مرکز تحقیقات فرآوری مواد کاشی گر
Kashigar Mineral Processing Research Center

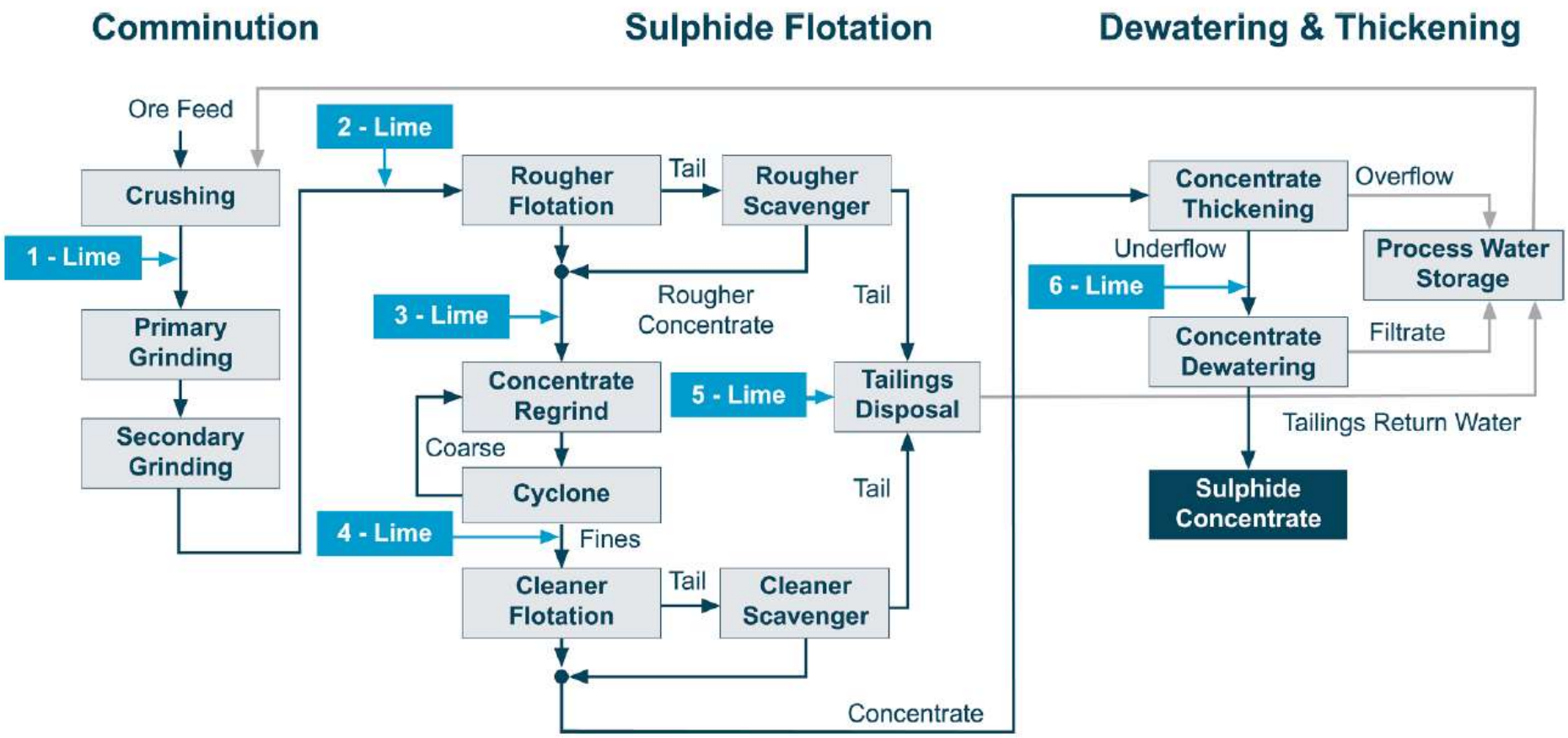
در دنیا چه خبر؟

چرا مصرف آهک در کارخانه های فرآوری ما خیلی بیشتر از استاندارد جهانی است؟

مرکز تحقیقات فرآوری مواد کاشی گر

www.kmpc.ir Info@kmpc.ir

محل های اضافه کردن آهک در کارخانه های فرآوری



مقدار pH در کارخانه های بزرگ فرآوری کانی‌های سولفیدی

Plant	Collectors	Frothers	pH	
			Ro	Cl
Canada				
Gibraltar	Dithiophosphate, PAX	MIBC	10.5	11.1
Island Copper	SIBX	Dow 1012	10.5	11.2
Highland valley	PAX, fuel oil	Dow 250/ pine oil	9.2	10.5
USA				
Utah Copper	Dithiophosphate, fuel oil	Doz 250/ MIBC	8.5	9.5
Sierrita	SIPX, xanthic ester, fuel oil	MIBC	11.0	11.5
Morenci	Thionocarbamate	Dox 250/ MIBC	10.5	10.5
Pinto Valley	NIBX, dithiophosphate	MIBC	11.5	11.5
Mineral Park	Thionocarbamate, xanthic esther	MIBC	11.5	11.5
Bagdad	PAX, Fuel oil	Pine oil/MIBC	11.5	11.5
San Manuel	SIPX, mercaptobenzothiazole, dithiophosphate	MIBC/store oil	8.0	8.0
Chile				
El Salvador	PAX, thionocarbamate	Teefroth TB/ pine oil	10.8	11.5
Escondida	SIPX, mercaptan, xanthic ester	MIBC/pine oil/Dow 1020	10.5	10.8
Los Bronces	Dithiophosphate	Dow 250	10.	10.5
El Teniente	Xanthic ester, fuel oil	Dow 250	11	11.5
Andina	Thionocarbamate, fuel oil	MIBC/Dow 250	9.0	9.5
Chaluahuasi	SIPX, thionocarbamate	Pine oil/MIBC	10.5	10.5
Chiuquicamata	SIPX, dithiophosphate	Dow 250/ pine oil	11.0	11.5

