

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

دستورالعمل کنترل و خنثی سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه های فرآوری

شماره ردیف نشریه در انتشارات
معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

۶۵۱



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن
<http://www.ime.org.ir>

وزارت صنعت، معدن و تجارت
معاونت امور معادن و صنایع معدنی
برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
<http://www.mimt.gov.ir>



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن
(شماره ثبت ۹۹۶۶)

عنوان و نام پدیدآور :	دستورالعمل کنترل و خنثی سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه های فرآوری / وزارت صنعت، معدن و تجارت، معاونت امور معادن و صنایع معدنی، برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن؛ [برای] معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.
مشخصات نشر :	تهران : انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن ایران، ۱۳۹۲
مشخصات ظاهری :	ج، ۶۸ ص.؛ مصور.
فروست :	انتشارات معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور؛ شماره ردیف نشریه ۶۵۱
شابک :	انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن؛ ۵۳. ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۲۷-۵
وضعیت فهرست نویسی :	فیا
یادداشت :	Guidelines for control and neutralization of Arsenic, Sulfide... به انگلیسی: ص.ع.
موضوع :	مواد شیمیایی - دستنامه های آزمایشگاهی
موضوع :	آرسنیک
موضوع :	سولفیدها
موضوع :	سیانیدها
شناسه افزوده :	ایران. وزارت صنعت، معدن و تجارت. دفتر نظارت و بهره برداری. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
شناسه افزوده :	ایران. ریاست جمهوری. معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور
شناسه افزوده :	سازمان نظام مهندسی معدن ایران
رده بندی کنگره :	۱۳۹۲ د ۵ / TP ۲۰۰
رده بندی دیویی :	۶۶۱
شماره کتابشناسی ملی :	۳۳۷۲۰۸۹

دستورالعمل کنترل و خنثی سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه های فرآوری

گردآورنده : برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن - وزارت صنعت، معدن و تجارت

ناشر : انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن

نوبت چاپ : اول

شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه

قیمت : ۶۵/۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار : زمستان ۱۳۹۲

چاپ و صحافی : طراحان نصر

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



وزارت صنعت، معدن و تجارت

تاریخ: ۹۲/۱۱/۸

شماره: ۶۰/۲۳۸۸۲۶

پوست:

ابلاغیه

به استناد ماده ۱۰۷ آیین نامه اجرایی قانون معادن مصوب سال ۱۳۹۲ و بر پایه مفاد ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن مصوب سال ۱۳۸۱، تدوین و ترویج اصول و قواعدی که رعایت آن‌ها در طراحی، محاسبه و اجرای عملیات اکتشاف، تجهیز و بهره‌برداری معادن و کارخانه‌ها، بهره‌دهی مناسب فنی و صرفه اقتصادی ضروری است و همچنین بازنگری و تجدید نظر آن‌ها، بر عهده وزارت صنعت، معدن و تجارت است. صاحبان حرفه‌های مهندسی معدن، مکتشفان و بهره‌برداران معادن و کارخانه‌ها اعم از دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمان کاران و عوامل دیگر مکلف به رعایت مقررات فنی ابلاغ شده هستند و عدم رعایت آن‌ها تخلف از قانون محسوب می‌شود.

نشریه دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری که به استناد مواد قانونی فوق‌الذکر تدوین شده است، توسط معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور نیز با شماره ۶۵۱ در نوبت انتشار قرار دارد.

مقررات موضوع این نشریه به مدت یک سال از زمان انتشار به عنوان آزمایشی تلقی می‌شود. در این فاصله در صورتی که مهندسان و عوامل اجرایی، روش‌ها و دستورالعمل‌های بهتری در اختیار داشته باشند یا نظر اصلاحی درباره هر یک از مفاد آن داشته باشند، لازم است به وزارت صنعت، معدن و تجارت و یا سازمان نظام مهندسی معدن اطلاع دهند تا در صورت لزوم اصلاحیه یا متمم آن تدوین و ابلاغ شود.

