

کنترل کیفیت , کلید تولید بهینه

نوشته: فریدون رحمانی

شرکت سیمان داراب

با توجه به جدی بودن بحث رقابت در بازار امروز , طبعاً کارخانجاتی که بتوانند محصولات با کیفیت مطلوب تولید کنند در سیستم های مشتری گرای کنونی موفق ترند.

اگر قرار باشد محصولی با کیفیت مناسب تولید کنیم بایستی فرایند تولید محصول را کاملاً تحت کنترل و پایدار نگه داریم و حداقل میزان تغییرات ناخواسته را در روند تولید داشته باشیم .

ابزار اصلی و اساسی در کنترل تولید سیمان , کنترل کیفیت مواد اولیه میباشد و بهمین علت شناخت زیر ساخت های یک فرایند سیستماتیک و مدیریت کیفیت اهمیت خاصی پیدا میکند.

استفاده از روشهای کنترل کیفیت آماری , ثبات فرایندها و نیز بهبود کارایی کنترل های انجام شده را نشان میدهد.

در این نوشتار به اهمیت کیفیت مواد و عدم نوسانات خوراک کوره پرداخته شده است . کارکرد یکنواخت کوره و تولید کلینکر مرغوب , در نتیجه یکنواختی مواد ورودی , حاصل میگردد . همچنین یکنواختی و همگنی خوراک ورودی , نقش عمده ای در پایداری کوتینگ و شرایط بهره برداری نرمال و پایدار دارد . مشکلات ناشی از نوسانات کوره بطور خلاصه عبارتند از :

۱- افزایش مصرف سوخت ۲- افزایش مصرف انرژی الکتریکی ۳- کاهش تولید کلینکر ۴- کوتینگ ریزی و کاهش عمر نسوز کوره

۵- کاهش کیفیت کلینکر و در نتیجه سیمان تولیدی

نوسانات خوراک کوره که میتواند در اثر عوامل فیزیکی (مثلاً نرمی و دانه بندی مواد و اندازه کریستالها) و یا شیمیایی (نوسانات مدولهای مختلف مثل LSF, SM, AM و ..) باشد منجر به ناپایداری کوره شده و سبب میشود اپراتور مکرراً تغییرات مختلفی را اعمال نماید و در نهایت به سرد شدن کوره , گرم شدن بیش از حد پیش گرمکن و خطر گرفتگی در قسمت های مختلف آن , ریختن کوتینگها , بالا رفتن مصرف سوخت , اعمال فشار بیشتر به تجهیزات اعم از مکانیکی و الکتریکی (شامل صدمه به بدنه کوره , رینگها , زره های گریت کولرها و نیز استفاده از توان حداکثر موتور ها و افزایش مصارف انرژی الکتریکی) و نیز کاهش تولید کلینکر و کاستن کیفیت محصول تولیدی , بیانجامد .

به جهت بررسی اثر تغییرات و نوسانات خوراک در وضعیت پایداری فرایند، کوره شرکت سیمان داراب تحت شرایط مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفت و در همین راستا نمونه هایی از خوراک کوره های سه روز متوالی که کوره بدون توقف کار کرده است جمع آوری و بر اساس نوسانات مدول LSF خوراک ورودی، سایر پارامترها مورد ارزیابی قرار گرفت (در این بررسی از نوسانات سایر مدولها و فاکتورها صرف نظر شد) و هر 36 نمونه که حاکی از سه روز عملکرد کوره بود به عنوان یک گروه بررسی شد.

برای نیل به این هدف از پارامترهای انحراف معیار و قابلیت فرایند استفاده گردید. انحراف معیار بصورت:

مجموع مربعات تفاضل نمونه ها از میانگین

$$S = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

بیان میگردد.

ولیکن از آنجا که انحراف معیار به تنهایی مقیاس کامل و بدون نقصی برای ارزیابی نوسانات و تغییرات یک پارامتر نیست و در آن تفاوت بین یک روند ثابت روبه تزايد یا کاهش با نوسانات سیکلی قابل تشخیص نمیباشد از فاکتور دیگری بنام قابلیت کنترل فرایند استفاده شد که معیاری است که توانایی ما را در کنترل سیستم بررسی مینماید و به صورت

حد پایین - حد بالا

$$PC = \frac{\text{انحراف معیار}}{\text{انحراف معیار}}$$

نمونه ها

بیان میگردد و هر چه عدد حاصله بالاتر باشد حاکی از قابلیت کنترل بهتر سیستم است.