مقدار مصرف آهک

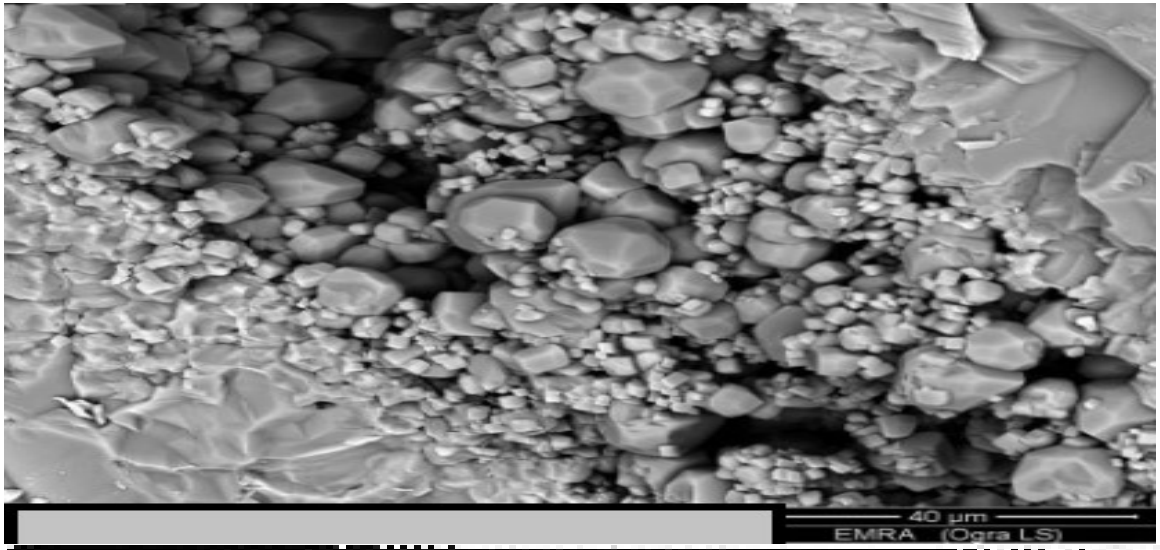
– مقدار معمول مصرف آهک ۲/۵–۰/۴ کیلو گرم بر هر تن خوراک است ولی مقدار مصرف ۵/۵ کیلو گرم در کارخانه ای در یکی از کشورهای آمریکای جنوبی نیز گزارش شده است.

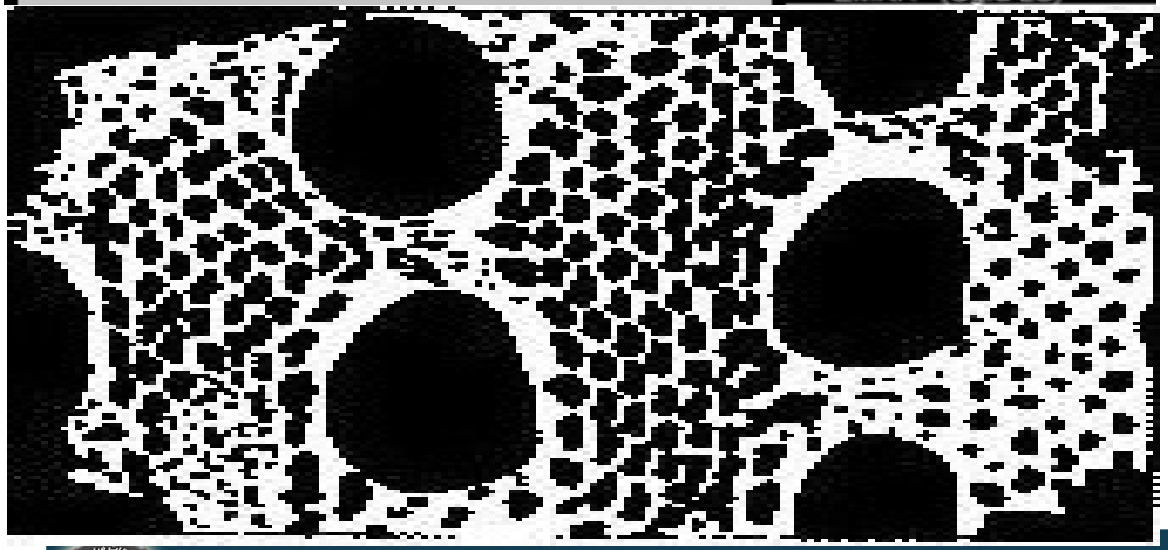
– هزینه آهک در فلوتاسیون کانی های سولفیدی دو برابر هزینه کلکتورهاست.

چرخه آهک

Calcium Carbonate
$CaCO_3$
Heat
>900°C
Calcination process:
$CaCO_3$ + Heat (>900°C)= CaO + CO_2
Quicklime
Calcium oxide
CaO
+Excess Water (H_2O)
Lime Putty/
Lime Water
Aqueous Hydrated Lime
$Ca(OH)_2$
Hydration process:
$CaO + H_2O$ → Slaked → $Ca(OH)_2$ +
Heat (i.e., Exothermic)
+Water (H_2O)
Slaked Lime
Solid Hydrated Lime
+Carbon Dioxide
Precipitated Calcium Carbonate (PCC)
$Ca(OH)_2 + CO_2$ (Air) = $CaCO_3$ + H_2O

تاثیر ناخالصی مانند آهن، سدیم و پتاسیم براندازه دانه ذرات آهک پخته





- ایجاد دانه های بزرگتر و در درجه حرارت های پایین تر به دلیل وجود ناخالصی
- بهترین اندازه: d_{50} کمتر از ۱۵ میکرون

تاثیر اندازه ذرات بر مقدار اکتیویته (واکنش پذیری) اندازه گیری شده

Particle size (mm)	Reactivity/ R_{DIN} value $\frac{2400}{Time\ (s)}$
2.0 to 4.75	152 ± 2.0
1.0 to 2.0	148 ± 2.5
0.5 to 1.0	113 ± 3.0
0.075 to 0.5	75 ± 1.5
< 0.075	26 ± 3.5