با عنایت به مراتب یاد شده این مقررات یا اصلاح و تکمیل شده آن، از تاریخ ۱۳۹۳/۷/۱ لازم‌الاجرا خواهد بود.

جعفر سرقینی

معاون امور معادن و صنایع معدنی

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل پیشنهاد، مطالعه، طراحی، اجرای طرح‌های اکتشافی، بهره‌برداری و فرآوری مواد معدنی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی، اجرا و هزینه‌های مربوطه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی را در کلیه مراحل انجام عملیات معدنی مورد تاکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب یاد شده، دفتر نظارت و بهره‌برداری وزارت صنعت، معدن و تجارت با همکاری اساتید، صاحب‌نظران، متخصصان، دست‌اندرکاران بخش معدن کشور و با همکاری دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهوری و به استناد ماده ۱۰۷ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن، مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران و ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن با در نظر داشتن موارد زیر اقدام به تهیه ضوابط، معیارها و دستورالعمل‌های مورد نیاز بخش معدن نموده است:

- استفاده از منابع معتبر و استانداردهای بین‌المللی

- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، شرکت‌ها و واحدهای معدنی

- استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران بخش‌های خصوصی و دولتی

- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور

- توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسات تهیه‌کننده استاندارد

امید است نشریه "دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری" گام

موثری در زمینه یکسان‌سازی فعالیت‌های معدنی در کشور باشد. همچنین مجریان و دست‌اندرکاران بخش معدن با به کارگیری این نشریه، در راستای هماهنگ‌سازی و تکامل استانداردها مشارکت نمایند.

شورای عالی برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

فرزانه آقا رمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور
سیفا... امیری	کارشناس ارشد مهندسی صنایع - وزارت صنعت، معدن و تجارت
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور
جعفر سرقینی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
هرمز ناصرینیا	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان نظام مهندسی معدن

اعضای کارگروه فرآوری به ترتیب حروف الفبا

احمد امینی	کارشناس ارشد مهندسی فرآوری مواد معدنی - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور
بهرام رضایی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
فرشته رشچی	دکترای مهندسی متالورژی - دانشگاه تهران
علی عمران عبدالله‌پور	کارشناس ارشد مهندسی معدن - فرآوری

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

مهدی ایران‌نژاد	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهرام رضایی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهزاد مهرابی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - دانشگاه تربیت معلم

پیش‌نویس این گزارش توسط خانم مهندس زهرا مصحفی شبستری و آقای مهندس عبدال... سمیعی بیرق تهیه شده و پس از بررسی و تایید توسط کارگروه فرآوری، به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

با توجه به تنوع بسیار زیاد کانی‌ها و فرایندهای مختلف فیزیکی و شیمیایی که برای به دست آوردن مواد با ارزش موجود در کانسنگ به کار می‌رود، صنعت فرآوری مواد معدنی یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان مواد شیمیایی است. خنثی‌سازی و کنترل پسماندهای عملیات فرآوری از مسایل مهم این صنعت است. بیشتر پسماندهای شیمیایی تولید شده شامل اسیدها، بازها، نمک‌های محلول، کلکتورها، بازداشت‌کننده‌ها، کف‌سازها و حلال‌های آلی استخراج‌کننده هستند که دفع صحیح آن‌ها در آزمایشگاه‌های فرآوری مواد معدنی یکی از اصول مهم مدیریت پسماندها در حفظ محیط زیست است.

یکی از آلاینده‌های موجود در پساب‌های صنعتی سیانید است. سیانید ماده‌ای سمی است و در صورت آلوده شدن منابع آب سطحی، زیرزمینی و خاک به این آلاینده، خطرات زیادی متوجه اکوسیستم منطقه می‌شود. سیانید موجود در پساب‌های صنعتی به عنوان آلوده‌کننده سمی تلقی می‌شود و باید میزان مجاز آلودگی پساب‌های سیانیدی در حد مجاز باشد.

ترکیبات گوگردی در صنعت فرآوری مواد معدنی به صورت سولفیدها، سولفیت‌ها و سولفات‌ها ظاهر می‌شوند و به دلیل درجه سمی بودن بالای آن‌ها، یکی از معیارهای مهم اندازه‌گیری در آب و پساب‌ها هستند. کانی‌های سولفیدی به ویژه پیریت و کالکوپیریت منبع تولید زهاب‌های اسیدی هستند. درجه سمی بودن سولفیدها، به میزان آزادسازی سولفید هیدروژن بستگی دارد. یکی دیگر از آلاینده‌های سمی موجود در پساب‌های صنعتی، آرسنیک است. آلودگی آرسنیک ناشی از فعالیت‌های استخراجی و فرآوری کانی‌های آرسنیک‌دار است. این عنصر بیشتر همراه با سرب، قلع، آنتیموان، مس، روی، آهن، منگنز، اورانیم، طلا و نقره به صورت ترکیبات معدنی یافت می‌شود.

تمام مواد شیمیایی مورد استفاده که در این نشریه از آن نام برده شده باید دارای استاندارد آزمایشگاهی باشند و هر جا از آب نام برده شده، منظور آب مقطر یا آب دوبار تقطیر شده است. کلیه ظروف آزمایشگاهی مورد استفاده نیز باید از کلاس A باشند.

نشریه حاضر تحت عنوان **"دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری"** در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن و به منظور رعایت موارد و مسایل زیست‌محیطی تهیه شده است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول - کلیات.....	۱
۱-۱- آشنایی.....	۳
۱-۲- تعاریف و مفاهیم.....	۳
فصل دوم - نمونه برداری از ترکیبات حاوی آرسنیک، سولفید و سیانید.....	۷
۱-۲- آشنایی.....	۷
۲-۲- محل نمونه برداری.....	۷
۳-۲- ابزار و وسایل نمونه برداری.....	۷
۴-۲- ظرف های نگهداری نمونه.....	۷
۵-۲- نگهداری نمونه.....	۸
۱-۵-۲- نگهداری نمونه های حاوی آرسنیک.....	۸
۲-۵-۲- نگهداری نمونه های حاوی سولفید.....	۸
۳-۵-۲- نگهداری نمونه های حاوی سیانید.....	۸
۶-۲- مشخصات نمونه بردار.....	۸
۷-۲- روش نمونه برداری.....	۹
۸-۲- روش های جدایش مواد مزاحم در محلول های حاوی سیانید.....	۹
۱-۸-۲- جدایش مواد اکسید کننده.....	۹
۲-۸-۲- جدایش سولفید.....	۱۰
۳-۸-۲- جدایش عوامل مزاحم دیگر.....	۱۰

۱۱	فصل سوم- روش های اندازه گیری و خشتی سازی آرسنیک.....
۱۳	۱-۳-۱- آشنایی.....
۱۳	۲-۳-۲- حد مجاز آرسنیک.....
۱۳	۳-۳-۳- تعیین غلظت آرسنیک با روش تقطیر و تیتراسیون.....
۱۴	۱-۳-۳-۱- انجام آزمایش.....
۱۴	۲-۳-۳-۲- محاسبات.....
۱۵	۴-۳-۴- تعیین غلظت آرسنیک با روش های طیف سنجی جذب اتمی.....
۱۵	۱-۴-۳-۱- تعیین غلظت آرسنیک با روش تولید هیدرید.....
۱۵	۲-۴-۳-۲- واکنش گر ها.....
۱۵	۳-۴-۳-۳- انجام آزمایش.....
۱۶	۵-۳-۵- تعیین غلظت آرسنیک با روش طیف سنجی نوری-روش آبی مولبدن.....
۱۶	۱-۵-۳-۱- واکنش گر ها.....
۱۷	۲-۵-۳-۲- انجام آزمایش.....
۱۷	۳-۵-۳-۳- محلول آرسنیک استاندارد.....
۱۷	۴-۵-۳-۴- انجام آزمایش.....
۱۸	۵-۵-۳-۵- منحنی واسنجی (کالیبراسیون).....
۱۹	۶-۳-۶- روش های خشتی سازی آرسنیک.....
۱۹	۱-۶-۳-۱- اکسیداسیون احیا.....
۱۹	۲-۶-۳-۲- ترسیب.....
۱۹	۳-۶-۳-۳- جذب سطحی و تبادل یونی.....

