت، موجب خاموش شدن مشعل محفظه احتراق شود.

۶-۴-۳-۱-۳ یک سوییچ فشار منفی به منظور پایش نوسانات فشار منفی داخل محفظه احتراق باید وجود داشته باشد. هدف از وجود این سوییچ فشار منفی این است که از کافی بودن نوسانات فشار منفی در پسماندسوز در حین عملیات، اطمینان حاصل شود. در صورت رسیدن فشار منفی داخل محفظه به فشار محیط، مدار برای رله کنترل مشعل باز خواهد شد و هشدار فعال خواهد شد.

1- Slag

۶-۴-۳-۲ نقص در شعله/فشار سوخت

۶-۴-۳-۲-۱ تأسیسات پسماندسوز باید دارای یک کنترلر محافظ شعله شامل یک جزء حسگر شعله و تجهیزات همراه با آن باشد تا در صورت بروز نقص در اشتعال (جرقه‌زنی) و نقص در شعله در چرخه آتش-گیری باعث خاموش شدن آن واحد بشود. کنترلر محافظ شعله باید به‌گونه‌ای طراحی شود که در صورت بروز نقص در هر یک از اجزا، موجب خاموش شدن ایمن بشود.

۶-۴-۳-۲-۲ کنترلر محافظ شعله باید ظرف مدت s ۴ پس از بروز نقص در شعله، موجب بسته شدن شیر های ورودی سوخت بشود.

۶-۴-۳-۲-۳ کنترلر محافظ شعله باید روش آزمونی برای دوره اشتعال کمتر از s ۱۰ در طول مدتی که سوخت تأمین‌شده باشد تا شعله برقرار شود را فراهم کند. اگر در مدت s ۱۰ شعله برقرار نشود، تأمین سوخت به مشعل بلافاصله باید به‌طور خودکار قطع شود.

۶-۴-۳-۲-۴ هرگاه کنترلر محافظ شعله به دلیل نقص در اشتعال، نقص در شعله، نقص در هر یک از اجزا فعال شود، فقط یک بار امکان شروع مجدد[1] باید فراهم شود اگر این شروع مجدد موفقیت‌آمیز نبود باید تنظیم مجدد کنترلر محافظ شعله فقط به صورت دستی برای شروع مجدد امکان‌پذیر باشد.

۶-۴-۳-۲-۵ به‌کارگیری کنترلر محافظ شعله از نوع ترموستاتی مانند سوییچ‌های استک[2] و پیروستات[3] هایی که به‌وسیله مارپیچ های دو فلزی باز کار می‌کنند، ممنوع است.

۶-۴-۳-۲-۶ اگر فشار سوخت تنظیم‌شده به‌وسیله تولیدکننده تأسیسات افت پیدا کند، باید منجر به ایجاد یک نقص[4] و قفل شدن[5] رله کنترل بشود. این شامل باقی ماندن سوخت در مشعل نیز می‌شود این الزام در جایی کاربرد دارد که فشار سوخت برای فرایند احتراق مهم است یا پمپ، قسمت یکپارچه‌ای از مشعل نباشد.

۶-۴-۳-۳ قطع شدن برق

اگر برق سیستم کنترل تأسیسات پسماندسوز/تابلو هشدارها (شامل تابلو هشدار کنترل از راه دور نمی‌شود) قطع شود، سیستم باید خاموش شود.

۶-۴-۴ تأمین سوخت

دو شیر برقی کنترل سوخت باید به صورت سری در خط تأمین سوخت هر مشعل، فراهم شود. در واحدهای مجهز به چندین مشعل، یک شیر در خط اصلی تأمین سوخت و یک شیر برای هر مشعل در برآورده شدن این الزام قابل‌پذیرش می‌باشد. شیرها باید از نظر الکتریکی به‌طور موازی نصب شده باشند تا هر یک بتوانند به‌طور هم‌زمان با دیگری کار کنند.

1-Restart
2- Stack switches
3- Pyrostat
4-Failure
5- Lock out

۶-۴-۵ هشدارها

۶-۴-۵-۱ یک خروجی برای هشدار شنیداری (صوتی)، برای اتصال به سیستم هشدار منطقه‌ای، یا یک سیستم هشدار مرکزی باید فراهم شود. زمانی که نقصی اتفاق افتاد یک نشانگر چشمی باید دلیل ایجاد نقص را نشان دهد (نشانگر می‌تواند بیش از یک شرایط نقص را پوشش دهد).

۶-۴-۵-۲ نشانگر چشمی (بصری) باید به‌گونه‌ای طراحی شود تا هر جا که نقص منجر به خاموش شدن به دلیل موارد ایمنی بشود، تنظیمات به صورت دستی انجام شود.

۶-۴-۶ پس از خاموش شدن مشعل سوخت، شرایطی در جعبه شعله باید ایجاد شود تا به صورت مطلوب، سرد شود (برای مثال در مورد نحوه انجام آن، یک فن تهویه یا یک تخلیه کننده را می‌توان طراحی نمود که پس از خاموشی مشعل کار آن‌ها ادامه پیدا کند. این بند نباید برای شرایط حالت اضطراری دستی[1] به‌کاربرده شود).

یادآوری- در ردیف [۵] کتابنامه، استاندارد مرتبط با تجهیزات ایمنی و کنترل مشعل‌های گازسوز آورده شده است.

۶-۵ الزامات دیگر

۶-۵-۱ مستندسازی

دستورالعمل‌های به کارگیری، سرویس و نگهداری کامل، شامل نقشه‌ها، نمودارهای الکتریکی، لیست لوازم‌یدکی و غیره باید همراه با هر تأسیسات پسماندسوز وجود داشته باشد.

۶-۵-۲ نصب

تأسیسات از نظر استحکام سازه‌ای باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شود که به‌طور ایمن تحت هر یک از شرایط وزن سازه بدون بار، تحت بارهای متحرک و دیگر بارها همراه با نیروهای لرزه‌ای و تنش‌های حرارتی، مستحکم و پایدار باشد.

طراحی اجزاء سازه‌ای و غیر سازه‌ای تأسیسات پسماندسوز، باید در گروه ساختمان‌های با «اهمیت خیلی زیاد» مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۰۰ باشد.

۶-۵-۳ پسماندسوز

۶-۵-۳-۱ پسماندسوز ها باید به یک منبع ، با انرژی کافی متصل باشند تا از اشتعال ایمن و احتراق کامل اطمینان حاصل شود. احتراق باید تحت‌فشار منفی کافی در داخل محفظه (محفظه‌های) احتراق انجام شود تا اطمینان حاصل شود که هیچ‌گونه گاز یا دودی به محیط اطراف نشتی پیدا نکند .

۶-۵-۳-۲ یک سینی چکه (چکیدن) باید زیر مشعل و نیز زیر هر یک از پمپ‌ها، صافی‌ها و غیره متصل شده باشد و به صورت موردی، بررسی و آزمون شود.

1-Trip

۶-۶ الزامات دمایی

تأسیسات پسماندسوز باید قادر به ایجاد دماهای لازم برای پسماندسوزی پسماندهای معمولی و مواد آلی هالوژن دار، مطابق با دماهای الزام شده در زیربند ۵-۲ باشد.

۶-۶-۱ تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به وسایلی باشد که به‌طور مداوم دمای داخل محفظه احتراق را اندازه‌گیری و ثبت کند.

۶-۶-۲ تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به واحد خنک‌کننده‌ای باشد که بتواند گازهای حاصل از احتراق که به سمت سیستم جمع‌آوری‌کننده ذرات جاری است را تقریباً تا دمای ۲۰۰ °C یا کمتر سرد کند. این الزام در مورد واحد جمع‌آوری ذرات که قابلیت سرد کردن سریع تا حد ۲۰۰ °C یا کمتر را دارند قابل صرف‌نظر می‌باشد.

۶-۶-۳ تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به تجهیزات تصفیه گازهای خروجی ناشی از احتراق تا رسیدن به حدود آلاینده تعیین‌شده در بند ۵ باشد تا از این طریق اطمینان حاصل شود که گازهای انتشاریافته از دودکش خروجی پسماندسوز تأثیر نامطلوبی بر ایمنی یا سلامتی محیط زیست پیرامون نداشته باشد.

۶-۶-۴ تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به وسایلی باشد که به‌طور مداوم آلاینده‌های گازی انتشاریافته از دودکش خروجی پسماندسوز را، مطابق با آنچه که در بند ۵ الزام شده است، اندازه‌گیری و ثبت کند.

۶-۶-۵ تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به وسایل برداشت و نگه‌داری و ذخیره کردن خاکستر باشد، این تجهیزات باید خاکستر حاصل از سوزاندن پسماند را به‌طور مجزا از ذرات معلق ایجادشده، جمع‌آوری و ذخیره نماید. در تأسیساتی که عملیات بیشتری مانند مذاب کردن و سوزاندن با وسایل ویژه ذوب کننده یا سوزاننده بر روی خاکستر انجام می‌شود، این الزام کاربرد ندارد.

۶-۶-۶ تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به وسایل تخلیه خاکستر باشند و این وسایل باید با الزامات زیر مطابقت داشته باشند:

۶-۶-۶-۱ این وسایل به‌گونه‌ای ساخته شوند که امکان پخش و پراکنده شدن ذرات معلق یا خاکستر ناشی از پسماندسوزی و دیگر مواد قابل انتشار، وجود نداشته باشد.

در صورتی که ذرات معلق یا خاکستر پسماندسوزی مذاب شوند، این وسایل باید قابلیت افزایش دما را تا حد نقطه ذوب مواد محتوی یا بالاتر از آن نقطه، داشته باشند. همچنین این وسایل باید به تجهیزات تصفیه گاز خروجی مجهز باشند تا از انتشار آن به محیط زیست پیرامون که می‌تواند سلامتی و ایمنی را به خطر بیاندازد، پیشگیری کند.

۶-۶-۶-۲ هرگاه تأسیسات پسماندسوز مجهز به وسایل سوزاننده باشد، این وسایل باید با الزامات زیر مطابقت داشته باشند:

۶-۶-۶-۲-۱ قادر به افزایش دمای ذرات یا خاکستر ناشی از پسماندسوزی تا حداقل ۱۱۰۰ °C به منظور سوزاندن باشند.

۶-۶-۶-۲-۲ مجهز به وسایلی باشد که به‌طور مداوم دما های داخل محفظه احتراق را اندازه‌گیری و ثبت کند.

۶-۶-۶-۳ همچنین این وسایل باید مجهز به تصفیه گازهای خروجی باشند تا از انتشار آن به محیط‌زیست پیرامون که می‌تواند سلامتی و ایمنی را به خطر بیاندازد، پیشگیری کند.

۶-۶-۷ هرگاه ذرات معلق و یا خاکستر ناشی از پسماندسوزی تحت عملیات سیمان سازی یا عملیات شیمیایی قرار بگیرند، وسیله ای باید به همراه یک دستگاه مخلوط کن به آن متصل باشد تا بتواند مخلوط های یکنواختی از ذرات معلق و یا خاکستر ناشی از پسماندسوزی را با سیمان و یا مواد شیمیایی و آب ایجاد کند.

۶-۶-۸ تأسیسات پسماندسوز که در آن از مکانیزم گازی‌سازی و تشکیل مجدد[1] استفاده می‌شود باید با الزامات زیر مطابقت داشته باشند.

۶-۶-۸-۱ الزامات زیر باید علاوه بر الزاماتی که در زیر بند ۶-۶-۵ و زیربند ۶-۶-۶ بیان شده است، رعایت شوند.

۶-۶-۸-۱-۱ تأسیسات باید به وسایل گازی‌سازی که شرایط زیر را داشته باشند مجهز شوند:

–باید به وسایل گرم‌کننده‌ای متصل باشند که باعث افزایش دمای داخلی وسیله گازی‌سازی تا سطح لازم به منظور گازی نمودن پسماندها و نگه‌داشتن آن در همان سطح بشود.

–این وسایل باید نسبت به هوای بیرون، آب‌بندی شده باشند.

۶-۶-۸-۱-۲ تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به وسایل تنظیم‌کننده باشد که با الزامات زیر مطابقت داشته باشند:

۶-۶-۸-۱-۲-۱ وسایل تنظیم‌کننده دما باید به دستگاهی متصل باشند که بتواند دمای صحیح را ایجاد و به مدت مناسب حفظ کند به طوری که باعث اصلاح گازهای تولیدشده در فرایند گازی‌سازی پسماند بشود.

۶-۶-۸-۱-۲-۲ این وسایل باید نسبت به هوای بیرون، آب‌بندی شده باشند.

۶-۶-۸-۱-۲-۳ مراحلی باید اعمال شوند تا از ایجاد انفجار پیشگیری شود.

۶-۶-۸-۲ تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به تجهیزاتی باشد که به‌طور مداوم دماهای داخل محفظه احتراق را اندازه‌گیری و ثبت کند.

۶-۶-۸-۳ تأسیسات پسماندسوز باید به وسایل حذف‌کننده‌ای مجهز باشند که قادر به حذف گازهای SO_2، HCl، H_2S و ذرات معلق از گاز اصلاح شده، باشد.

۶-۶-۸-۴ تأسیسات تصفیه ذرات معلق و یا خاکستر ناشی از پسماندسوزی باید با الزامات بند ۶-۶-۶ مطابقت داشته باشد.

۶-۷ آزمون‌های عملیاتی

۶-۷-۱ آزمون‌های نمونه اولیه[2]

1-Reformation
2-Prototype

آزمون عملیاتی برای نمونه اولیه تأسیسات پسماندسوز همراه با گزارش‌های کامل آزمون که نشان‌دهنده نتایج همه آزمون‌ها است، باید انجام شود تا اطمینان حاصل شود که همه اجزای کنترل‌کننده به‌طور مناسبی نصب شده‌اند و همه قسمت‌های تأسیسات پسماندسوز شامل کنترل‌ها و وسایل ایمنی تحت شرایط عملیاتی رضایت‌بخشی قرار دارند. این آزمون‌ها باید شامل آزمون‌های شرح داده شده در زیربند ۶-۵-۳ نیز باشند.

۶-۷-۲ آزمون‌های ساخت (کارخانه)

برای هر واحد، اگر از پیش مونتاژ شده باشد، آزمون عملیاتی باید انجام شود تا اطمینان حاصل شود که همه اجزای کنترلی به‌طور مناسبی نصب شده‌اند و همه قسمت‌های تأسیسات پسماندسوز شامل کنترل‌ها و وسایل ایمنی تحت شرایط عملیاتی رضایت‌بخشی قرار دارند. این آزمون‌ها باید شامل آزمون‌های شرح داده شده در بند ۶-۵-۳ نیز باشند.

۶-۷-۳ آزمون‌های نصب

آزمون عملیاتی پس از نصب باید انجام شود تا اطمینان حاصل شود که همه اجزای کنترلی به‌طور مناسبی نصب شده و همه قسمت‌های تأسیسات پسماندسوز شامل کنترل‌ها و وسایل ایمنی تحت شرایط عملیاتی رضایت‌بخشی قرار دارند. الزامات پیش تهویه و فواصل زمانی تعیین‌شده مابین هر شروع مجدد (ری استارت) اشاره شده در زیربند ۶-۳-۲، باید در زمان انجام آزمون‌های نصب، تصدیق شوند.

۶-۷-۳-۱ محافظ ایمن شعله

عملکرد سیستم محافظ شعله باید به‌وسیله ایجاد شعله و شرایط نقص در اشتعال، بررسی و تصدیق شود.

عملکرد هشدارهای شنیداری (هر جا که کاربرد دارد) و هشدارهای چشمی، باید تصدیق شوند. زمان‌های خاموش شدن باید تصدیق شوند.

۶-۷-۳-۲ حد کنترل‌ها

خاموش شدنی که به دلیل خارج شدن از حدود کنترل باشد، باید تصدیق شود.

۶-۷-۳-۲-۱ کنترل حد فشار سوخت

کاهش فشار سوخت تا زیر مقدار مورد نیاز برای احتراق ایمن باید منجر به خاموش شدن ایمن بشود.

۶-۷-۳-۲-۲ سایر اینترلاک ها[1]

اینترلاک های دیگر فراهم شده باید مورد آزمون قرار گیرند تا عملکرد مناسب آن‌ها مطابق با شرایط مشخص‌شده توسط تولیدکننده واحد، بررسی شود.

۶-۷-۳-۳ کنترل‌های احتراق

کنترل‌های احتراق باید به صورت پایدار و ثابت بوده و عملکردی یکنواخت داشته باشند.

۶-۷-۳-۴ کنترل‌های برنامه‌ریزی

کنترل‌های برنامه‌ریزی باید به عنوان عوامل کنترل‌کننده و چرخه واحد تأسیسات در روش در نظر گرفته شده، تصدیق شوند. پیش تهویه مناسب، اشتعال، تهویه بعدی و مدولاسیون باید تصدیق شوند. از یک زمان‌سنج برای تصدیق فواصل زمانی باید استفاده شود.

1-Interlocks

۶-۷-۳-۵ کنترل‌های سیستم سوخت

کارکرد رضایت‌بخش دو شیر برقی کنترل سوخت در هر شرایط عملیاتی و خاموش شدن باید تصدیق شود.

۶-۷-۳-۶ آزمون‌های ولتاژ پایین

آزمون ولتاژ پایین باید بر روی واحد پسماندسوز انجام شود تا به صورت رضایت‌بخش اثبات شود که تأمین سوخت مشعل‌ها به‌طور خودکار قطع خواهند شد، قبل از اینکه عملکرد نادرست تأسیسات پسماندسوز از کاهش ولتاژ متأثر شده باشند.

یادآوری- منظور از ولتاژ پایین، ولتاژ فشار ضعیف است.

۶-۷-۳-۷ سوییچ‌ها

همه سوییچ‌ها از نظر مناسب بودن عملکرد باید تصدیق شوند.

۶-۸ بو، آلودگی صوتی، نوفه ناشی از ارتعاش

۶-۸-۱ بو

تأسیسات پسماندسوز باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شود (به تجهیزات مناسب دیگر متصل باشد) تا از پراکندگی و پخش پسماندها و انتشار بوهای نامطلوب پیش‌گیری شود.

در زمان حذف و برداشتن منابع ایجادکننده بو از محیط داخلی تأسیسات پسماندسوز، باید محیط مطبوعی در داخل تأسیسات برقرار باشد به نحوی که سطح بوی محیط داخلی تأسیسات با استانداردهای بو مطابقت داشته باشد.

یادآوری- در خصوص تعیین غلظت بو، استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۲۳۱ موجود است.

در صورتی که مقرراتی در مورد آلودگی بو توسط مراجع ذیصلاح وضع‌شده باشد، بهره‌بردار ملزم به رعایت آن مقررات است. در غیر این صورت حدود استاندارد پیشنهادی به شرح جدول ۲ است.

۶-۸-۲ آلودگی صوتی

۶-۸-۲-۱ تأسیسات پسماندسوز نباید آلودگی صوتی یا ارتعاشات شدیدی ایجاد نماید که باعث تأثیر بر محیط زندگی پیرامون آن بشود.

۶-۸-۲-۲ آلودگی صوتی ناشی از فعالیت تأسیسات پسماندسوز باید مطابق با جدول ۳، باشد.

جدول ۲- حداکثر حدود تعیین‌شده برای عوامل ایجادکننده بو

ردیف	نام ماده	حد استاندارد (بر حسب قسمت در میلیون (ppm))
۱	Ammonia	۹-۵
۲	Methyl mercaptan	۶۰۰ یا کمتر
۳	Hydrogen sulfide	۶۰۰ یا کمتر
۴	Methyl disulfide	۵/۰ یا کمتر
۵	Methyl di sulfide	۳۰ یا کمتر
۶	Tri methyl amine	۰/۱ یا کمتر
۷	Acetaldehyde	۰/۱ یا کمتر
۸	Propion aldehyde	۳/۰ یا کمتر
۹	N-Buthyl aldehyde	۵/۰ یا کمتر
۱۰	Iso butyl aldehyde	۱/۰ یا کمتر
۱۱	Iso butyl alcohol	۱/۰ یا کمتر
۱۲	Ethyl acetate	۰/۵ یا کمتر
۱۳	Methyl isobutyl keton	۰/۱ یا کمتر
۱۴	Toluene	۰/۰۰۵ یا کمتر
۱۵	Styrene	غیرقابل تشخیص
۱۶	Xylene	۰/۰۰۳ یا کمتر
۱۷	Propionic acid	۵/۰ یا کمتر
۱۸	N-Butyric acid	۱۰/۰ یا کمتر
۱۹	N- Valeric acid	۱۰/۰ یا کمتر
۲۰	Iso-Valeric acid	۲/۰ یا کمتر

جدول ۳– استانداردهای صدا در هوای آزاد در ایران

منطقه بندی	سطح صدا در زمان‌های مختلف روز	
	۷ صبح الی ۱۰ شب dB(A), Leq (30)	۱۰ شب الی ۷ صبح dB(A), Leq (30)
منطقه مسکونی	۵۵	۴۵
منطقه تجاری- مسکونی	۶۰	۵۰
منطقه تجاری	۶۵	۵۵
منطقه مسکونی- صنعتی	۷۰	۶۰
منطقه صنعتی	۷۵	۶۵

۱-منطقه مسکونی: محدوده‌ای که بیش از ٪۵۰ آن دارای کاربری مسکونی خالص باشد و بقیه آن علاوه بر شبکه معابر شامل خدمات مربوط به مسکونی و بدون مزاحمت برای مسکونی باشد.

۲-منطقه تجاری-مسکونی: منطقه ایست که معمولاً طبقات همکف به صورت تجاری و طبقات بالاتر به صورت مسکونی پیش‌بینی‌شده باشد اما کاربری مسکونی معمولاً بیش از تجاری است.

۳- منطقه تجاری: منطقه‌ای است که به طور عمده دارای کاربری‌های مربوط به آن دفاتر اداری، تفریحی، فرهنگی و غیره باشد «بیش از ٪۵۰ اراضی»

۴-منطقه مسکونی-صنعتی: منطقه‌ای است که کنار نواحی مسکونی بعضی از صنایع غیر مزاحم و غیر آلوده می‌گیرد مانند بعضی از کارگاه‌ها در اینجا کاربری عمده مسکونی است.

۵-منطقه صنعتی: منطقهای است که دارای کاربری صنعتی بوده و بر حسب ملاحظات زیست‌محیطی با فاصله‌ای بیرون از شهر و نواحی مسکونی قرار گیرد

۶-۸-۳ نوفه ناشی از ارتعاش

همانند آلودگی صوتی، ماشین‌آلات و دستگاه‌های مختلف در تأسیسات پسماندسوز قابلیت ایجاد مقادیر زیادی ارتعاش را دارند. در صورتی که مقرراتی در مورد ارتعاش توسط مراجع ذیصلاح وضع شده باشد بهره‌بردار ملزم به رعایت آن مقررات است، در غیر آن صورت حدود استاندارد پیشنهادی به شرح جدول ۴ است.

جدول ۴-حدود ارتعاش برای تأسیسات پسماندسوز قرارگرفته در مناطق مختلف

منطقه بندی	سطح ارتعاش در زمان‌های مختلف روز بر حسب dB(A)	
	۵ صبح تا ۲۱	**۱۹ تا ۸ صبح**
رده ۱	۶۵ یا کمتر	۶۰ یا کمتر
رده ۲	۷۰ یا کمتر	۶۵ یا کمتر

رده ۱: مناطقی که به‌طور خاص، بی‌صدا بودن به منظور حفظ کیفیت محیطزیست و نیز مناطق مسکونی که سکوت در آن مناطق، ضروری است.

رده ۲: ترکیبی از مناطق مسکونی/تجاری/ صنعتی که کنترل نوفه به منظور پیشگیری از بدتر شدن کیفیت محیطزیست و مناطق مسکونی، ضروری است.

۶-۹ گواهینامه (تأییدیه)

هر تولیدکننده تأسیسات پسماندسوز باید تأییدیه‌ای مبنی بر انطباق تأسیسات پسماندسوز با الزامات این استاندارد ارائه نماید (این تأییدیه می‌تواند به صورت گواهینامه، یک نامه، یا اظهارنامه در داخل دستورالعمل به‌کارگیری تأسیسات باشد).

۶-۱۰ نشانه‌گذاری

موارد زیر بر روی هر واحد پسماندسوز باید به صورت خوانا و ماندگار نشانه‌گذاری شود:

۶-۱۰-۱ نام و نام تجاری تولیدکننده

۶-۱۰-۲ ساختار، نوع، مدل یا دیگر موارد اختصاص داده شده به تأسیسات پسماندسوز توسط تولیدکننده.

۶-۱۰-۳ ظرفیت که:

الف- بر مبنای پذیرش میزان پسماند در واحدهای امحاء پسماند، بر مبنای وزن قابل امحا در روز برای مثال ton/day یا kg/h، تعیین می‌شود،

ب- بر مبنای انرژی تولیدشده برای کاربردهای ثانویه ملاک، بر مبنای گرمای آزاد شده خالص در نظر گرفته‌شده برای تأسیسات پسماندسوز بر مبنای واحد گرما در دوره زمانی تعیین می‌شود، برای مثال واحد BTU (گرمایی انگلیسی در ساعت)،Mj/h،kcal/h.

۶-۱۱ تضمین کیفیت

هر تأسیسات پسماندسوز باید به روشی طراحی، تولید و آزمون شود که از برآورده شدن الزامات این استاندارد اطمینان حاصل شود.

پیوست الف

(الزامی)

فاکتورهای معادل‌سازی برای دی بنزو پارا دی‌اکسین ها و دی بنزو فوران‌ها

برای تعیین غلظت‌های کلی از دی‌اکسین و فوران‌ها، غلظت‌های زیاد دی‌بنزو پارا دی‌اکسین و دی بنزو-فوران‌ها باید قبل از جمع‌بندی در فاکتورهای معادل‌سازی زیر ضرب شوند:

جدول الف-۱- فاکتورهای معادل‌سازی برای دی‌بنزو پارا دی اکسین ها و دی بنزوفوران ها

ردیف	نام ترکیب	فاکتور معادل‌سازی سمیت
۱	2,3,7,8 — Tetrachlorodibenzodioxin (TCDD)	۱
۲	1,2,3,7,8 — Pentachlorodibenzodioxin (PeCDD)	۰/۵
۳	1,2,3,4,7,8 — Hexachlorodibenzodioxin (HxCDD)	۰/۱
۴	1,2,3,6,7,8 — Hexachlorodibenzodioxin (HxCDD)	۰/۱
۵	1,2,3,7,8,9 — Hexachlorodibenzodioxin (HxCDD)	۰/۱
۶	1,2,3,4,6,7,8 — Heptachlorodibenzodioxin (HpCDD)	۰/۰۱
۷	— Octachlorodibenzodioxin (OCDD)	۰/۰۰۱
۸	2,3,7,8 — Tetrachlorodibenzofuran (TCDF)	۰/۱
۹	2,3,4,7,8 — Pentachlorodibenzofuran (PeCDF)	۰/۵
۱۰	1,2,3,7,8 — Pentachlorodibenzofuran (PeCDF)	۰/۰۵
۱۱	1,2,3,4,7,8 — Hexachlorodibenzofuran (HxCDF)	۰/۱
۱۲	1,2,3,6,7,8 — Hexachlorodibenzofuran (HxCDF)	۰/۱
۱۳	1,2,3,7,8,9 — Hexachlorodibenzofuran (HxCDF)	۰/۱
۱۴	2,3,4,6,7,8 — Hexachlorodibenzofuran (HxCDF)	۰/۱
۱۵	1,2,3,4,6,7,8 — Heptachlorodibenzofuran (HpCDF)	۰/۰۱
۱۶	1,2,3,4,7,8,9 — Heptachlorodibenzofuran (HpCDF)	۰/۰۱
۱۷	Octachlorodibenzofuran (OCDF)	۰/۰۰۱

پیوست ب

(الزامی)

کنترل مدارک و سوابق

ب-۱ کنترل مدارک

مدارک و سوابق الزام شده در این استاندارد باید در تأسیسات پسماندسوز تحت کنترل قرار داشته باشند.
یک روش اجرایی مدون باید ایجاد شود تا کنترل‌های مورد نیاز برای موارد زیر را تعیین کند.

ب-۱-۱ تصویب مدارک از نظر کفایت قبل از صدور؛

ب-۱-۲ بازنگری و روزآمد کردن بر حسب نیاز و تصویب مجدد مدارک؛

ب-۱-۳ حصول اطمینان از این‌که تغییرات و وضعیت کنونی تجدیدنظر مدارک مشخص‌شده است؛

ب-۱-۴ حصول اطمینان از این‌که نسخ مربوط مدارک ذیربط در مکان‌های استفاده در دسترس باشند؛

ب-۱-۵ حصول اطمینان از این‌که مدارک به صورت خوانا باقی می مانند و به سهولت قابل شناسایی هستند؛

ب-۱-۶ حصول اطمینان از این‌که مدارک با منشاء برون سازمانی که سازمان آن‌ها را برای طرح‌ریزی و اجرای سیستم مدیریت کیفیت ضروری تشخیص داده است، مشخص‌شده‌اند و توزیع آن‌ها تحت کنترل است؛

ب-۱-۷ پیشگیری از استفاده سهوی از مدارک منسوخ و مشخص کردن آن‌ها به نحو مناسب، در صورتی که این مدارک به هر منظوری نگهداری شوند.

ب-۲ کنترل سوابق

سوابق نوع خاصی از مدرک است که باید تحت کنترل باشند.

ب-۲-۱ سوابق ایجادشده برای فراهم کردن شواهد انطباق با الزامات و اجرای اثربخش سیستم مدیریت کیفیت باید تحت کنترل قرار گیرد.

ب-۲-۲ سازمان باید یک روش اجرایی مدون به منظور تعیین کنترل‌های مورد نیاز برای شناسایی، بایگانی و ذخیره، حفاظت، بازیابی، نگهداری و تعیین تکلیف سوابق ایجاد نماید.

ب-۲-۳ سوابق باید به صورت خوانا، به سهولت قابل شناسایی و بازیابی باقی بمانند.

پیوست پ

(الزامی)

مقادیر حدود انتشار آلاینده های هوا

پ-۱ حدود مجاز انتشار آلاینده‌های هوا در صنایع پسماندسوز، مطابق تبصره (۳) ماده ۱۲ قانون هوای پاک مصوب سال ۱۳۹۶، در جدول پ-۱ مشخص‌شده است.

جدول پ-۱-حدود مجاز انتشار آلاینده‌های هوا

منبع آلاینده	آلاینده	واحد اندازه‌گیری	حد مجاز انتشار		توضیحات
			درجه ۱	درجه ۲	
دودکش کوره	ذرات	mg/Nm^3	۱۵۰	۲۰۰	
	SO_2	mg/Nm^3	۴۵۰	۶۵۰	
	NO_x	mg/Nm^3	۲۰۰	۳۰۰	
	HCl	mg/Nm^3	۵۰	۷۵	
	CO	mg/Nm^3	۳۰۰	۴۵۰	
	H_2S	mg/Nm^3	۱۵	۴۰	
معیارها (استانداردها) برای انواع پسماندسوز با ظرفیت‌های متفاوت اعمال می‌شود.					

پ-۲ حدود مجاز انتشار فلزات سنگین و دی اکسین و فوران در صنایع پسماندسوز، مطابق تبصره (۳) ماده ۱۲ قانون هوای پاک مصوب سال ۱۳۹۶، در جدول پ-۲ مشخص‌شده است.

جدول پ-۲- حدود مجاز انتشار فلزات سنگین و دی اکسین و فوران

آلاینده	واحد اندازه‌گیری	حد مجاز انتشار		توضیحات
		درجه ۱	درجه ۲	
Hg	mg/Nm^3	۰/۲	۱	
Pb	mg/Nm^3	۱	۵	
Cr	mg/Nm^3	۲	۵	
Cd	mg/Nm^3	۰/۲	۱	
As,Ni,Se,Co,Te	mg/Nm^3	۱	۲۰	
سیانوژن کلرید، فسژن و فسفین	mg/Nm^3	۱	۲۰	
Zn,Cu,Sb,Mn,V,Sn,Ba,Be	mg/Nm^3	۱۰	۳۰	
دی اکسین و فوران	$ng(TEQ)/Nm^3$	۰/۲	۰/۵	

- مجموع فاکتورهای معادل سمی (TEQ) نسبت سمی بودن هر فاکتور شبه دی اکسین به سمی بودن ترکیب TCDD (سمی‌ترین عضو این گروه) است.

- فلزات سنگین بر اساس درجه سمی بودن و میزان خطرناک بودن به سه گروه تقسیم‌بندی شده اند.

- تصحیح غلظت گازهای خروجی دودکش بر اساس O_2 مرجع می‌باشد.

میزان O_2 مرجع برای سوخت‌های گاز طبیعی ٪۳، گازوییل ٪۵ و برای سوخت مازوت ٪۷ در نظر گرفته می‌شود. میزان O_2 مرجع در کوره‌های زباله‌سوز برابر ٪۱۱ ، در توربین‌های گازی ٪۱۵ و در کارخانه‌های سیمان ٪۱۰ منظور می‌شود. چنانچه صنایع کشور مستندات لازم در خصوص میزان اکسیژن خروجی دودکش خود ارائه کنند، مراتب توسط مرجع ذیصلاح بررسی و تصمیم‌گیری می‌شود.