تاثیر نوع سوخت بر کارآیی آهک تولید شده

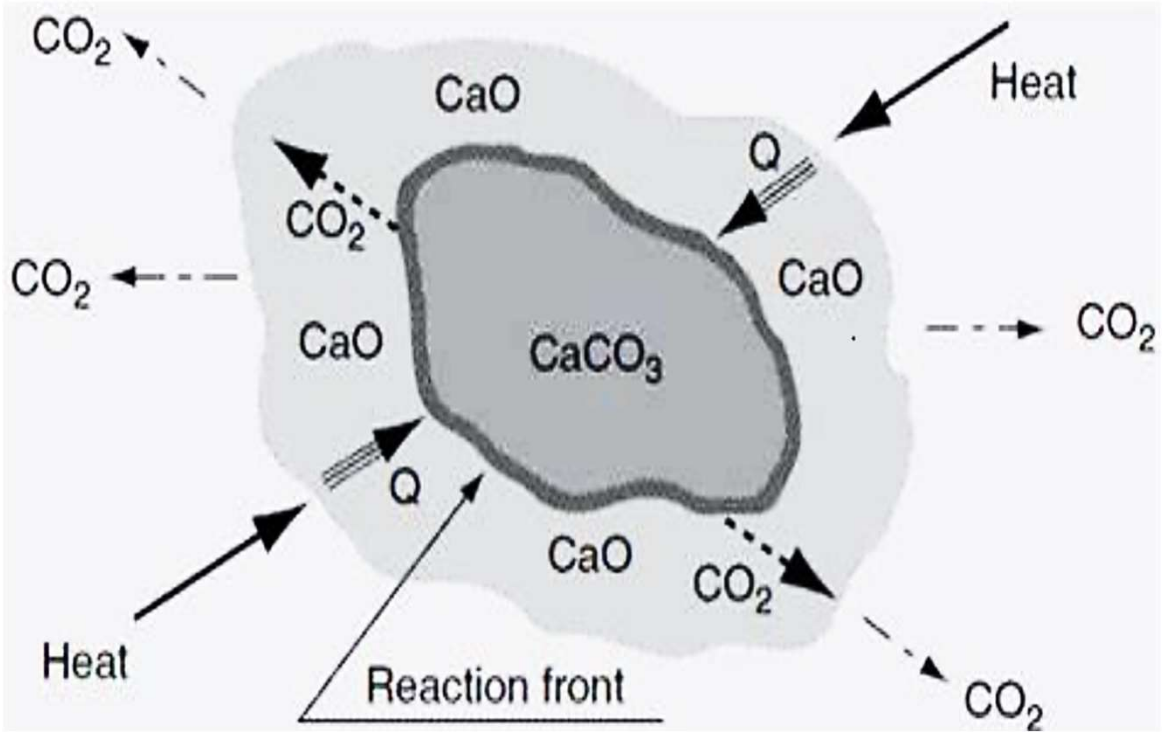
- وجود و انتقال ناخالصی غیر کربنی به آهک زنده
- بزرگ تر شدن ذرات هیدرواکسید کلسیم $Ca(OH)_2$ به دلیل وجود گوگرد در کک و مازوت

مدل آزاد کردن دی اکسید کربن از سنگ آهک

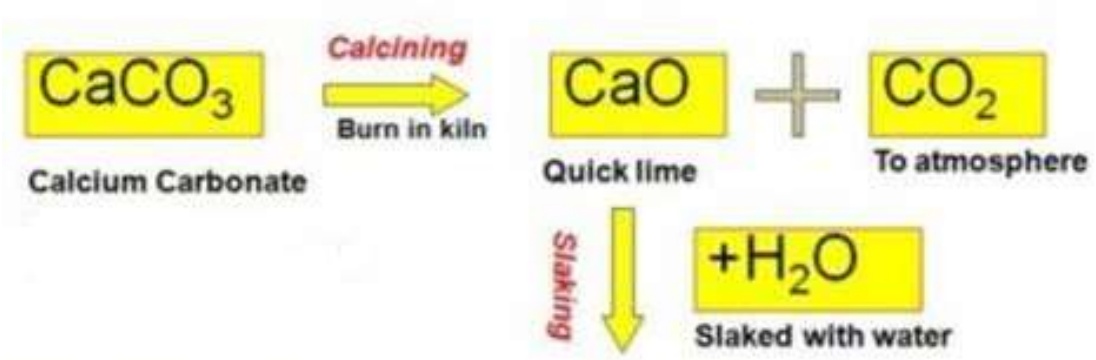
$$CaCO_3 + heat \rightarrow CaO + CO_2$$

