

## نام مقاله : تاثیر عوامل مکانیکی بر عمر آجرهای نسوز کوره های سیمان

نویسنده: ابراهیم داودی

کارشناس مکانیک بازرسی فنی - سیمان آبیک

### چکیده:

میزان تولید کارخانه های سیمان مستقیماً بستگی به مدت زمان کارکرد کوره دارد. برای بالا بردن زمان کارکرد کوره بایستی مدت زمان و تعداد توقفات کوره کاهش یابد. یکی از موارد مهم که باعث توقف زیاد و بلند مدت کوره می گردد ، خرابی در آجرهای نسوز کوره و نیاز به تعویض آجر می باشد.

فاکتورهای اصلی تاثیر گذار بر عمر آجرهای نسوز بدنه کوره عبارتند از:

- روش آجرچینی و کیفیت انجام آن
- تاثیرات ناشی از نحوه بهره برداری از کوره
- تنشهای مکانیکی وارد بر آجرهای نسوز

در این مقاله در مورد عوامل خرابی در آجرهای نسوز با منشأ تنشهای مکانیکی بحث می کنیم که مهمترین این عوامل عبارتند از:

- 1- اووالیته بدنه کوره
- 2- حرکت نسبی و گپ در رینگهای لوز
- 3- موزی شدن بدنه کوره
- 4- تراز کوره
- 5- شرایط مکانیکی چرخنده کوره

### کلمات کلیدی:

آجر نسوز، اووالیته بدنه کوره، موزی شدن بدنه کوره، رینگ، غلطک، حرکت نسبی، گپ، یاتاقان، مش تماس پینیون و چرخنده، تراز کوره سرد، تراز کوره گرم، لنگی بدنه کوره، لنگی شعاعی، لنگی جانبی

## 1- اووالیته بدنه کوره

عمر آجرهای نسوز کوره مخصوصاً در قسمت زیر رینگها، تاثیر بسیار زیادی از میزان دفرمگی سطح مقطع بدنه کوره دارد. دفرمگی سطح مقطع بدنه کوره را اووالیته گویند. اندازه گیری اووالیته با میزان تغییرات در شعاع بدنه کوره انجام می پذیرد.

در نتیجه وجود اووالیته در بدنه کوره، مابین آجرهای نسوز فشار سطحی بوجود می آید که این فشار باعث شتاب بخشیدن به سایش آجرها شده و در نهایت به خرابی آجرهای نسوز کوره منجر می شود.

اووالیته را معمولاً به صورت دیاگرام قطبی نشان می دهند. به کمک دیاگرام قطبی میزان اووالیته نسبی و مطلق به صورت فرمولهای ذیل محاسبه می گردد.

$$W_a = 4/3 * D^2 * Z \text{ (mm)}$$

$$W_r = 4/3 * (d^2 / D_n) * Z * 100(\%)$$

$$Z = Z' / 15$$

که:

Z: دفرمگی واقعی

Z': دفرمگی اندازه گیری شده از دیاگرام قطبی

15: ثابت تجهیز (در تجهیزات قدیمی از 10 استفاده می شود)

D: بیشترین قطر اندازه گیری شده کوره به متر

Dn: قطر داخلی کوره به میلیمتر

W<sub>a</sub>: اووالیته مطلق

W<sub>r</sub>: اووالیته نسبی

### توجه:

برای جلوگیری از سایش شدید آجرها، اووالیته نسبی باید در حد قابل قبول نگهداشته شود. حد مجاز اووالیته، استاندارد کلی ندارد و باید به دستورالعمل شرکت سازنده کوره مراجعه کرد.

## 2- میزان حرکت نسبی و گپ در رینگهای لوز

در هر یک دور کوره ، بین دو نقطه دلخواه روبروی هم در نظر گرفته شده بر روی رینگ و بدنه کوره ، اختلاف مکانی در راستای محیطی بوجود می آید که به این میزان اختلاف حرکت نسبی  $U$  می گویند . این اختلاف ناشی از فیکس نبودن رینگ بر روی کوره می باشد. تئوری محاسبه میزان حرکت نسبی به این ترتیب می باشد که :

$$U = \pi \square * (D_o - d_o)$$

$$U = \pi \square * C$$

$$C = U / \pi$$

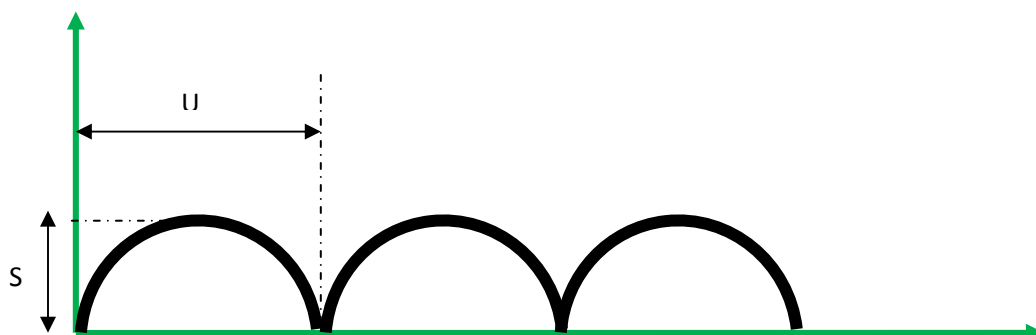
که:

