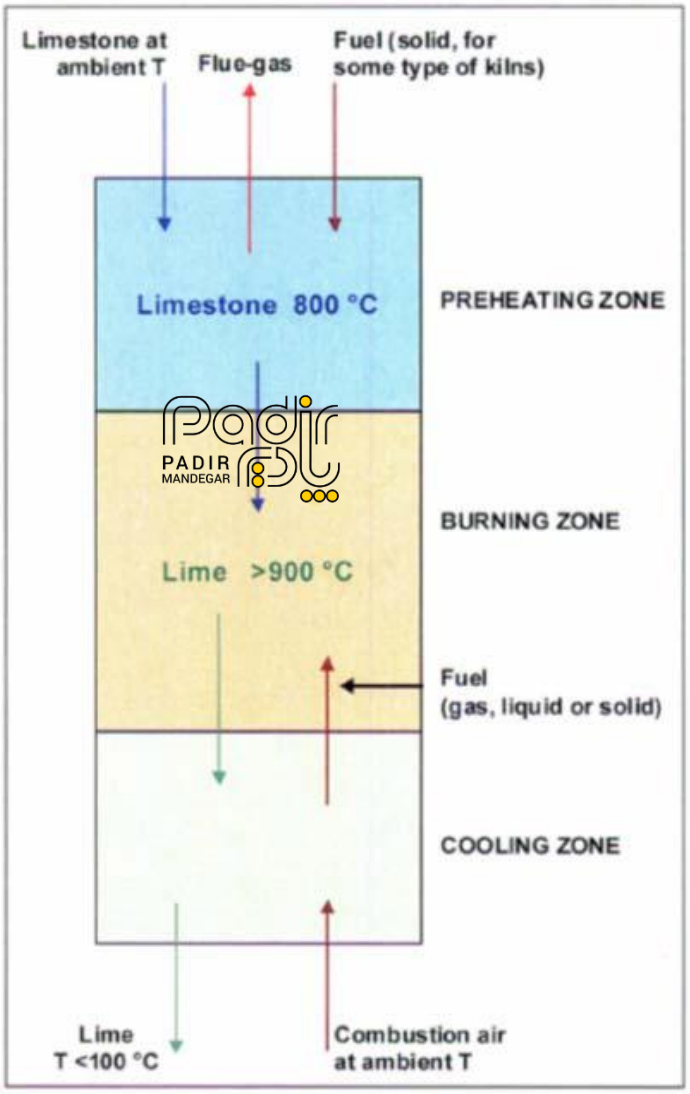
مقایسه کوره دوار و ایستاده پخت آهک

تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰

کلسیناسیون سنگ آهک در کوره

فرایند تولید آهک شامل پختن کربنات کلسیم/منیزیم در دمای 900 تا 1200 درجه سلسیوس می‌باشد که این دما برای آزاد شدن دی اکسید کربن موجود در سنگ آهک و تولید اکسید آهک (آهک زنده) مناسب است.

فرآیند عبور آهک از داخل کوره را می توان به سه مرحله یا سه ناحیه تبادل گرمایی در طول کوره تقسیم کرد:



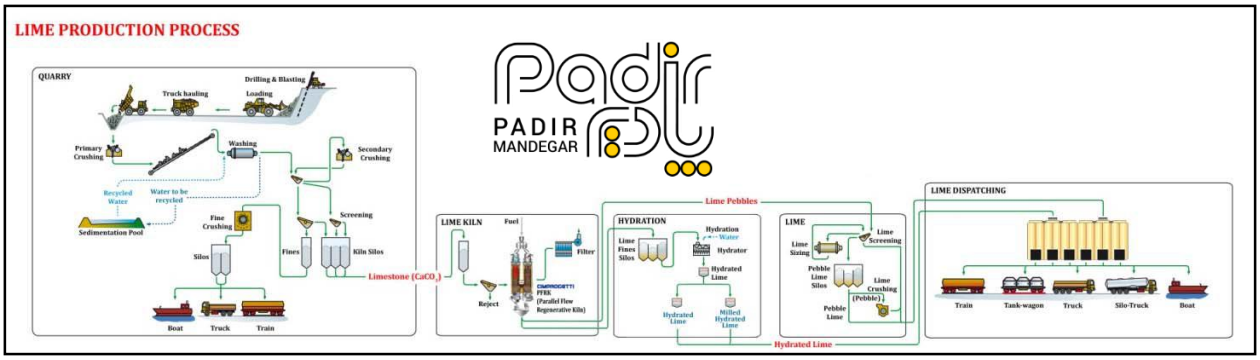
ناحیه پیشگرم کردن: سنگ آهک در تماس مستقیم با گازهای احتراق و دی اکسید کربن آزاد شده در ناحیه کلسیناسیون، از دمای محیط تا دمای حدود 800 درجه سلسیوس گرم می‌شود.