آهک خام **آهک زنده**

پخت آهک

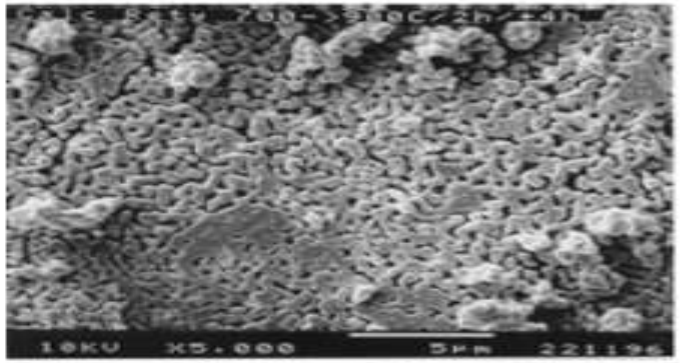


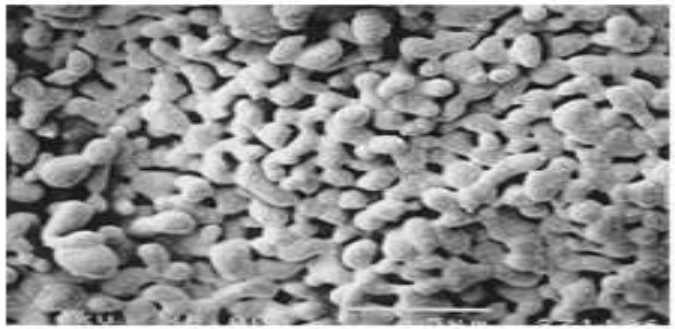
کاهش کارآیی آهک با بیش از حد حرارت دهی

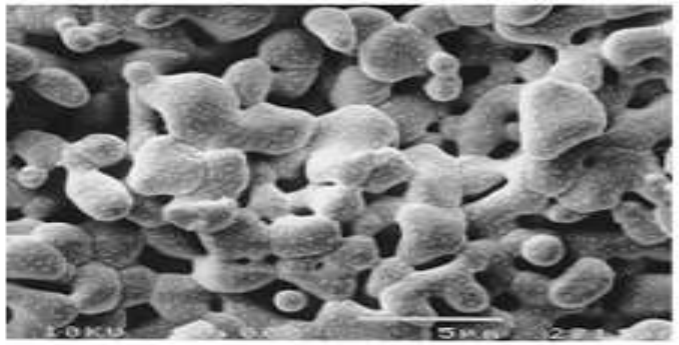


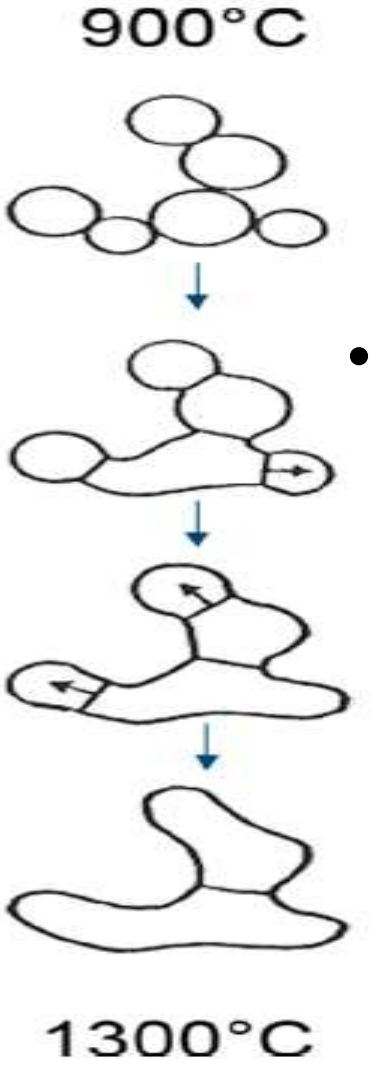
- میزان تبدیل سنگ آهک به آهک پخته با افزایش شدت حرارت دهی و یا زمان افزایش می یابد ولی از یک حد بیشتر باعث سوختن و کاهش کارایی آن در پالپ می شود.

تاثیر افزایش درجه حرارت بر کاهش تخلخل









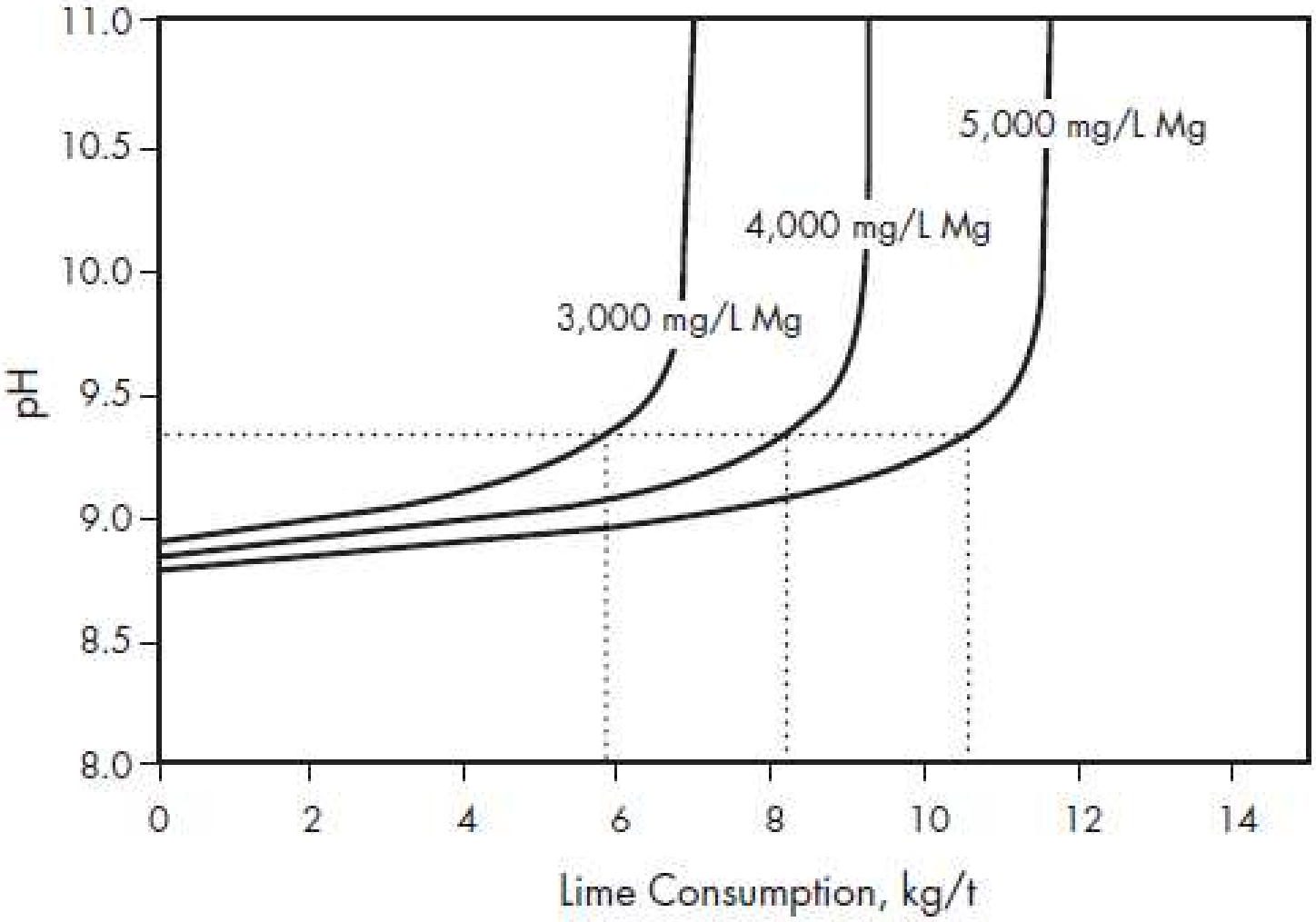
- هر چه CO_2 بیشتری خارج شود تخلخل افزایش پیدا می کند.
- بطور نظری تخلخل به ۴۵ درصد می تواند برسد ولی در عمل امکان ندارد.

تاثیر بیش از حد حرارت دادن آهک بر اکتیویته (واکنش پذیری) آن

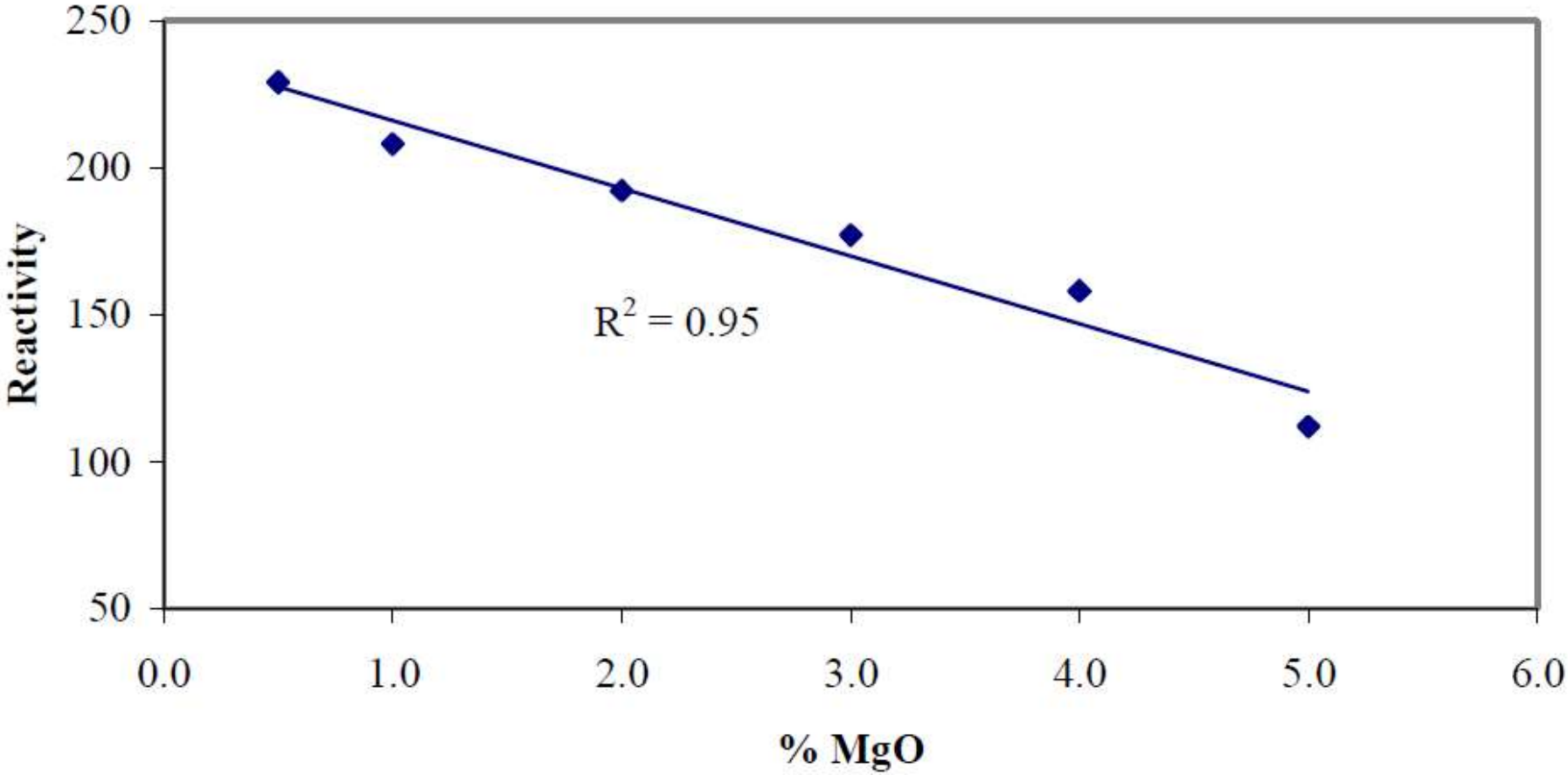
مدت زمان بیش از یک ساعت در درجه حرارت ۹۵۰

Calcination time over 1 h (min)	R_{DIN} (reactivity) $\frac{2400}{Time\ (s)}$
10	160 ± 1
20	158 ± 1
30	139 ± 2
60	122 ± 2
90	118 ± 1
120	116 ± 1
180	109 ± 2
240	106 ± 2

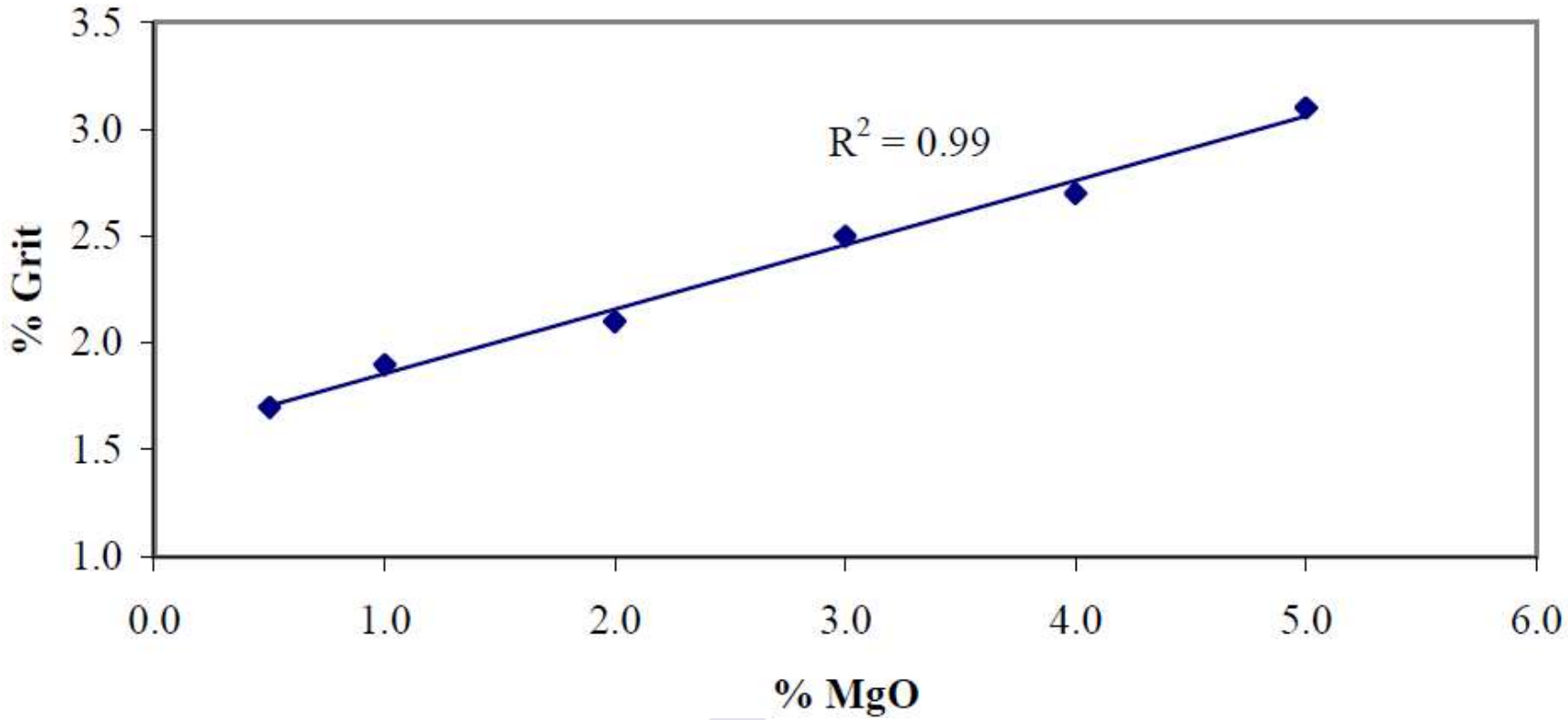
تاثیر مقدارمنیزیم آب بر مصرف آهک



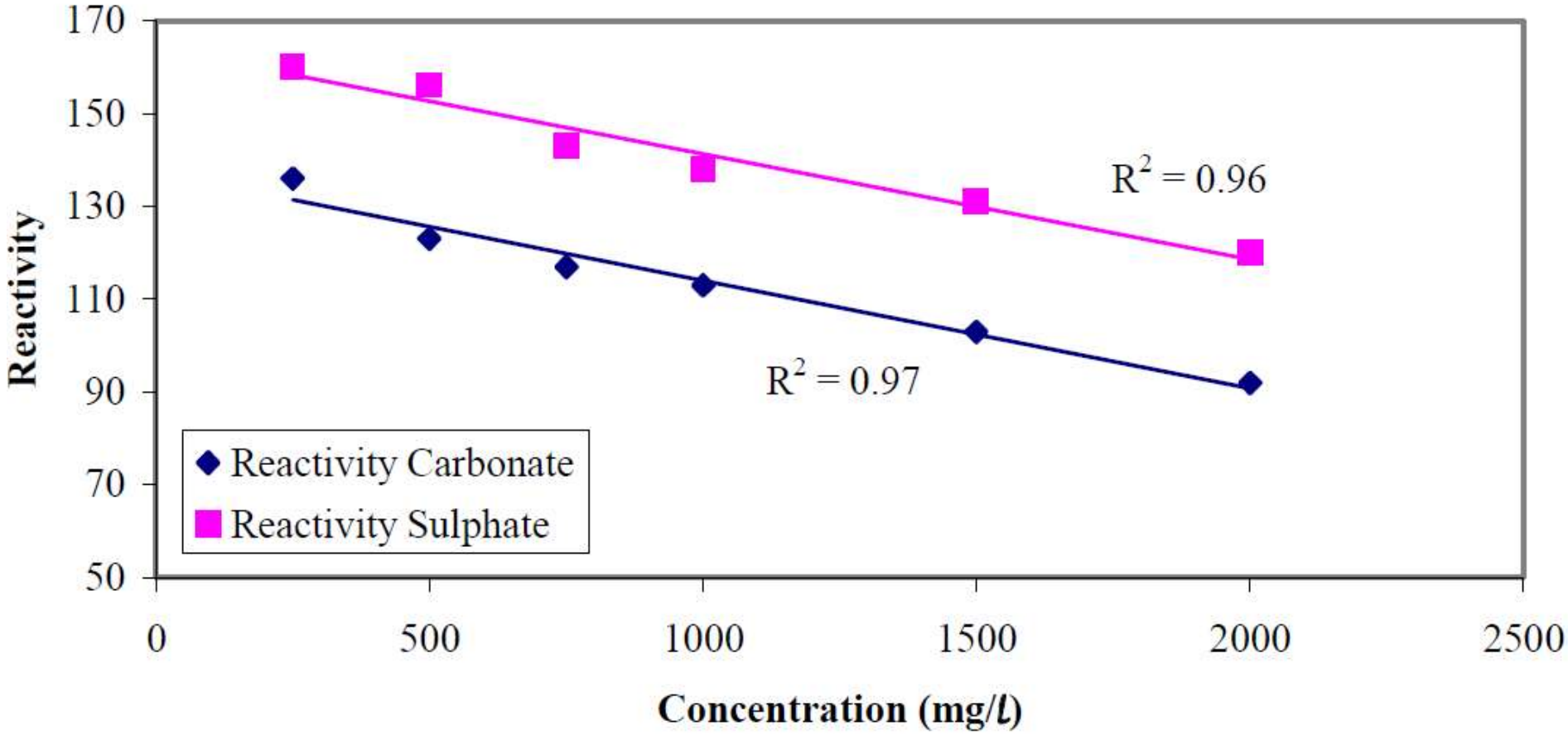
تاثیر مقدارمنیزیم آب بر واکنش پذیری آهک



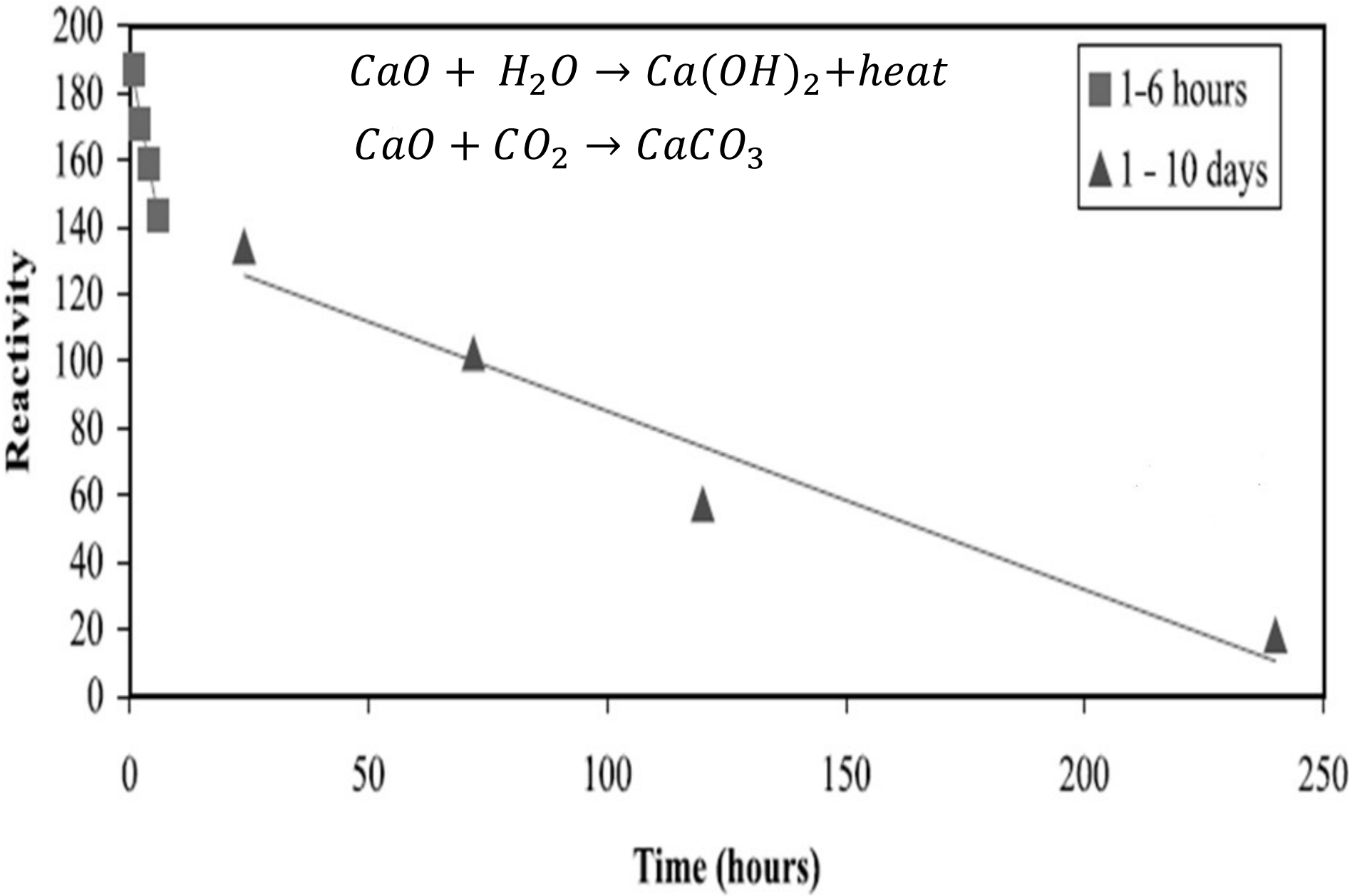
تاثیر مقدارمنیزیم آب بر میزان تولید سنگ ریزه



تاثیر میزان یون های کربنات و سولفات در آب بر واکنش پذیری آهک



تاثیر در معرض هوای مرطوب قرار دادن آهک زنده بر اکتیویته



سوال

دلیل عمده مصرف بالای آهک در سرچشمه نسبت به استاندارد جهانی، کدامیک از موارد زیر است.