پایش آلاینده‌های تعیین‌شده در جداول با عنوان «کلیه صنایع» صرفاً در واحدهایی الزامی است که با توجه به نوع فرایند وجود عامل‌های (پارامترهای) تعیین‌شده در خروجی دودکش محرز است.

پایش واحدهای صنعتی باید تنها در منابع انتشار ذکرشده در این مصوبه انجام شود.

پیوست ت
(الزامی)
روش های اندازه‌گیری

ت-۱ اندازه‌گیری‌های مربوط به تعیین مقادیر حدود انتشار به هوا و مقادیر حدود خروجی فاضلاب باید به صورت نمایانگر[1] انجام می‌شود.

ت-۲ نمونه‌برداری و تحلیل تمامی آلاینده‌ها، از جمله دی اکسین و فوران‌ها همچنین روش‌های اندازه‌گیری و کالیبراسیون سیستم‌های اندازه‌گیری خودکار باید مطابق با استانداردهای ملی یا بین‌المللی، انجام شود.

ت-۳ در اندازه‌گیری‌های مداوم حدود مجاز انتشار، مقادیر فواصل در سطح اطمینان٪ ۹۵ مربوط به یک نتیجه اندازه‌گیری، نباید از درصدهای حد مجاز انتشار جدول ت-۱، فراتر رود:

جدول ت-۱-مقادیر فواصل اطمینان قابل‌پذیرش در سطح اطمینان٪ ۹۵

ردیف	آلاینده	فواصل اطمینان قابل‌پذیرش
۱	مونوکسید کربن	٪۱۰
۲	دی‌اکسید گوگرد	٪۲۰
۳	دی‌اکسید نیتروژن	٪۲۰
۴	غبار کلی	٪۳۰
۵	کربن آلی کل	٪۳۰
۶	کلرید هیدروژن	٪۴۰
۷	فلورید هیدروژن	٪۴۰

1- Representatively

پیوست ث

(الزامی)

الزامات سیستم مدیریت

ث-۱ تأسیسات پسماندسوز باید شخصیت حقوقی یا بخش تعیین‌شده‌ای از یک شخصیت حقوقی باشد، به طوری که برای کلیه فعالیت‌های خود مسئولیت قانونی داشته باشد.

ث-۲ مسئولیت تأسیسات پسماندسوز این است که فعالیت‌های خود را به گونه انجام دهد تا الزامات این استاندارد رعایت شود و خواسته‌های مراجع قانونی یا سازمان‌هایی که تأسیسات پسماندسوز را به رسمیت می‌شناسند، نیز براورده شود.

ث-۳ سیستم مدیریت باید دربرگیرنده تمامی کارهایی باشد که در تأسیسات پسماندسوز یا در محل‌های دور از آن تأسیسات، به عنوان بخشی از فرایند پسماندسوزی انجام می‌شود.

ث-۴ در صورتی که تأسیسات پسماندسوز بخشی از یک سازمان باشد که کارهای دیگری غیر از پسماندسوزی انجام می‌دهد، مسئولیت‌های کارکنان کلیدی سازمان اصلی که دخالت یا تأثیری در فعالیت‌های پسماندسوزی آن تأسیسات دارند، باید مشخص شود تا بتوان تضاد منافع بالقوه را شناسایی کرد.

ث-۵ همچنین ترتیبات سازمان اصلی باید به نحوی باشد تا بخش‌هایی که تضاد منافع دارند، تأثیر نامطلوبی بر انطباق عملکرد تأسیسات پسماندسوز با الزامات این استاندارد نداشته باشند.

ث-۶ تأسیسات پسماندسوز باید کارکنان مدیریتی و فنی ذیصلاح داشته باشد تا جدا از سایر مسئولیت‌ها، دارای اختیارات و منابع لازم برای انجام وظایف خود از جمله اجرا، برقراری، کنترل‌ها و بهبود عملیات باشند و بتوانند وقوع هرگونه انحراف از دستورالعمل‌ها و الزامات قانونی را شناسایی نموده و اقداماتی برای پیشگیری یا به حداقل رساندن انحرافات انجام دهند.

ث-۷ تأسیسات پسماندسوز باید کسی را که مسئولیت تأسیسات پسماندسوزی را بر عهده دارد، مشخص نماید.

ث-۸ تأسیسات پسماندسوز باید سازمان‌دهی و روابط بین مدیریت، کارکنان فنی و پشتیبانی را تعیین کند.

تأسیسات باید مدیریت فنی داشته باشد تا مسئولیت کلی عملیات فنی و فراهم کردن منابع لازم را برای حصول اطمینان از کیفیت مورد نیاز برای عملیات پسماندسوزی، بر عهده داشته باشد.

ث-۹ تأسیسات پسماندسوز باید برای کارکنان کلیدی مدیریتی، جانشین مشخص کند. کارکنان می‌توانند بیش از یک سمت داشته باشند.

ث-۱۰ وظایف و مسئولیت‌ها در سیستم مدیریت تأسیسات پسماندسوز، از جمله مدیر فنی به منظور برآورده کردن الزامات این استاندارد باید تعیین شود.

پیوست ج

(الزامی)

مقادیر حدود خروجی فاضلاب

(ناشی از تصفیه گازهای خروجی)

این پیوست بر مبنای استاندارد مرجع ذیصلاح (سازمان محیط‌زیست) جهت تخلیه فاضلاب خروجی یا پسآب خروجی به منظور تعیین حدود مجاز و استاندارد آلاینده‌های زیست‌محیطی در فاضلاب و پسآب به منظور تخلیه به منابع پذیرنده برای کل کشور (با استناد به ماده ۵ آیین‌نامه خروجی فاضلاب) تعیین‌شده است.

جدول ج-۱- مقادیر حدود خروجی فاضلاب ناشی از تصفیه گازهای خروجی

ردیف	مواد آلوده‌کننده		تخلیه به آب‌های سطحی (mg/l)	تخلیه به چاه جاذب (mg/l)	مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/l)
	نام ماده	نماد شیمیایی			
۱	نقره	Ag	۱	۰/۱	۰/۱
۲	آلومینیوم	Al	۵	۵	۵
۳	ارسنیک	As	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۴	بور	B	۲	۱	۱
۵	باریم	Ba	۵	۱	۱
۶	برلینم	Be	۰/۱	۱	۰/۵
۷	کلسیم	Ca	۷۵	-	-
۸	کادمیوم	Cd	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵
۹	کار آزاد	Cl	۱	۱	۰/۲
۱۰	یون کلراید	Cl^-	[a] ۶۰۰	[b] ۶۰۰	۶۰۰
۱۱	فرمآلدئید	CH_2O	۱	۱	۱
۱۲	فنول	C_6H_5OH	۱	ناچیز	۱
۱۳	یون سیانید	CN^-	۰/۵	۰/۱	۰/۱
۱۴	کبالت	Co	۱	۱	۰/۰۵
۱۵	کرم	Cr_6^+	۰/۵	۱	۱
۱۶	کرم	Cr_3^+	۲	۲	۲
۱۷	مس	Cu	۱	۱	۰/۲
۱۸	یون فلوراید	F^-	۲/۵	۲	۲
۱۹	آهن	Fe	۳	۳	۳
۲۰	جیوه	Hg	ناچیز	ناچیز	ناچیز

ادامه جدول ج-۱

ردیف	مواد آلوده‌کننده		تخلیه به آب‌های سطحی (mg/l)	تخلیه به چاه جاذب (mg/l)	مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/l)
۲۱	لیتیم	Li	۲/۵	۲/۵	۲/۵
۲۲	منیزیم	Mg	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۲۳	منگنز	Mn	۱	۱	۱
۲۴	مولیبیدن	Mo	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۲۵	نیکل	Ni	۲	۲	۲
۲۶	یون آمونیوم	$NH4^{+}$	۲/۵	۱	–
۲۷	یون نیتریت	$NO2^{-}$	۱۰	۱۰	--
۲۸	یون نیترات	NO^{3-}	۵۰	۱۰	--
۲۹	فسفات بر حسب فسفر	$PO43^{-}$	۶	۶	–
۳۰	سرب	Pb	۱	۱	۱
۳۱	سلنیوم	Se	۱	۰/۱	۰/۱
۳۲	یون سولفید	S^{2-}	۳	۳	۳
۳۳	یون سولفیت	SO_3^{2-}	۱	۱	۱
۳۴	یون سولفات	SO_4^{2-}	[a]۴۰۰	[b] ۴۰۰	۵۰۰
۳۵	وانادیوم	V	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۳۶	روی	Zn	۲	۲	۲
۳۷	چربی روغن	-	۱۰	۱۰	۱۰
۳۸	دترجنت	ABS	۱/۵	۱/۵	۱/۵
۳۹	مقدار نیاز زیستی اکسیژن[c ۱]	BOD_S	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۵۰
۴۰	نیاز شیمیایی اکسیژن[c ۲]	COD	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰۰)	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۲۰۰
۴۱	اکسیژن محلول (حداقل)	DO	۲	–	۲
۴۲	مجموع مواد جامد محلول	TDS	a	b	
۴۳	مجموع مواد جامد معلق	TSS	۴۰ (لحظه‌ای ۶۰)	–	۱۰۰
۴۴	مواد قابل ته‌نشینی	SS	–	–	–
۴۵	پ- هاش	pH	۶/۸- ۸/۵	۵-۹	۶ -۸/۵

1- Biochemical oxygen demand
2- chemical oxygen demand

ادامه جدول ج-۱

ردیف	مواد آلوده‌کننده		تخلیه به آب‌های سطحی (mg/l)	تخلیه به چاه جاذب (mg/l)	مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/l)
۴۶	مواد رادیواکتیو	-	۰	۰	۰
۴۷	کدورت (واحد کدورت)	-	۵۰	–	۵۰
۴۸	رنگ (واحد رنگ)	-	۷۵	۷۵	۷۵
۴۹	درجه حرارت	T	[d]		
۵۰	کلی فرم گوارشی (تعداد در ml ۱۰۰)	MPN	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
۵۱	کل کلی فرم (تعداد در ml ۱۰۰)	MPN	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۵۲	تخم انگل		۰	۰	[e]

[a] تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص‌شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پسآب خروجی، غلظت کلرید، سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری، بیش از ٪۱۰ افزایش ندهد.

[b] تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص‌شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که افزایش کلرید، سولفات و مواد محلول پسآب خروجی نسبت به آب مصرفی بیش از ٪۱۰ نباشد.

[c] صنایع موجود مجاز خواهند بود BOD_5 و COD را حداقل ٪۹۰ کاهش دهند.

[d] درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ درجه سلسیوس در شعاع m ۲۰۰ محل ورود آن، درجه حرارت منبع پذیرنده را افزایش یا کاهش ندهد.

[e] تعداد تخم انگل (نماتد) در فاضلاب تصفیه‌شده شهری، در صورت استفاده از آن جهت آبیاری محصولاتی که به صورت خام مورد مصرف قرار می‌گیرد نباید بیش از یک عدد در لیتر باشد.

پیوست چ

(الزامی)

فرمول محاسبه درصد استاندارد غلظت اکسیژن

غلظت منتشر شده استاندارد غلظت اکسیژن مطابق فرمول زیر تعیین می‌شود.
که در آن:

$$E_S = \frac{21 - O_S}{21 - O_M} \times E_M$$

E_S غلظت انتشار محاسبه شده، بر حسب غلظت استاندارد اکسیژن (٪)؛
E_M غلظت انتشار اندازه‌گیری شده؛
O_S غلظت استاندارد اکسیژن؛
O_M غلظت اندازه‌گیری شده اکسیژن.

پیوست ح

(آگاهی‌دهنده)

مرور اجمالی بر تکنیک‌های کاربردی در تأسیسات پسماندسوز

ح-۱ نگاه اجمالی و مقدمه

ساختار خطی اصلی یک پسماندسوز ممکن است شامل مراحل زیر باشد:
- دریافت پسماند ورودی،
- ذخیره کردن (انبارش) پسماند و مواد خام،
- پردازش[1] یا اقدامات اولیه بر روی پسماند (هر جا که لازم باشد، در محل یا خارج از آن)،

یادآوری- پردازش یا اقدامات اولیه شامل تفکیک، خرد کردن، تکه تکه کردن و عملیات مشابه آن است.

- بارگیری پسماند جهت انجام فرایند،
- عملیات حرارتی پسماند،
- بازیابی انرژی (مانند بویلر) و تبدیل آن،
- تصفیه (پاک‌سازی) گاز جاری،
- مدیریت ته‌مانده‌ای تصفیه گاز جاری (حاصل از تصفیه گاز جاری)،
- تخلیه گاز جاری،
- کنترل و پایش آلاینده‌های انتشاریافته،
- کنترل و تصفیه پسآب (برای مثال، کنترل و تصفیه پسآب حاصل از تأسیسات، تصفیه گاز جاری (FGT)[2] و ذخیره کردن)،
- مدیریت و امحاء خاکستر/خاکستر ته ماند کوره (ناشی از مرحله احتراق)،
- تخلیه یا دور ریز ته‌ماندهای جامد.

هر یک از این مراحل معمولاً متناسب با انواع پسماند که در تأسیسات امحاء می‌شوند، طراحی می‌شوند. بسیاری از تأسیسات، ۲۴ ساعت در روز، تقریباً ۳۶۵روز در سال، کار می‌کنند. سیستم‌های کنترل و برنامه‌های نگهداری، نقش مهمی را در امن بودن دسترسی به واحد پسماندسوز، ایفا می‌کنند.

1 -Pretreatment
2- Flue-gas treatment

شکل ح -۱- مثالی از نقشه یک تأسیسات پسماندسوز پسماندهای شهری

در مثال داده‌شده در شکل ح -۱، ذخیره کردن پسماند ورودی و مراحل جابجایی آن، در سمت چپ شکل، قبل از مرحله سوزاندن می‌باشد. سیستم تصفیه (پاک‌سازی) گاز دودکش که تحت عنوان «تصفیه گازهای جاری» در شکل مشخص‌شده، در سمت راست کوره و بویلر قرار دارد. مثال نمایش داده‌شده یک سیستم تصفیه گاز دودکش به روش مرطوب[1]، دارای چندین واحد عملیاتی است. در سایر تأسیسات مدرن دیگر، از سیستم‌های FGT با واحدهایی با مراحل کمتر استفاده می‌شود.

با این وجود، سوزاندن یکی از پرکاربردترین روش‌ها است، سه نوع اصلی عملیات گرمایی پسماند که به صورت زیر است:

- پیرولیز: تخریب گرمایی ماده آلی در غیاب اکسیژن،
- گازی‌سازی: اکسایش جزئی،
- سوزاندن: احتراق کامل.

شرایط واکنش برای این عملیات گرمایی متغیر است، اما به‌طور تقریبی، آن طوری که در جدول ح-۱ آمده از هم متمایز می‌شوند:

1- Wet FGT

جدول ح -۱ شرایط و محصولات واکنش معمولی در فرایندهای پیرولیز، گازی‌سازی و سوزاندن

	پیرولیز	گازی‌سازی	احتراق
دمای واکنش بر حسب C°	۷۰۰-۲۵۰	۱۶۰۰-۵۰۰	۱۴۵۰-۸۰۰
فشار بر حسب بار	۱	۴۵-۱	۱
اتمسفر	بی‌اثر/نیتروژن	عامل گازی‌سازی: O_2, H_2O	هوا
نسبت استوکیومتری	۰	کمتر از ۱	بیشتر از ۱
محصولات حاصل از فرایند			
فاز گازی:	H_2 ,CO هیدروکربن‌ها N_2 ,H_2O	H_2, CO, CO_2, CH_4 H_2O, N_2	CO_2, O_2, H_2O , N_2
فاز جامد:	خاکستر، زغال سوخته	تفاله، خاکستر	خاکستر، تفاله
فاز مایع:	پیرولیز روغن و آب		

واحدهای پیرولیز و گازی‌سازی، یک ساختار اصلی مشابهی را در تأسیسات پسماندسوز دنبال می‌کنند، ولی به‌طور قابل‌توجهی در جزییات متفاوت‌اند. تفاوت‌های اصلی به صورت زیر است:

الف- پردازش، ممکن است عملیات گسترده‌تری باشد تا یک پروفایل باریک برای خوراک دهی انبوه[1] را تأمین کند.

تجهیزات اضافی برای جابجایی/ تصفیه/ ذخیره کردن مواد برگردانده شده، ضروری است،

ب- بارگیری، در این مرحله توجه بیشتر به آب‌بندی[2] لازم است،

پ- راکتور گرمایی، تا جایگزین یا همراه با مرحله احتراق باشد،

ت- جابجایی محصولات، محصولات گازی و جامد نیازمند به جابجایی، ذخیره کردن و تصفیه بیشتر، تا جایی که امکان‌پذیر باشد، هستند ؛

ث- محصولات احتراق، ممکن است یک مرحله جدا و شامل بازیابی انرژی توسط احتراق محصولات و تصفیه و جابجایی مواد جامد، آب، گاز باشد که متعاقباً ایجاد می‌شود.

ح-۲ مرحله امحاء گرمایی

انواع گوناگونی از امحاء گرمایشی بر روی انواع متنوع پسماندها به کار گرفته می‌شود، با این حال همه تصفیه‌های گرمایشی برای همه پسماندها مناسب نیست. جدول ح -۲ در این بخش، مفاهیم و کاربری‌هایی

1 - Narrow profile feed stock
2 - Sealing

که در پس اغلب فن‌آوری‌های مشترک وجود دارد را مرور می‌کند، به ویژه:
- پسماندسوزهای گریتی؛
- کوره‌های گردان؛
- بسترهای سیال؛
- سیستم‌های پیرولیز و گازی‌سازی؛
همچنین برخی فن‌آوری‌های دیگر با ویژگی خاص نیز وجود دارند.

الف- پسماند جامد شهری:

می‌تواند در چندین سیستم احتراقی، شامل گریت مستقیم، کوره‌های گردان و بسترهای سیال سوزانده شود. فناوری بستر سیال، نیازمند این است که پسماندهای جامد شهری در یک دامنه معینی از اندازه ذرات قرار گیرند، این موضوع نیازمند مراتبی از پردازش و یا جمع‌آوری انتخابی پسماند است.

ب- سوزاندن لجن فاضلاب:

این عمل در کوره‌های گردان، پسماندسوزهایی با بستر سیال یا دارای چند کف، اتفاق می‌افتد. احتراق هم‌زمان در سیستم‌های گریت، گریت سوزاننده[1]، تأسیسات احتراق زغالی و مراحل صنعتی نیز به کار می‌رود. لجن فاضلاب اغلب، دارای مقدار بیشتری آب است و بنابراین معمولاً نیازمند خشک کردن و یا سوخت مکمل، برای حصول اطمینان از یک احتراق پایدار و مؤثر است.

پ- سوزاندن پسماند پزشکی و خطرناک:

کوره‌های گردان بیش‌ترین کاربری را دارند اما پسماندسوزهای گریتی (شامل احتراق هم‌زمان با پسماندهای دیگر) نیز گاهی اوقات برای پسماندهای جامد و کوره‌های با بستر سیال برای برخی مواد پیش‌پردازش شده، به کار می‌رود. کوره‌های ایستا و ثابت به‌طور گسترده‌ای در امکانات درون سایت، در واحدهای شیمیایی به کار می‌روند.

ت- سایر فرایندها:

بر اساس جدا کردن[2] فازهایی که در یک پسماندسوز قرار می‌گیرد، توسعه یافته‌اند: خشک کردن، فرار سازی (ولاتیلاسیون)، ایجاد ماده به صورت فرار، پیرولیز، کربنی کردن و اکسایش پسماند.

گازی‌سازی، با استفاده از عوامل گازی‌سازی مانند، بخار، هوا، کربن اکسید یا اکسیژن، نیز به کار گرفته می‌شود. هدف از این مراحل، کاهش حجم گاز جاری و هزینه‌های مرتبط با تصفیه گاز جاری است.

1- Grate firing
2- De-coupling

جدول ح-۲ خلاصه کاربری موفق تکنیک‌های امحاء گرمایشی بر روی انواع پسماند اصلی در تأسیسات اختصاصی

تکنیک (روش)	پسماند شهری تصفیه نشده	پسماندهای جامد شهری و RDF، تصفیه‌شده	پسماند خطرناک	لجن فاضلاب	پسماند بیمارستانی
گریت رفت و برگشتی	به‌طور گسترده به‌کار می‌رود	به‌طور گسترده به‌کار می‌رود	معمولاً به کار نمی‌رود	معمولاً به‌کار نمی‌رود	به کار می‌رود
گریت مستقیم	به کار می‌رود	به‌کار می‌رود	بندرت	معمولاً به کار نمی‌رود	به کار می‌رود
گریت جنبشی	به کار می‌رود	به‌کار می‌رود	بندرت	معمولاً به کار نمی‌رود	به کار می‌رود
گریت غلطکی	به کار می‌رود	به‌طور گسترده به‌کار می‌رود	بندرت	معمولاً به کار نمی‌رود	به کار می‌رود
گریت با آب خنک شده	به کار می‌رود	به‌کار می‌رود	بندرت	معمولاً به کار نمی‌رود	به کار می‌رود
گریت بعلاوه کوره گردان	به کار می‌رود	معمولاً به‌کار نمی‌رود	بندرت	معمولاً به کار نمی‌رود	به کار می‌رود
کوره گردان	به کار نمی‌رود	به‌کار می‌رود	به‌طور گسترده به کارمی‌رود	معمولاً به کار نمی‌رود	به‌طور گسترده به کارمی‌رود
کوره گردان، خنک شده آب	به کار نمی‌رود	به‌کار می‌رود	به کار می‌رود	به کار می‌رود	به کار می‌رود
بستر ثابت	به کار نمی‌رود	معمولاً به‌کار نمی‌رود	به کار می‌رود	به کار می‌رود	به‌طور گسترده به کارمی‌رود
کوره ثابت	به کار نمی‌رود	معمولاً به‌کار نمی‌رود	به‌طور گسترده به کارمی‌رود	معمولاً به کار نمی‌رود	به کار می‌رود
بستر سیال حباب‌ساز	بندرت به کار می‌رود	به‌کار می‌رود	معمولاً به‌کار نمی‌رود	معمولاً به کارنمی‌رود	معمولاً به کار نمی‌رود
بستر سیال چرخشی	بندرت به‌کار می‌رود	به‌کار می‌رود	معمولاً به کار نمی‌رود	به کار می‌رود	معمولاً به کار نمی‌رود
بستر سیال گردشی	به کار می‌رود	به کار می‌رود	معمولاً به‌کار نمی‌رود	به‌طور گسترده به کار می‌رود	به کار می‌رود
پیرولیز	بندرت	بندرت به کار می‌رود	بندرت	بندرت	بندرت
یادآوری- این جدول فقط، کاربری فناوری های توصیف شده در تأسیسات اختصاصی را در نظر گرفته است؛ بنابراین دربرگیرنده جزییات مربوطه به ملاحظات موقعیت‌هایی که در آن بیشتر از یک نوع پسماند در فرایند شرکت دارد، نمی‌شود.					

ح -۳ فناوری های پسماندسوزی

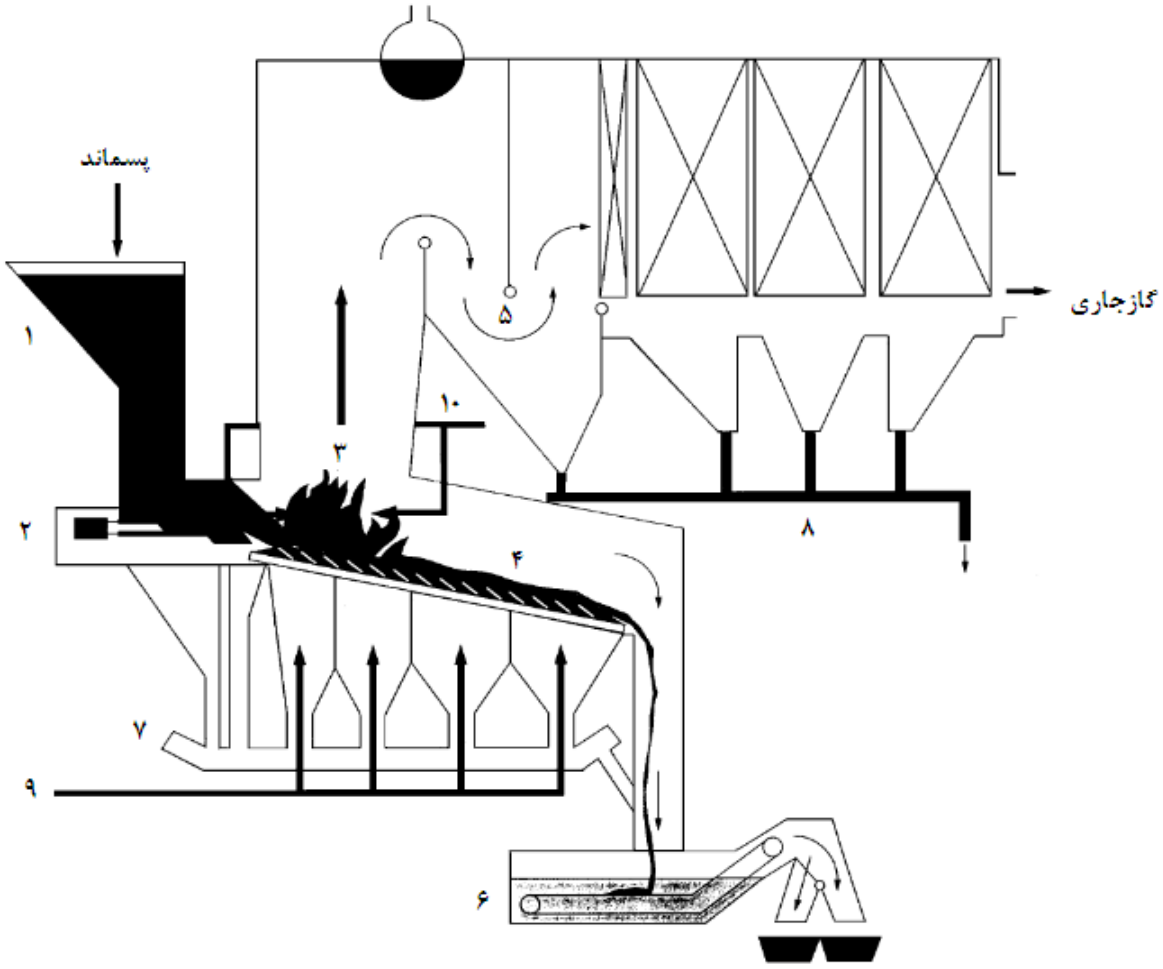
ح -۳-۱ پسماندسوزهای گریتی

پسماندسوزهای گریتی به‌طور وسیعی برای سوزاندن مخلوط پسماندهای شهری به کار می‌رود. در اروپا، به‌طور تقریبی ٪۹۰ از تأسیسات امحاء پسماندهای مخلوط شهری از پسماندسوزهای گریتی استفاده می‌کنند. سایر پسماندها به‌طور مشترک در پسماندسوزهای گریتی، اغلب به صورت افزوده‌شده به پسماندهای جامد شهری، امحاء می‌شوند که شامل: پسماندهای غیر خطرناک صنعتی و تجاری، لجن فاضلاب و پسماندهای معین بیمارستانی است.

پسماندسوزهای گریتی معمولاً شامل اجزا زیر است:

- تغذیه گر پسماند؛
- گریت (شبکه‌های متحرک)؛
- تخلیه کننده خاکستر ته کوره؛
- سیستم عبور هوا به داخل پسماندسوز؛
- محفظه پسماندسوزی محفظه احتراق؛
- مشعل‌های کمکی.

در شکل ح -۲ نمای کلی از یک پسماندسوز گریت دار مجهز به مجموعه بازیابی انرژی از نوع بویلر نشان داده شده است.



راهنما:

۱ شوت تغذیه پسماند
۲ تغذیه‌کننده پسماند
۳ منطقه پسماندسوزی
۴ منطقه اصلی پسماندسوزی
۵ دیواره جداکننده برای دانه‌های درشت
۶ واحد تخلیه خاکستر ته‌ماند
۷ سرندها
۸ تخلیه خاکستر بویلر
۹ تأمین هوای اولیه
۱۰ تأمین هوای ثانویه

شکل ح-۲- گریت، کوره و مراحل بازیابی گرما در یک تأسیسات پسماندسوز پسماندهای شهری

ح -۳-۱-۱ تغذیه گر پسماند

پسماند توسط یک جرثقیل سقفی از بونکر (مخزن) نگهداری به سطح شیب‌دار تغذیه‌گر تخلیه می‌شود، سپس توسط یک مجموعه هیدرولیکی یا تسمه‌نقاله به روی گریت ها منتقل می‌گردد. گریت ها نیز با حرکت مواج خود پسماند را در قسمت‌های مختلف محفظه احتراق جابجا می‌کنند. یک قیف تغذیه به عنوان یک تأمین‌کننده پیوسته پسماند عمل می‌کند. قیف تغذیه با مجموعه‌هایی که توسط جرثقیل سقفی آورده می‌شود، پر می‌شود. ازآنجایی‌که قیف تغذیه در معرض فشار زیادی قرار دارد، موادی با مقاومت بالا در برابر اصطکاک انتخاب می‌شوند، مانند صفحات بویلر یا چدن مقاوم در برابر سایش. این مواد باید از آتش گرفتن هر چند وقت یک‌بار قیف، صدمه نبینند. برخی اوقات قیف با نوار نقاله تغذیه می‌شود، در این حالت، جرثقیل سقفی پسماند را به یک قیف واسط تخلیه کرده که نقاله را تغذیه می‌کند.

در صورتی که پسماند حمل شده پیش‌پردازش نشده باشند، معمولاً پسماند در اندازه و نوع بسیار ناهمگن خواهد بود؛ بنابراین ابعاد قیف تغذیه به نحوی است که پسماندهای درشت از درون آن پایین افتاده و از انسداد مسیر توسط این پسماندهای درشت جلوگیری می‌شود. جلوگیری از ورود این مسدودکننده‌ها (پسماندهای درشت) باید مورد توجه قرار گیرد، زیرا نتیجه حضور آن‌ها، تغذیه ناهماهنگ به کوره و ورود کنترل نشده هوا به کوره خواهد بود.

دیواره‌های شوت تغذیه می‌توانند از گرما با روش‌های زیر محافظت شوند:

- ساخت پوسته دوجداره آب سرد،
- سازه دیواره‌ای غشایی،
- شیرهای قطع کننده سرد شونده با آب (شیر کنترل افزایش دما[1])،
- روکش آجر ضدحریق.

اگر شوت تغذیه خالی باشد، شیرهای توقف، مانند مهر و موم دریچه‌ها، برای جلوگیری از وقفه زمانی ایجادشده و ورود هوای کنترل نشده به کوره، به کار می‌رود. مقدار یکسانی از پسماند در شوت تغذیه برای مدیریت هماهنگ کوره توصیه می‌شود.

برخورد بین انتهای پایینی شوت تغذیه و کوره شامل یک مکانیسم دوز دهنده[2] است. مکانیسم دوز دهنده می‌تواند به صورت مکانیکی یا هیدرولیکی کار کند. سرعت تغذیه این مکانیسم معمولاً قابل تنظیم است. روش‌های ساخت متفاوت، برای انواع متغیر سیستمهای تغذیه توسعه یافته‌اند؛ مانند:

- گریت‌های زنجیری/ باندهای صفحه‌ای،
- گریت‌های تغذیه،
- شوت‌های تغذیه مخروطی متغیر،
- تغذیه‌کننده RAM،
- شیب هیدرولیک،

1- Water-cooled stop valve
2- DosingMechanism

- پیچ‌های تغذیه.

ح -۳-۱-۲ گریت احتراق (سوزاندن)

گریت احتراق عملیات زیر را انجام می‌دهد:

- انتقال مواد به کوره برای سوزاندن،

- سوزاندن و پخش کردن مواد درکوره برای سوزاندن،

- قرارگیری منطقه اصلی احتراق در محفظه احتراق، با احتمال همراهی با اقدامات کنترلی عملیات کوره.

