

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



بررسی تأثیر افزایش کمک فیلتر بر کارایی عملیات فیلتراسیون در کارخانه زغالشویی زرنند

احد ایرانمنش¹ و صمد بنیسی²

1- . دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی فرآوری مواد معدنی در دانشگاه شهید باهنر کرمان؛ نشانی: کرمان، خیابان شهیدای خانوک، کوچه شماره 13، دراول سمت راست، کد پستی: 7615814359، تلفن 0341-2234174

E-mail: Iranmanesh_A@Hemmatgroup.com

2- دانشیار بخش مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، تلفن: 0341-2112764

E-mail: Banisi@mail.uk.ac.ir

چکیده

در مدار فیلتراسیون کارخانه زغالشویی زرنند کنسانتره فلوتاسیون که بصورت پالپ است، برای جداسازی جامد از آن و کاهش رطوبت جامد وارد مرحله فیلتراسیون می‌شود. فیلتر از سطح متخلخلی که منافذ آن برای عبور مایع مناسب هستند ولی از عبور دانه‌های جامد جلوگیری می‌کنند، تشکیل شده است. معمولاً برای کاهش رطوبت ذرات زیر 10 mm از فیلترهای تحت خلاء گردان و از نوع دیسکی برای ذرات زیر 0/6 mm استفاده می‌شود. با توجه به اینکه کنسانتره فلوتاسیون زغال 85٪ زیر 0/5 mm است، لذا روش فیلتراسیون خلاء در کارخانه زغالشویی زرنند انتخاب شده است. با توجه به لزوم استفاده از کمک فیلتر بدلیل وجود بیش از 50٪ ذرات کوچکتر از 75 میکرون در پالپ ورودی، آزمایش افزودن کمک فیلتر با 4 مقدار 250، 300، 350 و 400 گرم برتن انجام شد که مقدار 400 گرم بر تن کمک فیلتر بهترین کارایی را با افزایش ضخامت کیک 7/5 میلی‌متر و کاهش درصد رطوبت کیک 1/3 درصدی نسبت به مقادیر دیگر ایجاد کرد. همچنین با انجام آزمایش در مقدار بهینه 400 گرم بر تن در یک شیفت کاری کارخانه به مدت 5 ساعت نتایج به دست آمده با توجه به نوسانات سیستم بررسی شد که مقدار افزایش ضخامت 5/1 میلی‌متر و کاهش درصد رطوبت 1 درصدی حاصل شد.

کلمات کلیدی: فیلتراسیون، کمک فیلتر، زغالسنگ، رطوبت کیک، ضخامت کیک

مقدمه

بطور کلی در تمام کارخانه‌های فرآوری که دارای مدار فلوتاسیون می‌باشند، کنسانتره فلوتاسیون که بصورت پالپ است، برای جداسازی جامد از آن و کاهش رطوبت جامد وارد مرحله فیلتراسیون می‌شود. فیلتر از سطح متخلخلی که منافذ آن برای عبور مایع مناسب هستند ولی از عبور دانه‌های جامد جلوگیری می‌کنند، تشکیل



شده است. عبور مایع از سطح فیلتر در اثر ایجاد اختلاف فشار در دوطرف آن انجام می‌شود. این اختلاف فشار ممکن است در اثر نیروهای ثقلی، فشاری، خلأ یا گریز از مرکز باشد. با توجه به ماهیت زغال و نیاز به محصولی با حداقل میزان گوگرد و خاکستر، همواره فرآیندهای شستشوی زغال و آبگیری از زغال شسته شده از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. بنابراین تأثیر منفی رطوبت موجود در محصول زغال شسته شده به اندازه تأثیر خاکستر برای تولیدکننده‌گان دارای اهمیت است. کاهش ارزش حرارتی زغال، افزایش هزینه‌های حمل و نقل، مشکلات اساسی در حمل و نقل، افزایش بی‌رویه وزن زغال در فرآیند کک‌سازی، کاهش بازیابی وزنی کیک و کاهش بازدهی کوره‌های کک‌سازی، ناشی از وجود رطوبت در زغال شسته شده است. معمولاً برای کاهش بیشتر رطوبت (برای ذرات زیر 10 میلی‌متر) از فیلترهای تحت خلأ و برای ذرات زیر 0/6 میلیمتر از نوع فیلتر دیسکی استفاده می‌شود [1].