$D_o$  قطر داخلی رینگ استوانه ای دفرمه نشده می باشد

$d_o$  قطر خارجی کوره دفرمه نشده به همراه ضخامت بالشتک می باشد.

$C$  لقی تئوری بین این دو استوانه می باشد. که مقدار  $C$  را گپ بین رینگ و بدنه کوره در بالاترین قسمت بدنه کوره (موقعیت ساعت 12) می گویند

در رینگهای لوز ، اندازه گیری گپ و حرکت نسبی با یک وسیله ساده میتواند انجام گردد. این دستگاه ساده یک شامل مکانیزم که نوک آن مداد قرار دارد و یک صفحه می باشد. مداد از طریق یک مکانیزم به بدنه کوره متصل می گردد و صفحه نیز به کمک پایه مغناطیسی به رینگ متصل است. مداد بایستی دائماً بر روی کاغذ تحت فشار کمی می باشد. با حرکت کوره ، مداد بر روی کاغذ شروع به کشیدن نمودار مانند شکل زیر می کند



حرکت نسبی  $U$  میزان فاصله افقی اندازه گیری شده می باشد و گپ  $S$  میزان پیک منحنی می باشد که مسقیما از روی نمودار خوانده می شود.

اگر دستگاه فوق موجود نباشد میزان حرکت نسبی با استفاده از گچ اندازه گیری می شود. بدین صورت که نقطه متناظر از کوره را بر روی رینگ علامت می زنیم و پس از یک دور کوره دوباره نقطه متناظر را بر روی رینگ علامت می زنیم. فاصله دو نقطه علامت گذاری بر روی رینگ مشخص کننده میزان حرکت نسبی می باشد.

برای محاسبه گپ در این، فرمول تئوری داریم  $U = \pi * C$ ، اما در عمل از  $U = 2 * C$  استفاده می کنیم. اما بایستی توجه داشتیم ارتباط بین گپ و حرکت نسبی به شرایط مختلفی مانند میزان اختلاف دمای رینگ و بدنه، میزان روانکاری و ... بستگی دارد و تنها روش محاسبه گپ واقعی استفاده از نمودار می باشد.

### توجه:

حد مجاز حرکت نسبی و گپ، استاندارد کلی ندارد و باید به دستورالعمل شرکت سازنده کوره مراجعه کرد. در صورت نداشتن دستورالعمل پیشنهاد می گردد گپ بین 3 mm- 4 mm در نتیجه حرکت نسبی 6 mm- 8 mm باشد.

عوامل مختلفی بر میزان حرکت نسبی کوره تاثیر دارند که مهمترین آنها عبارتند از :

- دمای بدنه کوره در قسمت زیر رینگ
- نوع و میزان روانکاری بین رینگ و کوره
- میزان گپ بین رینگ و کوره

برای درک بیشتر عوامل بالا را جداگانه تشریح می کنیم:

### - دمای بدنه کوره در قسمت زیر رینگ

در مواردی دمای کوره دقیقاً در نقطه زیر رینگ بالا رود گپ بین رینگ و کوره، شروع به کم شدن می کند و چنانچه دما بیش از حد بالا رود گپ ممکن است صفر گردد. اگر دمای زیر رینگ بسیار بالاتر رود، بدنه کوره همچنان شروع به انبساط می کند و چون گپ صفر شده است، بدنه کوره تحت فشار قرار گرفته و آسیب دائمی پیدا می کند. این اتفاق موجب ریزش آجرهای نسوز در قسمت دقیقاً زیر رینگ می گردد.

به طور معمول پیشنهاد می گردد، اختلاف دمای بدنه و رینگ از 150 درجه بیشتر نگردد. اگر اختلاف دما از این بیشتر گردد، بدنه کوره در قسمت زیر رینگ بایستی با فن هوا خنک گردد.

پیشنهاد می گردد برای جلوگیری از آسیب به بدنه کوره ، بایستی یک سیستم مکانیزه دائما میزان گپ و حرکت نسبی را کنترل کرده و به محض دادن آلام ، فن های خنک کن نصب شده در اطراف رینگ سریعاً روشن گردد.