در نمونه های گروه اول (جدول ۱) ملاحظه میشود که حد اکثر LSF خوراک ورودی کوره 97.2 و حد اقل 92.9 و میانگین نمونه ها برابر 94.78 میباشد.

انحراف استاندارد LSF این گروه برابر با 1.18 و قابلیت کنترل فرایند آنها نیز 3.64 میباشد (حد مجاز انحراف استاندارد LSF برابر ۱ میباشد). در نمونه های گروه دوم (جدول ۲) حد اکثر LSF برابر 96.4، حد اقل 93.5 و میانگین 95.11 بوده و از طرفی انحراف استاندارد نمونه ها 0.7 است (که در حد مجاز انحراف استاندارد LSF بوده) و بیانگر وضعیت بهتری برای گروه دوم است از طرفی نیز قابلیت کنترل فرایند گروه دوم مساوی 4.17 است که وضعیت مناسبتری نسبت به نمونه های مورد اول (با قابلیت فرایند 3.64 را نشان میدهد).

فراموش نکنیم که افزایش LSF به معنی دشوارتر شدن شرایط پخت، افزایش درجه حرارت آن، مصرف سوخت بیشتر و آهک آزاد بالاتر است.

این دو گروه از نمونه ها از دو جنبه مورد مقایسه قرار گرفتند: ۱- میزان تولید و انرژی مصرفی. ۲- کیفیت کلینکر تولیدی حاصله از نمونه ها.

- میزان تولید و مصرف انرژی

میزان تولید کلینکر در طی سه روز اول (گروه اول) نسبت به سه روز بعدی (گروه دوم) 587 تن کمتر بوده است. همچنین میانگین تناژ تولیدی گروه اول نسبت به گروه دوم نیز حاکی از همین مسئله است.

با توجه به اینکه میانگین LSF گروه دوم در کل بالاتر از میانگین LSF گروه اول بوده و با فرض شرایط یکسان، به نظر میرسد کوره میبایستی با تناژ کمتری کار کند، عملاً عکس این حالت دیده میشود و میانگین تناژ تولیدی بالاتر بوده ضمن آنکه انحراف استاندارد T/H نمونه های گروه دوم نیز کمتر و قابلیت کنترل فرایند آنها بیشتر شده که نشانگر یکنواختی بیشتر عملکرد کوره است.

در خصوص میزان مصرف حرارتی ویژه نیز ملاحظه میشود که میانگین انرژی حرارتی مصرفی گروه دوم (با میانگین LSF بالاتر، دیرپزتر ولی با SD کمتر و PC بیشتر) حدود 18 Kcal/Kg Cli نسبت به گروه اول (با میانگین LSF پایین تر، زودپزتر ولی با SD بیشتر و PC کمتر) کاهش یافته است.

و نیز در طی کارکرد سه روزه گروه اول مصرف انرژی الکتریکی ویژه به ازای هر تن تولید کلینکر 31.51 Kwh و در گروه دوم 29.19 Kwh بوده است که حکایت از 2.32 Kwh / t کاهش انرژی الکتریکی در گروه دوم (که نوسانات LSF و در نتیجه نوسانات T/H و Kcal / Kgcli یکنواخت تر و کمتر بوده) را دارد.

به عبارتی میتوان چنین تصور نمود که با فرض یکسان بودن سایر شرایط، در صورتیکه نوسانات خوراک ورودی به کوره کاهش داده شود و تحت کنترل بیشتری قرار گیرد نتیجتاً نوسانات T/H کوره کاهش یافته (عملکرد یکنواخت کوره) و منجر به کاهش انرژی حرارتی ویژه و انرژی الکتریکی ویژه و افزایش میانگین و مجموع تولید کوره نیز خواهد شد.

- کیفیت کلینکر تولیدی

در بعد کیفیت کلینکر نیز دوفاکتور وزن لیتری محصول و آهک آزاد ملاک ارزیابی قرار گرفته و ملاحظه شد در گروه اول که نوسانات LSF بیشتر بوده نوسانات اوزان لیتری و آهک آزاد نیز به مراتب زیادتر است و علیرغم اینکه میانگین LSF پایین تر از گروه دوم مواد بود اما میانگین وزن لیتری ها کمتر و آهک آزاده ها بالاتر گزارش گردید و کلینکر نامرغوب تری حاصل شد. همچنین سایر فاکتورها از جمله انحراف استاندارد و قابلیت کنترل فرایند نیز بخوبی نشانگر کیفیت بهتر محصول در گروه دوم مواد با نوسانات کمتر است.

گروه اول (جدول ۱)						گروه دوم (جدول ۲)					
تعداد نمونه	LSF	T/H	Kcal/Kg	L.W	CaO f	تعداد نمونه	LSF	T/H	Kcal/Kg	L.W	CaO f
1	93.7	200	794.63	1290	0.76	1	94.3	195	812.18	1280	0.47
2	96.6	180	808.78	1290	1.42	2	94.1	195	836.21	1270	0.47
3	95.8	180	825.41	1200	1.09	3	93.7	202	800.27	1250	0.47
4	95.2	180	819.28	1170	2.43	4	93.5	207	794.44	1240	0.28
5	93.3	183	811.39	1190	2.94	5	95	206	781.51	1250	0.19
6	96.2	185	814.31	1130	2.68	6	95	206	770.57	1200	0.23
7	93	185	800.22	1210	1.43	7	94.7	206	773.98	1230	0.37
8	95.2	190	803.07	1260	1.58	8	94.5	207	779.20	1240	0.35
9	94.3	185	811.50	1180	1.5	9	95.1	208	780.17	1260	0.37
10	95.3	187	824.99	1120	2.43	10	94.4	207	788.18	1220	0.79
11	94.8	188	811.35	1140	1.6	11	94.9	207	784.40	1260	0.63
12	95.6	188	823.67	1180	2.01	12	95.2	200	806.22	1200	0.71
13	96.2	188	826.72	1130	2.7	13	95.3	190	839.44	1200	0.95
14	93	185	821.35	1150	2.2	14	94.9	192	827.84	1230	0.54
15	94.2	185	794.74	1100	2.45	15	94.5	200	823.64	1220	0.75
16	94.8	188	788.42	1170	0.75	16	94.4	200	767.17	1200	0.36
17	95.1	191	799.20	1220	3.2	17	95	206	778.09	1220	0.63
18	93	197	777.42	1160	1.9	18	94.8	206	784.46	1200	0.5
19	94.3	197	770.99	1220	1.39	19	94.9	206	756.01	1200	0.42
20	96.5	195	791.67	1170	2.69	20	95.9	203	781.73	1230	0.25
21	95.5	195	805.41	1110	2.04	21	94.3	206	770.77	1230	0.34
22	94.8	197	799.69	1150	0.62	22	95.1	206	768.42	1220	0.54
23	92.9	197	806.14	1280	1.41	23	95.7	206	776.49	1230	0.53
24	93.8	197	806.45	1220	1.01	24	95.9	206	773.01	1240	0.54
25	93	197	804.78	1170	1.9	25	95.4	206	770.22	1230	0.45
26	93.8	197	801.14	1200	3.1	26	95.4	206	780.46	1240	0.38
27	93.8	197	799.48	1120	2.5	27	95.6	206	788.23	1260	0.42
28	92.9	192	793.15	1170	1.6	28	95.7	203	794.49	1260	0.52
29	94.4	192	798.71	1080	2.7	29	95.3	208	739.61	1290	0.35
30	94.4	192	809.99	1150	2.15	30	95.7	206	769.58	1260	0.44
31	95.5	192	809.12	1150	3.49	31	96.1	203	776.86	1250	0.4
32	95.3	192	814.35	1100	2.93	32	95	206	776.08	1230	0.53
33	94.9	192	812.86	1120	3.21	33	96.4	206	785.83	1220	0.47
34	95.2	190	799.12	1070	3.23	34	94.7	204	788.30	1250	0.48
35	96.1	190	808.19	1150	0.79	35	96.4	204	775.93	1230	0.72
36	97.2	190	815.84	1200	2.01	36	95.9	198	815.05	1140	0.6
MAX	97.20	200.00	826.72	1290.00	3.49	MAX	96.40	208.00	839.44	1290.00	0.95
MIN	92.90	180.00	770.99	1070.00	0.62	MIN	93.50	190.00	739.61	1140.00	0.19
AVE	94.78	190.70	806.22	1170.53	2.05	AVE	95.11	203.70	787.96	1231.84	0.49
S.D.	1.18	5.50	12.62	55.19	0.81	S.D.	0.70	4.53	21.67	28.24	0.16

P.C.	3.64	3.64	4.42	3.99	3.56	P.C.	4.17	3.97	4.61	5.31	4.65
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------