1-1- معادلات فیلتراسیون

درباره تشریح عملکرد فیلتراسیون معادلات و نظریات مختلفی وجود دارد. معمولترین آنها معادلاتی است که بر مبنای نظریه Darcy و Poiseuille نوشته شده‌اند. در نظریه دارسی همانگونه که در معادله (1) آمده است در هر دو نوع فیلتر فشاری و خلأ جریان آب فیلتر در اثر یک افت فشار ایجاد می‌شود که تابعی از زمان است، زیرا جریان مایع با مقاومت پارچه (Rm) و مقاومت کیک (Rc)، معرفی می‌شود. Darcy یک معادله پایه‌ای برای فیلتراسیون نسبت به نرخ جریان آب فیلتر (Q بر حسب m^3/h)، بدست آورده است. در این رابطه نرخ جریان آب فیلتر شده تابعی از ویسکوزیته (U)، سطح فیلتر (A بر حسب m^2)، مقاومت مخصوص کیک (α بر حسب m/kg) و اختلاف فشار (ΔP) می‌باشد. [2و3]

$$Q = \frac{A \Delta P}{\alpha U c \left(\frac{V}{A} \right) + U R_m} \quad (1)$$

معادله ارائه شده بر مبنای نظریه Poiseuille به صورت رابطه (2) می‌باشد:

$$\frac{W V_f}{A t_f} = Z_f = \left[\frac{2 \Delta P W}{\mu r t_f} \right]^{1/2} \quad (2)$$

که در آن:

V : حجم آب فیلتر خارج شده	μ و U : ویسکوزیته مایع
A : سطح فیلتر	r : مقاومت مخصوص کیک فیلتر
t : زمان فیلتراسیون	W : وزن کیک خشک به ازای واحد حجم آب عبور کرده



ΔP : افت فشار در دوطرف کیک

مقدار Z سرعت تشکیل کیک (وزن جامد موجود در کیک به ازاء واحد سطح فیلتر و واحد زمان) نامیده می‌شود. این مقدار را می‌توان در خارج قسمت زمان تشکیل کیک بر زمان سیکل فیلتر ضرب کرد و بدین ترتیب رابطه‌ای بین سرعت تشکیل کیک و زمان سیکل فیلتر بر قرار کرد.

2-1- کمک فیلتر

کمک فیلترهای شیمیایی برای پالپهای مواد معدنی معمولاً به دودسته فلوکولانتها¹ و فعال کننده‌های سطح² تقسیم می‌شوند که می‌توان بصورت جداگانه و یا بصورت ترکیبی آنها را مورد استفاده قرار داد. در صنایع از هردو نوع ماده شیمیایی استفاده می‌شود؛ کارخانه‌های فرآوری کانیهای سولفیدی و غیر سولفیدی مانند اورانیوم و باقیمانده‌های محصول لیچینگ طلا و زغال از جمله این صنایع می‌باشند [4].

3-1- فعال کننده‌های سطح

فعال کننده‌های سطح نوع دیگری از کمک فیلترها می‌باشند که به منظور کاهش رطوبت، قبل از فیلتر کردن به پالپ اضافه می‌شود. اگر خلل و فرج در کیک فیلتر به خوبی ایجاد شود، استفاده از فعال کننده سطح می‌تواند رطوبت را تا چند درصد در فیلتراسیون خلاء کاهش دهد.

یک مولکول ساده فعال کننده سطح، دارای یک یا چند گروه آبدوست³ (سولفونات، کربوکسیلات و اتوکسیلات) و یک گروه آبراز⁴ و معمولاً یک گروه زنجیر بلند هیدرو کربن می‌باشد. نوع و تعداد گروههای آبدوست در وسعت جذب فعال کننده‌ها در سطح جامد و طول زنجیره کربن، بر حلالیت و متفرق شدن مولکولها در آب مؤثر هستند [4].