ناحیه پخت یا کلسیناسیون: سوخت پس از ترکیب با هوای پیش گرم شده در منطقه سرمایش و (بسته به نوع طراحی) با هوای احتراق اضافه شده به سوخت مشتعل می‌شود. در این ناحیه، دماهای بالای 900 درجه سلسیوس ایجاد می‌شود. از800 تا 900 درجه سلسیوس، سطح دانه‌های سنگ آهک شروع به تجزیه شدن می‌کنند. در دماهای بالاتر از دمای کلسیناسیون آهک یعنی 900 درجه، تجزیه در زیر سطح دانه های سنگ آهک نیز اتفاق می افتد. دانه های سنگ آهک پس از این مرحله در دمای 900 درجه سلسیوس از ناحیه کلسیناسیون خارج می‌شوند که برخی اوقات ممکن است بخشی از این مواد در این ناحیه باقی مانده و در صورت تجزیه کامل و آزاد کردن تمام دی اکسید کربن خود، شروع به زینترینگ کنند.

ناحیه سرمایش: آهک زنده که ناحیه کلسیناسیون را در دمای 900 درجه سلسیوس ترک می‌کند، در تماس مستقیم با هوای فن کولر، سرد شده و در عوض هوای این منطقه برای احتراق با گاز مشعل پیشگرم می‌شود. در نهایت آهک در دمای کمتر از 100 درجه سلسیوس از ناحیه سرمایش خارج می‌شود.

تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰

نمای کلی فرآیند تولید آهک



انواع کوره های آهک – تکنیک‌ها و طرح‌ها

طرح‌ها و تکنیک‌های مختلفی برای ساخت کوره‌های آهک در سرتاسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر چه در سال‌های اخیر صنعت کوره‌های آهک در انحصار طرح‌های محدود و مشخصی قرار گرفته است با این حال گزینه‌های متنوع دیگری نیز وجود دارد که به ویژه برای کاربردهای خاص قابل استفاده هستند. در انتخاب نوع کوره، مواردی نظیر مشخصات فیزیکی ، دانه بندی و شیمیایی سنگ آهک، استحکام سنگ آهک قبل و بعد از پخت، نوع سوخت در دسترس و کیفیت محصول باید مدنظر قرار گیرد. بسیاری از تولیدکنندگان آهک، از چندین نوع کوره برای تولید آهک با دانه بندی‌ها و کیفیت‌های مختلف استفاده می‌کنند که منجر به استفاده بهتر از منابع طبیعی می‌گردد.

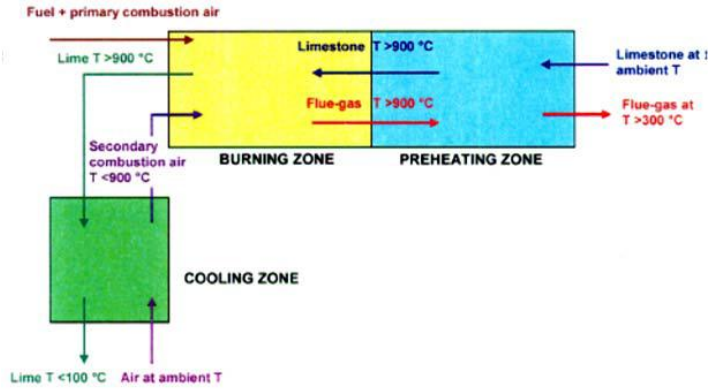
ظرفیت‌های متداول تولید و دانه بندی‌های مرسوم سنگ آهک برای تغذیه کوره‌های پخت آهک

نوع کوره	ظرفیت تولید (تن بر روز)	دانه بندی سنگ آهک (mm)
کوره دوار بلند	1500 -80	60 - 2
کوره دوار با پیشگرمکن	1500 - 150	60 - 5
کوره احیای جریان موازی	600 - 100	150 - 60
کوره ایستاده حلقوی	300 - 80	150 - 60

PADIR MANDEGAR

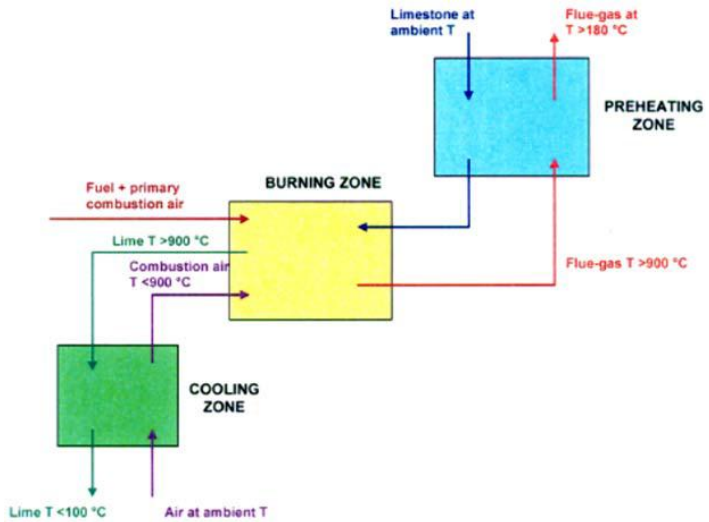
تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰

کوره دوار بلند



- طیف بسیار گسترده ظرفیت تولید
- پاسخ بسیار سریع به تغییر پارامترهای کاری کوره
- استفاده از طیف گسترده دانه بندی‌های سنگ آهک برای بهره‌وری بیشتر از منابع
- سطح بسیار پایین دی اکسید کربن باقیمانده در محصول
- قابلیت تنظیم سرعت واکنش برای پخت نرم و پخت سخت و امکان تولید دولومیت مرده
- استفاده از انواع سوخت‌ها
- قابلیت استفاده از نرمه آهک که برای کوره های ایستاده مناسب نیستند.
- مصرف بالای انرژی (دمای بالای گازهای خروجی و دمای بالای بدنه کوره)
- ایجاد رسوبات حلقوی در داخل کوره (ناشی از خاکستر زغال سنگ، سولفات کلسیم و خاک رس)

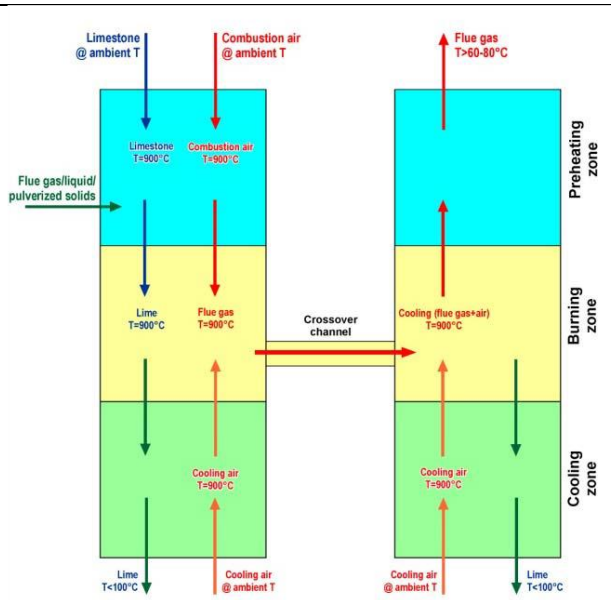
کوره دوار با پیشگرمکن



- طیف بسیار گسترده ظرفیت تولید
- پاسخ بسیار سریع به تغییر پارامترهای کاری کوره
- استفاده از طیف گسترده دانه بندی‌های سنگ آهک برای بهره‌وری بیشتر از منابع
- سطح بسیار پایین دی اکسید کربن باقیمانده در محصول
- قابلیت تنظیم سرعت واکنش برای پخت نرم و پخت سخت و امکان تولید دولومیت مرده
- استفاده از انواع سوخت‌ها
- قابلیت استفاده از نرمه آهک که برای کوره‌های ایستاده مناسب نیستند.
- مصرف انرژی کمتر در مقایسه با کوره دوار بلند به دلیل انتقال حرارت بهتر در پیشگرم کن و شروع کلسیناسیون در این بخش
- نگهداری کمتر نسبت به کوره های دوار بلند به علت کاهش طول و تجهیزات کوره
- تجهیزات کمتر نسبت به باقی کوره ها

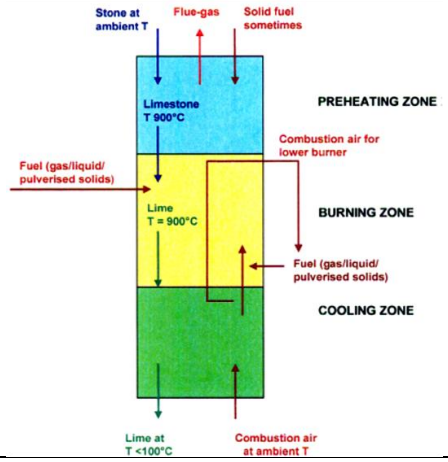
تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک ۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰

کوره احیای جریان موازی (ایستاده دوقلو)



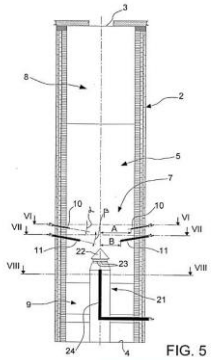
- طیف گسترده ظرفیت تولید
- سرعت بالای واکنش برای آهک
- محدوده معقول برای تنظیم سرعت واکنش از مقادیر بالا تا مقادیر متوسط (در صورتی که نوع سنگ آهک اجازه دهد)
- توزیع مناسب سوخت به واسطه‌ی کوچک بودن سطح مقطع‌های موثر برای هر نازل مشعل
- کمترین میزان مصرف سوخت
- مصرف کم انرژی
- طول عمر بالای جرم نسوز که هر 4 تا 5 سال نیاز به تعویض دارد.
- محدودیت در دفعات و زمان روشن و خاموش کردن کوره
- نامناسب برای سنگ آهک‌های نرم و شکننده
- محدودیت دانه بندی
- استفاده از تجهیزات زیاد

کوره ایستاده حلقوی



- سطح پایین دی اکسید کربن باقیمانده در محصول
- تنظیم سرعت واکنش از مقادیر بالا تا مقادیر متوسط
- صرفه جویی در سوخت بواسطه بازیابی انرژی حرارتی
- محدودیت در قطر کوره
- توزیع مناسب حرارت
- تعمیر و نگهداری تجهیزات حرارتی
- هزینه نسبتاً بالای ساخت به دلیل ماهیت ساختاری آن
- محدودیت دانه بندی

کوره ایستاده تکی



- این گروه از کوره‌ها دارای طرح‌های مختلفی هستند. در این طراحی، سوخت از دیواره‌های کوره وارد شده و در منطقه کلسیناسیون مشتعل می‌شود و گازهای حاصل از احتراق به سمت بالا(در خلاف جهت ورود مواد) حرکت می‌کنند. سوخت می‌تواند از طریق مشعل مرکزی یا مشعل‌های محیطی وارد کوره شود.

تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک ۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰

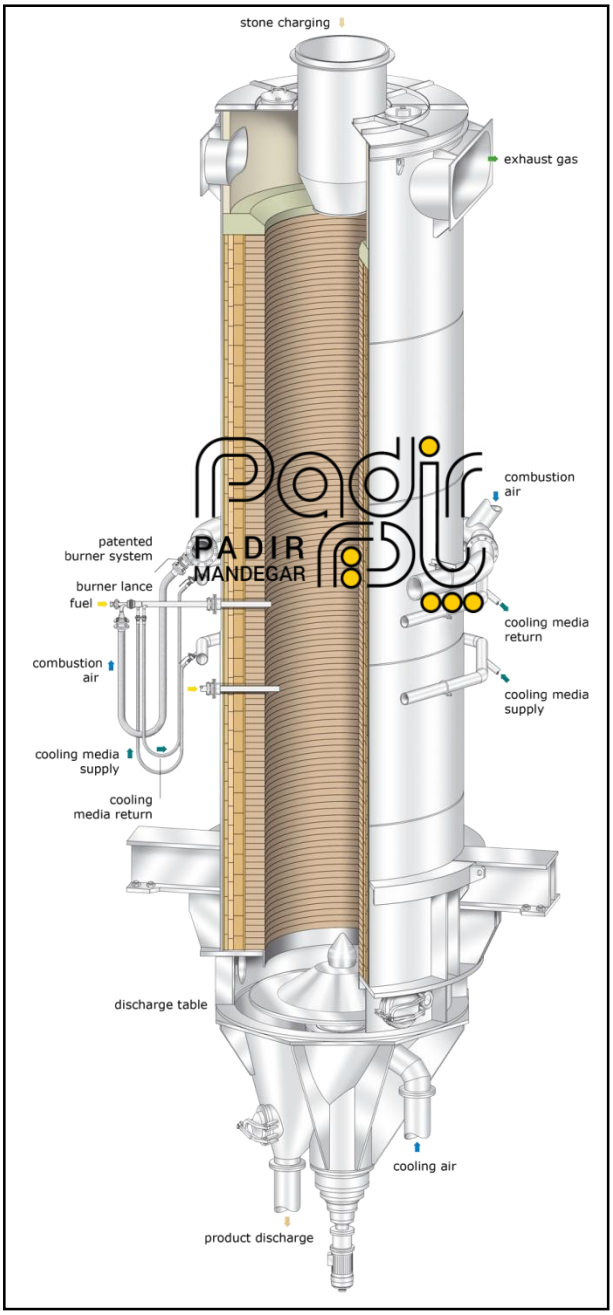
	تعداد پایه	تعداد رینگ‌ها	تعداد غلتک‌ها	محدوده طول
کوره دوار با پیشگرمکن	3 - 2	3 - 2	6 - 4	60 - 30
کوره دوار بلند	8 - 5	8 - 5	16 - 10	160 - 90

کوره دوار با پیشگرمکن

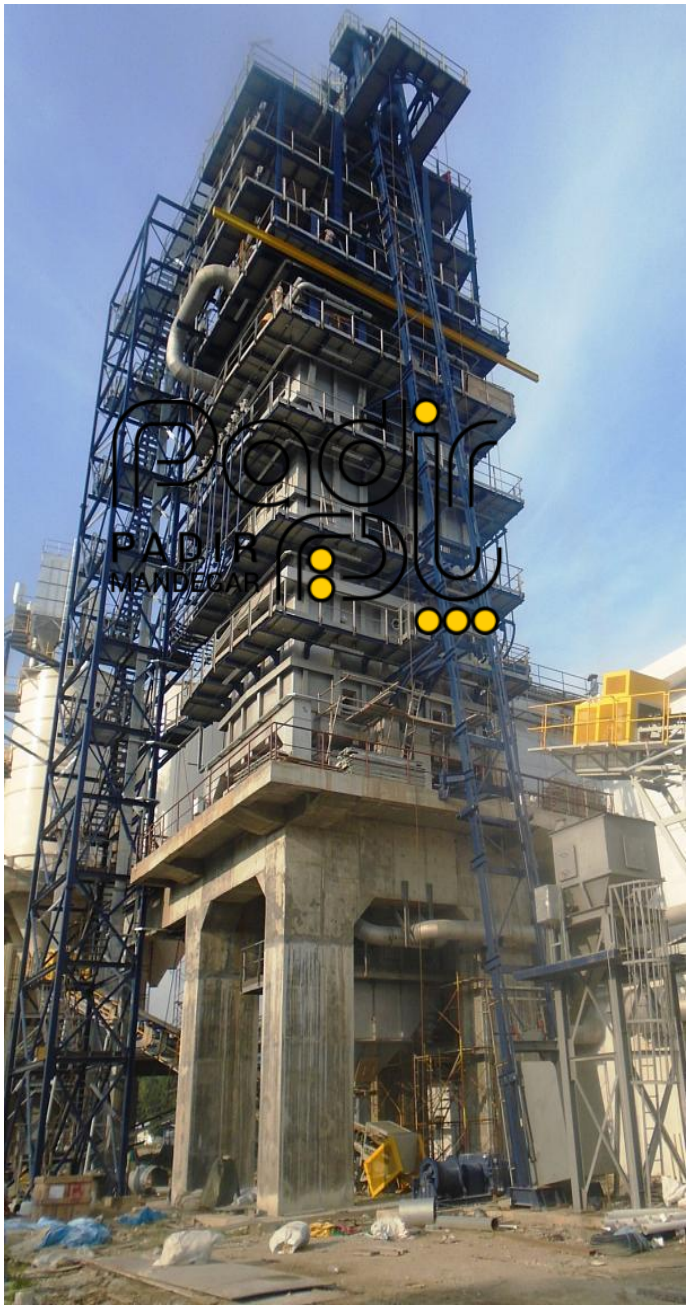
کوره دوار بلند

تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک ۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰

کوره ایستاده تکی



کوره احیای جریان موازی (ایستاده دوقلو)



تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰

مقایسه کوره‌های آهک

موفقیت تجاری در بازار آزاد وابسته به یک برتری رقابتی است و انتخاب یک کوره مناسب می‌تواند این برتری را فراهم نماید. در جدول زیر، ویژگی‌ها و عملکرد کوره های مختلف که از گاز طبیعی با ارزش حرارتی 8.500 kcal/Nm^3 به عنوان سوخت استفاده می‌کنند با هم مقایسه شده است.

	کوره دوقلو ایستاده	منسوخ شده کوره ایستاده تکی	منسوخ شده کوره ایستاده حلقوی	منسوخ شده کوره دوار بلند	کوره دوار با پیشگرمکن
مصرف حرارتی kcal/kg (kJ/kg)	< 900 (< 3762)	< 1050 (< 4400)	950 - 1000 (4000 - 4200)	> 1500 (> 6270)	> 1150 (> 5000)
مصرف ویژه سوخت Nm^3/ton CaO	< 100	> 150	> 110	> 350	> 135
دمای گازهای خروجی °C	< 110	> 200	> 200	> 250	< 200
آلایندگی (CO، NOx، SOx)	کم	بالا	بالا	بالا	متوسط
آلایندگی (غبار) mg/Nm^3	< 10	< 20	< 20	< 50	< 20
سرعت واکنش	بالا (استاندارد T60 کمتر از 3 دقیقه)	پایین تا متوسط (استاندارد T60 بین 3 تا 10دقیقه)	بالا (استاندارد T60 کمتر از 3 دقیقه)	بالا (استاندارد T60 کمتر از 3 دقیقه)	بالا (استاندارد T60 کمتر از 3 دقیقه)
دی اکسید کربن باقیمانده در محصول	< 2% (پایدار)	< 1% (کمی ناپایدار)	< 2%	< 1% (بسیار پایدار)	< 1% (بسیار پایدار)
عمر جرم نسوز (در ناحیه احتراق)	4-5 سال	2-3 سال	2-3 سال	2-3 سال	8-10 سال
هزینه تعمیر و نگهداری	کم تا متوسط	کم اما نیازمند هزینه‌های دوره‌ای	بالا به سبب تعویض جرم نسوز	بالا به سبب تعویض جرم نسوز و متحرک بودن کوره	کم تا متوسط
هزینه اولیه ساخت	بسیار بالا	متوسط	متوسط	بالا	پایین
قابلیت اجرا	دشوار (حجم بالای تجهیزات)	آسان/ تنظیم احتراق دشوار	دشوار	آسان	آسان
دانه بندی سنگ آهک مورد استفاده mm	60 - 150	60 - 150	60 - 150	2 - 60	5 - 60

تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک ۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰

در سال‌های اخیر، تمرکز بیشتر بر هزینه‌های عملیاتی سبب شده است که صنایع پراهمیت به دنبال گزینه های متفاوتی جهت استفاده به عنوان سوخت در فرآیند تولید آهک باشند. هر سوخت در کنار ارزش حرارتی و بهای مصرفی خود، تأثیرات زیست محیطی متفاوتی نیز خواهد داشت و بنابراین در فاز طراحی خط تولید آهک این تأثیرات باید مورد توجه قرار گیرند تا به یک طرح بهینه از نظر هزینه، کارآیی و پایدار بودن به لحاظ زیست محیطی دست یافت.

لذا در مقایسه روش های پخت ، با توجه به هزینه پایین احداث کوره های دوار مجهز به پیش گرمکن و همچنین بهینه شدن مصرف سوخت و برق آن ، بهترین گزینه برای انتخاب خط تولید آهک و دولومیت کلسینه می باشد.

تهران، خیابان ساقدوش، میدان بنی هاشم
کوچه شقایق غربی، پلاک۸، طبقه ۲، واحد ۶
تلفن: ۲-۲۶۳۱۷۳۰۱ (۰۲۱) تلفکس: ۲۲۳۱۹۸۹۴ (۰۲۱)
کدپستی: ۱۶۶۵۶۱۳۱۶۹ (۰۲۱) ۸۸۴۳۳۷۴۰