۱۹	 ۳-۶-۴- جداسازی به روش غشای نیمه تراوا.....
۲۰	 ۳-۶-۵- فرایندهای خنثی سازی بیولوژیکی.....
۲۰	 ۳-۶-۶- خنثی سازی آرسنیک از محیط آبی با استفاده از فرایند جذبی.....
۲۰	 ۳-۶-۷- خنثی سازی آرسنیک با استفاده از آهن خنثی (صفر ظرفیتی).....
۲۰	 ۳-۶-۸- مقایسه راندمان فرایندهای خنثی سازی آرسنیک.....
۲۳	فصل چهارم- روش های اندازه گیری و خنثی سازی ترکیبات گوگرددار.....
۲۵	 ۴-۱- حد مجاز ترکیبات گوگردی.....
۲۵	 ۴-۲- تعیین مقدار سولفید به روش فتومتری با متیلن بلو.....
۲۵	 ۴-۲-۱- واکنش گرها.....
۲۶	 ۴-۲-۲- وسایل نمونه برداری و آزمایش.....
۲۸	 ۴-۲-۳- نمونه برداری و آماده سازی در محل.....
۳۱	 ۴-۳- تعیین مقدار سولفات.....
۳۱	 ۴-۳-۱- روش توربیدیمتری (کدورت سنجی) با حد حساسیت ۱ تا ۳۰ میلی گرم در لیتر.....
۳۲	 ۴-۳-۲- روش گراویمتری (وزن سنجی) با خشک کردن باقی مانده با حد حساسیت بیشتر از ۳۰۰ میلی گرم در لیتر.....
۳۵	 ۴-۴- تعیین مقدار سولفید.....
۳۷	 ۴-۵- روش های تخریب ترکیبات گوگردی و خنثی سازی سولفید.....
۳۷	 ۴-۵-۱- تخریب مرکاپتان و تیواوره.....
۳۷	 ۴-۵-۲- تخریب سولفید آمونیم ($S[NH_4]_2$).....
۳۸	 ۴-۵-۳- تخریب سولفید سدیم (Na_2S).....
۳۸	 ۴-۵-۴- دفع سولفات.....

۴۱	فصل پنجم- روش‌های اندازه‌گیری سیانید و خنثی‌سازی سیانور.....
۴۳	۱-۵- آشنایی.....
۴۳	۲-۵- آماده‌سازی نمونه.....
۴۴	۳-۵- حد مجاز سیانید.....
۴۵	۴-۵- روش‌های اندازه‌گیری سیانید در محلول تقطیر شده.....
۴۵	۱-۴-۵- روش تیتراسیون سیانید با نیترات نقره.....
۴۶	۲-۴-۵- روش تیتراسیون با سولفات نیکل.....
۴۶	۳-۴-۵- اندازه‌گیری سیانید با روش طیف‌سنجی نوری.....
۴۷	۴-۴-۵- اندازه‌گیری مقدار سیانید با روش الکتروود یون گزین.....
۴۹	۵-۵- روش‌های تخریب شیمیایی یون سیانید.....
۴۹	۱-۵-۵- اکسیداسیون با پراکسید هیدروژن.....
۵۰	۲-۵-۵- کلریناسیون در محیط قلیایی.....