مکانیزمی که تاکنون برای عمل فعال کننده‌ها پذیرفته شده بدین صورت است که فعال کننده‌های سطح تنش سطحی بین هوا و آب را کاهش می‌دهند و با این عمل باعث کاهش نیروهایی می‌شوند که باعث باقی ماندن آب در فضاهای موئینی کیک می‌شوند. داده‌های بدست آمده، نشان می‌دهند که با کاهش کوچک در تنش سطحی رطوبت می‌تواند به طور اساسی کاهش پیدا کند [4].

مطالعات روی زاویه تماس نشان می‌دهد که فعال کننده سطح می‌تواند آبرانی را افزایش دهد. یک معادله برای بالا رفتن موئینگی تابعی از زاویه تماس است و افزایش در زاویه تماس (افزایش آبرانی)، به معنای

¹. Flocculant

². Surfactant
Hydrophilic.³

Hydrophobic.⁴



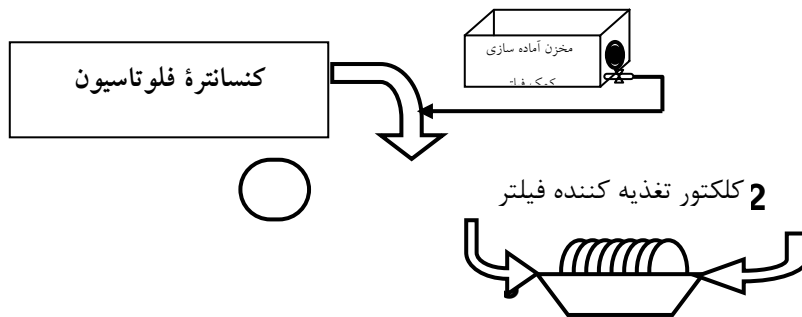
کاهش در نیروهای موئینگی می‌باشد، که نتیجه آن کاهش در تنش سطحی است. ساختار فعال کننده‌های سطح (مخصوصاً طول زنجیره هیدروکربن) تعیین کننده آبرانی نسبی آن می‌باشد و عمل آبیگری بهتر با استفاده از فعال کننده‌های آبران تر بدست می‌آید [4].

در مورد میزان مصرف فعال کننده‌ها مانند فلوکولانتها، مقادیر زیاد فعال کننده سطح می‌تواند باعث افزایش رطوبت کیک شود. مکانیزم آن بدین صورت است که در مقدار بهینه، مولکولهای فعال کننده سطح با دنباله آبران خود در محلول جذب می‌شوند و باعث آبران شدن سطح و کاهش رطوبت می‌شوند. در مقادیر بالاتر از حد بهینه همی میسل‌ها تشکیل می‌شوند که مانند جذب چند لایه‌ای است و لایه دوم سطح آبدوست دارد. این مسئله باعث می‌شود که ذرات جامد آبدوست شوند و باعث بالارفتن رطوبت شوند [4].

کمک فیلتر AERODRI 104 از جمله فعال کننده‌های سطح است که بطور وسیع در صنایع معدنکاری برای کاهش رطوبت کیک فیلتر و افزایش نرخ فیلتراسیون، بهبود حمل و نقل کیک فیلتر و کاهش کورشدگی منافذ پارچه فیلتر، استفاده می‌شود. کاربرد این نوع کمک فیلتر برای فیلتراسیون کنسانتره فلوتاسیون کانیهای سولفیدی و غیرسولفیدی، زغال سنگ و آلومینای هیدراته ته‌نشین شده از فرآیند بایر می‌باشد. مقدار مصرفی آن برای بدست آوردن بهترین کارایی در موارد مختلف متفاوت است. واز 25 تا 500 گرم بر تن درنوسان است. شایان ذکر است که این مقادیر می‌توانند به صورت خالص یا رقیق شده به خوراک فیلتر اضافه شوند. بالاتر از مقدار حد بهینه این نوع کمک فیلتر، خصوصیات کیک فیلتر به ناگهان تغییر می‌کند. [5]