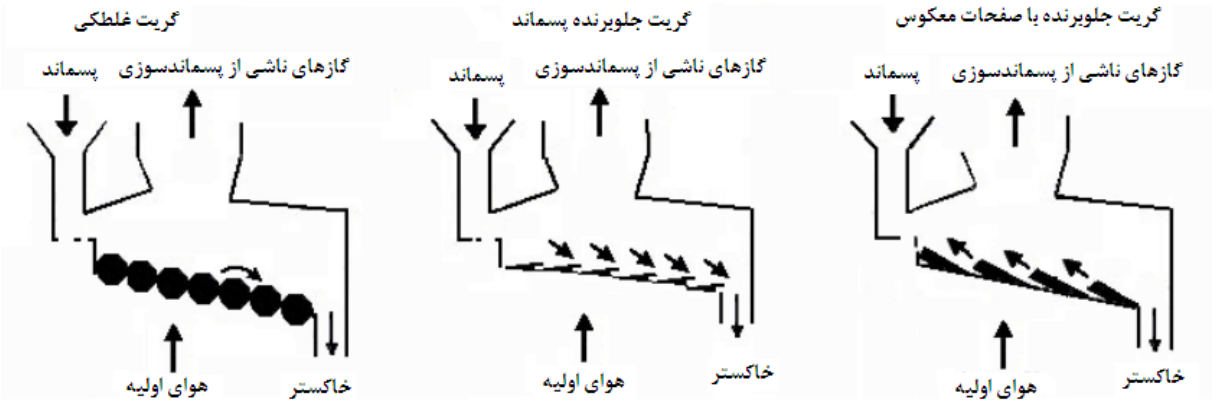
هدف از سوزاندن گریتی، پخش مناسب هوای مورد نیاز سوزاندن به داخل کوره بر حسب نیاز احتراق می‌باشد.

یک دمنده هوای اولیه، هوا را از طریق ورودی‌های کوچک لایه‌ای گریت به داخل لایه‌های سوخت می‌دمد. معمولاً هوای بیشتری به بالای پسماند جهت احتراق کامل دمیده می‌شود.

برای برخی مواد ریز، (برخی اوقات الک کردن و یا سرند کردن نامیده می‌شود)، افتادن از میان گریت، امری معمول است. این مواد در قسمت تخلیه خاکستر ته کوره بازیابی می‌شوند. برخی اوقات به‌طور جداگانه بازیابی شده و مجدداً به گریت جهت دوباره سوزی بازگردانده شوند، یا مستقیماً جهت دور انداختن، تخلیه شوند. زمانی که الک کردن در قیف مجدداً به جریان میافتد، باید دقت شود که پسماند در قیف دچار اشتعال نشود.

به‌طور معمول زمان باقی ماندن پسماندها روی گریت ها بیشتر از ۶۰ min نیست.

به‌طورکلی، اختلاف بین اصول تغذیه گرهای پیوسته (گریت های زنجیری و غلطکی) و ناپیوسته (گریت های فشاری) وجود دارد درشکل ح -۳ برخی انواع گریت ها نشان داده شده است.



شکل ح -۳- انواع مختلف گریت ها

سیستم‌های متفاوت گریت توسط روشی که با آن، پسماند از میان مناطق متفاوت در محفظه احتراق عبور می‌کند، تشخیص داده می‌شود.

ح -۳-۱-۲-۱ گریت های جنبشی

در گریت های جنبشی بخش‌های گریت در عرض کوره قرار دارند، ردیف‌های جایگزین به‌طور مکانیکی چرخیده یا می‌جنبند تا یک حرکت رو به بالا و پایین برای پیش بردن و تحرک پسماند تولید کنند.

ح -۳-۱-۲-۲ گریت های رفت و برگشتی (نقاله چرخشی)

بسیاری از تأسیسات مدرن برای پسماندهای شهری گریت های رفت و برگشتی را به کار می‌برند. کیفیت احتراق حاصله عموماً خوب می‌باشد. این طراحی شامل بخشهایی است که در عرض کوره گسترده شده‌اند اما روی هم قرار دارند. بخشهای گریت متناوباً به جلو و عقب حرکت می‌کنند، در حالیکه بخش های مجاور ثابت می‌مانند. پسماند از قسمت ثابت به خارج آن پرتاب شده و با حرکت زیاد در حالیکه در طول گریت حرکت می‌کند، مخلوط می‌شود. تنوع متعددی از این نوع گریت موجود است. برخی با بخشهای متناوب ثابت و متحرک و تعدادی با ترکیبی از چندین بخش متحرک به هر بخش ثابت. جزو این موارد می‌باشد.

در حالت بعدی، بخش‌ها، می توانند با هم یا در دفعات متفاوت در چرخه حرکت کنند.

اساساً دو نوع گریت رفت و برگشتی وجود دارد:

الف- گریت رفت و برگشتی معکوس:

میله‌های گریت به عقب و جلو در جهت عکس جریان پسماند حرکت می کنند. گریت، از انتهای محل تغذیه تا انتهای تخلیه خاکستر، شیب‌دار شده است و در بردارنده پله‌های ثابت و متحرک گریت می‌باشد.

ب-گریت های جلو رونده با فشار:

میله‌های گریت از یک سری پله‌هایی تشکیل شده که به صورت افقی تکان می‌خورند و پسماند را در جهت تخلیه خاکستر هل می‌دهند.

ح -۳-۱-۲-۳ گریت های رفت و برگشتی

گریت های رفت و برگشتی شامل یک تسمه نقاله فلزی پیوسته یا اتصالات قفل شده به هم می باشدکه در طول کوره حرکت می‌کنند. کاهش توانایی برای به حرکت درآوردن پسماند، (پسماند فقط هنگامی‌که از یک نقاله به نقاله دیگر منتقل می‌شود، به صورت مخلوط در می آید) به این معناست که این مورد بندرت در امکانات مدرن به کار می‌رود.

ح -۳-۱-۲-۴ گریت های غلطکی

شامل یک غلطک سوراخدار است که پهنای محل گریت را می‌پیماید. چندین غلطک در دسته‌هایی نصب شده‌اند و عمل به هم زدن در هنگام انتقال، زمانی که مواد به خارج از غلطک پرتاب می‌شوند، صورت می‌گیرد.

ح-۳-۱-۲-۵ گریت های خنک شده

اکثر گریت ها، اغلب توسط هوا خنک می‌شوند. در برخی موارد یک ماده واسط خنک‌کننده مایع، معمولاً آب از میان گریت عبور داده می‌شود. جریان واسط خنک‌کننده از مناطق سردتر به قسمت‌های تدریجاً داغتر می

باشد تا انتقال گرما در بالاترین میزان صورت گیرد. گرمایی که به وسیله واسط خنک‌کننده جذب می‌شود، ممکن است به منظور استفاده در فرایند، یا استفاده خارجی، جابجا شود.

خنک کردن توسط آب اغلب در جایی به کارمی‌رود که ارزش گرمایی پسماند به‌طور مثال بالاتر از ۱۲ Mj/kg تا ۱۵Mj/kg برای پسماندهای جامد شهری باشد. طراحی سیستم خنک‌کننده آبی کمی پیچیده‌تر از سیستم‌های خنک‌کننده با استفاده از هوا، می‌باشد. افزودن خنک‌کننده آبی این اجازه را می‌دهد که دمای فلز گریت و دمای احتراق، با استقلال بیشتری نسبت به تأمین‌کننده هوای اولیه، (معمولاً بین میله‌های گریت) کنترل شود. این موضوع اجازه می‌دهد که دما و هوای فرستاده شده (اکسیژن)، بهینه سازی شده تا متناسب با نیازهای احتراق ویژه روی گریت، گردیده و در نتیجه روند احتراق پیش برود.

کنترل بیشتر دمای گریت، اجازه سوزاندن پسماندهای با ارزش گرمایی بالاتر را می‌دهد، بدون آنکه مشکلات نگهداری و کاربری که به‌طور معمول افزایش می‌یابند، ایجاد شود.

ح -۳-۱-۳ تخلیه کننده خاکستر ته ماند

تخلیه کننده خاکستر ته ماند، برای سرد کردن و تخلیه ضایعات باقی مانده جامد که روی گریت انباشت شده‌اند، صورت می‌گیرد. همچنین به‌عنوان عایق هوا[1] برای کوره عمل کرده و خاکستر را سرد و مرطوب می‌کند.

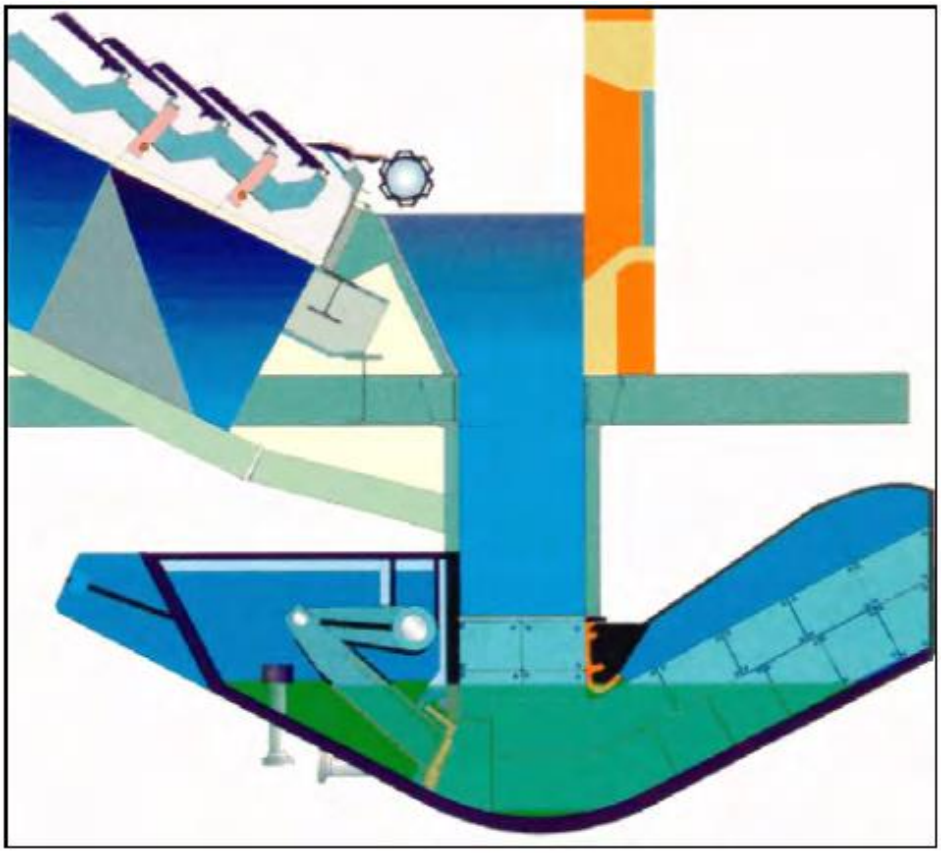
پیستون‌های فشار با آب پرشده‌اند و بازوهای کشنده[2] به‌طور مشترک، برای خارج نمودن خاکستر ته ماند به کار می‌روند. سایر موارد تخلیه خاکستر ته‌ماند، مانند نوار نقاله‌ها نیز به‌طور مشترک به کار گرفته می‌شوند؛ بنابراین خاکسترهای گریت و همچنین هر شی بزرگ، منتقل می‌شود.

آبی که برای خنک کردن به کار می‌رود در قسمت خروجی از خاکستر گریت جدا می‌باشد و ممکن است دوباره در قسمت تخلیه خاکستر، چرخش پیدا کند. یک کنترل‌کننده میزان آب، برای نگه‌داشتن آب در یک سطح کافی در قسمت تخلیه، لازم است. این آب اضافی جانشین آب از دست رفته هنگام تبخیر و نیز تخلیه خاکستر می‌شود. بعلاوه، یک خروجی آب به منظور جلوگیری از ایجاد رسوبات نمکی لازم است، سیستم‌های جریان دهنده[3] می‌تواند به کاهش مقدار رسوبات نمکی ته‌ماند، کمک کند، در صورتی که سرعت جریان به‌طور ویژه‌ای، با این هدف تنظیم‌شده باشد.

شفت تخلیه خاکستر ته ماند معمولاً ضد حریق بوده و به نحوی ساخته‌شده که از ایجاد خاکستر ته ماند به شکل قالبی جلوگیری کند.

مثالی از تخلیه کننده خاکستر مورد استفاده در پسماندسوز گریتی در شکل ح-۴- نشان داده شده است.

1- Air sea
2- Drag constructions
3- Bleed systems

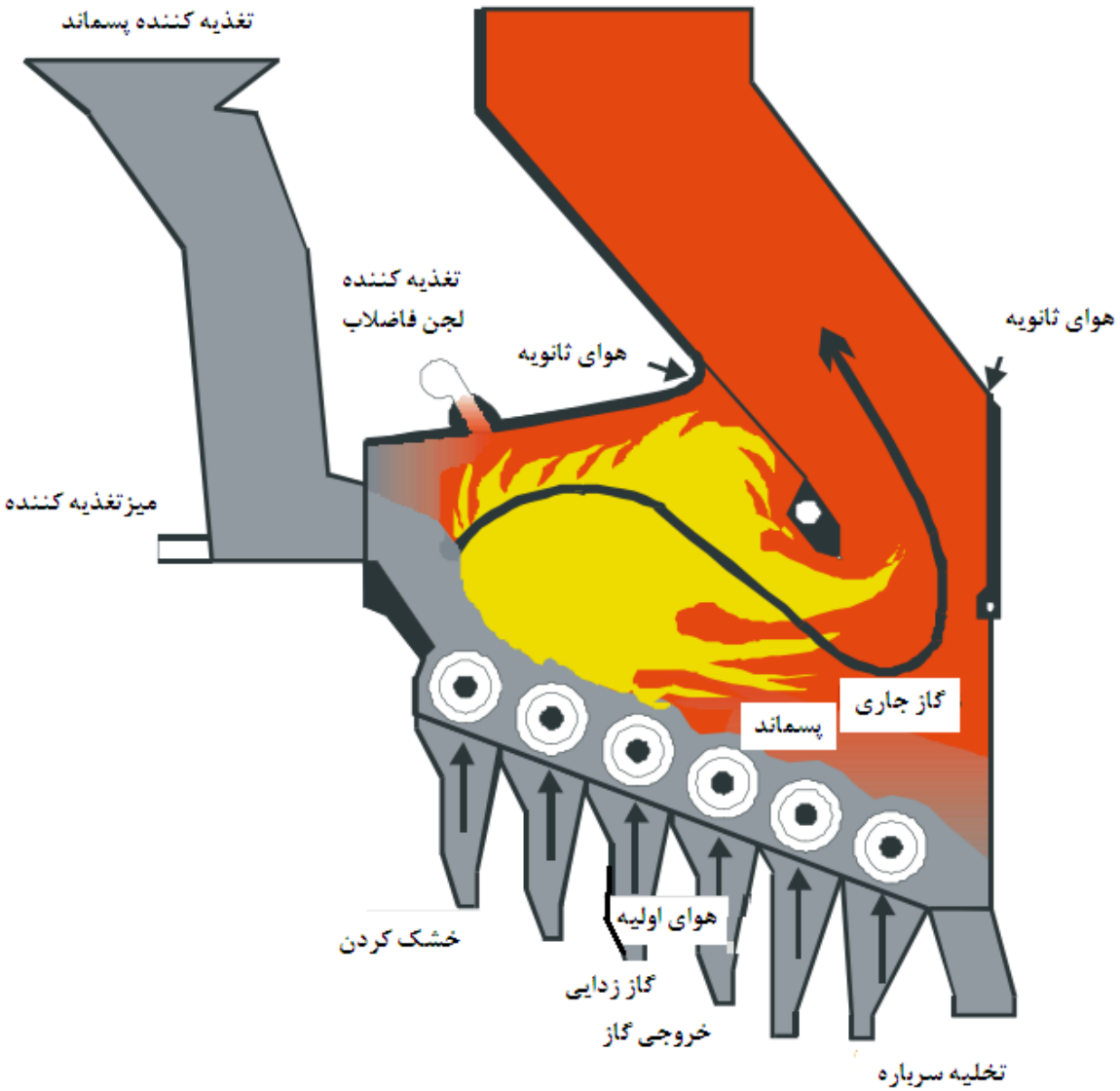


شکل ح-۴- مثالی از تخلیه کننده خاکستر مورد استفاده در پسماندسوز گریتی

ح -۳-۱-۴ محفظه احتراق (سوزاندن) و بویلر

احتراق در بالای گریت در محفظه احتراق انجام می‌شود (به شکل ح -۵ رجوع شود). در مجموع، محفظه احتراق، معمولاً شامل گریت که در کف قرار دارد، دیواره‌های خنک شده و غیر خنک در اطراف کوره و یک گرم‌کننده سطح بویلر یا سقف در بالا، است. ازآنجایی‌که پسماند شهری معمولاً دارای اجزا بسیار فرار است، گازهای فرار بیرون کشیده شده و فقط قسمت کوچکی از احتراق واقعی روی یا نزدیک گریت انجام می‌گیرد. الزامات زیر طراحی محفظه احتراق را تحت تأثیر قرار می‌دهد:

- شکل و اندازه گریت؛ اندازه گریت، اندازه مقطع عرضی با محفظه احتراق را تعیین می‌کند؛
- جریان‌های گردابی و همگن گاز جاری؛ هم زدن کامل گازهای جاری، برای احتراق خوب آن ضروری است؛
- زمان کافی ماندگاری برای گازهای جاری در کوره داغ؛ از زمان کافی برای واکنش در دمای بالا، به جهت داشتن احتراق کامل، باید اطمینان حاصل شود؛
- خنک کردن جزئی گازهای جاری؛ به دلیل پرهیز از ادغام خاکسترهای داغ معلق در بویلر، دمای گاز جاری نباید از بالاترین حد مجاز در خروجی محفظه پسماندسوزی، بالاتر رود؛



شکل ح-۵- مثالی از یک محفظه احتراق

جزییات طراحی یک محفظه احتراق معمولاً به نوع گریت وابسته است. طراحی دقیق آن نیاز به مفروضات خاصی دارد زیرا الزامات فرایند بر اساس مشخصات سوخت تغییر می‌کند. هر سازنده‌ای، طراحی ترکیبی گریت و محفظه احتراق خاص خود را دارد، طراحی دقیق که بر اساس اجرای جداگانه سیستم‌های آن‌ها و تجربیات ویژه خودشان است.

کاربران اروپایی پسماندهای جامد شهری دریافته‌اند که هیچ‌گونه منفعت یا ضرر اساسی، برای طراحی‌های متفاوت محفظه احتراق وجود ندارد.

به‌طورکلی، سه نوع طراحی متفاوت تشخیص داده‌شده است. نام‌گذاری بر اساس جهت جریان گاز جاری در ارتباط با جریان پسماند، انجام گرفته است: جریان یک‌طرفه، جریان متقابل و جریان متوسط (به شکل ح-۶ رجوع شود).

الف- کوره با جریان یک‌طرفه، جریان‌های هم سو یا جریان‌های موازی[1]

در چیدمان یا ترتیب یک احتراق هم جریان، هوای اولیه احتراق و پسماند به صورت جریانی هم سو از میان محفظه احتراق، هدایت می‌شوند. متناسب با آن گاز جاری در انتهای گریت قرار دارد. فقط، یک مقدار انرژی به‌طور نسبی، پایین، بین گازهای احتراق و پسماند روی گریت تبادل می‌شود.

فایده جریان یک‌طرفه این است که گاز جاری، طولانی‌ترین زمان ماندگاری را در مکان احتراق داردو باید از درون بالاترین دما عبورکند. برای تسهیل احتراق، هوای اولیه باید از پیش با مقادیر گرمای خیلی کم، گرم شود.

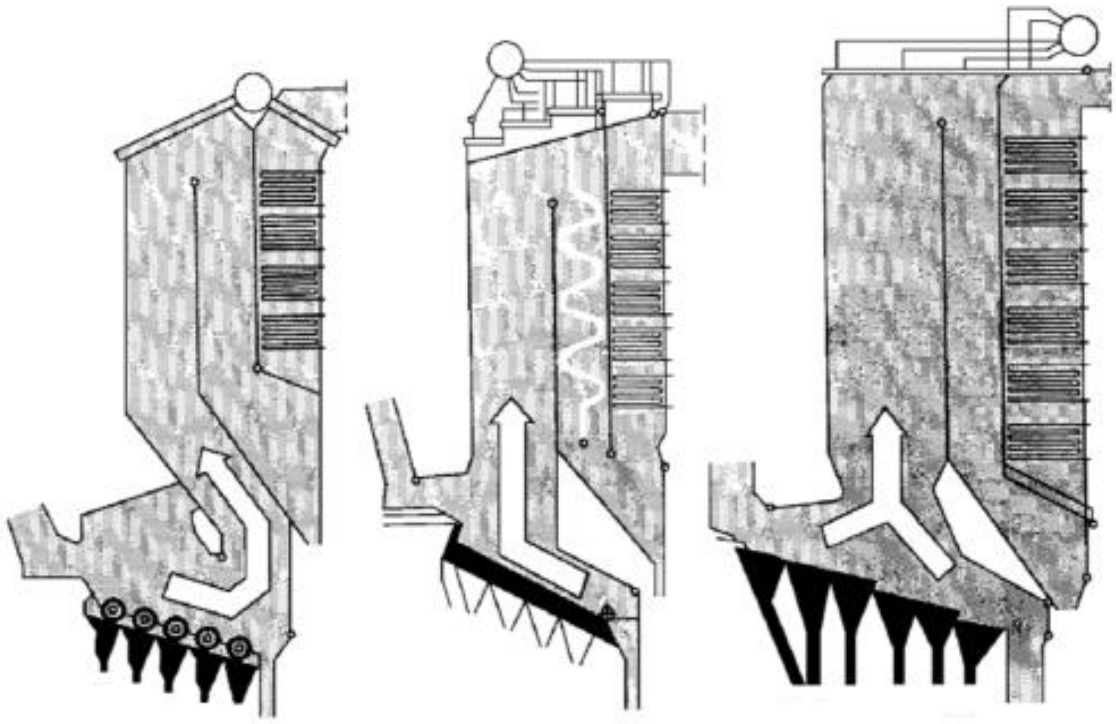
ب-جریان متقابل یا کوره جریان متقابل[2]

در این مورد، هوای اولیه احتراق و پسماند به سمت یک جریان متقابل، از درون محفظه احتراق، هدایت می‌شوند و خروجی گاز جاری، در انتهای جلویی گریت قرار دارد. گازهای جاری داغ خشک شدن و اشتعال پسماند را تسهیل می‌کنند. باید در مورد عبور جریآنهای گاز نسوخته توجه ویژه‌ای به کار رود. به عنوان یک قانون، جریان متقابل نیازمند افزودن هوای ثانویه و بالاتر می‌باشد.

پ- جریان متوسط یا کوره جریان مرکزی[3]

ترکیب پسماند جامد شهری به‌طور قابل‌توجهی متغیر است و جریان متوسط موجب سازگاری، برای امحاء طیف وسیعی از پسماند می‌شود. یک مخلوط خوب از همه جریان‌های گاز جاری، باید از طریق تزریق هوای ثانویه و/یا از طریق خطوط ارتقاء مخلوط[4] در نظر گرفته شود. در این مورد خروجی گاز جاری در میانه گریت قرار دارد.

1- Unidirectional current, co-current, or parallel flow furnace
2- Counter-flow or countercurrent furnace
3- Medium-current or centre-flow furnace
4- Mixture promoting contours



کوره با جریان متوسط　　کوره با جهت جریان مخالف　　کوره با جهت جریانی یک‌طرفه

شکل-ح-۶-طراحی‌های مختلف کوره با جهت های مختلف جریان گاز جاری و پسماند

ح -۳-۱-۵　　تغذیه هوای احتراق

هوای احتراق موارد زیر را تأمین می‌کند:

- شرایط اکسیدکننده؛
- خنک کردن؛
- اجتناب از تشکیل تفاله (لجن) در کوره؛
- مخلوط کردن گازهای جاری.

هوا در محلهای متفاوتی به محفظه احتراق افزوده می‌شود. معمولاً هوای اولیه و ثانویه به آن گفته می‌شود، اگرچه هوای سومی و گازهای جاری که مجدداً گردش می‌یابند، نیز استفاده می‌شوند.

هوای اولیه معمولاً از بونکر (مخزن) پسماند گرفته می‌شود. این کار فشار هوا در سالن بونکر (مخزن) را پایین‌تر آورده و بیشتر بوهای منتشر شده را از محل بونکر (مخزن) حذف می‌کند. هوای اولیه توسط فن‌هایی به درون محل‌های زیر گریت دمیده و در آن جا پخش می شود.توزیع هوا در نقاط زیر گریت را می توان به طور دقیق با استفاده از جعبه‌های باد و شیرهای پخش کن، کنترل کرد.

هوا می‌تواند از پیش گرم شود در صورتی که پسماند تا حدی فاسد شود که پیش خشک کردن آن لازم باشد. هوای اولیه از میان لایه گریت با فشار به درون بستر سوخت وارد می‌شود. هوا میله‌های گریت را خنک کرده و اکسیژن را به داخل بستر احتراق حمل می‌کند.

هوای ثانویه با سرعت بالا به درون محفظه پسماندسوزی دمیده می‌شود، به‌طور مثال از طریق، تیرک‌های تزریق[1] یا از درون ساختارهای داخلی. این کار به منظور یک احتراق کامل و ایمن، انجام شده و مسئول مخلوط شدن شدید گاز جاری و جلوگیری از عبور آزاد جریان گاز نسوخته می‌باشد.

ح -۳-۱-۶ مشعل‌های کمکی

در هنگام شروع، مشعل‌های کمکی، معمولاً برای گرم کردن کوره تا دمای خاصی که گاز جاری از میان آن بتواند عبور کند، به کار می‌روند. این کاربرد اصلی مشعل‌های کمکی می‌باشد. در طول عملیات، اگر دما به زیر مقدار معین شده افت پیدا کند، مشعل‌ها به صورت خودکار روشن می‌شوند. هنگام خاموش شدن کوره، مشعل‌ها، فقط وقتی استفاده می‌شوند که پسماند در کوره مانده باشد.

ح -۳-۱-۷ دمای احتراق، زمان ماند، حداقل مقدار اکسیژن

برای سوزانده شدن کامل گازهای احتراقی، حداقل دمای احتراق فاز گازی°C ۸۵۰ (۱۱۰۰°C برای پسماندهای خطرناک) و حداقل زمان ماند برای گازهای جاری، بالاتر از این دما، مدت زمان ۲s پس از آخرین هوادهی احتراق، در الزامات این استاندارد تعیین شده است.

تجربیات عملیاتی در برخی موارد نشان داده است که دمای پایین‌تر، زمان ماندگاری کوتاه‌تر و سطح پایین‌تری از اکسیژن در برخی موقعیت‌ها، همچنان منجر به احتراق خوبی خواهد شد و ممکن است باعث بهبود شرایط زیست‌محیطی نیز بشود. با این حال، مقدار اکسیژن پایین منجر به ریسک خورندگی قابل‌توجهی می‌شود و بنابراین به مواد حفاظت کننده ویژه‌ای نیاز است.

مقدار کربن مونوکسید در گاز جاری، شاخص آشکارسازی مناسبی برای کیفیت احتراق می باشد.

ح -۳-۱-۸ سوزاندن لجن فاضلاب در تأسیسات پسماندسوز جامد شهری

لجن فاضلاب گاهی به همراه سایر پسماندها، در واحدهای احتراق پسماندسوز شهری، سوزانده می‌شود. جایی که لجن به پسماندسوز پسماندهای‌جامدشهری اضافه می‌شود، اغلب فناوری‌های تغذیه که همراه با صرف هزینه‌های نسبتاً قابل‌توجهی است، به کارمی‌رود.

سه مورد از فناوری‌های تغذیه، به شرح زیر به کار گرفته می‌شوند:

-لجن فاضلاب خشک تا حد٪d.s۹۰[2] به صورت گرد به داخل کوره دمیده می‌شود.

-لجن زهکشی شده٪۲۰-٪d.s۳۰ به صورت جداگانه از طریق افشانه‌هایی به محفظه احتراق فرستاده شده و روی گریت توزیع می‌شود. از طریق برگرداندن پسماند روی گریت‌ها، لجن به صورت یکپارچه بر روی سطح بستر قرار می‌گیرد. تجربیات عملیاتی، بیشتر از ٪۲۰ جرم لجن (با ٪d.s ۲۵) را نشان می‌دهد. تجربیات دیگر نشان داده است که اگر نسبت لجن بسیار بالا باشد (به‌طور مثال بیشتر از ٪۱۰) باشد، مقدار بالایی ازخاکستر که در هوا معلق می‌شود، یا ماده نسوخته در خاکستر ته ماند کوره، می‌تواند ایجاد شود.

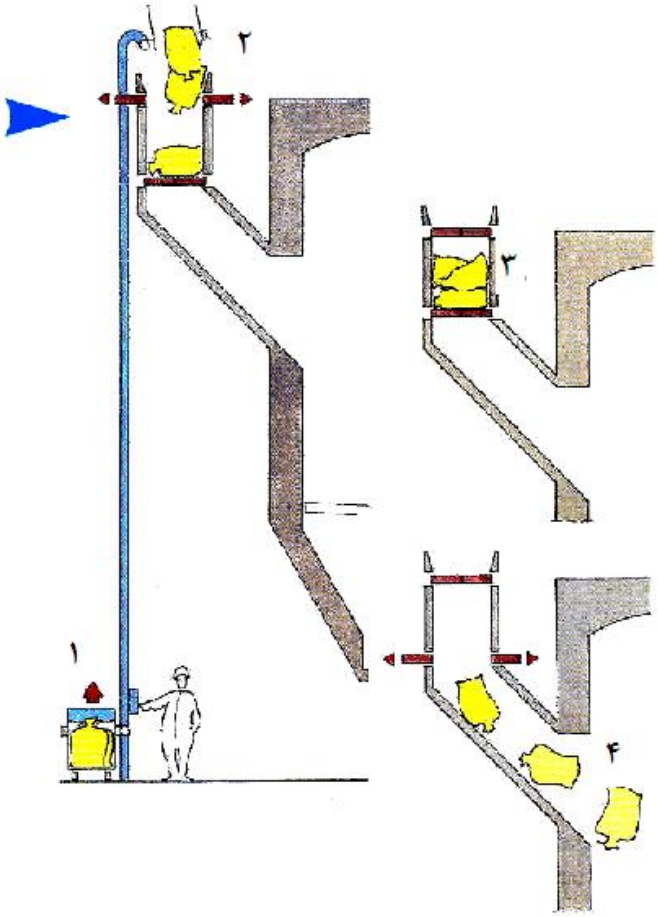
1-Lancesinjections
2-Dried sewage sludge

-لجن زهکشی شده، یا خشک‌شده یا نیمه‌خشک (حدوداً ٪۵۰-٪۶۰ d.s) با باقیمانده پسماند مخلوط شده، یا همراه با آن به محفظه پسماندسوزی تغذیه می‌شود. این عمل در بونکر (مخزن) پسماند، با دوزهای هدفمند، توسط کاربر جرثقیل انجام می‌شود، یا توسط قیف تغذیه از طریق پمپ‌زنی لجن آبگیری شده به قیف یا سیستم‌های پخش‌کننده به بونکر (مخزن)، کنترل می‌شود.

ح -۳-۱-۹ افزودن پسماند بیمارستانی به یک پسماندسوز پسماندهای شهری

قانون مدیریت پسماند پسماندهای پزشکی الزام می‌کند که پسماند بیمارستانی عفونی باید مستقیماً و بدون جابجایی مستقیم. در کوره قرار گیرد، بدون آنکه، از ابتدا با سایر مجموعه‌های پسماند مخلوط شود.

گازهای جاری از پسماندهای مختلف در سیستمهای FGT معمول، تصفیه می‌شوند. در شکل ح-۷ ترتیب مراحل برای یک سیستم بارگیری جداگانه، نشان داده‌شده است.



راهنما:

۱ انتقال زباله

۲ بارگیری در محل ورودی زباله

۳ تکمیل ظرفیت بارگیری در محل ورودی زباله

۴ رهاسازی زباله به سمت پسماندسوزی

شکل ح-۷- مثال‌هایی از سیستم بارگیری زباله‌های بیمارستانی مورداستفاده در یک تأسیسات پسماندسوز زباله‌های شهری

ح -۳-۲ کوره‌های گردان

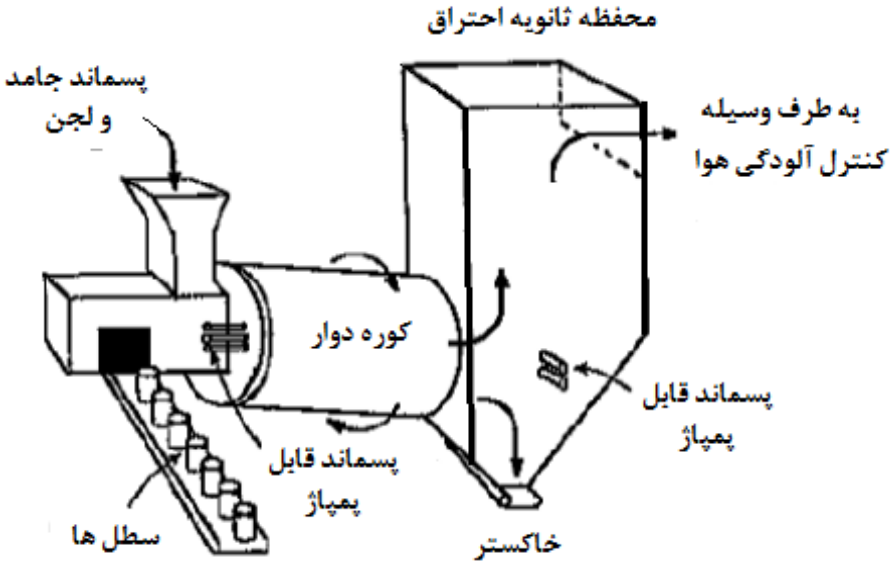
کوره‌های گردان، ابعاد بزرگی دارند و تقریباً هر نوع پسماندی، جدا از نوع ترکیب آن، می‌تواند در این کوره‌ها سوزانده شود. کوره‌های گردان به‌طور وسیعی در سوزاندن پسماندهای خطرناک به کار می‌روند. این فناوری عموماً برای پسماندهای بیمارستانی به کارمی‌رود، اکثراً پسماندهای خطرناک بیمارستانی در دمای بالا در کوره‌های گردان سوزانده می‌شوند، اما این کوره‌ها کمتر برای پسماندهای شهری کاربرد دارند.