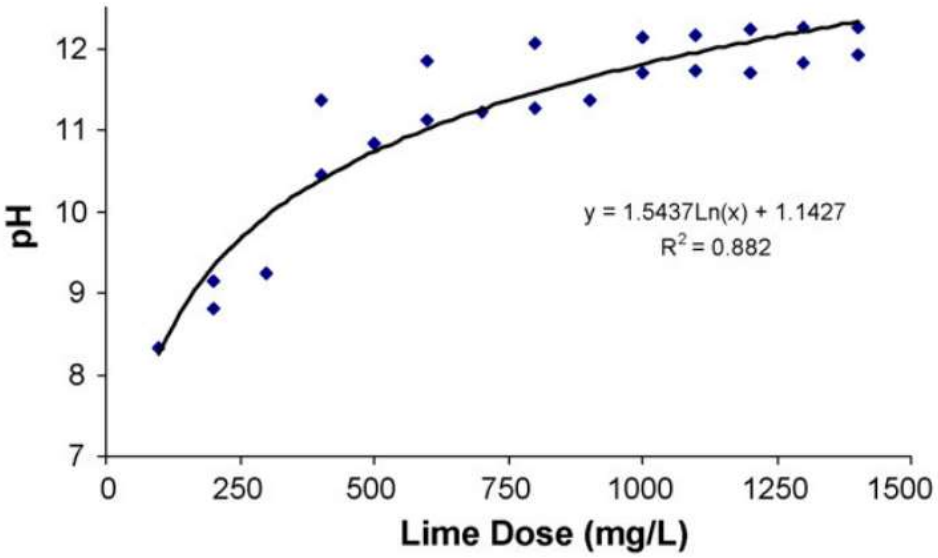
- **کیفیت پایین آهک خریداری شده و عدم کنترل دانه بندی آن**
- **عدم کنترل دقیق فرایند پخت آهک**
- **مشکلات شیرآهک سازی (وجود ناخالصی در آب مصرفی، نسبت آب به آهک، نگهداری آهک و ...) و کنترل مصرف آن**
- **مصرف بالا در کارخانه برای پایداری بیشتر کف و بازداشت پیریت**

نحوه کنترل مقدار مصرف آهک

– برای کنتـــرل pH از کنتـــرل پســـخور استفاده می شود.