4-1- معرفی مدار فیلتراسیون کارخانه زغالشویی زرنند

مدار فیلتراسیون مانند بقیه قسمت‌های کارخانه دارای دو خط بابنیزو و پابدانا می‌باشد. از نظر خصوصیات بار ورودی این دو خط نزدیک به هم هستند. کنسانتره نهایی هر خط وارد مخزن جمع کننده (کلکتور) مربوط به آن و از آنجا بین فیلترهای خلأ تقسیم و توزیع می‌شود. هر فیلتر بصورت جداگانه توسط دو لوله از دو طرف و از زیر کلکتور تغذیه می‌شود. پالپ وارد وان فیلتر شده و در اثر مکش پمپ‌های خلأ کیک برروی دیسک تشکیل می‌شود و در ادامه سیکل فیلتر، کیک در اثر فشار هوای دمشی از روی دیسک جدا می‌شود. کیک محصول فیلتر از محلهای تخلیه مخصوص در داخل وان فیلتر عبور کرده و در طبقه زیرین برروی نوار نقاله ریخته و به خشک‌کن منتقل می‌شود. آب حاصل از عمل فیلتراسیون و آبیگری به درون حوضچه‌هایی واقع در طبقه همکف منتقل و از آنجا بعد از جمع‌آوری آب‌فیلترهای همه فیلترها برای فرآوری مجدد ذرات موجود در آن، به فلوتاسیون پمپ می‌شوند.



شکل 1- طرح مخزن آماده سازی کمک فیلتر و محل اضافه کردن محلول کمک فیلتر

روش پژوهش

طرح افزایش کمک فیلتر در دو مرحله انجام گرفت؛ در مرحله اول به آزمایش کردن افزودن چهار مقدار مختلف کمک فیلتر به مدار فیلتراسیون پرداخته شد و در مرحله بعد سعی شد مقدار بهینه بدست آمده در یک شیفت کاری کامل کارخانه آزمایش شود تا صحت نتایج حاصل از آزمایش مقدار بهینه در مرحله اول تأیید شود.

1-2- مرحله اول

برای مهیا کردن شرایط کاملاً ثابت برای مقادیر مختلف آزمایش شده و کم کردن تأثیر اشکالات مکانیکی بر روی نتایج بدست آمده، در این مرحله کلیه آزمایشها روی یک فیلتر معین در خط بابنیزو انجام شد. نمونه‌گیری از دیسک سوم و از یک قطاع مشخص و نمونه‌های درصد جامد از پالپ ورودی به وان فیلتر انجام شد. همچنین به منظور تهیه محلول مورد نظر و تنظیم مقدار افزودن محلول به مدار، یک مخزن فلزی با ابعاد $100 \times 100 \times 200$ سانتی متر همراه با یک همزن، تهیه شد و در ارتفاع بالاتر از ناو کنسانتره ورودی به مدار فیلتراسیون قرار گرفت.

محل اضافه کردن محلول به کانال انتقال کنسانتره نهایی فلوتاسیون خط بابنیزو، قبل از ورودی به مدار فیلتراسیون در نظر گرفته شد (شکل 1). مقادیر مورد نظر برای برای آزمایش، 250، 300، 350 و 400 گرم برتن جامد خشک در نظر گرفته شد، که بدلیل محدودیت عملیاتی و در نظر گرفتن محدوده کاری این نوع کمک فیلتر این چهار مقدار انتخاب شدند. هر کدام از این مقادیر در سه نوبت جداگانه در سه روز متفاوت آزمایش شدند. مقدار تناژ جامد خشک ورودی به فیلتراسیون خط بابنیزو بدین صورت محاسبه شد



که مقدار 140 t/h تناژ خوراک خام ورودی کارخانه در خط بابنیزو است که 40% آن سهم فلوتاسیون می‌باشد و با راندمان 50% فلوتاسیون مقدار 28 t/h جامد خشک ($140 \times 40\% \times 50\%$) وارد مدار فیلتراسیون می‌شود.