دماهای عملیاتی درکوره گردان، حدود°C ۵۰۰ (همانندگازی‌سازی) تا°C ۱۴۵۰ (به عنوان یک کوره ذوب خاکستر با دمای بالا) برای پسماندها، می‌باشد ولی دماهای بالاتر معمولاً، درکاربری‌های غیر از پسماندسوزی استفاده می‌شود.

کوره گردان زمانی که برای احتراق اکسایشی متعارفی استفاده می‌شود، دمای آن معمولاً بالای °C ۸۵۰ است. دماهای بین °C ۹۰۰ تا °C ۱۲۰۰، معمولاً هنگام احتراق پسماندهای خطرناک به کارمی‌روند.

در کل و بر اساس پسماند ورودی، هرچه دمای عملیات بالاتر باشد، ریسک رسوب و صدمات استرس گرمایی به روکش نسوز دیواره کوره، بیشتر می‌شود. برخی کوره‌ها دارای پوشش خنک‌کننده (مانند هوا یا آب) می‌باشند که به افزایش عمر دیواره نسوز و زمان‌های توقف کار کوره جهت نگهداری و تعمیر، کمک می‌کند.

شمایی از یک سیستم احتراق کوره گردان در شکل ح -۸ داده شده است.



شکل ح-۸- شمایی از یک سیستم احتراق کوره گردان

کوره گردان شامل یک محفظه بزرگ استوانه‌ای شکل است که کمی نسبت به محور افقی خود مایل قرار دارد. محفظه معمولاً روی غلطک‌ها قرارگرفته است که اجازه چرخش یا حرکات عقب و جلو، در اطراف محور خود را داشته باشد (حرکات رفت و برگشتی).

پسماند از درون کوره در حال چرخش، توسط نیروی جاذبه منتقل می‌شود. تزریق مستقیم، به ویژه برای پسماندهای مایع، گازی یا نیمه جامد و قابل پمپاژ استفاده می‌شود، به خصوص هر جا که ریسک‌های ایمنی و دقت های ویژه برای کاهش مواجهه کارور، لازم باشد.

زمان ماندمواد جامد در کوره توسط زاویه افقی مخزن کوره و سرعت چرخش آن تعیین می‌شود: زمان ماند در کوره بین ۳۰ min تا ۹۰ min برای دستیابی به یک پسماندسوزی مناسب معمولاً کافی است.

پسماندهای گازی، مایع، جامد و لجن‌ها را می‌توان در کوره‌های گردان سوزاند. مواد جامد معمولاً از طریق یک قیف غیر چرخشی تغذیه می‌شوند، پسماندهای مایع به داخل کوره توسط نازل‌های مشعل، تزریق می‌شوند. پسماندهای قابل پمپاژ و لجن‌ها، ممکن است از طریق لوله‌های خنک شده با آب، به درون کوره تزریق شوند.

برای افزایش تخریب ترکیبات سمی، معمولاً، محفظه پس از احتراق یا محفظه ثانویه اضافه می‌شود. برای اطمینان از امحاء پسماند در حال سوختن و حفظ دماهای مورد نیاز احتراق، از سوزاننده بیشتر، با منظور نمودن پسماند مایع یا سوخت اضافی، استفاده می‌شود.

یادآوری-به منظور اختصار در متن این استاندارد به جای عبارت «محفظه پس از احتراق»، از عبارت« محفظه ثانویه» استفاده می‌شود

ح -۳-۲-۱ کوره‌ها و محفظه‌های ثانویه، برای سوزاندن پسماند خطرناک

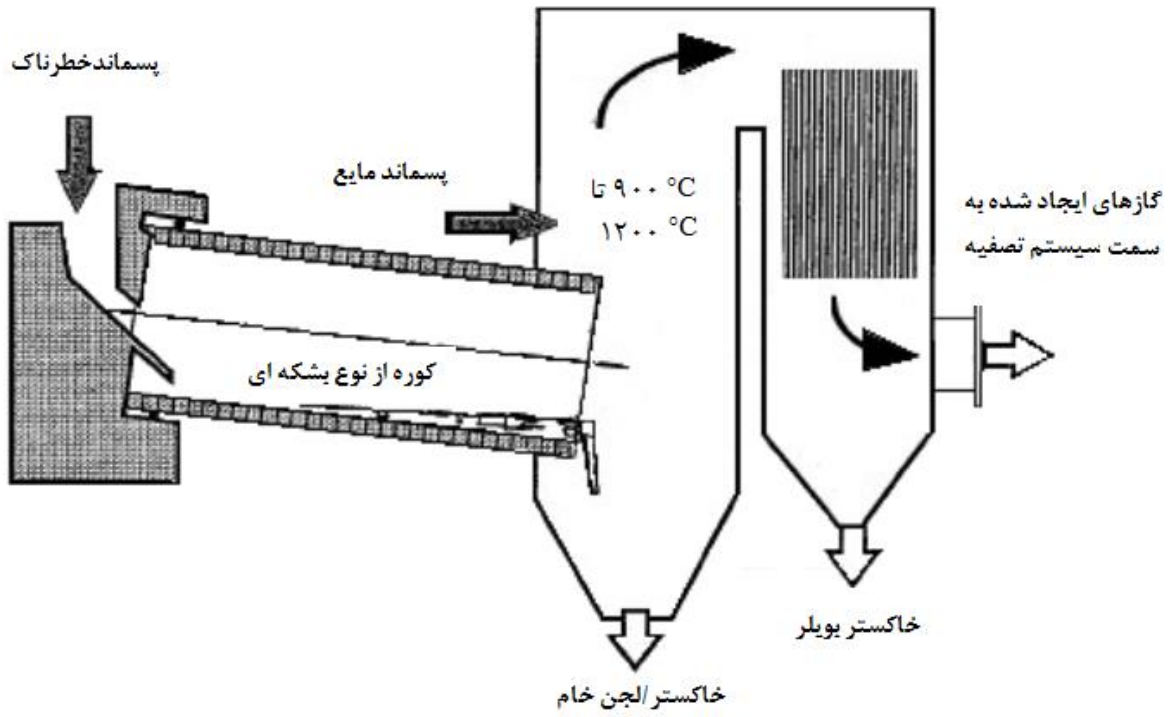
دمای عملیاتی کوره برای احتراق، معمولاً از°C ۸۵۰ تا°C۱۳۰۰ متغیر است. این دما توسط سوزاندن پسماند با ارزش گرمایی بالا، مانند پسماند مایع، پسماندهای نفتی و حرارت دادن گاز یا نفت می‌تواند حفظ شود. کوره گردان با دماهای بالاتر که با سیستم‌های خنک‌کننده آبی خنک می‌شوند، برای عملیات در دماهای بالاتر ارجحیت دارند. عملیات در دماهای بالاتر، ممکن است باعث گداختن خاکستر ته کوره (تفاله) شود. در دمای پایین‌تر، خاکسترهای ته کوره، کلوخ یا زینتر[1] می‌شوند.

دماهای محفظه ثانویه معمولاً از °C ۹۰۰ تا °C ۱۲۰۰ متغیر است که به تأسیسات و پسماند تغذیه شده، بستگی دارد. اکثر تأسیسات، توانایی تزریق هوای ثانویه به محفظه ثانویه را دارند. به دلیل دماهای بالاتر و ارائه هوای ثانویه، احتراق گازهای خروجی کامل شده و ترکیبات آلی مانند (PAH s,PCBsو دی اکسین ها) شامل هیدروکربن‌ها با وزن ملکولی کمتر، تخریب می‌شوند.

ح -۳-۲-۲ کوره بشکه‌ای شکل با محفظه ثانویه برای سوزاندن پسماند خطرناک

برای سوزاندن پسماندهای خطرناک، ترکیبی از کوره‌های بشکه مانند و محفظه ثانویه، موفقیت‌آمیز عمل می‌کند، به طوری که می‌تواند پسماندهای جامد، خمیری، مایع و گازی را به‌طور یکسان تصفیه کند (به شکل ح -۹ رجوع شود).

1- Sintered



شکل ح -۹- کوره بشکه‌ای شکل با محفظه ثانویه برای سوزاندن پسماند خطرناک

کوره‌ای به شکل بشکه با طول m ۱۰ تا m ۱۵ و با نسبت طول به قطر، بین m ۳ تا m ۶ و با قطر داخلی بین m ۱ تا m ۵، برای احتراق پسماندهای خطرناک ساخته می شود. برخی کوره‌های از نوع بشکه مانند، توان عملیاتی تا ۷۰۰۰۰ tone/year را دارند. در ارتباط با مقدار گرمای متوسط پسماند، جایی که بازیابی گرما انجام می‌گیرد، تولید بخار، به همان نسبت افزایش می‌یابد.

واحدهای کوره بشکه مانند، بر حسب ویژگی های پسماند ورودی، بسیار انعطاف پذیرند. دامنه داده‌شده در زیرترکیب پسماند ورودی را نشان می‌دهد:

-پسماندهای جامد٪۱۰ تا ٪ ۷۰؛

-پسماندهای مایع ٪ ۲۵ تا ٪۷۰ ؛

-پسماندهای خمیری، نیمه جامد، ٪ ۵ تا ٪۳۰ ؛

-بشکه‌ها تا ٪ ۱۵.

برای حفاظت از کوره‌های بشکه‌ای شکل از دمای بالای °C ۱۲۰۰، کوره با آجرهای نسوز مجهز شده است. آجرهای نسوز، مقدار بالایی از $Al2O3$ وSiO_2 دارند.

تصمیم‌گیری در انتخاب آجر نسوز مناسب برای هر کاربری به ترکیب پسماند بستگی دارد. آجر نسوز می‌تواند توسط ترکیبات فلزات قلیایی (آلیاژهای فلزی با ذوب پایین) همچنین توسط HF مورد تخریب قرار

بگیرد (SiF_4 تشکیل شود). به منظور محافظت از آجر نسوز دیواره کوره در برابر حمله شیمیایی و نیز صدمات مکانیکی حاصل از افتادن بشکه‌ها، بر روی دیواره، یک لایه ملات سفت شده معمولاً در ابتدای عملیات با کمک پسماندهای ایجادکننده تفاله خوب با مخلوط شیشه یا ماسه و شیشه، تشکیل می‌شود.

دمای کوره معمولاً، بعد از آن، طوری مدیریت می‌شود که این لایه ملات سفت شده را حفظ نمایدکه این مورد بر اساس ماده معدنی پسماندها و احتمالاً برخی افزودنی‌ها مانند ماسه می‌باشد.

در ارتباط با سایر سیستم‌های سطحی آزمایش هایی وجود دارند، اما نه مواد نسوز تزریقی و نه مواد نسوز ممهور[1] هیچکدام، به عنوان گزینه موفق ثابت نشده‌اند. سطوح کوره از نوع بشکه مانند با فولاد آلیاژی ویژه فقط در برخی کاربری‌های ویژه موفق بوده است. مقاومت سطوح ضد حریق به ورودی پسماند وابسته می‌ماند، عمر خدمات دهی بین ۴۰۰۰h تا ۱۶۰۰۰h طبیعی است.

خنک کردن کوره‌های از نوع بشکه‌ای به معنای افزودن عمر خدمات دهی، آن‌ها است. چندین آزمایش مثبت در واحدهای مختلف مورد توجه قرار گرفته است. کوره‌های از این نوع به‌طرف محفظه ثانویه کج می‌شوند. هم‌زمان با این عمل، چرخش کوره کند شده، تقریباً ۳ تا ۴۰ چرخش در ساعت تا انتقال پسماندهای خطرناک جامد که از قسمت جلو تغذیه می‌شوند را تسهیل نماید، همچنین خاکستر ته ماند در طول احتراق در جهت محفظه ثانویه، تولید می‌شود. همه اینها با هم و با خاکستر، ازمحفظه ثانویه، از طریق یک تخلیه کننده مرطوب خاکستر ته ماند، تخلیه می‌شوند. زمان ماندگاری برای پسماندهای جامد، معمولاً مقادیری بیشتر از ۳۰ min می‌باشد.

محفظه ثانویه، زمان ماندگاری برای سوزاندن گازهای جاری تولیدی در زمان احتراق، همچنین برای سوزاندن پسماندهای مستقیماً تزریق شده و پسماندهای گازی را تعیین می‌کند. حداقل زمان ماندگاری بیشتر از ۲s به عنوان مبنا در این استاندارد ذکرشده است. ابعاد محفظه ثانویه و جریان‌های گازی، زمان واقعی ماندگاری به دست آمده را تعیین می‌کند. کاهش زمان ماندگاری می‌تواند ریسک سوخت ناقص گاز را افزایش دهد.

تجربیات عملیاتی در برخی موارد نشان داده است که دماهای پایین‌تر، زمانهای ماندگاری کوتاه تر و سطح پایین‌تری از اکسیژن می‌تواند در برخی موقعیت‌ها، همچنان منجر به یک احتراق خوب شده و انتشار آلاینده‌های به اتمسفر را کاهش دهد.

واحد احتراق کوره بشکه‌ای شکل، با ظرفیت سوزاندن ۴۵۰۰۰ tone/year، در شکل ح-۱۰ نشان داده‌شده است. این واحد به سه مکان اصلی تقسیم می‌شود:

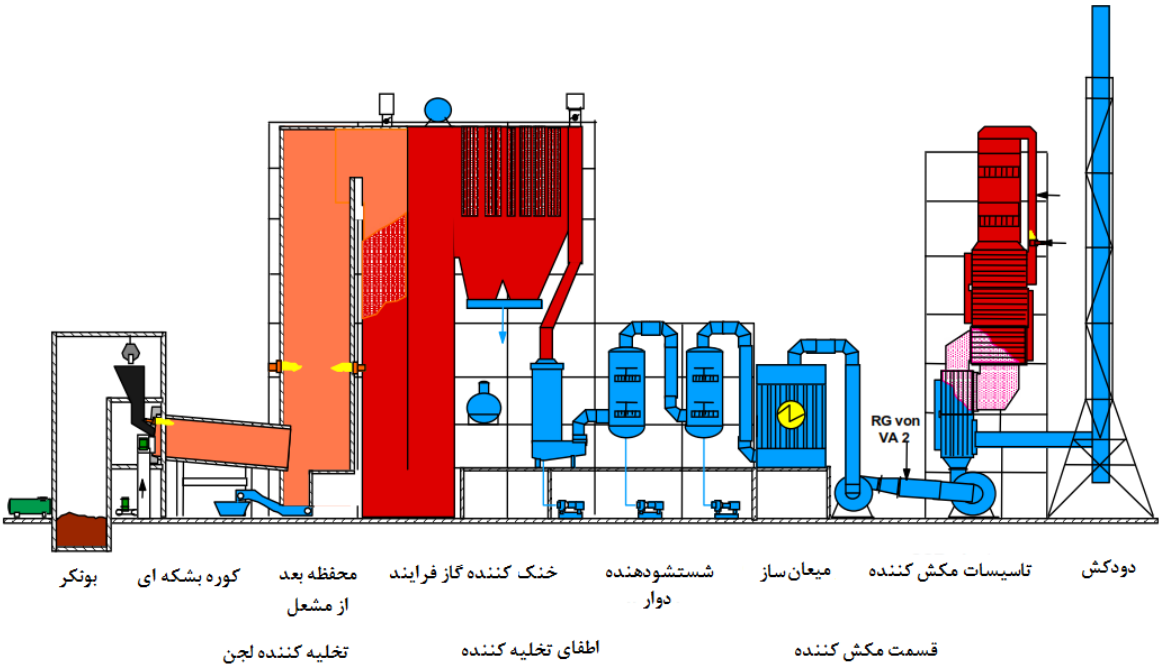
-کوره بشکه‌ای شکل با محفظه ثانویه؛

-بویلر با تأمین گرمایی ناشی از پسماندسوزی برای تولید بخار؛

-تصفیه چند مرحله‌ای گاز جاری.

علاوه بر آن، ساختاری برای ذخیره کردن، سیستم تغذیه و دور ریز برای پسماند و فاضلاب ناشی از اسکراب گاز مرطوب، در طول سوزاندن ایجاد می‌شود.

1- Stamped



شکل ح -۱۰- مثالی از تأسیسات دارای کوره دوار از نوع بشکه‌ای، برای پسماندسوزی پسماندهای خطرناک

ح -۳-۳ بسترهای سیال

پسماندسوزها با بستر سیال به‌طور گسترده‌ای برای احتراق پسماندهایی که به خوبی تفکیک‌شده‌اند، به‌طور مثال RDF[1] و لجن فاضلاب، به کار می‌رود، چندین دهه این پسماندسوزها، بیشتر جهت احتراق سوخت‌های همگن از جمله زغال سنگ، زغال سنگ قهوه‌ای خام، لجن فاضلاب و زیست توده‌ها مانند چوب، مورداستفاده قرارگرفته اند.

پسماندسوز بستر سیال یک محفظه احتراق خطی، به شکل یک استوانه عمودی می‌باشد. دربخش پایینی، بستری ازیک ماده لخت (مانند ماسه یا خاکستر)، بر روی یک گریت یا صفحه توزیع کننده که توسط هوا سیال می‌شود، وجود دارد. پسماند، جهت سوزاندن به‌طور پیوسته به بستر ماسه‌ای سیال، از بالا و یا اطراف، تغذیه می‌شود.

هوای از پیش گرم شده، از طریق ورودی‌های درون صفحه بستر، به داخل محفظه احتراق وارد می‌شودو تشکیل یک بستر سیال حاوی ماسه، در محفظه احتراق را می‌دهد. پسماند از طریق یک پمپ، یک تغذیه گر ستاره‌ای یا مارپیچی، به داخل راکتور تغذیه می‌شود.

در بستر سیال، خشک کردن، فرار سازی، اشتعال و احتراق صورت می‌گیرد. دما در فضای خالی بالای بستر (سطح آزاد) معمولاً بین°C ۸۵۰ و°C ۹۵۰ است. در بالای بستر سیال، فضای آزاد طوری طراحی شده است

1- Refuse-derived fuel

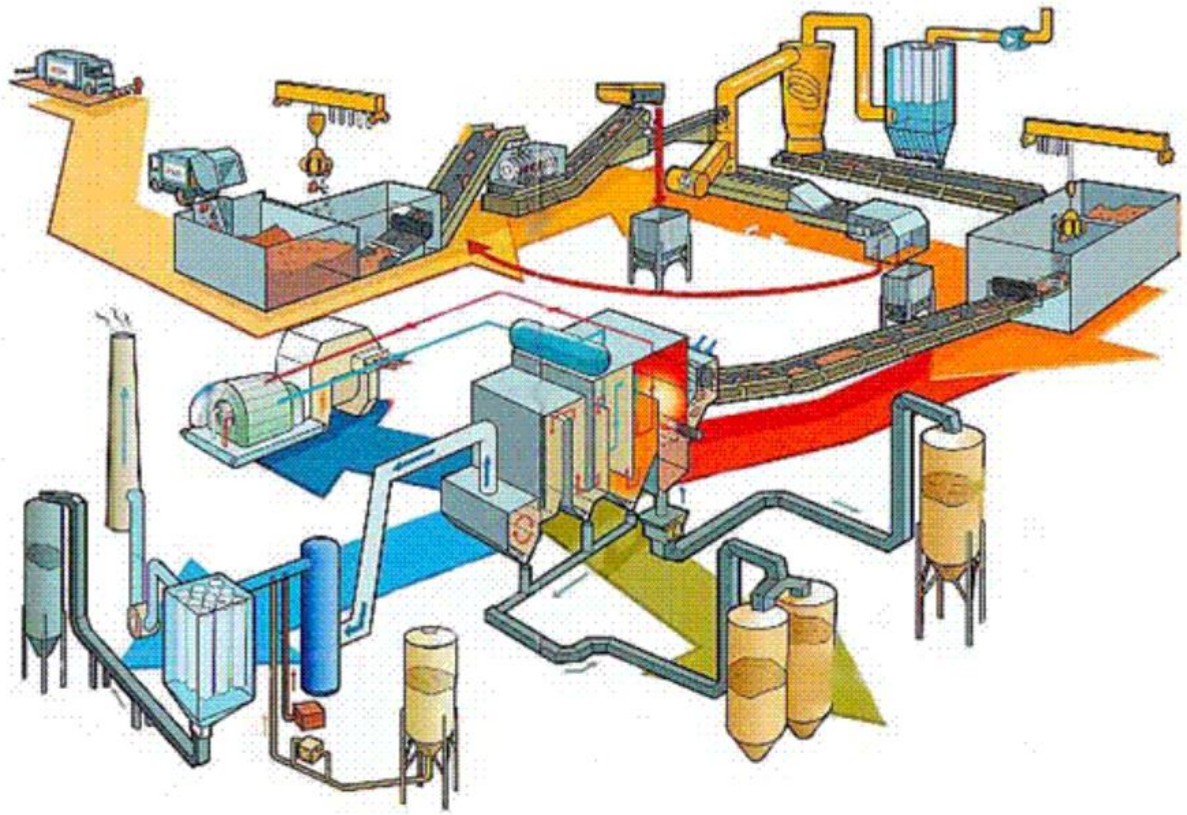
که اجازه نگهداری گازها در منطقه احتراق را بدهد. دمای بستر، کمتر بوده و ممکن است حدود°C ۶۵۰ یا بیشتر باشد.

به دلیل ویژگی راکتور درمخلوط کردن خوب پسماند، سیستم‌های احتراق بستر سیال عموماً توزیع یکسانی از دما و اکسیژن دارندکه نتیجه آن، عملیات پایدار می‌باشد. برای پسماندهای ناهمگن، احتراق بستر سیال نیازمند یک مرحله فرایند مقدماتی آماده سازی پسماند، مطابق با مشخصات اندازه پسماند، می‌باشد. برای برخی از پسماندها این کار از طریق ترکیب کردن مجموعه‌ای انتخابی از پسماندها و/ یا پردازش آنها برای مثال از طریق خرد کردن، قابل دستیابی است. برخی انواع بسترهای سیال (مانند بسترسیال چرخشی) می‌توانند ذرات بزرگتری از پسماند را نسبت به سایر انواع بسترها، دریافت کنند. در این مورد لازم است کوچک کردن اندازه پسماندهای درشت، صورت گیرد.

پردازش معمولاً شامل تفکیک و خردکردن قطعات لخت بزرگ‌تر و تکه تکه کردن است. حذف مواد آهنی و غیر آهنی نیز ضروری است. اندازه ذرات پسماند باید کوچک و دارای حداکثر قطر mm ۵۰باشد، با این حال گزارش هایی مبنی براین که، متوسط قطر قابل‌قبول برای بسترهای سیال چرخشی، mm ۲۰۰ تا mm ۳۰۰ می‌باشد، وجود دارد.

در شکل ح-۱۱ نمودار شماتیک تأسیسات مربوط به پردازش مخلوط پسماند جامد شهری، برای پسماندسوزی در یک واحد بستر سیال نشان داده شده است. چندین مرحله پردازش در شکل نشان داده شده‌اند که شامل پودر سازی[1] مکانیکی و جداسازی پنوماتیک در طول رسیدن به مراحل نهایی پسماندسوزی، تصفیه گاز جاری (FGT) و نگهداری ته ماندها، است.

1- Pulverization



شکل ح-۱۱-شمایی از پردازش پسماندهای شهری، پیش از احتراق در بستر سیال

در طی پسماندسوزی، بستر سیال شامل پسماندهای نسوخته و خاکستر تولیدشده خواهد بود. خاکستر مازاد معمولاً از کف کوره تخلیه می‌شود.

گرمای ایجادشده ناشی از احتراق می‌تواند توسط دستگاه هایی، چه نصب شده در داخل بستر سیال یا در محل خروج گازهای احتراق، یاترکیبی از هر دو شرایط، بازیابی شود.

هزینه نسبتاً بالای مراحل پردازش مورد نیاز برای برخی پسماندها، استفاده اقتصادی از این سیستمها را در پروژه‌های در ابعاد وسیع، محدود کرده است. این امر در برخی موارد با جمع‌آوری انتخابی برخی از پسماندها و تدوین استانداردهای کیفیت برای سوخت‌های مشتق از پسماند (WDF)[1]، برطرف شده است. چنین سیستم‌های کیفی[2]، مفهومی از تولید کردن مواد خام مناسب‌تر برای این فن‌آوری را ارائه می‌دهند. ترکیبی از یک پسماند کنترل کیفی شده (بجای مخلوط پسماند پردازش نشده) و بستر سیال محترق، می‌تواند اجازه بهبود در کنترل فرایند احتراق، ساده سازی و در نتیجه کاهش هزینه‌ها و تصفیه گاز جاری را امکان پذیر سازد.

جدول ح -۳ ویژگیهای برش های مختلف پسماندکه در بستر سیال تصفیه می‌شوند را نشان می‌دهد.

1- Waste derived fuels
2- Quality systems

جدول ح-۳ ویژگی‌های انواع برش های سوخت‌های مشتق از پسماندهای (RDF) پردازش شده در بسترهای سیال

	واحد	پسماند تجاری	پسماند ساختمانی پردازش شده	پسماند تفکیک و پردازش شده خانگی
مقدار ارزش گرمایی کمتر در زمان دریافت	MJ/kg MWh/t	۲۰-۱۶ ۵/۶- ۴/۴	۱۵-۱۴ ۴٫۲- ۳٫۸	۱۶-۱۳ ۴٫۴- ۳٫۶
رطوبت	Wt%	۲۰-۱۰	۲۵-۱۵	۳۵-۲۵
خاکستر	Wt%	۷-۵	۵-۱	۱۰-۵
سولفور	Wt%	کمتر از ۰٫۱	کمتر از ۰٫۱	۰٫۲-۰٫۱
کلر	Wt%	کمتر از ۰٫۱ -۰٫۲	کمتر از ۰٫۱	۱٫۰-۰٫۳
خصوصیات ذخیره‌سازی	Wt%	خوب	خوب	خوب به صورت گلوله ای

فناوری‌های کوره بستر سیال می‌توانند بر اساس سرعت گاز و طراحی صفحه نازل، متمایز گردند:

الف -بسترسیال ساکن یا دمنده[1]

در بسترسیال ساکن یا دمنده (تحت‌فشار اتمسفر و اعمال فشار)، مواد لخت مخلوط می‌شوند اما حرکت رو به بالای جامدات قابل توجه نمی‌باشد (به شکل ح-۱۲ رجوع شود). یک نمونه از بستر سیال دمنده، بستر سیال چرخشی (حول محور) است. در این نمونه، بستر سیال در محفظه احتراق می‌چرخد. در نتیجه زمان ماندگاری طولانی‌تر در محفظه کوره، ایجاد می‌شود. پسماندسوزهای با بستر سیال چرخشی، برای پسماند مخلوط شهری، در حدود ۱۰ سال است که مورد استفاده قرارگرفته اند.

ب- بستر سیال گردشی[2]

در بستر سیال گردشی سرعت‌های بالاتر گاز در محفظه احتراق، باعث تخلیه بخشی از سوخت و ماده روی بستر می‌شودکه مجدداً توسط مجرای گردش دوباره، به درون محفظه احتراق تغذیه می‌شود. (به شکل ح - ۱۳ رجوع شود).

برای شروع فرایند پسماندسوزی، بسترسیال باید حداقل تا دمای اشتعال پسماند افزوده شده (و یا در صورت لزوم دمای بالاتر)، حرارت داده شود. این کار توسط پیش گرم کردن هوا با مشعل‌های گازی یا نفتی انجام می‌شود تا زمانی که احتراق بتواند به‌طور مستقل انجام شود، فعال خواهد بود. پسماندی که به داخل بستر سیال می‌ریزد، توسط عمل سایش و احتراق خرد می‌شود. معمولاً، قسمت اعظم خاکستر، با جریان گاز جاری منتقل شده و نیازمند جداسازی در تجهیزات تصفیه گاز جاری(FGT) است، گرچه تناسب واقعی

1 -Stationary (or bubbling) fluidised bed

2 -Circulating fluidised bed

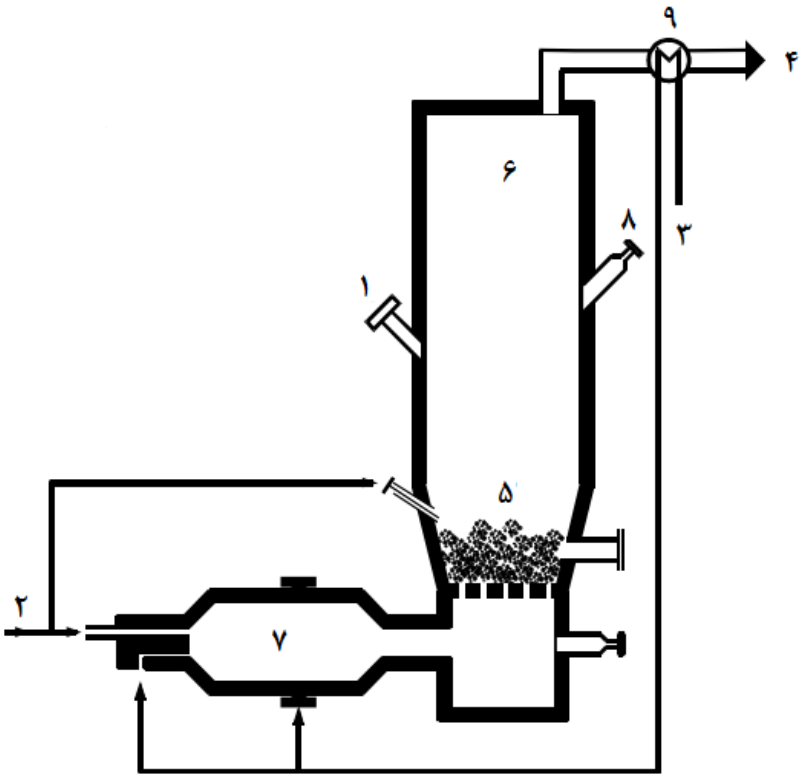
خاکستر ته ماند (تخلیه‌شده از کف بستر) و خاکسترهایی که در هوا پراکنده‌اند، بستگی به فن آوری بستر سیال و خود پسماند دارد.

مشکل ایجاد رسوب که در بویلرهای احتراق پسماند عمومیت دارد، می‌تواند توسط کنترل کیفیت پسماند (اغلب نگهداشتن کلر، پتاسیم، سدیم و آلومینیم در حد پایین) و توسط طراحی بویلر و کوره، مدیریت شود. برخی از طراحی‌های بویلر و کوره، در بستر سیال (اما نه دربویلرهای گریتی پسماند مخلوط) به دلیل دماهای پایدارتر و حضور ماده بستر، می‌توانند به کار گرفته شوند.

ح -۳-۳-۱ پسماندسوزی بستر سیال ساکن یا دمنده

این نوع از بستر سیال عموماً برای لجن فاضلاب و همچنین جهت سایر لجن‌های صنعتی مانند لجن‌های صنایع پتروشیمی و شیمیایی، کاربرد دارد.

بستر سیال متحرک یا ثابت (به شکل ح -۱۲ رجوع شود) شامل یک محفظه احتراق مستطیلی یا استوانه ای شکل، یک بستر نازل و یک مشعل شروع کننده که در زیر قرارگرفته، می‌باشد.



راهنما:

۱ تغذیه لجن با اسپری کردن (پخش کردن)
۲ سوخت اضافی
۳ اکسیژن اتمسفری
۴ گاز زاید
۵ بستر سیال
۶ محفظه بعدازمشعل
۷ محفظه شروع پسماندسوزی
۸پنجره (دریچه) بازرسی
۹ پیش گرم‌کننده هوا

شکل ح-۱۲- اجزای اصلی بستر سیال ساکن یا دمنده

جریان‌های هوایی پیش‌گرم شده، از طریق یک صفحه توزیع کننده بالا رفته و موجب سیالیت مواد بسترمی‌شود. بر اساس این روند، مواد بستر متنوع (مانند شن سیلیکا، بازالت، مولیت و غیره) و اندازه ذرات ماده بستر (در ابعاد تقریباً ۰٫۵ میلی‌متر تا ۳ میلی‌متر) می‌تواند به کار رود.

پسماند از بالا، توسط ماشین های شارژشونده نقاله‌ای روی کناره‌های بستر بارگیری شده، یا به طور مستقیم به داخل بستر سیال می‌تواند تزریق شود، پسماند خرد شده با ماده داغ بستر مخلوط، خشک و تا قسمتی سوزانده می‌شود. بخش باقیمانده (ذرات ریز و فرار) در بالای بستر سیال در فضای خالی بالای بستر سوزانده می‌شوند. خاکستر باقی‌مانده، در قسمت جلوی کوره توسط گاز جاری، تخلیه می‌شود.