– مشکلات کنترل آهـــک: کالیبراســـیون pH مترها، تمیز کردن به موقع آنها

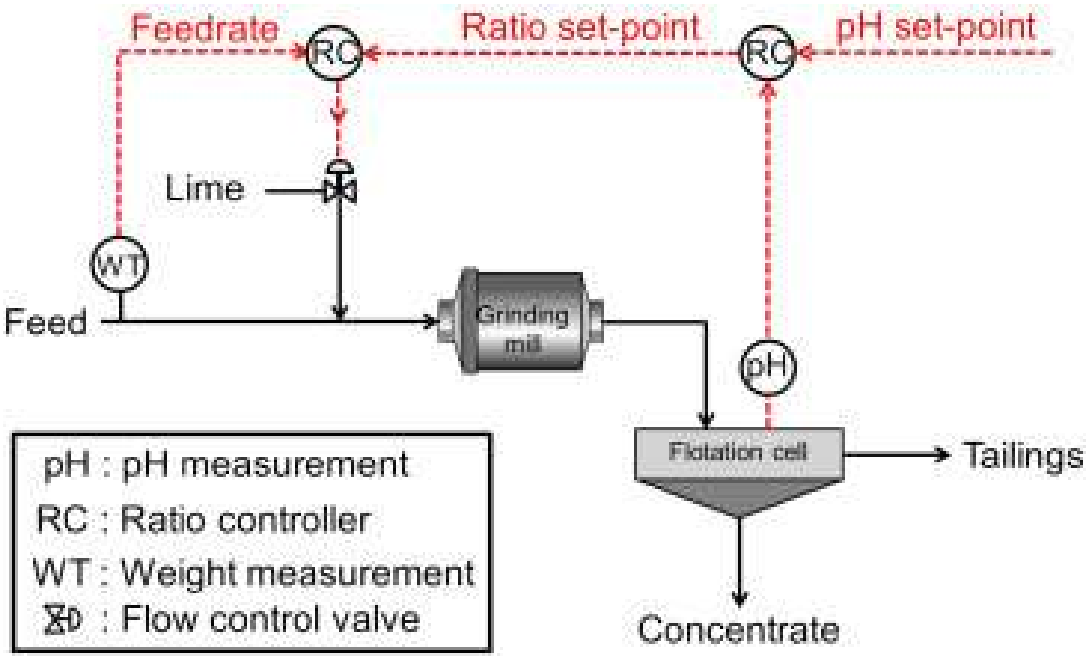
نحوه کنترل مقدار مصرف آهک



– استفاده از هدایت الکتریکی به جای pH در کارخانه هایی با موفقیت انجام شده است.

– رابطه خطی بین مقدار آهک مصرفی و pH وجود ندارد. چون تغییر تناژ و ترکیب شیمیایی میزان آهک مصرفی را تعیین می کند.

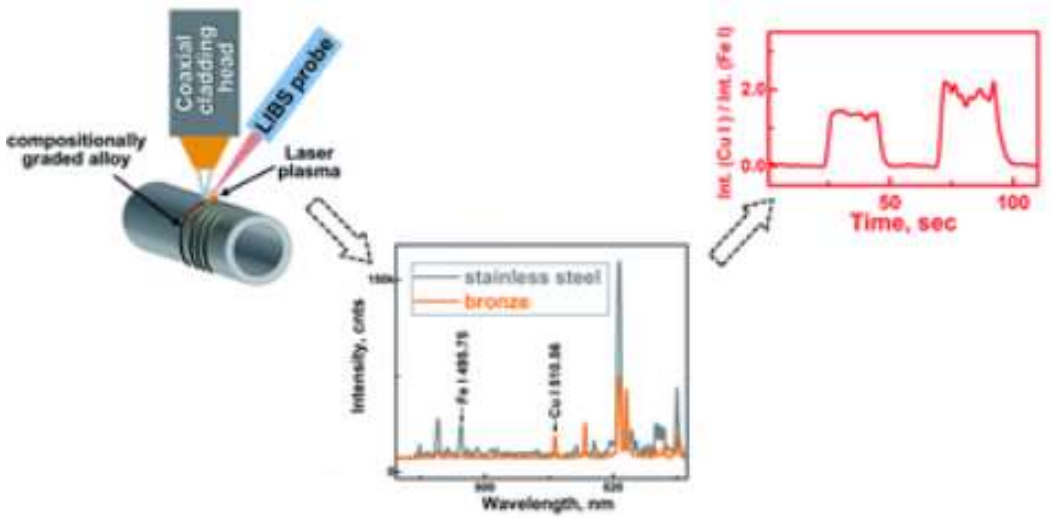
نحوه کنترل مقدار مصرف آهک



– تعیین میزان مصرف آهک با توجه به اختلاف pH موجود و نقطه مطلوب pH با در نظر گرفتن تناژ خوراک ورودی از رویکرد های موفق سال های اخیر بوده است.

نحوه کنترل مقدار مصرف آهک

– تعیین میزان مصرف آهک با توجه به مقدار آهن (پیریت) در خوراک، کنسانتره مرحله پر عیار کنی نهایی با تعیین برخط میزان عناصر در کارخانه فراوری مس Codelco در شیلی بکار گرفته شده است.



– بکارگیری این روش عیار کنسانتره مس را از ۲۶/۳ به ۲۷/۷ درصد رساند و میزان آهن محتوی از ۲۰/۸ به ۲۰/۳ درصد کاهش پیدا کرد.

اضافه کردن آهک در سلول های رمق‌گیر

– به دلیل میزان بار کمتر در کف سلول های رمق گیر، پایـــداری آنهـــا پایین است. با اضافه کردن آهک و کـــاهش نیروهـــای دافعـــه باعـــث پایداری کف ها می شود.

– افزایش آهک مصرف کف ساز را نیز کاهش می‌دهد.

تاثیر اضافه کردن بیش از حد آهک در مدار فلوتاسیون

– استفاده بیش از حد آهک باعث کاهش بازیابی مولیبدنیت می شود. دلیل این امر جذب یون‌های کلسیم دو ظرفیتی و تشکیل دلمه غیر همگن مولیبدنیت و کوارتز است.

سوال

چند مورد از موارد زیر روی خواهد داد.

- **مطالب ارائه شده در جلسه در خصوص راه‌های کاهش مصرف آهک بزودی فراموش خواهد شد و مقدار مصرف تغییری نخواهد کرد.**
- **به دلیل مشکلات موجود در اجرای راهکارهای ارائه شده در عمل اتفاقی نخواهد افتاد.**
- **به دلیل پی گیری مدیریت و مشخص کردن وظایف افراد و ارزیابی پیوسته کارهای انجام شده، مقدار مصرف نسبت به گذشته کاهش پیدا خواهد کرد.**
- **در کوتاه مدت به دلیل پی گیری مدیریت تغییراتی حاصل خواهد شد ولی در دراز مدت به حالت قبلی باز خواهد گشت.**