نحوه آزمایش و نمونه‌گیری هر کدام از مقادیر بدین صورت انجام گرفت:

- 1- تهیه محلول 3% از کمک فیلتر در مخزن مورد نظر
- 2- تنظیم و آماده کردن شرایط نمونه‌گیری بر روی فیلتر مورد آزمایش، از جمله ثابت کردن سرعت گردش فیلتر بر روی $0/71 \text{ rpm}$ و ثابت شدن فشار مکش به میزان $0/6 \text{ atm}$.
- 3- نمونه‌گیری اولیه بدون کمک فیلتر، بصورت چهار نمونه با فواصل زمانی 15 دقیقه‌ای انجام شد که نتایج حاصل از آن به عنوان مبنای تغییرات در حالت استفاده با کمک فیلتر در نظر گرفته شد.
- 4- اضافه کردن محلول 3% از کمک فیلتر با یک دبی مشخص در مقادیر مورد نظر در هر آزمایش به پالپ ورودی مدار فیلتراسیون
- 5- در نظر گرفتن 10 دقیقه زمان ماند در مدار فیلتراسیون
- 6- نمونه‌گیری با کمک فیلتر با چهار نمونه در فواصل زمانی 15 دقیقه‌ای
- 7- انجام رطوبت‌سنجی بر روی نمونه‌ها و در نهایت مقایسه نتایج بدست آمده از رطوبت و ضخامت کیک با حالت بدون کمک فیلتر

2-2- مرحله دوم

با توجه به نتایج بدست آمده از مرحله اول، مقدار بهینه کمک فیلتر به مدار فیلتراسیون تعیین شد. در این مرحله، برای در نظر گرفتن نوسانات عملیاتی کارخانه زغالشویی تصمیم گرفته شد که تأثیرات این مقدار بهینه کمک فیلتر بر روی کارایی فیلتراسیون در یک شیفت کامل کاری کارخانه بررسی شود. بدین منظور محلول کمک فیلتر در مدت زمان 5 ساعت مداوم به مدار فیلتراسیون اضافه شد. در ابتدا بدون افزودن کمک فیلتر و در حالت عادی عملیاتی چهار نمونه با فواصل 15 دقیقه‌ای به عنوان مبنای تغییرات گرفته شد. بعد از آن با افزودن محلول کمک فیلتر (با مقدار بهینه بدست آمده از مرحله اول) به مدار فیلتراسیون، 10 نمونه با فواصل 30 دقیقه‌ای گرفته شد. کلیه نمونه‌ها از نظر رطوبت و ضخامت کیک فیلتر بررسی و نتایج ارائه شد.



ارائه یافته‌ها و نتایج

3-1- مرحله اول

در مرحله اول طبق الگوی گفته شده، محلول کمک فیلتر برای هر مقدار مشخص با یک دبی معین به ناو کنسانتره اضافه شد. نحوه محاسبه دبی مورد نظر برای یک مقدار به عنوان نمونه برای مقدار 400 گرم بر تن در ذیل آمده است.

$$28 \text{ t/h} = \text{تناژ جامد خشک ورودی به مدار}$$

$$11200 \text{ g/h} = 400 \text{ g/t} \times 28$$

$$10873/5 \text{ cm}^3/\text{h} = 11200 \div 1/03$$

$$362460 \text{ cm}^3/\text{h} = 10873/5 \div 3/1$$

محلول 3/1 با دبی $362460 \text{ cm}^3/\text{h}$ که معادل $101 \text{ cm}^3/\text{s}$ است باید به ناو کنسانتره وارد شود تا مقدار g/t 400 در نظر گرفته شود.