مراحل خشک کردن و تخلیه نیز می‌تواند انجام گیرد؛ لذا پسماند بدون نیاز به سوخت اضافی، می‌سوزد. گرمای بازیابی شده از فرایند احتراق ممکن است برای تأمین انرژی خشک کردن پسماند، به کار رود.
در شروع فرایند یا زمانی که کیفیت لجن پایین است (به‌طور مثال، لجن کهنه یا سهم بالایی از لجن ثانویه) سوخت اضافی (نفت، گاز، یا پسماند فسیلی) می‌تواند برای رسیدن به دمای توصیه شده برای کوره، به کار رود (معمولاً ۸۵۰ °C). آب می‌تواند برای کنترل دما به داخل کوره تزریق شود.
قبل از آنکه تغذیه پسماند آغاز شود، کوره معمولاً تا رسیدن به دمای عملیاتی، از قبل گرم می‌شود. به این منظور، یک محفظه احتراق اولیه (به شکل ح -۱۲ رجوع شود) در زیر بستر نازل قرار می‌گیرد. یکی از فواید مشعل‌های بالاسری[1] همین مورد می‌باشد، به‌طوری‌که گرما، به‌طور مستقیم به بستر سیال وارد می‌شود. پیش گرم کردن بیشتر توسط نیزه های سوخت که در بالای بستر نازل به داخل بستر ماسه‌ای بیرون زده‌اند، تأمین می‌شود. زمانی که دمای کوره به دمای عملیات، برای مثال۸۵۰°C برسد، لجن فاضلاب وارد می‌شود.
اندازه کوره به‌طور عمده، توسط تبخیر مورد نیاز (مقطع عرضی کوره)، گرمای بازگشتی در کوره (حجم کوره) و مقدار هوای مورد نیاز، تعیین می‌شود.
مثالی از پارامترهای عملیاتی برای احتراق لجن فاضلاب بستر سیال در جدول ح-۴ نشان داده‌شده است:

جدول ح-۴-ملاک های اصلی عملیات در بسترهای سیال ساکن

پارامتر	واحدها	مقدار
مقدار بخار	Kg/m^2h	۶۰۰-۳۰۰
مقدار هوای ورودی	Nm^3/m^2h	۱۶۰۰-۱۰۰۰
گرمای برگشتی	Gj/m^3h	۵-۳
دمای نهایی پسماندسوزی	°C	۹۵۰-۸۵۰
زمان ماند، فضای باز و منطقه بعد مشعل	s	حداقل ۲
پیش گرم کردن اکسیژن اتمسفری	°C	۶۰۰-۴۰۰

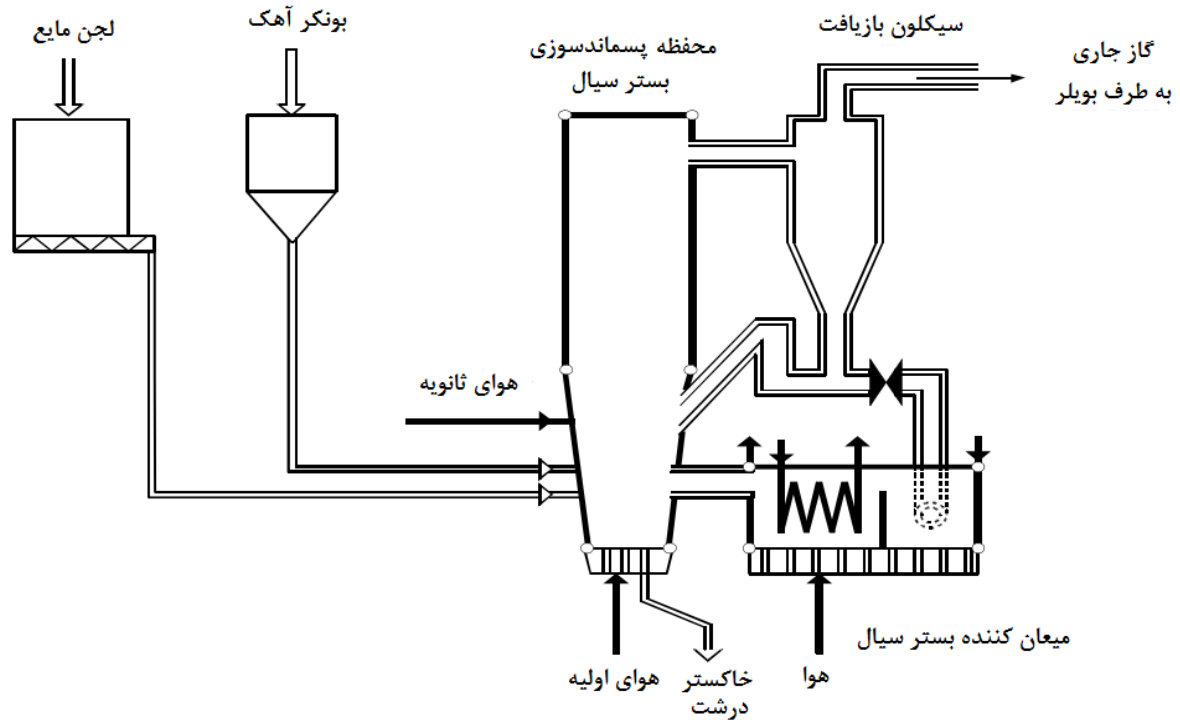
فرایند پیش گرمادهی هوا، با سوخت‌هایی با ارزش گرمایی بالاتر (مانند لجن خشک شده، چوب، تولیدات فرعی از حیوانات) می‌تواند کاملاً حذف شود. گرما می‌تواند از طریق دیواره‌های غشایی یا سیستم‌های مبدل حرارتی غوطه وری[2]، حذف شود.
برخی فرایندها، خشک کردن را به عنوان اولین مرحله، با سایر مراحل ترکیب می‌کنند. بخار لازم برای خشک کردن توسط یک بویلر تولید شده و سپس به عنوان واسط گرما، بدون ارتباط بین بخار و لجن، استفاده می‌شود. بخارات لجن می‌تواند از خشک کن استخراج شده و میعان شود. آب حاصل از تراکم، عموماً

1- Overhead
2- Immersed heat exchange systems

COD بالایی دارد (تقریباً ۲۰۰۰mg/l) و مقدار N محتوی (تقریباً ۶۰۰ mg/l تا ۲۰۰۰ mg/l) و ممکن است دارای آلاینده‌های دیگری مانند فلزات سنگین ناشی از لجن فاضلاب باشد؛ بنابراین اغلب قبل از تخلیه نهایی، نیازمند امحاء خواهد بود. مواد باقی‌مانده غیر متراکم، ممکن است سوزانده شود. بعد از احتراق، گازهای جاری در یک مبدل حرارتی، سرد می‌شوند تا از این طریق پیش گرمایش هوای سوزاننده به دمای تخمینی ۳۰۰°C ودر برخی موارد بالای ۵۰۰ °C، انجام گیرد. گرمای باقی‌مانده در بویلر بخار می‌تواند بازیابی و برای تولید بخار اشباع (سطح فشارتقریباً ۱۰ بار) به کار گرفته شود، این بخار اشباع در عوض می‌تواند برای پیش خشک کردن بخشی از لجن، استفاده شود.

ح -۳-۳-۲ بسترسیال گردشی[1]

بستر سیال گردشی به‌طور ویژه برای پسماندسوزی لجن خشک شده با ارزش گرمایی بالا، طراحی شده است. این نمونه، با ماده بستر ریز و در سرعت بالای گاز کار می‌کندکه بخش اعظمی از ذرات ماده جامد را از محفظه بستر سیال با گاز جاری خارج می‌کند. سپس ذرات در یک جریان گردابی در مسیر جریان، جدا شده و به محفظه احتراق باز می‌گردند. در شکل ح -۱۳ اجزا اصلی یک بستر سیال گردشی نشان داده شده است.



شکل ح-۱۳- اجزای اصلی یک بستر سیال گردشی

1- Circulating fluidised bed (CFB)

مزیت این فرایند این است که گرمای زیادی برگشت داده شده و دمای یکنواخت بیشتری در ارتفاع، با حداقل واکنش حجمی، می تواند بدست آید. اندازه تاسیسات عموماً بزرگ‌تر از بستر سیال دمنده (BFB) بوده و دامنه وسیع‌تری از ورودی پسماند قابل امحاء است. پسماند از یک طرف به داخل محفظه پسماندسوزی تزریق شده ودر دمای°C ۸۵۰ -°C۹۵۰ سوزانده می‌شود. گرمای مازاد از طریق دیواره‌های غشایی و مبدل‌های حرارتی حذف می‌شود. کندانسور بستر سیال، بین سیکلون بازیافت[1] و بستر سیال گردشی (CFB) قرار دارد و خاکستر برگشتی را خنک می‌کند. با استفاده از این روش، حذف گرما قابل کنترل خواهد بود.

ح -۳-۳-۳ کوره پخش کننده-سوخت رسان

این سیستم ممکن است ما بین پسماندسوزهای گریت و بستر سیال، در نظر گرفته شود.

پسماند (برای مثال RDF، لجن و غیره) به صورت پنوماتیک به داخل کوره با ارتفاع چند متری دمیده می‌شود. ذرات بسیار ریز به‌طور مستقیم در فرایند پسماندسوزی شرکت می‌کنند، در حالیکه ذرات درشت‌تر، روی گریت در حال حرکت می ریزند و در جهت مخالف تزریق پسماند، حرکت می‌کنند. همان‌طور که ذرات درشت بر روی فواصل طولانی‌تری پراکنده می‌شوند، زمان طولانی‌تری را روی گریت می مانند تا فرایند پسماندسوزی را کامل کنند. هوای ثانویه، به جهت اطمینان از آنکه گازهای جاری به‌طور مناسب در منطقه پسماندسوزی مخلوط شوند، تزریق می‌شود.

در مقایسه با پسماندسوزی گریتی، پیچیدگی ساختار گریت کمتر است چون به‌طور نسبی گرمای کمتر و بار مکانیکی کمتری دارد. هنگامی‌که با سیستم‌های بستر سیال مقایسه می‌شود، ناهمسانی اندازه ذرات، کمتر اهمیت داشته و ریسک انسداد کمتر است.

ح -۳-۳-۴ بستر سیال چرخشی

این سیستم، توسعه یافته پسماندسوزهای بستر دمنده برای پسماندسوزی می‌باشد. صفحات نازل مایل، ناودان‌های با بستر پهن جهت استخراج خاکستر و تغذیه پسماند با اندازه بزرگ و نقاله‌های مارپیچ(چرخ گوشتی) کشنده پسماند، طراحی‌های ویژه‌ای هستند تا از انتقال مناسب پسماند جامد، اطمینان حاصل شود. کنترل دما در داخل پوشش نسوز محفظه احتراق (بستر و فضای آزاد بالای آن) توسط باز گردش گاز جاری، صورت می‌گیرد. این کنترل دما پسماندسوزی دامنه وسیعی از سوخت‌های دارای ارزش گرمایی، از قبیل هم‌سوزانی[2] لجن‌ها و پسماندهای پردازش شده را امکان‌پذیر می‌کند.

ح -۳-۴ سیستم‌های پیرولیز و گازی‌سازی

ح -۳-۴-۱ مقدمه ای بر گازی‌سازی و پیرولیز

فن‌آوری‌های دیگری برای امحاء حرارتی پسماندها، از دهه ۱۹۷۰ توسعه یافته‌اند. به‌طورکلی این فن‌آوری‌ها برای پسماندهای انتخابی و در مقیاس کوچکتر از تأسیسات پسماندسوزی، به کار گرفته‌شده‌اند.

1-Recycling cyclones
2- Co-combustion

در این فن‌آوری‌ها سعی در جداسازی اجزا واکنش‌هایی شده است که در واحدهای مرسوم پسماندسوزی، توسط کنترل دماهای فرایند و فشارها، به ویژه در راکتورهای طراحی شده، اتفاق می افتند (به جدول ح -۱ رجوع شود).

به مثابه فن‌آوریهای توسعه یافته پیرولیز/گازی‌سازی ویژه، فن‌آوری‌های استاندارد پسماندسوزی (مانند گریت‌ها، بسترهای سیال، کوره‌های چرخشی و غیره) به نحوی سازگار شده‌اند تا تحت شرایط پیرولیز شدن و یا گازی‌سازی کار کنند، به‌طور مثال با کاهش سطح اکسیژن (زیر استوکیومتری) یا در دماهای پایین‌تر. اغلب سیستم‌های گازی‌سازی و پیرولیز، با احتراق سین‌گاز [1] ایجاد شده در مسیر جریان گاز، ترکیب می‌شوند. (به بند ح -۳-۴-۴ در فرایندهای ترکیبی رجوع شود).

به همراه اهداف معمول پسماندسوزی (به‌طور مثال امحاء مؤثر پسماند)، اهداف دیگر فرایندهای گازی‌سازی و پیرولیز موارد زیر می‌باشد:

-تبدیل بخش‌های معینی از پسماند به گاز فرایند (که سین‌گاز نامیده می‌شود)؛

-کاهش الزامات تصفیه گاز توسط کم کردن حجم های گاز جاری.

هر دو فرایند پیرولیز و گازی‌سازی که متفاوت از پسماندسوزی هستند، ممکن است در بازیابی ارزش شیمیایی از پسماند (نسبت به ارزش انرژی‌زایی آن) مورد استفاده قرارگیرد. محصولات شیمیایی مشتق شده ممکن است در برخی موارد، به عنوان ماده خام برای سایر فرایندها استفاده شوند. با این وجود، هنگامی‌که بر روی پسماند به کار گرفته می‌شود، این موضوع متداول است که فرایندهای اساسی احتراق، پیرولیز و گازی-سازی، اغلب روی همان محل و به عنوان قسمتی از فرایندی یکپارچه، ترکیب شوند. در کل، به هنگام نصب تأسیسات این چنین، معمولاً بازیابی مقدار انرژی از پسماند ترجیح بیشتری نسبت به بازیابی ارزش شیمیایی پسماند دارد.

در برخی موارد باقیمانده‌های جامد ناشی از چنین فرایندهایی، شامل آلاینده هایی است که در یک سیستم پسماندسوزی به فاز گازی انتقال خواهد یافت و سپس با تصفیه مؤثر گاز جاری، همراه با باقیمانده های FGT، تخلیه خواهد شد.

سیستم‌ها و مفاهیم ارائه شده زیر، (با سطوح مختلف از موفقیت‌های کسب شده دریک مقیاس صنعتی) توسعه یافته‌اند:

الف- سیستم‌های پسماندسوزی-پیرولیز:

-سیستم ۱: پیرولیز در یک کوره چرخشی- جداسازی کک و ماده غیر آلی– پسماندسوزی گاز پیرولیز؛

-سیستم ۲: پیرولیز در یک کوره چرخشی-جداسازی مواد لخت-احتراق بخش غنی از کربن جامد و گاز پیرولیز؛

-سیستم ۳: پیرولیز در یک کوره چرخشی-متراکم کردن اجزای گاز پیرولیز- پسماندسوزی گاز، نفت و کک؛

-سیستم ۴: پیرولیز روی گریت متصل شده به‌طور مستقیم به پسماندسوزی؛

1- Syngas

-سیستم ۵: پیرولیز روی گریت (با کوره ذوب بعدی برای تولید خاکستر مذاب با مقدار فلزکم در ته کوره)- بستر سیال گردشی (گاز و ذرات سوخته).

ب- سیستم گازی‌سازی برای پسماندها:

-سیستم ۱: بستر ثابت گازی‌سازی -پردازش از نوع خشک کردن ضروری برای مواد ناصاف[1]؛

-سیستم ۲: حوضچه تفاله[2] گازی‌سازی -بعنوان بستر ثابت ولی با تخلیه خاکستر ذوب شده ته ماند؛

-سیستم ۳: جریان حامل گازی‌سازی-برای مایعات، مواد دانه‌ای ریز (گرانوله)، نیمه جامد یا خمیری که توسط نازل به راکتور تزریق می‌شوند؛

-سیستم۴: بستر سیال گازی‌سازی- بستر سیال گردشی گازی‌ساز برای پردازش پسماند شهری، لجن فاضلاب خشک و برخی پسماندهای خطرناک؛

-سیستم ۵: بستر دمنده گازی ساز -مشابه با احتراق کننده‌های بستر سیال حباب‌ساز، اما عملیاتی در دمای پایین‌تر و به عنوان گازی ساز.

پ- سیستم گازی‌سازی-پیرولیز برای پسماندها:

-سیستم۱: فرایند تبدیل-پیرولیز در یک کوره گردان-بیرون کشیدن و امحاء فاز جامد-تراکم فاز گازی- گازی‌سازی جریان حامل بعدی برای پیرولیز گاز، نفت و کک؛

-سیستم ۲: ترکیب پیرولیز و گازی‌سازی و ذوب کردن-پیرولیز جزئی در یک کوره فشاری با گازی‌سازی مستقیم متصل به آن در یک راکتور بستر بسته همراه با افزودن اکسیژن (مانند دما گزین[3]).

سایر سیستم‌ها نیز به منظور پردازش پسماندهایی که در سایر واحدهای صنعتی احتراق می‌یابند، توسعه یافته‌اند. به این فرایندهای پسماندسوزی ترکیبی در این پیوست اشاره نشده است.

ح -۳-۴-۲ گازی‌سازی

گازی‌سازی، احتراق جزئی مواد آلی است تا گازهایی را تولید کند که بتوانند به عنوان ماده خام (از طریق فرایندهای به‌سازی) یا به عنوان سوخت، استفاده شوند.

چندین فرایند گازی‌سازی مختلف قابل‌دسترس و یا درحال توسعه و قابل اجراشدن وجود دارد که در اصل، برای امحاء پسماندهای شهری، پسماندهای خطرناک معین و لجن خشک مستقر شده اند.

این نکته حائز اهمیت است که طبیعت پسماند (اندازه، قوام یاغلظت)، در یک محدوده مجاز از پیش تعیین‌شده، نگهداشته شود. برای مثال پسماند شهری لازم است به‌طور ویژه پردازش شوند.

مشخصه‌های ویژه فرایند گازی‌سازی شامل موارد زیر است:

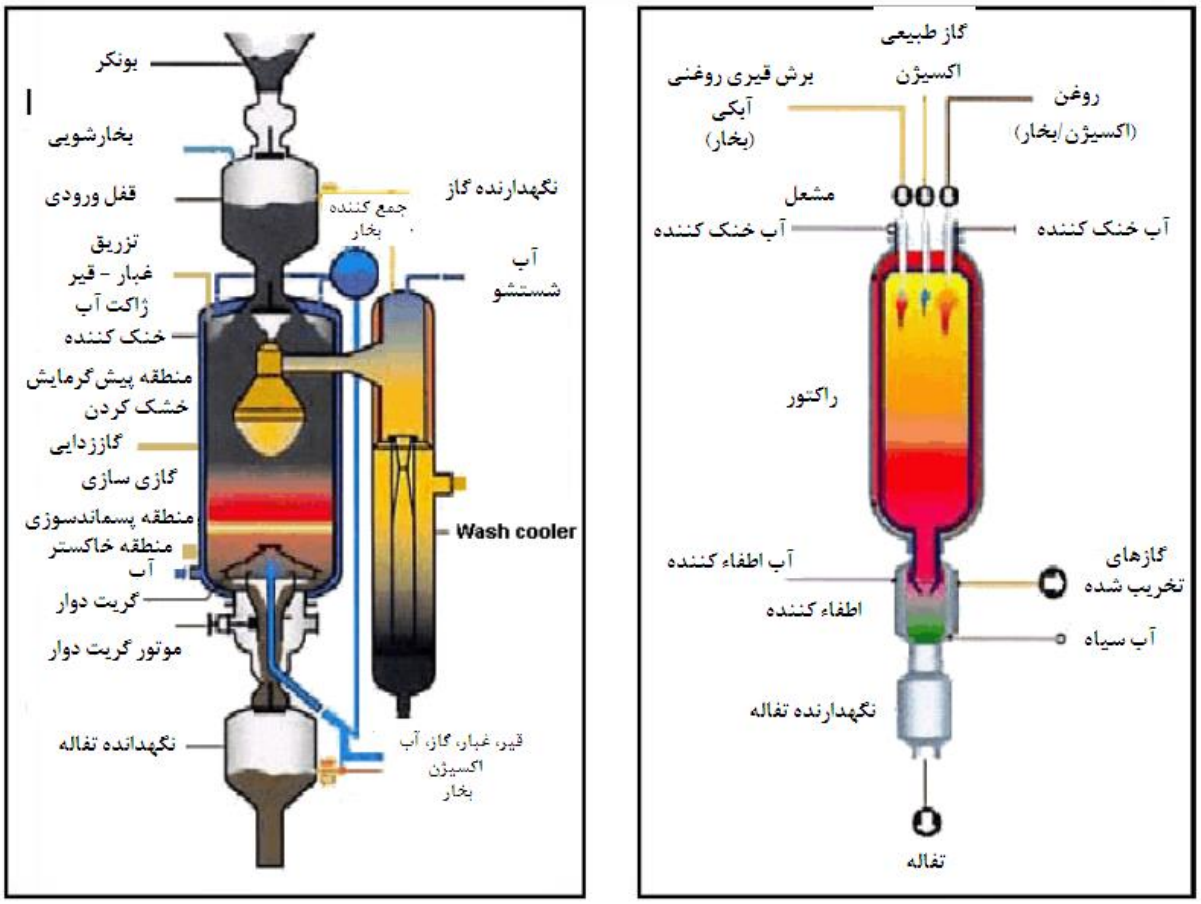
-حجم گاز کمتر، در مقایسه با حجم گاز جاری در پسماندسوزی (تا حداکثر فاکتور ۱۰ با استفاده از اکسیژن خالص)؛

- غلبه تشکیل CO نسبت به CO_2؛

1-lumpy material
2- Slag bath
3- Thermoselect

- فشارهای عملیاتی بالا (در برخی فرایندها)؛
- تجمع باقیمانده‌های جامد به‌عنوان لجن (در گازی‌سازی‌های با قابلیت لجن سازی در دمای بالا)؛
-کلوخ های جمع شده فشرده و کوچک (مخصوصاً در گازی‌سازی تحت فشار)؛
- به کار بردن مواد و انرژی ایجاد شده از گاز سنتزی؛
- جریان‌های کمتر پسآب ناشی از امحاء گاز سنتزی.

راکتورهای گازی‌سازی زیر به کار گرفته می‌شوند:
- بستر بسته گازی‌سازی. (به شکل ح -۱۴ رجوع شود)؛
-بستر سیال گازی‌سازی (به شکل ح -۱۶ رجوع شود)؛
- جریان جاری گازی‌سازی
- گازی‌سازی گردابی؛

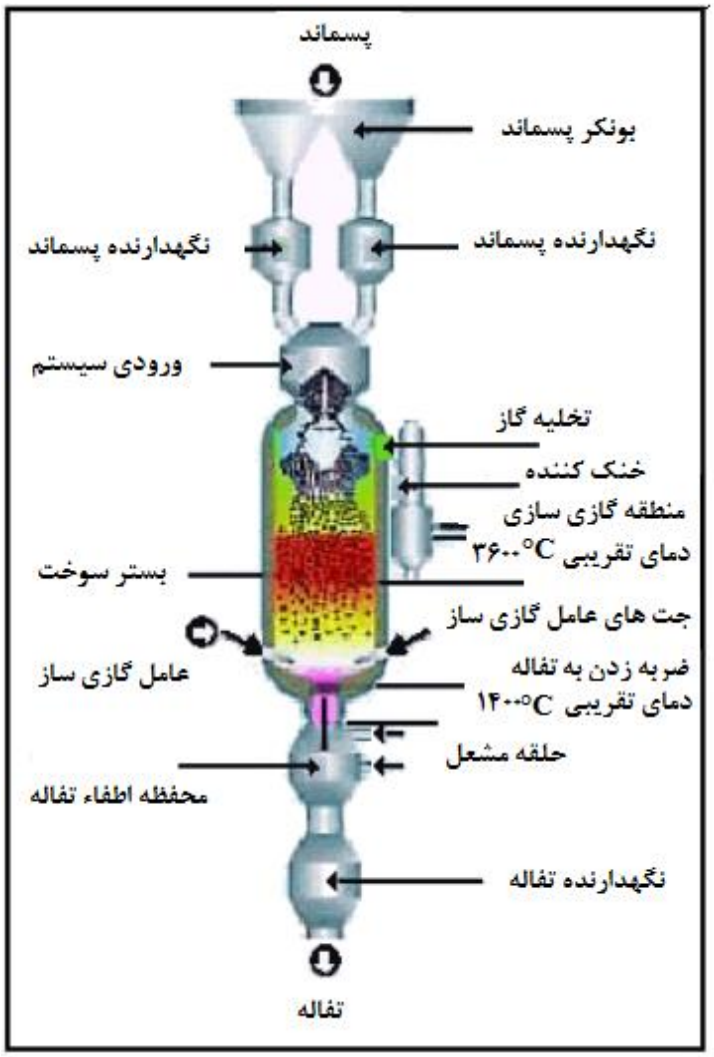


شکل ح-۱۴- نمایش یک گازی‌سازی بستر بسته و جریان جاری

برای استفاده در جریان حامل، بستر سیال یا گازی‌سازی گردابی، مواد تغذیه شده باید به طور کامل گرانوله شده باشد. بنابراین پردازش، به ویژه برای پسماندهای شهری ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، گازی-سازی بر روی پسماندهای خطرناک که مایع، یا خمیری یا گرانوله شده (دانه‌ای) باشند، می‌تواند به مستقیم صورت گیرد.

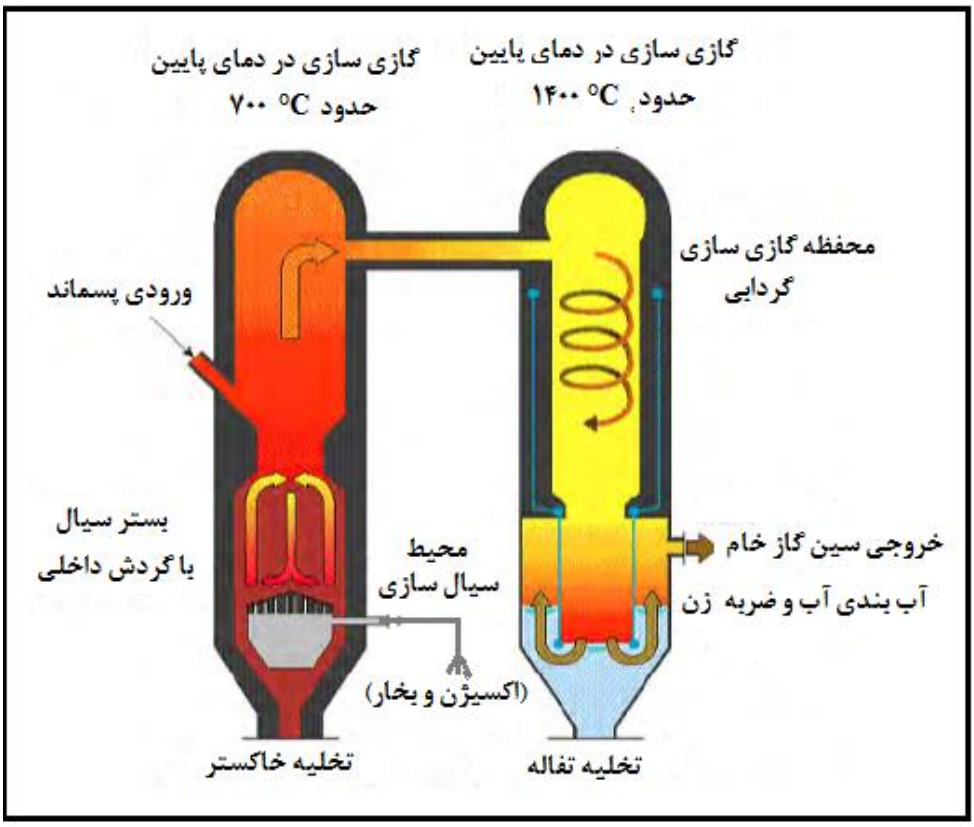
ح -۳-۴-۲-۱ مثال‌هایی از فرایندهای گازی‌سازی

یک فرایند گازی‌سازی در حوض گازی سازی تفاله، در شکل ح-۱۵ نشان داده شده است.



شکل ح-۱۵-حوض گازی‌سازی تفاله

یک فرایند گازی‌سازی پسماند بر اساس بستر سیال، در ترکیب با گازی‌سازی جریان جاری، درشکل ح-۱۶ نشان داده شده است.



شکل ح-۱۶- گازی‌سازی بستر سیال با کوره تفاله، در دمای بالا

این فرایند برای تولید گاز سنتزی از پسماندهای بسته‌های پلاستیکی یا سایر مواد پسماند با ارزش گرمایی بالا، طراحی شده است. اصلی‌ترین اجزا این فرایند یک گازی‌سازی بستر سیال و یک گازی‌سازی مرحله دوم، با دمای بالا می‌باشد. بستر سیال، فرایند گازی‌سازی سریع مواد به‌طور نسبی ناهمگن که به منظور تغذیه نرم[1] به صورت گلوله ای در آمده اند را امکان پذیر می‌سازد. چندین درصد از اجزا غیرقابل‌احتراق، حتی قطعات فلزی، قابل‌پذیرش هستند، درصورتی که خاکستر به طور پیوسته از بستر سیال تخلیه شود. گازی-سازی دمای بالا، به شکل گردابی طراحی شده است تا بتواند ذرات خاکستر نرم روی دیواره را جمع‌آوری کند. بعد از جامد و سخت نمودن[2]، تفاله از طریق تله آبی (آبی که باعث مسدود شدن مجرا و عدم انتشار بوی بد می‌شود) تخلیه می‌شود. هر دو راکتور، تحت فشارافزایش یافته، معمولاً ۸ بار، کار می‌کنند.

سایر متغیرها در فرایند گازی‌سازی ، برای یک جریان متنوع از پسماند، آزمایش شده و توسعه یافته‌اند.

ح -۳-۴-۳ پیرولیز

پیرولیز، جداسازی گاز از پسماندها در غیاب اکسیژن است، در طول فرایند پیرولیز، گاز و کک جامد تشکیل می‌شود. مقادیر گرمای گاز پیرولیز شده، بر اساس پسماند شهری، معمولاً بین $5\ MJ/m^3$ و $15\ MJ/m^3$ و

1- Smooth
2-Vitrification

براساس RDF، بین ۱۵ MJ/m^3 و ۳۰ MJ/m^3 می‌باشد. به‌طورگسترده‌تر «پیرولیز» یک واژه عمومی شامل ترکیبی از تعدادی فن آوری است که به‌طورکلی، مراحل فن آوری زیر را تشکیل می‌دهند:

الف- فرایند بدون شعله سوزاندن؛ تشکیل گاز از ذرات پسماند فرار در دماهای بین ۴۰۰ °C و ۶۰۰ °C

ب- پیرولیز؛ تخریب گرمایی ملکول‌های آلی پسماند بین ۵۰۰°C و ۸۰۰ °C که منتج به تشکیل گاز و یک بخش جامد می‌شود.

پ- گازی‌سازی؛ تبدیل سهم کربن باقیمانده در کک پیرولیز در ۸۰۰°C تا ۱۰۰۰°C به کمک ماده گازی-سازی (مانند هوا یا بخار) در یک فرایند گازی CO,H_2

ت- پسماندسوزی؛ بسته به نوع فن‌آوری، گاز و کک پیرولیز در محفظه احتراق سوزانده می‌شوند.

واحدهای پیرولیز برای امحاء پسماند معمولاً شامل مراحل فرایند اصلی زیر می‌باشد:

۱- آماده سازی و خرد کردن: خرد کن باعث بهبود بخشیدن و استانداردسازی کیفیت پسماند موجود برای عملیات شده و انتقال گرما را تسهیل و ارتقا می‌دهد.