در مواردی که فن جهت خنک کردن رینگ نصب نشده باشد ، جهت پایین آمدن دمای بدنه کوره سریعاً بایستی سوخت کوره پایین بیاید.

#### - نوع و میزان روانکاری بین رینگ و کوره

با افزایش میزان روانکاری بین بالشتک و رینگ ، در حالیکه گپ بین رینگ و کوره ثابت است ، میزان حرکت نسبی کوره افزایش می یابد . زمانی که به علت گرم شدن کوره حرکت نسبی به صفر می رسد ، با افزایش روانکاری می توان حرکت نسبی را افزایش داد و از وارد شدن خرابی به بدنه کوره و آجرچینی جلوگیری کرد. این عمل همچنین سایش بالشتکها را نیز کاهش می دهد.

#### - میزان گپ بین رینگ و کوره

در مواردی که گپ بین رینگ و کوره بسیار بالا باشد ، عمر آجر نسوز اطراف رینگ رضایت بخش نبوده و راهی به جز اصلاح میزان گپ وجود ندارد. اصلاح گپ با اضافه کردن شیم و یا با تعویض بالشتک با ضخامت جدید بدست می آید.

برای محاسبه ضخامت شیم مورد نیاز بایستی گپ به مدت یک هفته اندازه گیری شده و نتایج آن ثبت گردد. بر اساس کمترین میزان گپ ثبت شده و با فرمولهای زیر میزان مورد نیاز برای اصلاح گپ محاسبه می گردد.:

$$P=1/2 (S_m-S_s)$$

P : مقدار ضخامت شیم مورد نیاز به میلیمتر

S<sub>m</sub> : کمترین گپ ثبت شده به میلیمتر

S<sub>s</sub> : گپ مجاز به میلیمتر

#### توجه:

حد مجاز گپ ، استاندارد کلی ندارد و باید به دستورالعمل شرکت سازنده کوره مراجعه کرد. در صورت نبودن استاندارد پیشنهاد می گردد میزان گپ بین 3 تا 5 میلیمتر باشد.

در مورد بالشتکهای پیچ شده به بدنه ، با شل کردن پیچ ، شیم را وارد کرده و سپس پیچها را محکم می کنیم. در مورد بالشتکهای جوش داده شده به بدنه ، برای کوتاه مدت می توان شیم بر روی بالشتک جوش داد و در هنگام تعمیرات بلند مدت بالشتکها را با بالشتک جدید تعویض کرد.

### 3- موزی شدن بدنه کوره

کاهش عمر آجرهای نسوز کوره به شدت با موزی شدن بدنه کوره در ارتباط است. روند موزی شدن بدنه کوره به این صورت است که ، در زیر بارش شدید اگر کوره ناگهان توقف کند و وسیله ای جهت چرخاندن کوره نباشد ، اختلاف دمای بین قسمت بالا و پایین کوره به حدود 200-250 درجه سانتی گراد می رسد. در نتیجه قسمت بالایی کوره شروع به منقبض شدن می کند و در نهایت بدنه کوره از محور خود خمیده می شود. این نوع دفرمگی ، حالت موزی به بدنه کوره می دهد و موزی شدن بدنه کوره نامیده می شود.

خرابی های ناشی از موزی شدن کوره عبارتند از:

1- متغیر بودن نیروهای وارده بر یاتاقانها در یک دور کوره.

2- موتور آمپر بیشتری می کشد و تغییرات آمپر موتور نیز بیشتر می گردد.

3- تغییرات در میزان درصد تماس سطح پینیون و چرخدنده (مش تماس) در یک دور کوره

4- خارج از تراز شدن کوره

5- بیشتر شدن ورود هوای کاذب به کوره به دلیل خارج از تنظیم کردن آب بندهای ورودی و خروجی.

6- خرابی مکرر و سریعتر آجرهای نسوز کوره

7- نداشتن یا کم شدن تماس بین رینگ و غلطک در یک یا چند پایه به علت بالا ماندن رینگ

### اصلاح موزی شدن کوره

اصلاح موزی شدن بدنه کوره به طور کامل ، بسیار مشکل است. اما عملکرد کوره می تواند با اصلاح لنگی شعاعی و جانبی چرخدنده و همزمان اصلاح مش تماس پینیون و چرخدنده تا حدودی بهتر گردد(این موارد در بخش بعدی بیشتر توضیح داده می شود). با تعویض قسمت موزی شکل بدنه کوره ، می توان این مشکل را به طور کامل حل کرد.

#### 4- تراز کوره

تعریف تراز کوره:

وقتی کوره تراز است که محور کوره به صورت خط راست بوده و منطبق بر محور رینگها باشد. انطباق بایستی هم در صفحات افقی و هم در صفحات عمودی صورت پذیرد.

تجربه ثابت کرده است که برای بهبود عمر آجرهای نسوز بهتر است هر دو سال یکبار تراز کوره کار انجام پذیرد.

تراز کوره به دو روش انجام می پذیرد:

#### تراز کوره سرد

تراز کوره سرد در هنگام سرد بودن بدنه کوره انجام پذیرفته و اشکالات زیادی دارد که در زیر به تعدادی از آن اشاره می شود:

- اندازه گیری ها خیلی دقیق نیستند
- سایش رینگ، غلطک و بالشتکها در تراز ملاحظه نشده اند.
- تاثیرات حرارت ملاحظه نشده است.

#### تراز کوره گرم

این نوع تراز در شرایط واقعی بهره برداری کوره انجام می پذیرد و نتایج بسیار دقیق بوده و تنها عیب این روش ، گران بودن آن است.

#### توجه:

بر پایه تجربه ، دقت قابل قبول برای تراز بودن کوره در صفحه افقی  $\pm 1.5\text{mm}$  و در صفحه عمودی  $\pm 2.5\text{mm}$  می باشد.

#### 5- شرایط مکانیکی چرخنده کوره

کارکرد نرمال چرخنده بروی ارتعاشات کلیه قسمتهای بدنه کوره تاثیر مستقیم دارد . با افزایش ارتعاشات بدنه ، امکان سایش و مخصوصاً ریزش آجرهای نسوز کوره بسیار بالا می رود . لذا تنظیمات چرخنده بایستی دائماً کنترل بوده و تحت نظر باشد .

تنظیمات چرخنده عبارتند از:

### - لنگی شعاعی و جانبی چرخ دنده اصلی

اصولاً لنگی شعاعی و جانبی چرخنده بایستی در هر توقف بلند مدت چک گردد و همچنین به هر دلیلی که تراز کوره تغییر کند مانند دفرمگی بدنه و جابجایی غلطکها، تعویض غلطک ... بایستی لنگی شعاعی و جانبی چک گردد.

#### توجه:

حد مجاز لنگی شعاعی و جانبی چرخنده، استاندارد کلی ندارد و باید به دستورالعمل شرکت سازنده کوره مراجعه کرد. در صورت نبودن دستورالعمل از جدول زیر می توان استفاده کرد.

قطر دایره گام چرخنده 6m	لنگی شعاعی چرخنده mm		لنگی جانبی چرخنده mm	
	چرخنده نو	چرخنده کار کرده	چرخنده نو	چرخنده کار کرده
6.0	0.50	0.96	0.74	1.40
6.5	0.56	1.14	0.81	1.52
7.0	0.61	1.32	0.90	1.75

### - میزان تماس چرخنده – پینیون

میزان بک لش و روت کیلیرنس بین چرخنده و پینیونها نحوه تماس پینیون و چرخنده را مشخص می کند. لذا بایستی بک لش و روت کیلیرنس به صورت مداوم اندازه گیری گردد و در صورت نیاز سریعاً اصلاح گردد.

برای مشاهده میزان سطح تماس چرخنده و پینیون از فیلم رنگ استفاده می شود و پیشنهاد می گردد سطح تماس بین چرخنده و پینیون دائماً بایستی بین 70-80% باقی بماند.

#### توجه:

حد مجاز بک لش و روت کیلیرنس، استاندارد کلی ندارد و باید به دستورالعمل شرکت سازنده کوره مراجعه کرد.



## نتیجه گیری

عمر آجرهای نسوز کوره را با موارد زیر می توان بهبود بخشید:

- نگهداشتن اووالیته بدنه کوره در محدوده معین شده
- چک کردن مداوم حرکت نسبی، گپ و دمای بدنه کوره در زیر رینگ
- جلوگیری از اختلاف شدید دمایی بین رینگ لوزو بدنه کوره و خنک کردن بدنه کوره در صورت نیاز
- چک کردن و تراز کوره هر دو سال یکبار
- نگهداشتن چرخنده کوره در شرایط مکانیکی نرمال

منبع:

سایت شرکت **HOLTEC CONSULTING PRIVATE LIMITED, NEW DELHI**

<http://www.holtecnet.com/web>

نام مقاله:

MECHANICAL STABILITY OF CEMENT ROTARY KILNS TO PREVENT BRICK LINING  
FAILUR

نویسنده مقاله: **G.C. Dalela, Raju Goyal and Kamal Kumar**

مشخصات تماس:

Email: [e.davodi@yahoo.com](mailto:e.davodi@yahoo.com)

Tel: 09194910399