با انجام نمونه گیری برای هر مقدار کمک فیلتر و تعیین درصد رطوبت و ضخامت کیک فیلتر، نتایج با حالت بدون کمک فیلتر (حالت مبنا) که قبل از اضافه کردن محلول انجام گرفت، مقایسه شد. نتایج بصورت میانگین کاهش درصد رطوبت و افزایش ضخامت کیک در سه نوبت انجام شده، در نمودارهای 1 و 2 آورده شده‌اند.

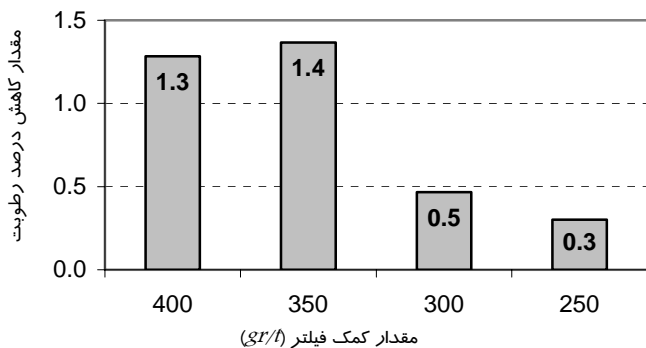
بیشترین میانگین کاهش درصد رطوبت در سه نوبت آزمایش، مربوط به مقادیر 350 و 400 گرم بر تن است. میزان کاهش درصد رطوبت این دو مقدار نزدیک به هم می‌باشد که برای 350 گرم بر تن مقدار 1/4٪ و در مقدار 400 گرم بر تن 1/3٪ کاهش رطوبت حاصل شده است. در مقادیر 250 و 300 گرم بر تن پایین‌ترین کاهش درصد رطوبت بدست آمد که این مقادیر 0/3٪ در 250 و 0/5٪ در 300 گرم بر تن می‌باشند. همچنین با در نظر گرفتن ضخامت کیک فیلتر در هر مقدار کمک فیلتر، ملاحظه می‌شود که بیشترین افزایش ضخامت کیک حاصل شده 7/5 mm است که مربوط به مقدار 400 گرم بر تن می‌باشد. در مرتبه بعد افزایش ضخامت کیک 4/6 mm، حاصل از تأثیر مقدار 350 گرم بر تن بدست آمده است. افزایش ضخامت کیک حاصل از 250 و 300 گرم بر تن نسبت به مقادیر 350 و 400 گرم بر تن تأثیر چشم گیری نداشته و نزدیک به هم می‌باشند.

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش که در سه نوبت اجرا شد و در نمودارهای 1 و 2 آورده شده است، کمترین کاهش درصد رطوبت و افزایش ضخامت کیک مربوط به مقادیر 250 و 300 گرم بر تن می‌باشد و مقادیر 350 و 400 گرم بر تن دارای کاهش درصد رطوبت نزدیک به هم می‌باشند که مقدار 400 گرم بر

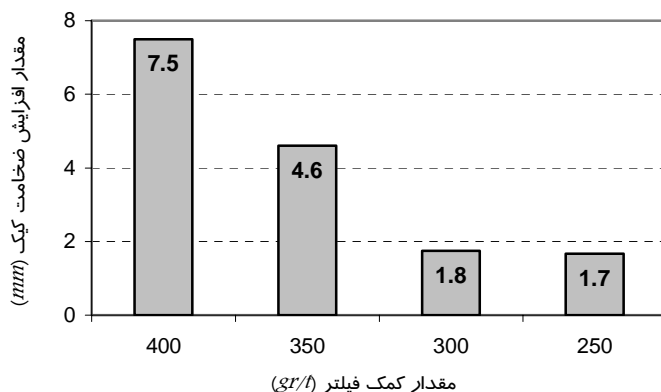


تن دارای بیشترین افزایش ضخامت کیک است، در نتیجه مقدار بهینه کمک فیلتر در مدار فیلتراسیون 400 گرم بر تن تشخیص داده شد.