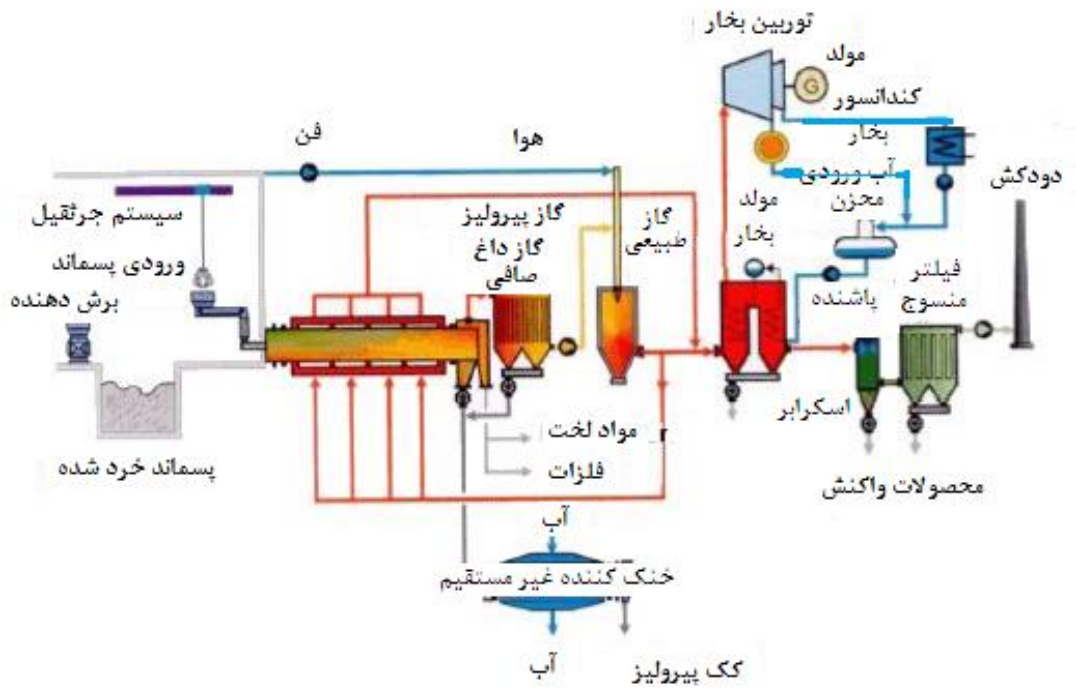
۲- خشک کردن (بسته به فرایند)-یک مرحله خشک کردن مجزا میزان ارزش گرمایی کم[1] گازهای خام فرایند را بهبود داده و بازدهی (راندمان) واکنش‌های جامد-گاز درون پسماندسوزهای کوره گردان را افزایش می‌دهد.

۳- پیرولیز پسماند، در جایی که علاوه بر پیرولیز گازی، یک باقی مانده جامد حاوی کربن انباشته می‌شود که همچنین شامل مواد معدنی و بخش های فلزی است.

۴- امحاء ثانویه پیرولیزگازی و پیرولیز کک، از طریق متراکم کردن گازها جهت استخراج مخلوط های نفتی که انرژی آن‌ها قابل استفاده است و یا سوزاندن گاز و کک، جهت تخریب اجزا آلی و استفاده هم‌زمان از انرژی.

ساختار یک تأسیسات پیرولیز برای امحاء پسماند شهری در شکل ح-۱۷ نشان داده شده است.

1- Low Heat Value (LHV)



شکل ح-۱۷- ساختاریک تأسیسات پیرولیز برای امحاء پسماند شهری

به‌طورکلی، دمای مرحله پیرولیز بین ۴۰۰°C و۷۰۰°C می‌باشد. در دماهای پایین‌تر (حدود ۲۵۰°C) سایر واکنش‌ها با همان گستردگی انجام می‌پذیرند. این فرایند گاهی تبدیل نامیده می‌شود (برای مثال تبدیل لجن فاضلاب).

علاوه بر امحاء گرمایی برخی پسماندهای شهری و لجن فاضلاب، مراحل پیرولیز برای موارد زیر نیز، به کارمی‌رود:

- پاک‌سازی خاک از آلودگی؛
- امحاء پسماند سنتزی و تایرهای مستعمل؛
- امحاء دنباله های سیم و کابل، به همراه مواد با ترکیبات فلز و پلاستیک برای بازیابی ماده.

فواید بالقوه فرایندهای پیرولیزی شامل موارد زیر می‌باشد:

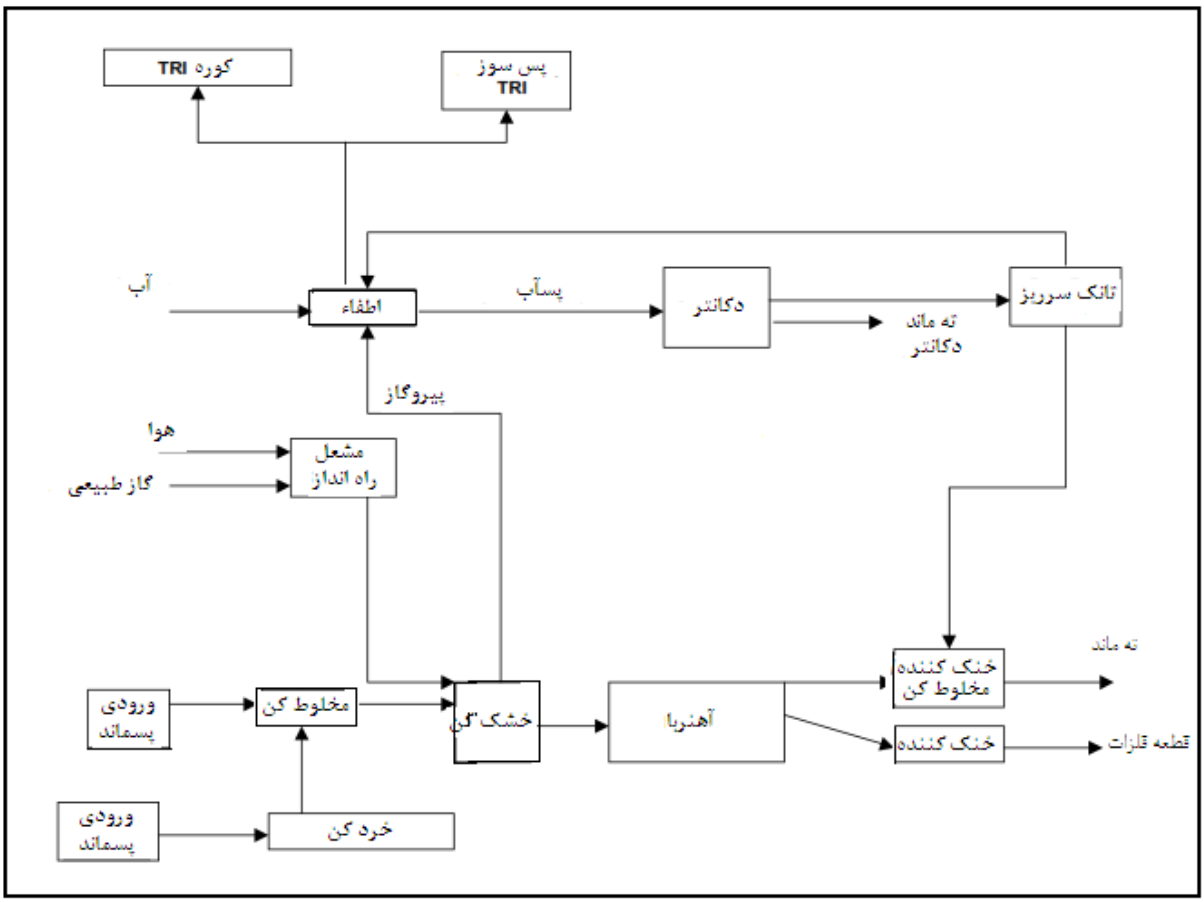
- امکان استحصال[1] مقدار ماده از بخش آلی مانند متانول؛
- احتمال افزایش استفاده از ژنراتور الکتریکی با استفاده از موتورهای گازی و یا توربین‌های گازی بجای استفاده از بویلرهای بخار؛
- حجم گاز جاری کاهش یافته بعد از احتراق که امکان کاهش هزینه‌های FGT تا حدودی وجود خواهد داشت؛

1- Recovery

- امکان مواجه با ویژگی ها برای استفاده خارجی از زغال تولیدشده توسط شستشو (مثال میزان کلر محتوی).

ح -۳-۴-۳-۱ مثالی از فرایند پیرولیز

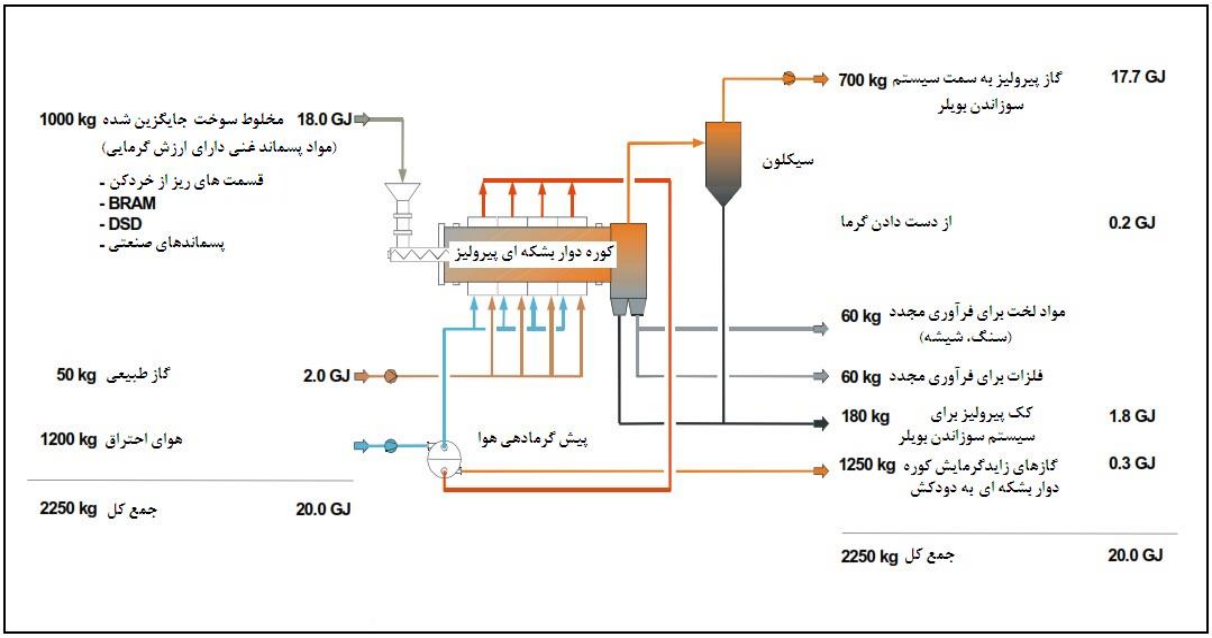
شماتیک کلی از فرایند، شامل جریان اصلی ماده، در شکل ح-۱۸ نشان داده‌شده لست.



شکل ح -۱۸- نمایی از فرایند یک واحد نوعی پیرولیز

ح-۳-۴-۳-۲ مثالی از پیرولیز درترکیب بایک نیروگاه برق

نمونه ای از موازنه انرژی و ارزیابی وزن یک تأسیسات پیرولیز در شکل ح-۱۹ نشان داده شده است.



شکل ح-۱۹-موازنه انرژی و ارزیابی وزن یک تأسیسات کان ترم[1]

ح -۳-۴-۴ فرایندهای ترکیبی

این واژه برای فرایندهایی که شامل ترکیب فرایندهای گرمایی مختلف هستند به کارمی‌رود (پیرولیز، پسماندسوزی، گازی‌سازی).

ح -۳-۴-۴-۱ پسماندسوزی-گازی‌سازی

فن‌آوری‌های زیر، در مراحل مختلفی از توسعه هستند:

۱- پیرولیز در کوره بشکه‌ای ومتعاقب آن، احتراق گاز پیرولیز و کک پیرولیز در دمای بالا؛

۲- پیرولیز در کوره دوار نوع بشکه‌ای که با متراکم کردن قیر و سوختهای نفتی گازی، دنبال می‌شود، متعاقب آن، احتراق گاز و نفت و کک پیرولیز در دمای بالا انجام می‌گیرد؛

۳- پیرولیز روی گریت با ارتباط مستقیم به پسماندسوزی دمای بالا.

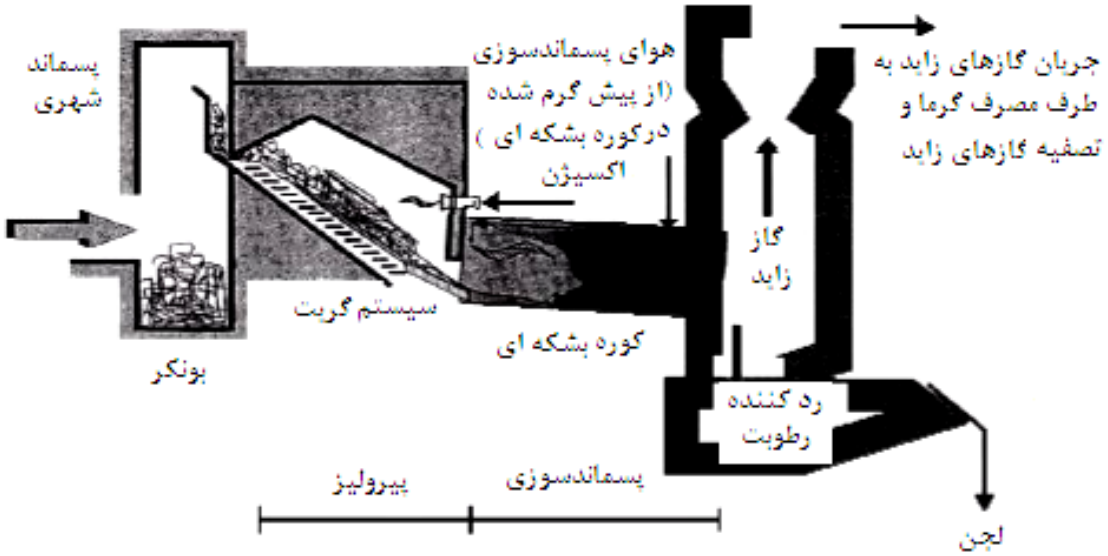
ته ماند جامد ناشی از این فرایندها به صورت گرانوله هستند، که می‌تواند برای استفاده مجدد یا امحاء بعدی، سودمند باشند. لجن فاضلاب به صورت دهیدراته و یا خشک ممکن است هم‌زمان با بخشی از پسماند شهری امحاء شود.

در اصل فرایند شماره ۲ بالا، مشابه فرایند شماره ۱ می‌باشد، اما از دو دیدگاه با هم متفاوت‌اند:

-گازهای پیرولیز هنگام ترک کوره بشکه‌ای، به منظور نگهداشت روغن، گرد وغبار و آب، سرد می‌شوند.

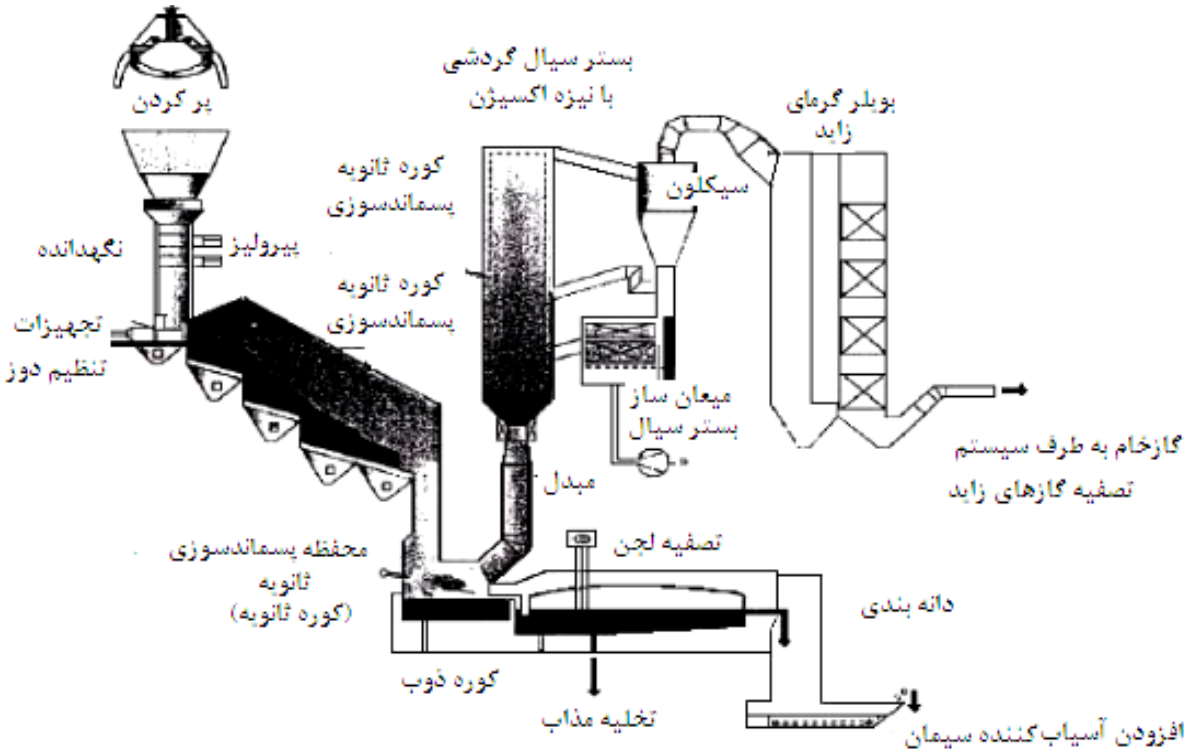
1- ConTherm

-این عمل توسط امحای کسایشی در دمای بالا در یک کوره متراکم ویژه دنبال می‌شود، جایی‌که محصولات پیرولیز، مخلوط آب، روغن، گرد و غبار، کک پیرولیز و گاز پیرولیز سوزانده شده و ته‌ماندهای جامد به مایع مذاب، تغییر شکل می‌یابند.



شکل ح -۲۰- پیرولیز بر روی گریت با اتصال مستقیم به پسماندسوزی با دمای بالا

پیرولیز بر روی گریت با اتصال مستقیم به پسماندسوزی در دمای بالا (شکل ح-۲۰)، از پسماندسوزی مرسوم معمول گریتی توسعه پیدا کرده است، اما با هدف تولید یک مایع مذاب. پسماندها ابتدا بر روی گریت، توسط حرارت مستقیم پیرولیز می‌شوند. منشأ این گرما، پسماندسوزی جزئی گازهای پیرولیز با اکسیژن خالص می‌باشد. در مرحله دوم، محصولات، گاز پیرولیز، کک و مواد لخت، به ترتیب در دمای بالا در ارتباط مستقیم با کوره بشکه‌ای سوزانده شده یا ذوب می‌شوند. باقیمانده مذاب انباشته شده شامل، شیشه، سنگ، فلزات و سایر مواد لخت است و متفاوت از محصولات متناظر فرایند شماره ۱ در بالا است.



شکل ح-۲۱- فرایند RCP[1]

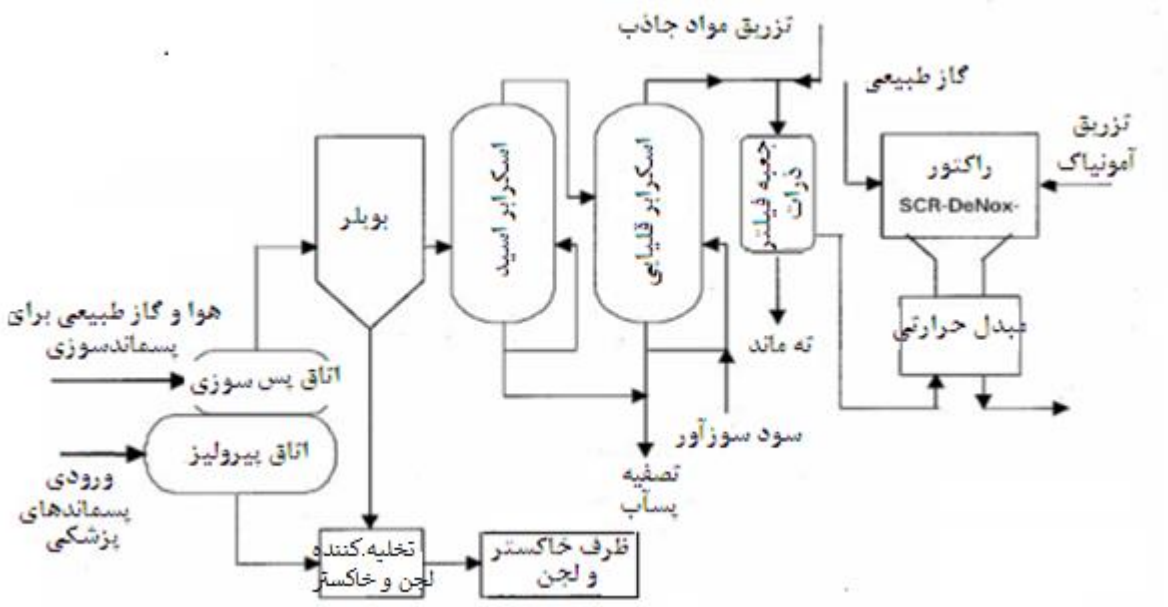
فرایند RCP شکل ح-۲۱ یک پیشرفت در پیرولیز بر روی گریت با اتصال مستقیم به فرایند پسماندسوزی با دمای بالا می‌باشد. خاکستر مذاب ته ماند از اجزای فلزی خالی شده و به یک افزودنی سیمانی، در یک مرحله ویژه امحاء ثانویه، ارتقا یافته است.

تکنیک‌های به‌کار رفته در تصفیه گاز جاری برای سه نوع فرایند ترکیبی پیرولیز که قبلاً ذکر شد، در اصل هیچ تفاوتی با سیستم‌های به‌کار رفته در واحدهای پسماندسوزی پسماندهای شهری، ندارند. همان ته‌ماندها و محصولات واکنش انباشت می‌شوند. نوع و ترکیب آن‌ها، به‌طور عمده بستگی به سیستم انتخاب شده برای تصفیه گاز جاری دارد. با این حال، برخلاف پسماندسوزهای پسماندهای شهری، گرد و غبار درون فیلتر می‌تواند به درون محفظه ذوب بازگردانده شود.

1- Recycled Clean Product

مثال تأسیسات پیرولیز-احتراق برای پسماندهای شهری:

مثالی از واحد پسماندسوز -پیرولیز پسماند شهری در شکل ۲۲ نشان داده شده است.



ح -۳-۴-۴-۲ پیرولیز-گازی‌سازی

دو نوع روش مختلف در فرایند گازی‌سازی –پیرولیز وجود دارد:

- فرایند غیر متصل (پیرولیز با گازی‌سازی متعاقب=فرایند تبدیل)؛
- فرایندهای به طور مستقیم متصل شده.

الف- فرایند تبدیل

در فرایند تبدیل، فلزات و در صورت نیاز، ماده بی‌اثر ممکن است بعد از مرحله پیرولیز خارج شوند. همانطور که گاز پیرولیز و کک پیرولیز نیازمند دوباره گرم شدن در فرایند گازی‌سازی می‌باشند، نیازهای فنی و انرژی، در مقایسه با فرایندهای متصل، ارجح هستند. بخار خروجی میعان شده به‌عنوان پسآب تصفیه و تخلیه می‌شود.

در فرایند تبدیل، پسماند قبل از آنکه بتواند در اولین مرحله گرمایی استفاده شود، لازم است پسماند خرد و خشک شود. این مرحله کم و بیش متناظر با فرایند سوختن بدون شعله[1] می‌باشد.

مراحل بعدی به قرار زیر می‌باشد:

- پیرولیز در بشکه؛
- خارج کردن ته ماند جامد؛
- جداسازی بخش ریز شده غنی از کربن؛
- تفکیک برش های فلزات و مواد لخت.

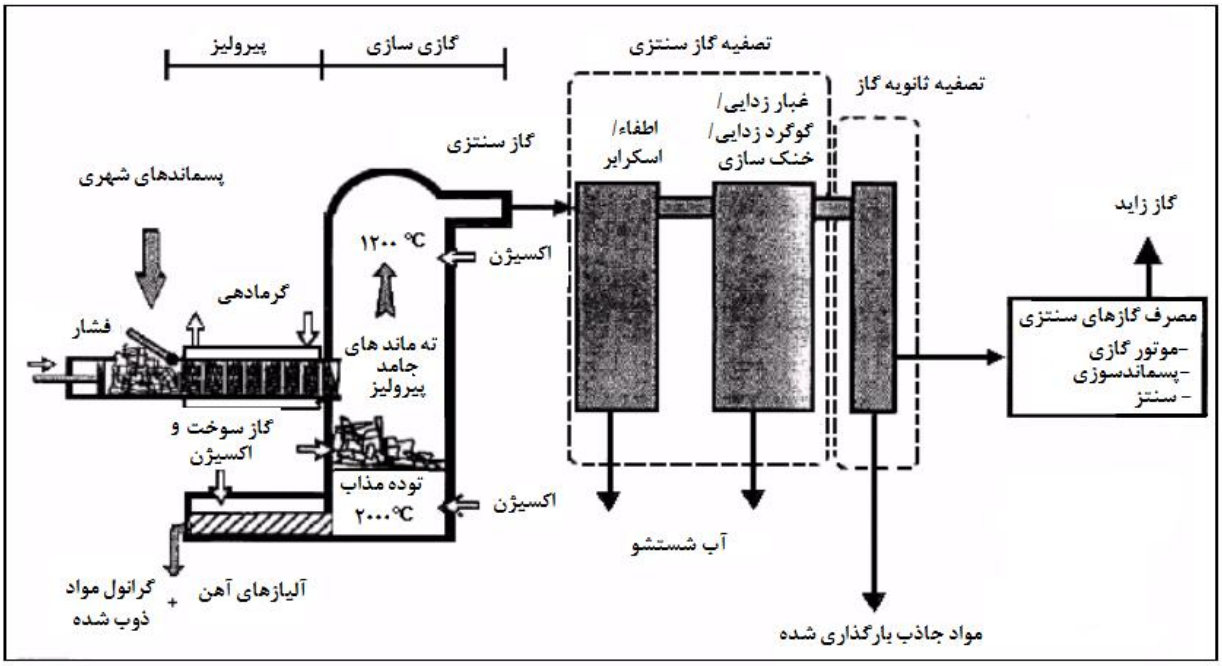
1- Smoulder-burn process

گاز پیرولیز سرد می‌شود تا بخار خروجی و روغن پیرولیز، متراکم و مایع می‌شود. سپس تواما، روغن پیرولیز همراه با ذرات ریز، به مرحله دوم گرمایی وارد می‌شود که یک راکتور گازی‌سازی جریان جاری است. روغن و ذرات ریز در جریان جاری گازی، در فشار بالا و دمای ۱۳۰۰°C گازی‌سازی می‌شوند. گاز سنتزی حاصل، تصفیه شده و سپس برای بازیابی انرژی سوزانده می‌شوند. باقیمانده‌های جامد به صورت گرانول مذاب از طریق یک حوض آب خارج می‌شوند. آن‌ها در نوع و مقدار، متناظر با فرایند سوختن بدون شعله، می باشند.
با اتصال مستقیم، ممکن است نرخ تولید الکتریسیته باپیشرفت همراه باشد، ولی فلزات و مواد لخت ذوب می‌شوند که برای این موضوع تاکنون کاربردی برای آن‌ها یافت نشده است.

ب- فرایندهای ترکیبی گازی‌سازی- پیرولیز و ذوب

در چنین فرایندهایی (به شکل ح -۲۳ رجوع شود)، پسماندهای خرد نشده در یک کوره فشاری[1]، خشک شده و بخشی از آن پیرولیز می‌شود. آنها مستقیما و بدون مزاحمت از این کوره به گاز گازی‌سازی با بستر بسته ایستا،[2] منتقل می‌شوند. در اینجا، آن‌ها (در بخش پایین‌تر) در دمایی حدود ۲۰۰۰°C به کمک اکسیژن اضافی گازی‌سازی می‌شوند. اکسیژن خالص نیز به بخش بالاتر راکتور گازی‌سازی ، جهت تخریب اجزای آلی باقی‌مانده در گاز سنتزی، از طریق واکنش‌های شکستن، گازی‌سازی و اکسایش افزوده می‌شود.
اگر چه گزارش‌ها حاکی از قابلیت تصفیه پسماندها در دامنه وسیع‌تری است، این فرایند بطور عمده برای پسماندهای صنعتی غیر خطرناک و شهری کاربرد دارد. پسماندهای با ارزش گرمایی کم Mj/kg (۶-۱۸) و مقدار رطوبت تا ٪۶۰ ممکن است، امحاء شود. بقایای خروجی خرد کن خودکار، با محتوی کلر حدود ٪۳٫۵، تقریباً معادل با مقدار پسماند جامد شهری، امحاء می‌شود.
گاز سنتز شده به یک فرایند تصفیه (پاک‌سازی) گاز منتقل و سپس سوزانده می‌شود تا از ارزش انرژی آن استفاده شود. باقیمانده‌های جامد اولیه و اصلی، به صورت مذاب، از راکتور خارج می‌شوند. در طول عملیات آزمون، تقریباً ۲۲۰ kg از خاکستر ته‌ماند با تقریباً ۳۰ kg فلز به ازای هر تن از پسماند ورودی، جمع‌آوری می‌شود.

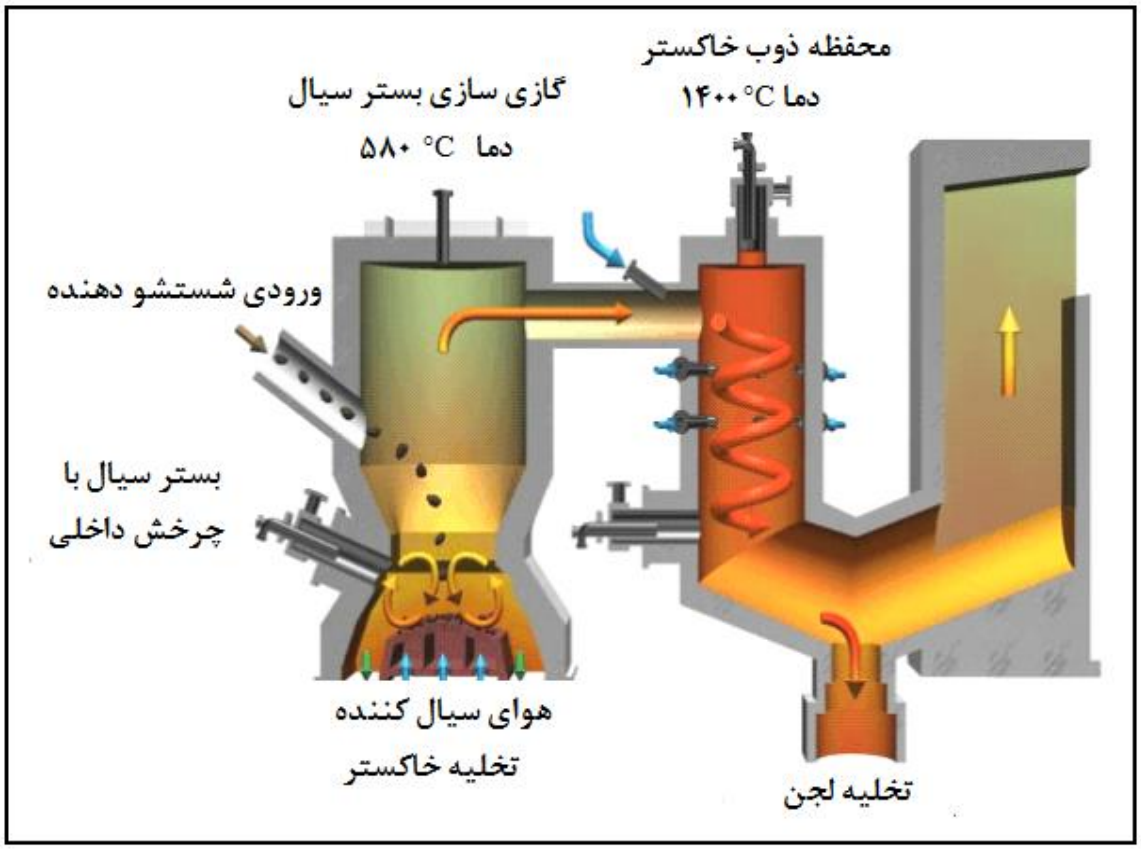
1- Push furnace
2- Standing packed-bed



شکل ح-۲۳- شمایی از پیرولیز فشاری (مثال نشان داده شده به‌وسیله گرماگزینی کار می‌کند)

ح -۳-۴-۴-۳ گازی‌سازی-سوزاندن

مثالی از ترکیب گازی‌سازی و سوزاندن، برای ذوب کردن خاکستر در شکل ح-۲۴ نشان داده شده است.



شکل ح-۲۴- فرایند ترکیبی گازی‌سازی بستر سیال و سوزاندن در دمای بالا

بقایای خرد شده، پسماندهای پلاستیکی یا پسماند جامد شهری خرد شده، در یک بستر سیال حباب‌ساز که چرخش داخلی دارد و در دمای°C ۵۸۰ کار می‌کند، گازی‌سازی می‌شود. ذرات لخت بزرگ‌تر و فلزات در ته بستر تخلیه‌شده و از ماده بستر جدا می‌شوند. ماده بستر به گازی‌سازی برگشت داده می‌شود. خاکستر ریز، ذرات زغال ریز و گازهای قابل‌احتراق به محفظه گردابی ذوب خاکستر منتقل می‌شوند که در آن هوا به منظور دستیابی به دمای دلخواه برای ذوب خاکستر (به‌طور معمول °C۱۳۵۰تا °C۱۴۵۰) اضافه می‌شود.

محفظه ذوب خاکستر، یک قسمت یکپارچه از بویلر بخار، به منظور بازیابی انرژی می‌باشد.

متفاوت از سایر فرایندهای گازی‌سازی ، این فرایند، در فشار اتمسفر و ترجیحا با حضور هوا به جای اکسیژن، کارمی‌کند. پردازش پسماند جامد شهری توسط خرد کردن آن ضروری است تا اندازه ذرات تا قطر mm ۳۰۰ کاهش یابد. پسماندها، در حال حاضر، از طریق این ویژگی، می‌توانند بدون خرد کردن امحاء شوند. درتاسیسات متفاوت از نظر کاری، سایر پسماندها مانند لجن فاضلاب، استخوان وعده‌های غذایی، پسماند بیمارستانی و لجن و تفاله‌های صنعتی بعلاوه پسماند جامد شهری امحاء می‌شوند.

ح -۳-۵ تکنیک‌های دیگر

ح -۳-۵-۱ کوره‌های سوزان ثابت و پلکانی

کوره‌های سوزان ثابت شامل یک جعبه با پوشش نسوز است که در آن پسماندها در کف کوره، اغلب با تزریق سوخت کمکی در بالای پسماند در حال سوخت، برای کمک به نگه‌داشتن دما سوزانده می‌شوند. در برخی موارد مکانیسم بارگیری پسماند یک دریچه ساده ورودی است (گرچه در واحدهای مدرن، عمومیت ندارد زیرا ورود هوای کنترل نشده از این ورودی باعث ایجاد ناپایداری بر روی فرایند احتراق می‌شود)، ویا از طریق یک شیب هیدرولیکی، صورت می‌پذیرد که معیاری از تحریک پسماند را هم ارائه می‌دهد. چنین فرایندهایی اغلب بر پایه یک بهر[1] صورت می‌گیرد که همراه با خاکستر زدایی است که در خلال بارگیری مرحله‌ای یا بهر، روی می‌دهد. مکانیسم خاکسترزدایی، اغلب سیستم‌های کشنده[2] ساده‌ای هستند، در واحدهای قدیمی و کوچکتر، خاکستر زدایی به‌طور دستی توسط کاردک ها انجام می‌شدند، هرچند که این امر باعث مشکلاتی در تجمع هوای ورودی به کوره می‌شود. چنین فن‌آوری بسیار مقدماتی به‌طور گسترده‌ای به کار گرفته‌شده است، به ویژه برای واحدهای پسماندسوزکوچک (کمتر از ۲۵۰ kg/h)، امابه علت قوانین پردازش انتشار هوای پاک، قانون خاکستر سوخته و غیره که چنین سیستم‌هایی نمی‌توانند با اکثرموقعیت‌ها روبرو شوند، کمتر گسترش یافته و به کار می‌روند. چنین سیستم‌هایی در برخی موارد، به منظور ارائه مفهومی از امحاء لاشه حیوانات، قسمت‌هایی از بدن حیوانات، بسته بندی پسماندها و برخی پسماندهای شهری، استفاده می‌شوند، اما به طورکلی فقط با یک توان عملیاتی پایین که در بالا ذکر شد، کار می‌کنند.

کوره‌های سوزان پلکانی، شکل توسعه یافته‌ای از کوره‌های ثابت هستند. این کوره‌ها شامل ۲ تا ۴ کوره ثابت می‌باشند که به صورت پلکانی مرتب شده‌اند. پسماند معمولاً به درون کوره و بالای این پلکان با استفاده از جک هیدرولیک، با فشار به جلو وارد می‌شود. هل دادن و تکان خوردن های پسماند باعث تحریک پسماند شده و اجازه می‌دهد که سوختن پسماند ادامه یابد. این چنین سیستم‌هایی همچنان کاربرد دارند، به ویژه در واحدهایی که دارای توان عملیاتی ton/h ۱ می‌باشند. مکانیسم‌های بارگیری، معمولاً قیف های نفوذناپذیر نسبت به هوا، یا بارگیرهای هیدرولیکی مرحله‌ای یا بهر هستند. خاکسترزدایی معمولاً به‌طور پیوسته و از طریق جریانی از بهرآب[3] اتفاق می افتد تا بتواند با ایجاد خلأ، از ورود هوا به کوره جلوگیری کند. این سیستمها قادر به برآورده کردن الزامات قانونی پیشرفته برای برخی انواع پسماند می‌باشند. سوختن پسماند می‌تواند متنوع باشد و به‌طور قابل‌توجهی به نوع پسماند بستگی دارد. پردازش پسماند از طریق خردکردن معمولاً به دستیابی به استانداردهای مورد نیاز سوختن، کمک می‌کند.

ح -۳-۵-۲ کوره‌های سوزان چنداجاقی

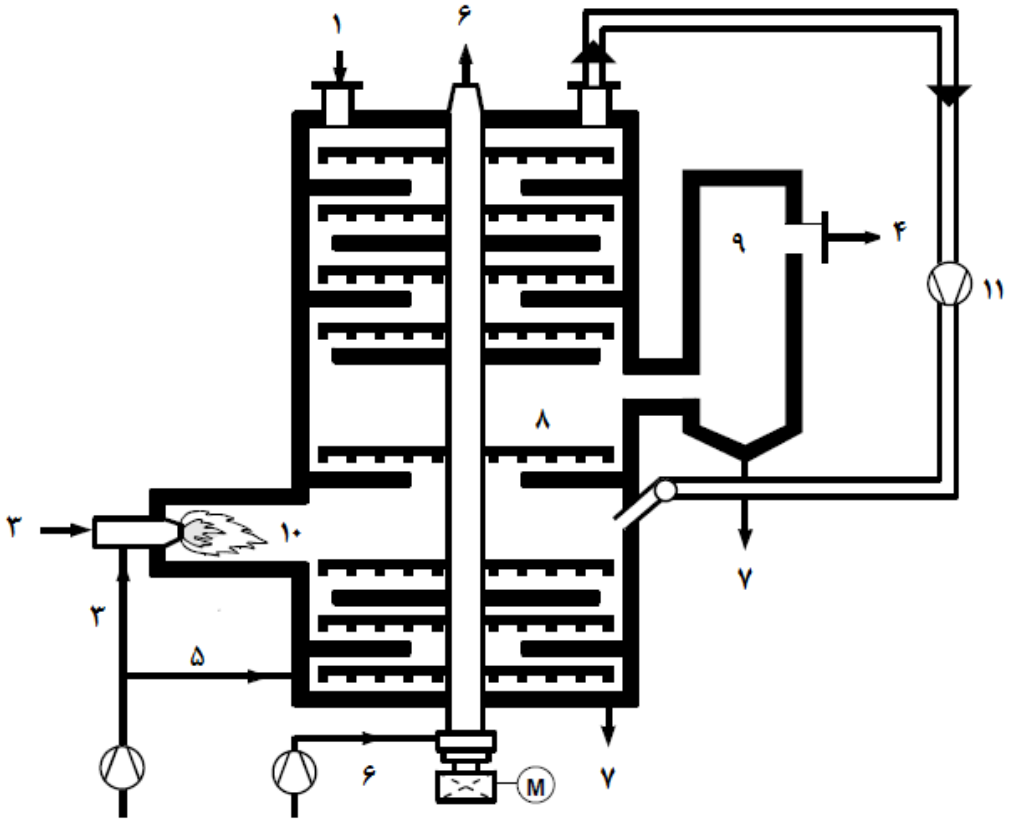
این کوره‌ها عمدتاً برای سوزاندن لجن‌ها، مانند لجن فاضلاب، کاربرد دارند.

کوره‌های سوزان چندگانه (به شکل ح -۲۵ رجوع شود)، شامل یک ژاکت فولادی استوانه ای خطی، لایه‌های افقی و یک محور چرخشی با بازوهای متحرک متصل به آن، می‌باشد. کوره پوششی از آجرهای نسوز دارد.

1- Batch
2- Drag systems
3- Water batch

تعداد سینی‌ها برای خشک کردن، سوزاندن و خنک کردن، بر اساس ویژگی‌های ماده باقی‌مانده تعیین می‌شود. کوره‌های سوزان چند گانه همچنین مجهز به مشعل‌های استارت، مکانیسم دوز دهی لجن، محور چرخشی و دمنده‌های هوای تازه، می‌باشند.

لجن فاضلاب در بالای کوره تغذیه شده و از طریق‌کوره‌های جریان متقابل مختلف، به‌طرف پایین به سوی هوای سوزاننده که در ته کوره تغذیه می‌شود، حرکت می‌کند. کوره‌های بالاتر، یک منطقه خشک کن را ایجاد می‌کنند که در حالی‌که گازهای جاری خنک می‌شوند، لجن رطوبت خود را از دست می‌دهد.



راهنما:

۱	ورودی لجن	۷	خاکستر
۲	سوخت کمکی	۸	کوره سوزان چند اجاقه
۳	اکسیژن محیط	۹	محفظه پس سوزی (کوره ثانویه)
۴	گاز زاید	۱۰	محفظه راه انداز پسماندسوزی
۵	هوای خنک‌کننده خاکستر	۱۱	دمنده چرخان
۶	هوای خنک‌کننده		

شکل ح-۲۵- عملیات اصلی در یک کوره سوزان چند اجاقی

ماده‌ای که باید پسماندسوزی شود در بالاترین لایه کوره عرضه می‌شود. سپس توسط چرخ دنده هم‌زده شده، تقسیم و با فشار از طریق لایه‌های کوره با یک چرخش ثابت، می‌گذرد. در جهت متقابل با لجن، گاز جاری داغ از بالاترین لایه احتراق و از طریق لایه‌های خشک کننده عبور می‌کند. لجن توسط گاز جاری خشک می‌شود و تا دمای اشتعال حرارت می‌بیند. هوای گردشی، با بخار و ذرات فرار، در طول فرایند خشک شدن تقویت می‌شود و سپس به سوی پایین‌ترین لایه پسماندسوزی هدایت می‌شود.
پسماندسوزی اساساً روی اجاق مرکزی اتفاق می افتد. دمای احتراق به°C ۹۸۰ محدود شده است چرا که بالاتر از این دما، دمای ترکیبی خاکستر لجن حاصل خواهد شد و در نتیجه کلینکر[1] تشکیل خواهد شد. به منظور پیشگیری از نشت گازجاری سمی داغ، کوره‌های چند اجاقه همیشه در یک فشار منفی نسبتا کم (جزئی)، کار می‌کنند.
تبدیل ذرات آلی لجن به CO_2 و H_2O در دمای بین°C ۸۵۰ و°C ۹۵۰ اتفاق می افتد. اگر دمای مدنظر پسماندسوزی به‌طور مستقل قابل دستیابی نباشد، از یک مشعل آغازی برای پشتیبانی پسماندسوزی استفاده می‌شود. به‌عنوان جایگزین، سوخت کمکی جامد می‌تواند به لجن اضافه شود. خاکستر تا حدود °C ۱۵۰ در لایه‌های پایین‌تر کوره، با جریان متقابل هوای خنک و خاکستر خارج شده از طریق سیستم خاکستر، خنک می‌شود. گاز جاری که تولید می‌شود از طریق یک محفظه بعد واکنش، با ضمانت زمان ماندگاری ۲ ثانیه، تغذیه می‌شود. ترکیبات کربنی که تبدیل نشده‌اند در اینجا اکسید می‌شوند.

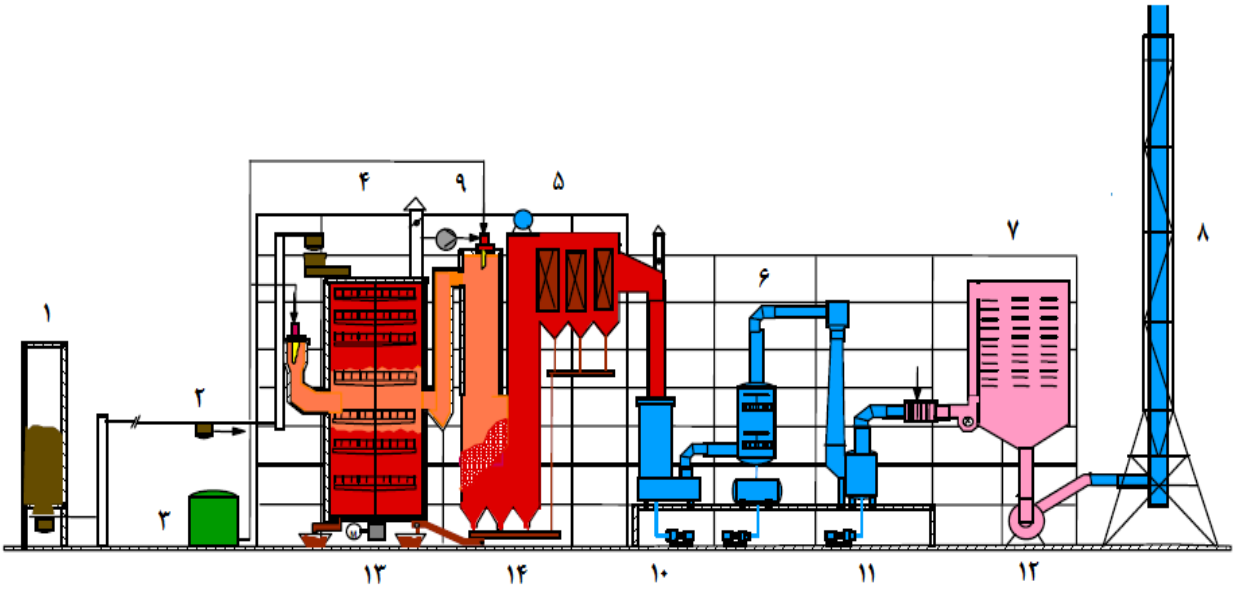
کوره‌های سوزان چند اجاقه برای لجن، جایی که خاکستر قادر به گدازش با کمترین حرارت ممکن بر روی مواد بستر سیال باشد، به کار گرفته می‌شود که در این شرایط می‌تواند منجر به مشکلات عملیاتی در کوره بستر سیال، بشود.
کوره‌های سوزان چند اجاقه می‌توانند از طریق خارج کردن گاز جاری در بالاترین لایه خشک کن، کار کنند و سپس گازهای جاری را به سمت محفظه سوزاندن بعدی (برای مثال محفظه پسماندسوزی) تغذیه کنند. این یک مزیت در مکان‌هایی وجود داردکه تاسیسات مجهز به به بویلر هستند و امکان تغذیه گازهای جاری به آن واحدها می‌باشد. فرایند پس‌سوزاندن[2] و تصفیه گاز جاری در آن واحدها انجام می‌شود. پارامترهای عملیاتی اساسی در جدول ح-۵ نشان داده‌شده است.

1- Clinker
2- After- burning

جدول ح-۵ ملاک های عملیاتی یک کوره سوزان چند اجاقه

پارامترهای عملیاتی	واحدها	مقادیر
ظرفیت تبخیر	Kg/m^2h	۲۵ الی ۴۵
تبدیل گرما در لایه‌های پسماندسوزی	Gj/m^2h	۰٫۴ الی ۰٫۶
دمای نهایی پسماندسوزی	°C	۸۵۰ الی ۹۵۰
زمان ماند، فضای ازاد و منطقه بعد از سوزاندن	s	حداقل ۲
پیش گرمایش اکسیژن محیطی	°C	حداکثر ۶۰۰

در شکل ح -۲۶ مثالی عملی از واحد احتراق لجن فاضلاب با ظرفیت tone/year ۸۰۰۰۰ نشان داده شده است.



راهنما:

۱	بونکرلجن	۸	دودکش
۲	حمل لجن	۹	محفظه پس‌سوزی (کوره ثانویه)
۳	ته‌مانده‌ای مایع	۱۰	اطفاء
۴	کوره با ورقه‌های دوتایی	۱۱	جت شستشو
۵	خنک کننده فرایند	۱۲	مکنده
۶	شستشو دهنده دوار	۱۳	تخلیه خاکستر
۷	جذب کننده جریان	۱۴	تخلیه غبار

شکل ح-۲۶- تأسیسات پسماندسوز لجن فاضلاب با کوره سوزان چند اجاقه

واحد نشان داده شده در شکل ح-۲۶ در کل شامل بخش‌های زیر می‌باشد:
-کوره سوزان چند اجاقه؛
-محفظه پس از احتراق (کوره ثانویه)؛
- بویلر پسآب برای مصارف گرمایی؛
-تصفیه چند مرحله‌ای گاز جاری.

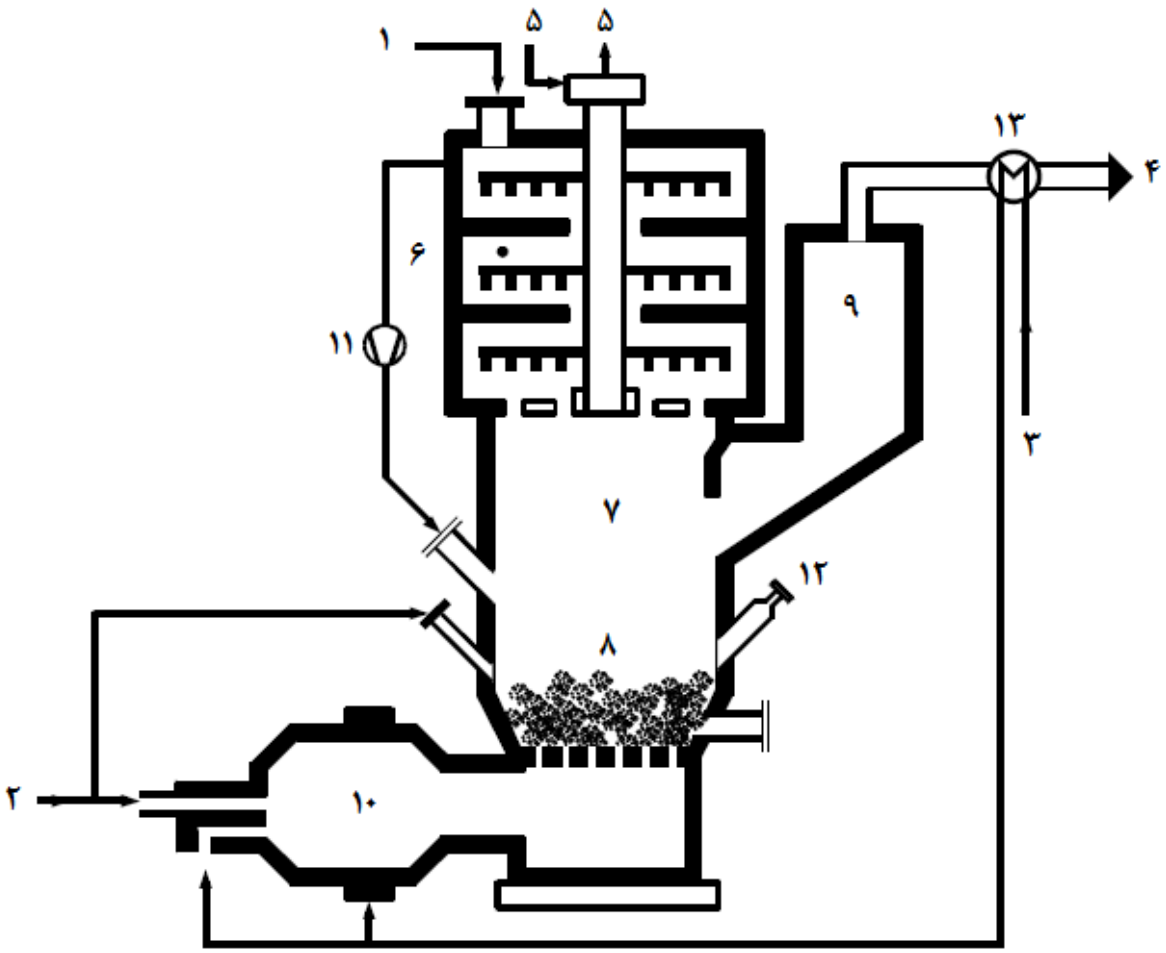
لجن فاضلاب تحت شرایط خاصی قرار می‌گیرد بطوریکه، لجن فاضلاب انباشت شده با اضافه کردن افزودنی‌ها یا سایر تمهیدات به فرمی که برای فیلتر کردن مناسب باشد، تبدیل می‌شود. لجن تا حد امکان با فشردگی درمحفظه فیلتراسیون، تخلیه می‌شود و سپس به‌طور موقت در یک بونکر (مخزن) ذخیره می‌شود. از اینجا، کیک فشرده شده از طریق یک بارگیر سطلی، در سطل‌هایی نگهداشته می‌شود، این سطلها، هر یک، ظرفیت تخمینی۱٫۵ tone را دارا می‌باشند. لجن از این سطل‌ها به درون کانتینر پر کننده، در بالاترین لایه واحد پسماندسوزی بارگیری شده و به‌طور پیوسته به درون کوره تغذیه می‌شود. لجن می‌تواند تا حدود ۱۲ton/h پردازش شود و این مقادیر موجود در ۸ سطل را شامل می‌شود.

ح -۳-۵-۳ کوره بستر سیال چند اجاقه

چند لایه در قسمت فضای آزاد یک بستر سیال ثابت نصب شده‌اند، که لجن را قادر به پیش-خشک کردن با گاز جاری‌کند. با استفاده از این فرایند پیش-خشک کردن، فقط مقدار کمی از آب باید در یک بستر سیال واقعی تبخیر شود، بدین معنا است که سطح گریت و تمام کوره می‌تواند کاهش یابد.

احتراق یکنواخت و همسان در کوره بستر سیال چند اجاقه، از طریق تنظیم هوای عرضه شده، افزودن ماسه و تبخیر در لایه‌ها و در بستر سیال، ارتقا پیدا کرده است. دماهای بالاتر (اختلاف دما بین بالا و پایه کوره) می‌تواند موجب کاهش تشکیل NOx بشود.

اصول کارکرد یک کوره بستر سیال چند اجاقه در شکل ح-۲۷ نشان داده شده است.



راهنما:

۱	ورودی لجن	۸	بستر سیال
۲	سوخت کمکی	۹	محفظه پس سوزی (کوره ثانویه)
۳	اکسیژن محیط	۱۰	محفظه راه انداز پسماندسوزی
۴	گاز زاید	۱۱	دمنده چرخشی
۵	هوای خنک‌کننده	۱۲	پنجره بازرسی
۶	منطقه پیش خشک کردن	۱۳	پیش‌گرم‌کننده هوا
۷	منطقه پسماندسوزی		

شکل ح-۲۷- اصول کارکرد یک کوره بستر سیال چند اجاقه

ح -۳-۵-۴ سیستم‌های مدولار[1]

احتراق پسماند می‌تواند با یک روش انتخابی با امکانات و لوازم کوچکتر که برای موارد زیر اختصاصی شده‌اند، اتفاق بیفتد:

-انواع ویژه پسماندها؛ یا

-پسماندهای از پیش امحاء شده.

این نوع حالت خاص پسماندسوزی، اغلب در تاسیسات سفارشی صنعتی و تجاری انجام می‌گیرند که معمولاً مقادیر ثابتی از جریان پسماند را دریافت می‌کنند. در نتیجه، آنها معمولاً از شرایط بهینه شده عملیات سود برده و و مقادیر خیلی کمتری از پسماندرا امحاء می‌کنند.

یکی از طرح‌های مورد استفاده در پسماندسوزهای دو مرحله‌ای یا «starved-air» به این صورت می‌باشد که در آن پسماندها به‌طور نسبی سوزانده شده و در انتهای جلویی یک اجاق به‌طور نسبی پیرولیز شده و زغال حاصل از آن به‌طور کامل در بخش پشتی می‌سوزد.

بسته به طراحی کوره، پسماندهای متفاوتی در چنین سیستم‌هایی امحاء می‌شوند. همان‌طورکه این سیستم‌ها در مورد پسماندهای‌ویژه غیرخطرناک صنعتی (مانندبسته بندی‌ها و پسماندهای کاغذی، صنعت ماهی) به خوبی عمل می‌کند، فرایندهای مدولار نیمه پیرولیز به‌طور موفقیت آمیزی بر روی پسماندهای شهری پردازش شده نیز، به کارمی‌رود. تأسیسات با دامنه ۳۵۰۰۰ tone/year تا ۷۰۰۰۰ tone/year در اروپا، در حال کار هستند. گزارش هایی وجود دارد که نشان می‌دهد، در این تأسیسات انتشار گاز NO_x به پایین‌تر از ۱۰۰ mg/m^3گزارش شده است، بدون آنکه کاهش ویژه‌ای در ,NOx داده شود که به‌طور عمده به دلیل توجه ویژه به طراحی و کنترل احتراق بوده است. درحالی‌که هزینه‌های هر واحد امحاء در تأسیسات پسماندسوز با این مقیاس معمولاً بسیار بالا می‌باشد، هزینه سیستم‌های مرتبط با جریانهای ویژه پسماند، به‌طور وسیعی از طریق ترکیب موارد زیر کاهش یافته است:

- ممکن است از سیستم‌های ساده تصفیه گاز در مقیاس کوچک استفاده شود، چنانچه تغییرات گاز جاری کاهش داده شده باشد؛

- استقرار تأسیسات درمجاورت مکان‌های مصرف کننده‌های گرما، برای افزایش عرضه انرژی که می‌تواند هزینه‌های دفع و امحاء را جبران کند.

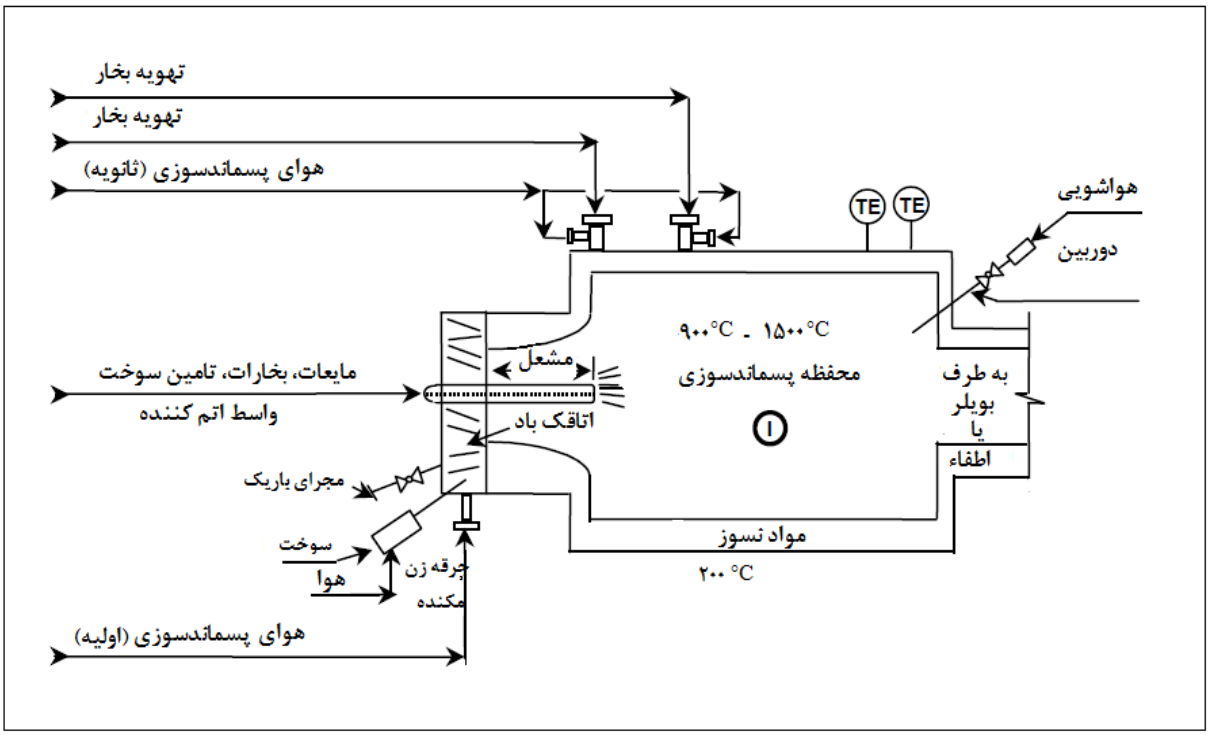
ح -۳-۵-۵ محفظه‌های پسماندسوزی برای پسماندهای گازی و مایع

محفظه‌های پسماندسوزی به‌طور ویژه‌ای برای پسماندسوزی پسماندهای گازی و مایع و نیز برای جامدات مخلوط در مایعات، طراحی شده‌اند (به شکل ح-۲۸ رجوع شود). یک کاربرد متداول محفظه‌های پسماندسوزی در صنایع شیمیایی برای پسماندسوزی مایع و گاز فرایندی است. در پسماندهای حاوی کلرید،HCl را می‌توان به منظور استفاده بازیابی کرد.

1-Modular

همه محفظه‌های بعد از احتراق (کوره‌های ثانویه) در تأسیسات پسماندسوز پسماند خطرناک، به‌طور اساسی محفظه‌های پسماندسوزی هستند. در یک تأسیسات محفظه بعد احتراق (کوره‌های ثانویه) آنقدر وسیع طراحی شده است که تمام فرایندهای گرمایی در آن انجام می‌شوند.

به منظور اطمینان از تخریب مناسب پسماندهای ورودی به محفظه، معمولاً دماهای عملیاتی تعیین و انتخاب می شوند. به عنوان نمونه در سیستم های کاتالیزوری به کار رفته برای جریان های ویژه پسماند از دمای کاهش یافته ۴۰۰°C تا ۶۰۰°C استفاده می شود. به‌طورکلی، دماهای بالاتر از ۸۵۰°C برای محفظه‌های غیر کاتالیزوری انتخاب شده است. سوخت‌های کمکی به طور جایگزین، برای نگهداشتن شرایط پایدار احتراق استفاده می‌شوند. بازیابی گرما ممکن است برای عرضه جریان آب داغ از سیستم به بویلر به کار رود.



شکل ح -۲۸-اصول یک محفظه پسماندسوزی برای پسماندهای گازی و مایع

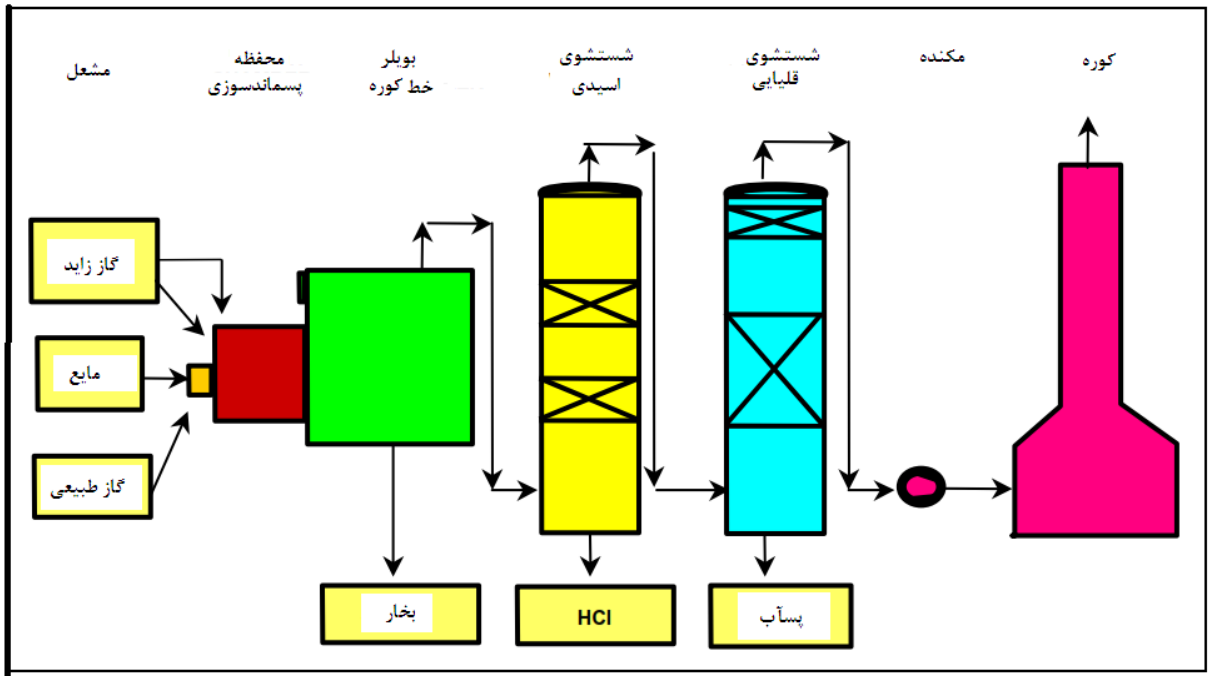
ح -۳-۵-۶ محفظه پسماندسوزی گردابی برای لجن فاضلاب

محفظه پسماندسوزی گردابی، در اصل برای پسماندسوزی کک قدیمی ناشی از تصفیه (پاک‌سازی) گاز جاری، در تأسیسات پسماندسوز توسعه یافته است؛ اما اکنون برای امحاء گرمایی لجن فاضلاب نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهترین اندازه ذرات برای اشتعال گاز بین ۱ mm تا ۵ mm می‌باشد. در نتیجه، فقط لجن فاضلاب خشک گرانوله شده می‌تواند استفاده شوند.

گرانول‌های سوخت مبتنی بر جاذبه، از طریق یک شوت شعاعی[1] که به صورت قیف فلزی با قابلیت خنک سازی با هوا طراحی شده، به قسمت پایین‌تر محفظه پسماندسوزی، وارد می‌شود. اکسیژن اتمسفری به درون محفظه پسماندسوزی، در سطوح مختلف هوا، دمیده می‌شود. هوای اولیه به صورت زاویه دار از قسمت پایین‌تر قیف عبور کرده و به کوره وارد می‌شود و هوای ثانویه به لایه‌های مختلف از طریق جت هایی که به‌طور مماس در بالای تغذیه سوخت قرار دارند، تزریق می‌شود. توزیع هوای اولیه و ثانویه بر اساس خصوصیات سوخت ویژه، متفاوت خواهد بود.

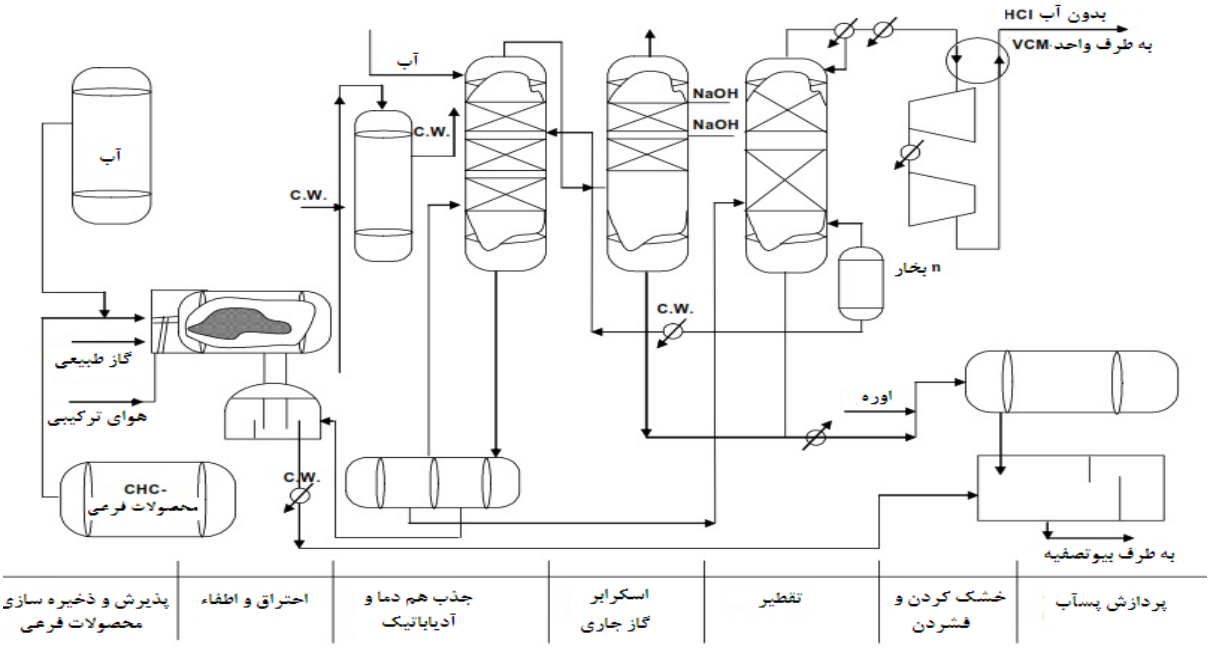
پسماندسوزی لجن فاضلاب نیازمند یک توزیع دمایی یکسان بین ۹۰۰°C تا ۱۰۰۰°C در کل فضای محفظه پسماندسوزی است. با استفاده از این روش، دمای خاکستر در زیر نقطه نرم شدن نگهداشته می‌شود. گرد و غبار پراکنده در فضا همراه با گاز جاری از محفظه پسماندسوزی خارج می‌شود. دانه‌های درشت[2] در محدوده جریان تانژانتی[3] می‌چرخند تا بتوانند سوزانده شده و به نقطه‌ای که می‌توانند به عنوان دانه‌های ریز خارج شوند، برسند. خاکسترهای خام، کک باقی‌مانده و یا قسمت‌های فلزی، در مسیرجریان از طریق یک سیستم بدون درز، خارج خواهند شد.

مثالی از فرایند پسماندسوزی پسماندهای کلردار گازی و مایع، با قابلیت بازیابی هیدروکلریک اسید و فرایند احتراق پسماندهای مایع کلر دار با بازیابی کلر در شکل های ح -۲۹ و ح -۳۰ ارائه شده است.



1- Radial
2- Coarse kernels
3- Tangentinal

شکل ح-۲۹- نمودار یک واحد استخراج HCl از گازهای باقی‌مانده و پسماندهای مایع هالوژن دار



شکل ح -۳۰-فرایند شماتیک یک واحد بازیابی کلر

ح -۳-۵-۷ پسماندسوزی پسآب (فاضلاب)

پسآب می‌تواند با پسماندسوزی محتوی ترکیبات آلی آن، تصفیه شود. اکسید شدن مواد دارای ترکیبات آلی و غیر آلی به صورت شیمیایی با کمک اکسیژن اتمسفر و تبخیر آب، در دمای بالا، یک فن‌آوری ویژه برای امحاء پسآب صنعتی است. اصلاح «اکسایش فاز گازی» برای متمایز کردن این نوع از پسماندسوزی با سایر فن‌آوری ها، مانند اکسایش مرطوب، به کار می‌رود. فرایند اکسایش فاز گازی زمانی استفاده می‌شود که از مواد آلی موجود در آب نتوان دوباره استفاده کرد یا در صورتی که بازیابی آنها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد و یا فن آوری دیگری به کار نرفته باشد.

پسماندسوزی پسآب یک فرایند گرمازا[1] است. پسماندسوزی مستقل (خود بخودی) فقط زمانی می‌تواند رخ دهد که بار مواد آلی به اندازه‌ای کافی باشد تا بتواند سهم آب اشتراکی را به طور مستقل تبخیر نموده و فرایند فوق‌گرم کردن[2] اتفاق افتد. بنابراین، تأسیسات پسماندسوزی پسآب، به‌طور معمول نیاز به استفاده از سوختهای کمکی برای پسماندهای با بار آلی پایین دارند. کاهش الزامات برای انرژی اضافی، می‌تواند با کاهش مقدار آب بدست آید. اینکار می‌تواند از طریق توسعه یک واحد میعان چند مرحله‌ای، یا واحد از قبل متصل شده، حاصل شود. علاوه بر آن، یک قسمت بازیابی گرمایی (بویلر) برای بازیابی گرمای تولیدشده در

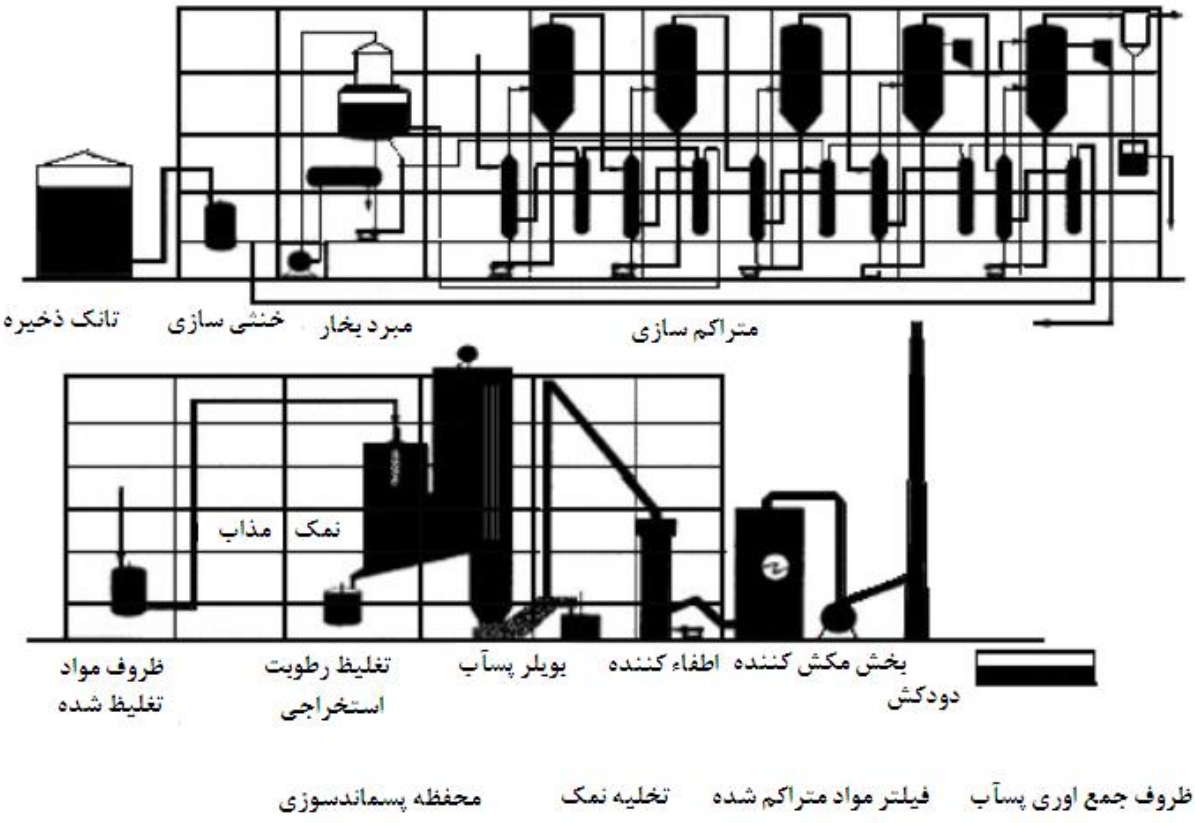
1- Exothermic
2- Superheating

کوره، جهت بازیابی بخار برای تراکم، نصب می‌شود. بر طبق مقادیر جداگانه مواد آلی و غیر آلی موجود در پسآب و شرایط محلی متفاوت، طراحی‌های متفاوتی از واحدها وجود خواهند داشت.

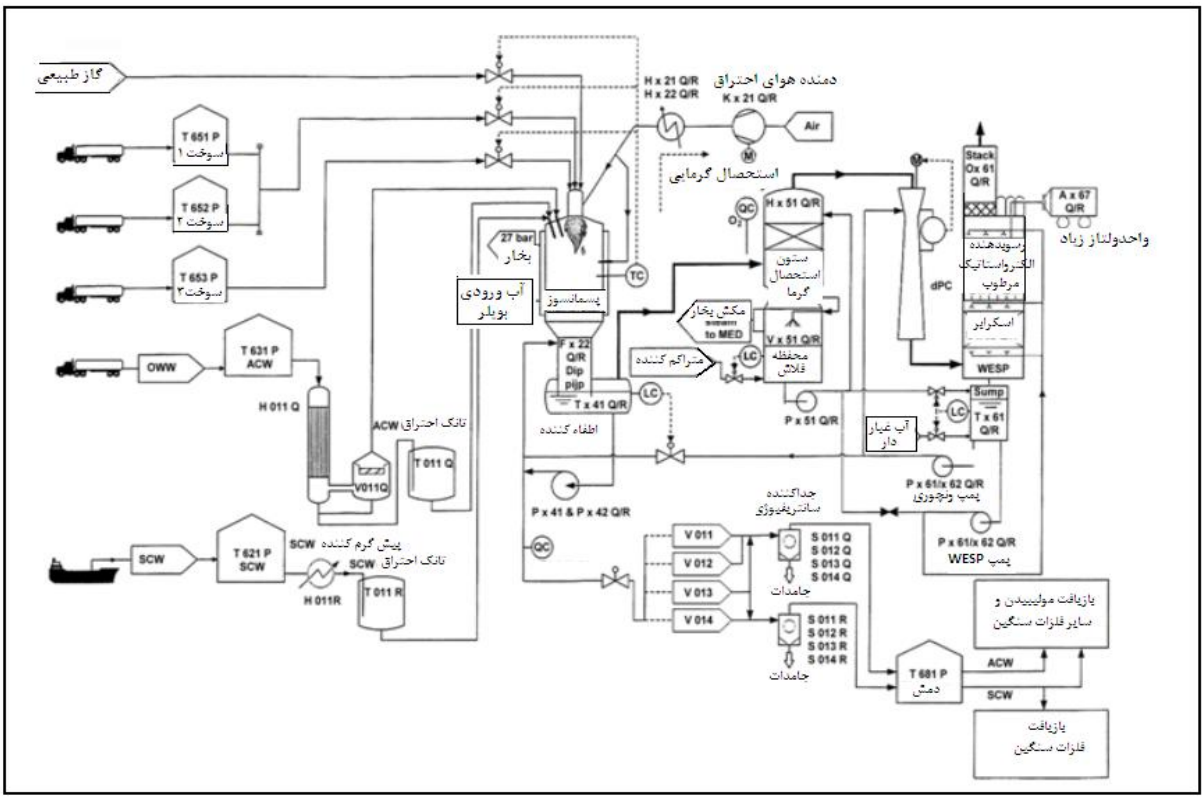
پسآب و سوخت، از طریق مشعلها و نیزک ها در چندین محل به محفظه پسماندسوزی تزریق می‌شوند. اکسیژن اتمسفری نیز در چند محل، عرضه می‌شود (هوای اولیه عبارت است از اکسیژن اتمسفری ترکیب شده با سوخت و هوای ثانویه عبارت است از مخلوط هوا).

مثالی از واحد پسماندسوز پسآب با یک واحد تبخیرکننده آب (تغلیظ کننده) در شکل ح-۳۱ نشان داده‌شده است.

مثالی ازتاسیسات پسماندسوزی پسآب قلیایی در شکل ح -۳۲ نشان داده شده است.



شکل ح-۳۱- پسماندسوز پسآب با تأسیسات تبخیر پسآب (تغلیظ کننده)



شکل ح-۳۲- فرایند شماتیک یک واحد تصفیه پسآب قلیایی

ح -۳-۵-۸ فن‌آوری‌های پلاسما

پلاسما، مخلوطی از الکترون‌ها، یون‌ها و ذرات‌خنثی (اتم‌ها و ملکولها) می‌باشد. این گاز با دما بالا، یونیزه شده و هادی، می‌تواند از طریق برهم‌کنش گاز با یک میدان الکتریکی و یا مغناطیسی، ایجاد شود. پلاسماها منبعی از گونه‌های واکنش دهنده و دمای بالا تسریع کننده واکنشهای شیمیایی می‌باشد.

در فرایندهای پلاسما از دمای بالا (۵۰۰۰°C تا ۱۵۰۰۰°C) استفاده می‌شود، این دما ناشی از تبدیل انرژی الکتریکی به گرما است تا یک پلاسما تولید شود. پلاسما، شامل عبور یک جریان الکتریکی زیاد از یک جریان گاز بی‌اثر است.

تحت این شرایط، آلوده کننده‌های خطرناک، مانند PCBs[1]، دی اکسین ها، فوران‌ها، حشره کش‌ها و غیره با تزریق به درون پلاسما، به اجزا اصلی اتمی خود، شکسته می‌شوند. این فرایند برای امحاء مواد آلی، فلزات، PCBs (شامل تجهیزات در مقیاس کوچک) و HCB به کارمی‌رود.

وجود یک سیستم تصفیه گاز جاری، بر مبنای نوع پسماند مورد تصفیه، خاکستر یا مواد جامد منجمد، لازم است. بازده تخریب دراین فن‌آوری بسیار بالا، بیش از ٪۹۹٫۹۹ است. فن‌آوری پلاسما به‌عنوان یک فناوری تجاری پایه گذاری شده است، لیکن این فرایند می‌تواند بسیار پیچیده، گران و به‌طور قوی وابسته به کاربر باشد.

1- PolyChlorinated Biphenyls

پلاسماهای حرارتی به وسیله عبور جریان مستقیم (DC) یا جریان متناوب (AC) از درون یک گاز و بین دو الکترود، باز طریق به‌کارگیری یک فرکانس رادیویی (RF) میدان مغناطیسی بدون الکترود، یا به‌وسیله کاربرد ماکروویوها تولید می‌شود. انواع مختلف فن آوریهای پلاسما در زیر معرفی می‌شوند:

الف- قوس پلاسمای آرگون

این فرایند یک فرایند پلاسمای «حین پرواز» است، بدین معنی که پسماند به‌طور مستقیم با جت پلاسمای آرگون مخلوط می‌شود. آرگون به‌عنوان گاز پلاسما انتخاب شده است زیرا یک گاز بی‌اثر بوده و با اجزای مشعل واکنش ندارد.

بازده تخریب و بهره‌وری این روش تا بیش از ٪۹۹٫۹۹۹۸، برای تخریب مواد تخریب کننده لایه اوزون (ODSs)[1] در ۱۲۰ kg/h و با توان الکتریکی ۱۵۰ kW، گزارش شده است.

برتری این فن آوری نسبت به سایر سیستم های پلاسما آن است که دارای بازده بالای تخریب CFCs[2] و ترکیبات هالوژنه در مقیاس های تجاری را برای چندین سال، داشته است. همچنین، این سیستم‌ها انتشار خیلی کمی از مواد PCDD/Fs[3] را نشان می‌دهد. انتشار جرمی آلاینده‌ها نیز به دلیل حجم نسبتاً پایین گاز جاری در فرایند، پایین است. همچنین، یک دانسیته خیلی بالای انرژی در یک فرایند بسیار فشرده حاصل می‌شود که به آسانی می‌تواند حمل و نقل شود.

ب- پلاسمای کوپل القایی فرکانس رادیویی (ICRF)[4]

در این نوع از پلاسما از مشعل‌های کوپل القایی استفاده شده و انرژی کوپل شده با پلاسما از طریق میدان الکترومغناطیس سیم پیچ القایی، تکمیل می‌شود. عدم وجود الکترودها موجب می‌شود که عملیات با دامنه وسیعی از گازها شامل گاز بی‌اثر، اتمسفرهای اکسیدکننده یا کاهنده و قابل اطمینان تر از فرایندهای قوس پلاسما، انجام شود.

فرایند پلاسمای ICRF، مادامیکه تخریب CFC با نرخ kg/h (۸۰-۵۰) صورت می‌گیرد، بازده تخریب و بهره‌وری بالاتر از ٪ ۹۹٫۹۹ را نشان می‌دهد.

دستیابی به تخریب بالایی از CFC و انتشار پایینی از آلاینده‌ها برای این فرایند، در مقیاس تجاری گزارش شده است. پلاسمای ICRF به آرگون نیازی ندارد و بنابر این ارزانتر از سایر سیستم‌های مشابه، قابل اجرا است. علاوه بر آن، حجم پایین گاز تولید شده در فرایند، باعث ایجاد سطح پایینی از انتشار جرمی الاینده ها می‌شود.

پ-پلاسمای AC

این نوع پلاسما به‌طور مستقیم با ولتاژ ۶۰ هرتز تولید می‌شود، اما در سایر موارد، مشابه با پلاسمای کوپل القایی فرکانس رادیویی، می‌باشد. سیستم از نظر الکتریکی و مکانیکی ساده بوده و بنابراین ادعا می‌شود که قابل اطمینان است. فرایند نیازی به گاز آرگون نداشته و می‌تواند در برگیرنده گستره متنوعی از گازها شامل

1 - Ozone depleting substances
2- Chlorofluorocarbons
3- Polychlorinated dibenzo-p-dioxins
4- Inductively coupled radio frequency plasma

هوا یا بخار به عنوان گازهای پلاسما باشد وادعا می‌شود که آلودگی‌های روغنی در مواد تخریب کننده اوزون (ODS) را نیز می‌تواند امحاء کند.

ت- قوس پلاسمای CO_2

یک پلاسما با دمای بسیار بالا، با ارسال یک تخلیه قدرتمند الکتریکی به درون گاز اتمسفری بی‌اثر، مانند آرگون، ایجاد می‌شود. هنگامی‌که میدان پلاسما تشکیل شد، توسط هوای فشرده معمولی یا گازهای اتمسفری معین، بسته به خروجی‌های مورد نظر در فرایند، تثبیت می‌شود.

دمای پلاسما در نقطه تولید آن به طور قطعی بالای۵۰۰۰°C می‌باشد که در آن نقطه، پسماندهای مـایع یـا گازی به‌طور مستقیم تزریق می‌شود. دما در راکتور بالاترحدود ۳۵۰۰°C می‌باشد ودر طول منطقه واکـنش، به دمای به دقت کنترل‌شده ای حدود ۱۳۰۰°C کاهش می‌یابد.

ویژگی خاص فرایند، استفاده از CO_2 است که از واکنش اکسیداسیون تشکیل شده است، همان‌گونه که این گاز نگهدارنده پلاسما نیز می‌باشد.

این فرایند، بازده تخریب و بهره‌وری زیادی را برای ترکیبات مقاوم و نسوز، در نرخ جریان بالای موجه، نشان می‌دهد. سرعت‌های انتشار جرمی آلاینده هایی که مورد توجه بیشتری هستند، اصولاً به دلیل حجم پایین گاز جاری تولیدشده توسط فرایند، پایین می‌باشد.

ث- پلاسمای ماکروویو

این فرایند، انرژی ماکروویوبا فرکانس۲٫۴۵GHz را به درون یک حفره هم محور دارای طراحی خاص، وارد می‌کند تا یک پلاسمای حرارتی تحت‌فشار اتمسفر تولید شود. آرگون برای شروع پلاسما به کار برده می‌شود و در غیر این صورت، فرایند نیازی به گاز آرگون جهت تثبیت پلاسما ندارد.

طبق گزارش ها برای تخریب CFC-12 با سرعت ۲ kg/h، بازده تخریب و بهره‌وری فرایند پلاسمای ماکروویوتا بیش از ٪۹۹٫۹۹ است.

با توجه به قابلیت دستیابی به دماهای عملیاتی بالا در یک مدت زمان بسیار کوتاه و بنابراین، انعطاف پذیری در عملکرد و زمان خرابی کاهش یافته، بازده تخریب بالایی برای این فرایند گزارش شده است.

در این نوع پلاسما، به یک گاز بی‌اثر جهت انجام فرایند نیاز نمی‌باشد، در نتیجه بازده توان پلاسما بالا می برد و هزینه‌های پردازش را کاهش می‌دهد، علاوه بر آن حجم گاز جاری تولیدشده کاهش می یابد بنابر این فرایند بسیار فشرده است.

ج- قوس پلاسمای نیتروژن

در این فرایند از یک مشعل پلاسمای غیر انتقالی جریان مستقیم (DC) استفاده می‌شود. این فرایند با الکترودهایی که توسط آب خنک شده و از نیتروژن به‌عنوان گازی که تولید پلاسمای حرارتی کند، کار می‌کند. این فرایند در سال ۱۹۹۵ توسعه یافته و سیستم‌های تجاری آن موجود می‌باشد.

در تخریب CFCs و HCFCs و HFCs با سرعت تغذیه ۱۰ kg/hبازده تخریب و بهره‌وری فرایند ٪۹۹٫۹۹ گزارش شده است.

برتری کلیدی این فن آوری آن است که تجهیزات در اندازه‌های بسیار فشرده و کوچک هستند. سیستم، فقط به فضایی به ابعادm ۴٫۲۵× m ۹برای نصب نیاز داردکه شامل فضایی برای واحدهای ته‌نشینی وآب-گیری محصولات جانبی (مانند کلریدکلسیم و کربنات کلسیم) می‌باشد. بنابراین، سیستم قادر به حمل و نقل توسط یک کامیون برای انتقال به نقطه تولید پسماند (امحاء در محل) خواهد بود.

ح -۳-۵-۹ تکنیک‌های مختلف پسماندسوزی لجن فاضلاب

الف- شرایط فرایند نوعی به‌کاررفته برای پسماندسوزی لجن فاضلاب:

علاوه بر لجن فاضلاب، سایر پسماندهای ناشی از فرایند امحاء پسآب مانند تفاله‌های شناور، پسماندهای جدا شده از غربال و چربیهای استخراج شده، اغلب سوزانده می‌شوند.

در تأسیساتی که لجن نسبتا خشک دریافت می‌شود، نیازمند سوخت‌های اضافی کمتری نسبت به لجن‌های خام می‌باشند. ارزش گرمایی لجن برای احتراق گرمایی خودکار بین MJ/kg ۴٫۸ و MJ/kg ۶٫۵ می‌باشد. مقادیر بین MJ/kg ۲٫۲ و MJ/kg ۴٫۸ از لجن، جایی که لجن خام امحاء می‌شود، دیده می‌شوند. تقریباً MJ/kg ۳٫۵ لجن حد لازم برای پسماندسوزی گرمایی خودکار، در نظر گرفته‌شده است. نیاز به سوخت اضافی، در صورت استفاده از سیستم‌های مؤثر بازیابی انرژی داخلی، مانند بازیابی گرما از گاز جاری و انتقال آن به هوای پسماندسوزی گرمایی/یا استفاده از گرما برای خشک کردن لجن، کاهش پیدا می‌کند.

روغن استفاده شده اصولاً سوخت استفاده شده اضافی، در پسماندسوزهای تک لجن می‌باشند. روغن‌های گرمادهنده، گاز طبیعی، زغال، حلال‌ها، پسماندهای جامد و مایع و هوای آلوده نیز استفاده می‌شوند. گازهای آلوده شده به منظور پسماندسوزی لجن هضم شده، مناسب می‌باشد.

تأثیر اولیه در الزامات انرژی مضاعف، پیش گرمایش هوا و درجه‌ای از تخلیه مورد نیاز، می‌باشد. تأثیر عوامل تهویه نیز نسبتاً پایین است.

پسماندسوزهای لجن فاضلاب ویژه، معمولاً در دماهای بین °C ۸۵۰ و °C ۹۵۰ طراحی و راه‌اندازی شده‌اند. دمای زیر °C ۸۵۰ باعث انتشار بو خواهد شد، در حالی‌که دمای بالای °C ۹۵۰ باعث ذوب خاکستر می‌شود. به‌طورمعمول زمان توقف گاز، بیشتر از ۲s ، به کار گرفته می‌شود.

سطح دمایی که در احتراق به دست می اید، در اصل به مقدار انرژی و مقدار لجن فاضلاب که سوزانده می‌شود و به سطح اکسیژن اتمسفری، بستگی دارد.

ب- مقایسه سیستم های کوره برای پسماندسوزی لجن فاضلاب

سیستم های کوره‌ای شرح داده شده، بر مبنای فن‌آوری‌ها با فرایندهای مختلف عمل می‌کنند. ساختار کوره، طراحی و فن آوری پردازش تأسیسات پسماندسوز، نتایج حاصل از تجهیزات تصفیه متصل شده، به خوبی انتقال جریان‌های مواد متفاوت، همگی تأثیر قابل‌توجهی بر روی نتایج انتشار آلاینده‌ها دارند. مشخصه های کوره‌های مختلف در جدول ح -۶ نشان داده‌شده است.

جدول ح-۶ -مقایسه سیستم های کوره ای برای پسماندسوزی لجن فاضلاب

	کوره بستر سیال	کوره سوزان چند اجاقه	کوره بستر سیال چند اجاقه	کوره گردآبی
ویژگیهای اصلی فن اوری	- عدم وجود قسمتهای متحرک مکانیکی و فرسودگی پایین	- پیش خشک کردن جداگانه لازم نیست، - ساختار گسترده کوره با بخش‌های متحرک - محور توخالی خنک شده	- پیش خشک کردن جداگانه لازم نیست، - محور توخالی متحرک، - حجم پایین بستر سیال	- عدم وجود قسمتهای متحرک مکانیکی و فرسودگی پایین - عدم وجود ماده بستر سیال
جنبه های عملیاتی	- آغاز و پایان سریع از طریق دفعات کوتاه حرارت دادن و خنک کردن، امکان پردازش متناوب	- زمان طولانی حرارت دهی، عملیات پیوسته ضروری است	- زمان متوسط حرارت دادن و خنک کردن	- قابل مقایسه با بسترسیال - قابل گسترش برای دامنه وسیعی از پسماندها
مشکلات احتمالی عملیاتی	- کلوخه شدن، سیال زدایی		- احتمال انتشار مواد آلی - بخشهای متحرک در کوره	- حفظ دمای مطلوب
ویژگی‌های اصلی مرحله پسماندسوزی	- هوای مازاد کمی نیاز است، - پسماندسوزی کامل فقط در بالای بستر سیال	- مشکل بودن کنترل پسماندسوزی - ایمن نسبت به نوسانات بارها (پسماند ورودی) و مواد درشت دانه	- هوای مازاد کمی نیاز است - کنترل خوب پسماندسوزی، - پسماندسوزی کامل شده درون بستر سیال، - ایمنی بیشتر در کیفیت نوسانات لجن نسبت به کوره‌های بستر سیال	- اشتراک مواد جامد، - اشتراک گازی و طویل، - زمانهای کوتاه توقف، - تغذیه هوای اولیه و ثانویه متغیر در سطوح مختلف
مقدار خاکستر در گاز جاری	- بالا	- پایین	- بالا	- بالا
حذف خاکستر	- از طریق جریان گاز جاری و خارج کردن شن)	- به طور مستقیم از پایین‌ترین سطح	- از طریق جریان گاز جاری و خارج کردن شن	- از طریق جریان گاز جاری، - خاکستر خام در کف
ته‌ماندها	- خاکستر - ماده بستر سیال	- خاکستر	- خاکستر، - ماده بستر سیال	- خاکستر - خاکستر احتمالا درشت دانه

کتاب‌نامه

[۱] استاندارد ملی ایران ۱-۱۷۳۸۸: سال ۱۳۹۲، دودکش‌ها - الزامات دودکش‌های فلزی- قسمت ۱- محصولات سامانه دودکش

[۲] استاندارد ملی ایران ۲-۱۷۳۸۸: سال ۱۳۹۲، دودکش‌ها - الزامات دودکش‌های فلزی- قسمت ۲- آستری های لوله دود و لوله‌های رابط لوله دود فلزی

[۳] استاندارد ملی ایران ۲۰۸۶۵: سال ۱۳۹۵، دودکش‌ها-الزامات عمومی

[۴] استاندارد ملی ایران ۲۰۲۳۱: سال ۱۳۹۴، کیفیت هوا-تعیین غلظت بو-روش بویایی دینامیکی

[5] ISO 23550:2018, Safety and control devices for gas and/or oil burners and appliances - General requirements

[6] ASME STS-1-2011 code, for stack and TMD design and fabrication, and for vortex shedding verification;

[7] ASCE 7-05 code, for definition of wind loads and effects;

[8] UBC 97 code, for definition of earthquake loads and verifications.

[9] UBA (2001). Draft of a German Report for the creation of a BREF-document waste incineration, Umweltbundesamt.

[10] Infomil, N. (2002). Dutch notes on BAT for the incineration of waste.

[11] Austria, F. e. a. (2002). State of the art for waste incineration plants.

[12] IAWG (1997). municipal solid waste incinerator residues, elsevier, 0-444-82563.

[13] RVF (2002). Energy recovery by condensation and heat pumps at WTE plants in Sweden, RVF.

[14] EGTEI (2002). Draft background document on the waste incineration sector.

[15] Energos (2002). Technical Literature regarding Energos Processes.

[16] VDI (2002). Thermal waste treatment: state if the art - a summary, The future of waste management in Europe 2002, Strasbourg.

[17] Juniper (1997). The Market for Pyrolysis and gasification in Europe.

[18] Assure (2001). A profile of incineration in Europe, Brussels.

[19] Achternbosch (2002). Materials flows and investment costs of flue gas cleaning systems of municipal waste incinerators, Institute for technical chemistry Karlsruhe, Germany, FZKA 6726.

[20] JRC(IoE) (2001). NOx and dioxin emissions form waste incineration plants, EUR 20114 EN.

[21] Segers (2002). A new secondary air injection system for MSW plants, http://www.scientecmatrix.com/tecma/scientecmatrix.nsf/fFMain?openform&ot=f&oc= waste.

[22] ONYX (2000). Application for IPC Permit for EFW plant, Southampton, UK.

[23] italy (2002). DISMO Thermal Oxidation Process.

[24] Babcock (2002). Water cooled grates", http://www.bbpwr.com.

[25] EKOKEM (2002). BAT Submission by Ekokem, Finland.

[26] FNADE (2002). Comments provided to TWG on 6 Questions Posed.

[27] Mineur (2002). Auswirkungen betriebstechnischer optimuerungen auf die emissionen bei der verbrunnung van klarschlamm", VERA Incinerator, hamburg.

[28] VanKessel (2002). On-line determination of the calorific value of solid fuels, Elsevier Preprint (submitted).

[29] CEFIC (2002). Thermal treatment technologies for waste.

[30] Kommunikemi (2002). Pre-treatment of packed waste and 3 step flue gas cleaning at KK, DK.
[31] Environmental Guideline for theBurning and Incineration of Solid Waste- January 2012.

[32] RCRA Regulations and Keyword Index, 2017 Edition,page 1305incineratores.

[33] Ministry of the Environment. Enforcement Regulations for the Offensive Odors Control Law. Last revised November 30 2011.MOE Orcinance No32).

[34] Ministry of the Environment. Enforcement Regulations for the Vibration Regulation Law.