با در نظر گرفتن افزایش 7/5 میلی متری ضخامت کیک فیلتر و 80 متر مربع سطح مؤثر دیسکهای یک فیلتر، می توان تناژ تولیدی کیک فیلتر را که در مدت زمان سیکل فیلتر (80 ثانیه طبق تنظیمات فیلتر در زمان آزمایش) محاسبه کرد، که این مقدار 30 تن بر ساعت افزایش تولید کیک فیلتر به ازای یک فیلتر می باشد. همچنین افزایش مقدار 350 گرم بر تن ، باعث افزایش ضخامت کیک فیلتر به میزان 4/6 میلی متر شد که می تواند تناژ تولیدی کیک فیلتر را به مقدار 18 تن بر ساعت افزایش دهد.



نمودار 1- میانگین مقدار کاهش درصد رطوبت در سه نوبت آزمایش



نمودار 2- میانگین مقدار افزایش ضخامت کیک در سه نوبت آزمایش



2-3- مرحله دوم

مقدار بهینه 400 گرم بر تن کمک فیلتر بدست آمده از مرحله اول که در سه نوبت جداگانه در مدت یک ساعت بدست آمده بود در طول یک شیفت کاری به مدت 5 ساعت به اجرا در آمد. میانگین رطوبت کیک فیلتر در طی نمونه‌گیری با کمک فیلتر 22/4٪ حاصل شد که این مقدار نسبت به حالت بدون کمک فیلتر 1٪ کاهش نشان می‌دهد. میانگین ضخامت کیک فیلتر در طول 5 ساعت با استفاده از کمک فیلتر 28/1 میلی‌متر بدست آمد، که 5/1 میلی‌متر نسبت به حالت بدون کمک فیلتر افزایش داشت. ملاحظه می‌شود که کاهش درصد رطوبت و افزایش ضخامت کیک فیلتر در حالت کاری یک شیفت کامل کمی کمتر از حالت آزمایشی مرحله اول می‌باشد که این امر می‌تواند ناشی از نوسانات درصد جامد و تغییرات پالپ ورودی به مدار فیلتراسیون باشد.

نتیجه گیری

بیشترین میانگین کاهش درصد رطوبت در سه نوبت افزودن کمک فیلتر، مربوط به مقادیر 350 و 400 گرم بر تن به ترتیب به میزان 1/4٪ و 1/3٪ بدست آمد. بیشترین افزایش ضخامت کیک (7/5mm) ناشی از افزودن کمک فیلتر مربوط به مقدار آزمایشی 400 گرم بر تن بود و مقدار آزمایشی 350 گرم بر تن افزایش ضخامت کیکی برابر با 4/6 mm ایجاد کرد. میزان افزایش تناژ تولیدی کیک فیلتر به ازای هر فیلتر، 30 تن بر ساعت برای مقدار 400 گرم بر تن و 18 تن بر ساعت برای مقدار 350 گرم بر تن بدست آمد. مقدار بهینه کمک فیلتر در مدار فیلتراسیون کارخانه زغالشویی زرنند 400 گرم بر تن تشخیص داده شد. افزودن مقدار بهینه کمک فیلتر در یک شیفت کاری کارخانه باعث افزایش ضخامت 5/1 میلی‌متر و کاهش رطوبت به مقدار 1 درصد شد. کمتر بودن این مقادیر نسبت به حالت آزمایشی مرحله اول به دلیل وجود نوسان زیاد در مقدار درصد جامد و دبی پالپ به مدار فیلتراسیون بود.

منابع و مأخذ

- [1] رضایی، بهرام؛ (1380)، "تکنولوژی زغالشویی"؛ انتشارات دانشگاه امیر کبیر .
- [2] Osborne.D.G; (1991); "Coal Preparation Technology"; Graham Trotman Limited Publisher.
- [3] Leonard. Joseph W, Harding. Byron C. ; (1991); "Coal Preparation"; Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc.
- [4] Purdy.K.L; (1986); "Chemical Reagents in the Mineral Processing Industry"; Chapter28 : Chemical Dewatering Aids for Mineral and Coal Slurries ; AIME.
- [5] "Handbook of Reagents"; Dow Chemical Company, New York, 1990.

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی