

بازیابی شیمیایی طلا و نقره از جواهرات و قطعات الکترونیکی

نویسنده: سعادت خداحمی



gold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

gold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

gold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

gold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

gold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

gold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

www.easygold.ir

به نام خداوند جان آفرین



Copyright © 2020 by Saadat Khodarahmi

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means whatsoever without express written permission from the author.

ISBN: 978-600-788454-6
easygold.ir@gmail.com
www.easygold.ir

سرشناسه	:	خدارحمی، سعادت، ۱۳۶۸-
عنوان و نام پدیدآور	:	بازیابی شیمیایی طلا و نقره از جواهرات و قطعات الکترونیکی/نویسنده سعادت خدارحمی.
مشخصات نشر	:	اصفهان: انتشارات مهرآذین، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۲۴۰ص.
شابک	:	978-600-788454-6
وضعیت فهرست نویسی	:	قیپا
یادداشت	:	کتابنامه: ص.۲۲۰.
موضوع	:	طلا -- بازیافت
موضوع	:	Gold -- Recycling
موضوع	:	نقره -- بازیافت
موضوع	:	Silver – Recycling
موضوع	:	ابزار و تجهیزات الکترونیکی -- بازیافت
موضوع	:	Electronic instruments – Recycling
رده بندی کنگره	:	TD۷۹۹/۸۵
رده بندی دیویی	:	۶۲۲/۳۴۲۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۶۰۷۶۵۳۳

عنوان: بازیابی شیمیایی طلا و نقره از جواهرات و قطعات الکترونیکی

نویسنده: سعادت خدارحمی

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۸

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۸۸۴۵۴-۶

قطع: وزیری

تیراژ: ۱۰۰۰

easygold.ir@gmail.com

ایمیل جهت پرسش و پاسخ و رفع اشکال:

© تمامی حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به نویسنده است. هرگونه بهره‌برداری از کتاب بدون مجوز کتبی از نویسنده پیگرد قانونی خواهد داشت.

پیشگفتار

یکی از مشکلات اساسی در صنعت بازیافت فلزات گران‌بها، نبود منابع آموزشی کامل و به زبان فارسی در این زمینه است. این مشکل گاهی باعث می‌شود که بسیاری از افرادی که قصد ورود به این صنعت را دارند به دلیل ناتوانی در مطالعه منابع آموزشی خارجی، به ناچار قید ورود به این صنعت را بزنند و یا با اطلاعات ناکافی شروع به کار کنند که در این حالت نیز پس از مدتی با ضرر و زیانی قابل توجه، شکست می‌خورند؛ بنابراین با توجه به این موضوع تصمیم گرفتیم که این کتاب را بنویسیم؛ به این امید که به سهم خود، قدمی ولو کوچک برای رفع این مشکل برداشته باشیم.

کتابی که در پیش روی دارید حاصل چند سال تحقیقات و تجربیات این جانب در زمینه استخراج فلزات گران‌بها و غیر گران‌بها از منابع مختلف است و دو سال نگارش آن زمان برده است. این کتاب به آموزش بازیابی شیمیایی طلا و نقره از جواهرات کهنه و بعضی از قطعات الکترونیکی اختصاص دارد و سعی شده است که مطالب آن به زبانی ساده و روان، اما کاربردی بیان شود تا خواننده پس از مطالعه کتاب بتواند به راحتی کار را به صورت عملی آغاز کند.

پیش از اینکه خوانندگان گرامی به مطالعه متن اصلی کتاب بپردازند، لازم است به چند نکته اشاره کنم که توجه به آن‌ها، استفاده از کتاب را آسان‌تر و سودمندتر خواهد کرد:

- جهت یادگیری اصولی و کامل فرایند بازیابی طلا و نقره، باید حداقل و در خوش‌بینانه‌ترین حالت، شش ماه از وقت خود را صرف مطالعه و تحقیق کنید و سه ماه نیز به صورت عملی و در مقیاس آزمایشگاهی به کسب تجربه بپردازید و بعد کار اصلی را آغاز کنید. در غیر این صورت شک نکنید که با مشکلات زیادی مواجه خواهید شد.
- هیچ‌کس نمی‌تواند ادعا داشته باشد که با ارائه یک کتاب یا جزوه آموزشی می‌تواند فرایند بازیابی فلزات گران‌بها را به‌طور کامل به کسی آموزش دهد و هیچ‌کس هم نمی‌تواند مدعی شود که با خواندن یک کتاب یا شرکت در چند جلسه آموزشی این حرفه را یاد گرفته است؛ زیرا برای یادگیری این حرفه، ماه‌ها و چه بسا سال‌ها مطالعه و تحقیق لازم است. با وجودی که سعی شده تا جای ممکن، این کتاب کامل و مفصل باشد، اما با این حال باز هم نیاز است که خوانندگان گرامی در کنار آن از مقالات و ویدئوهای آموزشی که خوشبختانه به‌صورت رایگان از طریق اینترنت در دسترس هستند، بهره ببرند.

• هرچند در این کتاب به نحوه بازیابی فلزات پلاتین، پالادیوم و رودیوم که در برخی از جواهرات و قطعات الکترونیکی وجود دارند، پرداخته نشده است، اما از این لحاظ جای هیچ نگرانی نیست؛ زیرا با توجه به تشابه کلی فرایند بازیابی این فلزات با فرایند بازیابی طلا و نقره - به شرطی که مطالب کتاب را به صورت دقیق و کامل خوانده و درک کرده باشید - می‌توانید با اندکی مطالعه و تحقیق و در زمانی کوتاه، فرایند بازیابی این سه فلز را نیز فراگیرید.

• فصل اول کتاب که به نکات و اصول ایمنی اختصاص دارد، شاید در ظاهر ساده و پیش پا افتاده به نظر برسد، اما از نظر نویسنده، این فصل مهم‌ترین قسمت کتاب است و به همین دلیل در ابتدای کتاب آورده شده تا بر اهمیت آن تأکید شود.

• همه فصل‌های این کتاب لازم و ملزوم یکدیگر هستند؛ بنابراین اگر می‌خواهید که به بازیابی یکی از فلزات طلا یا نقره بپردازید یا قصد دارید که فقط از جواهرات یا قطعات الکترونیکی، طلا و نقره را بازیافت کنید باز هم لازم است که همه فصل‌های کتاب را بخوانید.

اگرچه در نگارش این کتاب تلاش شده است که نهایت دقت به عمل آید، ولی نتیجه کار ممکن است با کاستی‌هایی همراه باشد؛ بنابراین سپاسگزار همه کسانی خواهیم بود که نظرات ارزشمند و اصلاحی خود را از طریق پست الکترونیکی برای این‌جانب ارسال فرمایند. در پایان بر خود واجب می‌دانم که از همه افرادی که دانسته و ندانسته، نویسنده را در نگارش این کتاب یاری فرمودند، صمیمانه قدردانی کنم. همچنین برای خوانندگان گرامی آرزوی موفقیت و سربلندی دارم و امیدوارم که کتاب برایشان مفید و نتیجه‌بخش واقع شود.

سعادت خدارحمی

پاییز ۹۸

۱ فصل اول: نکات و اصول ایمنی.....

۲ ۱-۱ آشنایی با نکات و اصول ایمنی.....

۲ ۱-۱-۱ محیط کار.....

۲ ۲-۱-۱ نگهداری مواد شیمیایی.....

۴ ۳-۱-۱ مواد خطرناک.....

۵ ۴-۱-۱ کار با مواد شیمیایی.....

۸ ۵-۱-۱ ذوب کردن فلزات و سوزاندن مواد.....

۱۰ ۶-۱-۱ آسیب‌های احتمالی.....

۱۱ فصل دوم: ساخت هود اسیدکاری و اسکرابر.....

۱۲ ۱-۲ دودهای اسیدی.....

۱۲ ۲-۲ هود اسیدکاری.....

۱۲ ۱-۲-۲ هود ونتوری.....

۱۳ ۲-۲-۲ طرز کار هود ونتوری.....

۱۳ ۳-۲ مراحل ساخت هود اسیدکاری.....

۱۴ ۱-۳-۲ طراحی هود روی کاغذ.....

۱۶ ۲-۳-۲ ساخت بدنه هود.....

۱۶ ۱-۳-۲-۲ ارتفاع پایه هود.....

۱۶ ۲-۲-۳-۲ فضای داخلی هود.....

۱۷ ۳-۲-۳-۲ کف هود.....

۱۷ ۴-۲-۳-۲ سقف هود.....

۱۷ ۳-۳-۲ ساخت درب هود.....

۱۸ ۱-۳-۳-۲ فضای باز هود.....

۱۹ ۴-۳-۲ اتصال لوله‌های ورود و خروج هوا به هود.....

۱۹ ۱-۴-۳-۲ لوله خروج هوا.....

۱۹ ۵-۳-۲ نصب دمنده سانترفیوژ.....

۲۰ ۱-۵-۳-۲ قدرت هوای ورودی.....

۲۰ ۲-۵-۳-۲ آزمایش قدرت مکش هود اسیدکاری.....

۲۰ ۳-۵-۳ نکات مربوط به قدرت مکش هود اسیدکاری

۲۰ ۴-۲ اسکرابر

۲۱ ۱-۴-۲ اسکرابر خلأ

۲۱ ۲-۴-۲ طرز کار اسکرابر خلأ

۲۲ ۵-۲ مراحل ساخت اسکرابر

۲۳ ۱-۵-۲ طراحی اسکرابر روی کاغذ

۲۴ ۲-۵-۲ تهیه مخازن اسکرابر

۲۴ ۱-۲-۵-۲ جنس ارلن‌های خلأ

۲۵ ۳-۵-۲ تهیه و نصب اتصالات

۲۶ ۱-۳-۵-۲ کیف مکش

۲۷ ۴-۵-۲ نصب پمپ خلأ

۲۸ ۵-۵-۲ محاسبه زمان ابقاء اسکرابر

۲۸ ۱-۵-۵-۲ پر کردن بخشی از مخازن اسکرابر با پکینگ

۲۹ ۲-۵-۵-۲ متصل کردن سنگ هوا به شیلنگ‌های داخل مخازن

۲۹ ۳-۵-۵-۲ نحوه محاسبه زمان ابقاء

۳۰ ۶-۵-۲ پر کردن مخازن اسکرابر با محلول‌های خنثی‌کننده

۳۱ ۱-۶-۵-۲ تعویض محلول‌های خنثی‌کننده

۳۱ ۷-۵-۲ راه‌اندازی اسکرابر و استفاده از آن

۳۱ ۱-۷-۵-۲ فرایند خنثی شدن دوده‌های اسیدی در اسکرابر خلأ

۳۱ ۲-۷-۵-۲ اسیدنیتریک موجود در مخازن اول و دوم

۳۲ ۳-۷-۵-۲ خاموش کردن اسکرابر خلأ

۳۲ ۶-۲ نکات مربوط به اسکرابر خلأ

۳۳ فصل سوم: شناسایی فلزات گران‌بهای موجود در محلول

۳۴ ۱-۳ آزمایش کلرید قلع

۳۴ ۱-۱-۳ ساخت محلول کلرید قلع

۳۴ ۱-۱-۱-۳ ساخت محلول کلرید قلع با لحیم

۳۵ ۲-۱-۱-۳ ساخت محلول کلرید قلع با پودر قلع

۳۵ ۲-۱-۳ نگهداری محلول کلرید قلع

۳۶ ۳-۱-۳ شناسایی طلا با محلول کلرید قلع

۳۷ ۴-۱-۳ شناسایی پالادیوم با محلول کلرید قلع

۳۸ ۵-۱-۳ شناسایی پلاتین با محلول کلرید قلع

۳۹ ۶-۱-۳ محلول حاوی دو یا بیش از دو فلز گران بها

۳۹ ۷-۱-۳ موارد گمراه کننده در آزمایش کلرید قلع

۴۰ ۸-۱-۳ نکات مربوط به آزمایش کلرید قلع

۴۰ ۲-۳ شناسایی طلا با سولفات آهن

۴۱ ۱-۲-۳ نمونه حاوی اسیدنیتریک

۴۱ ۳-۳ شناسایی پالادیوم با محلول دی متیل گلی اکسیم

۴۲ ۱-۳-۳ ساخت محلول دی متیل گلی اکسیم

۴۲ ۲-۳-۳ نکات مربوط به آزمایش دی متیل گلی اکسیم

۴۳ ۴-۳ شناسایی نقره با اسید کلریدریک

۴۵ فصل چهارم: بازیابی شیمیایی نقره از جواهرات و ظروف نقره

۴۶ ۱-۴ اسیدنیتریک

۴۶ ۲-۴ کلرید نقره

۴۶ ۳-۴ نقره استرلینگ

۴۷ ۴-۴ جواهرات و ظروف آبکاری شده با نقره

۴۷ ۵-۴ عیارسنجی نقره

۴۸ ۱-۵-۴ ساخت محلول شورتر

۴۹ ۲-۵-۴ نحوه عیارسنجی نقره با محلول شورتر

۵۰ ۶-۴ بازیابی نقره از جواهرات و ظروف نقره

۵۰ ۷-۴ مراحل بازیابی نقره از جواهرات و ظروف نقره

۵۱ ۱-۷-۴ تمیزکاری و آماده سازی نقره

۵۲ ۱-۱-۷-۴ وجود لحیم روی سطح نقره

۵۲ ۲-۷-۴ تخمین میزان اسیدنیتریک و آب مقطر مورد نیاز

۵۳ ۳-۷-۴ حل کردن نقره در اسیدنیتریک

- ۵۳ حرارت دادن محلول نیترات نقره..... ۱-۳-۷-۴
- ۵۴ قرار دادن شیشهٔ ساعت روی ظرف واکنش..... ۲-۳-۷-۴
- ۵۵ حذف اسیدنیتریک اضافی از محلول..... ۴-۷-۴
- ۵۶ فیلتر کردن محلول نیترات نقره..... ۵-۷-۴
- ۵۷ لجن نارنجی یا قهوه‌ای‌رنگ در محلول نیترات نقره..... ۱-۵-۷-۴
- ۵۸ رسوب سیاه‌رنگ در محلول نیترات نقره..... ۲-۵-۷-۴
- ۵۸ رسوب دادن نقره از محلول..... ۶-۷-۴
- ۵۹ روش سم‌تاسیون..... ۱-۶-۷-۴
- ۶۱ نقاط قوت روش سم‌تاسیون..... ۱-۱-۶-۷-۴
- ۶۲ نقاط ضعف روش سم‌تاسیون..... ۲-۱-۶-۷-۴
- ۶۲ قرار دادن شش‌مس در محلول نیترات نقره..... ۳-۱-۶-۷-۴
- ۶۳ غلظت محلول نیترات نقره..... ۴-۱-۶-۷-۴
- ۶۳ اسیدنیتریک اضافی در فرایند سم‌تاسیون..... ۵-۱-۶-۷-۴
- ۶۴ زمان به پایان رسیدن فرایند سم‌تاسیون..... ۶-۱-۶-۷-۴
- ۶۴ شست‌وشوی پودر نقره..... ۷-۱-۶-۷-۴
- ۶۵ نکات مربوط به شست‌وشوی پودر نقره..... ۸-۱-۶-۷-۴
- ۶۵ روش کلرید نقره..... ۲-۶-۷-۴
- ۶۶ نقاط قوت روش کلرید نقره..... ۱-۲-۶-۷-۴
- ۶۷ نقاط ضعف روش کلرید نقره..... ۲-۲-۶-۷-۴
- ۶۷ شست‌وشوی کلرید نقره..... ۳-۲-۶-۷-۴
- ۶۸ نکات مربوط به شست‌وشوی کلرید نقره..... ۴-۲-۶-۷-۴
- ۶۸ تبدیل کلرید نقره به فلز نقره..... ۵-۲-۶-۷-۴
- ۷۱ نکات مربوط به تبدیل کلرید نقره به فلز نقره..... ۶-۲-۶-۷-۴
- ۷۲ ذوب کردن پودر نقره..... ۷-۲-۶-۷-۴
- ۷۳ نکات مربوط به ذوب پودر نقره..... ۱-۷-۷-۴
- ۷۵ فصل پنجم: بازیابی شیمیایی طلا از جواهرات.....
- ۷۶ ۱-۵ تیزاب سلطانی.....

- ۷۶..... ۱-۱-۵ تیزاب کاری طلا.....
- ۷۶..... ۲-۱-۵ تیزاب سلطانی و نقره.....
- ۷۷..... ۳-۱-۵ ساخت تیزاب سلطانی.....
- ۷۷..... ۴-۱-۵ نکات مربوط به ساخت تیزاب سلطانی.....
- ۷۷..... ۲-۵ عیارسنجی طلا.....
- ۷۸..... ۱-۲-۵ محک زدن طلا.....
- ۷۸..... ۲-۲-۵ نحوه محک زدن طلا.....
- ۸۰..... ۳-۲-۵ تمیز کردن سنگ محک.....
- ۸۰..... ۴-۲-۵ تشخیص جواهرات آبکاری شده با طلا.....
- ۸۱..... ۵-۲-۵ تشخیص جواهرات آبکاری شده با طلا با استفاده از آهنربا.....
- ۸۲..... ۳-۵ بازیابی طلا از جواهرات.....
- ۸۳..... ۴-۵ بازیابی طلا از جواهرات ۲۱ عیار و بالاتر.....
- ۸۳..... ۵-۵ مراحل بازیابی طلا از جواهرات ۲۱ عیار و بالاتر.....
- ۸۵..... ۱-۵-۵ تمیزکاری طلا.....
- ۸۵..... ۲-۵-۵ آماده سازی طلا.....
- ۸۵..... ۳-۵-۵ تخمین میزان اسیدکلریدریک و اسیدنیتریک مورد نیاز.....
- ۸۶..... ۴-۵-۵ حل کردن طلا در تیزاب سلطانی.....
- ۸۷..... ۱-۴-۵-۵ بیرون ریختن محلول از ظرف واکنش.....
- ۸۸..... ۲-۴-۵-۵ رسوب دادن سرب از محلول کلرید طلا.....
- ۸۸..... ۳-۴-۵-۵ اسیدنیتریک و نیترات های اضافی.....
- ۸۹..... ۴-۴-۵-۵ اقدامات لازم جهت جلوگیری از باقی ماندن اسیدنیتریک در محلول.....
- ۸۹..... ۵-۴-۵-۵ حرارت دادن محلول کلرید طلا.....
- ۹۰..... ۵-۵-۵ حذف اسیدنیتریک و نیترات های اضافی از محلول.....
- ۹۰..... ۱-۵-۵-۵ حذف اسیدنیتریک و نیترات های اضافی به روش اوره.....
- ۹۰..... ۱-۱-۵-۵-۵ رسوب سفیدرنگ و برفکی شکل در محلول.....
- ۹۱..... ۲-۱-۵-۵-۵ مشکلات و خطرات روش اوره.....
- ۹۲..... ۲-۵-۵-۵ حذف اسیدنیتریک و نیترات های اضافی به روش اسیدسولفامیک.....
- ۹۳..... ۱-۲-۵-۵-۵ نکات مربوط به روش اسیدسولفامیک.....

- ۹۴ ۳-۵-۵-۵ حذف اسیدنیتریک و نیترات‌های اضافی به روش افزودن طلا.
- ۹۴ ۴-۵-۵-۵ حذف اسیدنیتریک و نیترات‌های اضافی به روش تبخیر.
- ۹۷ ۱-۴-۵-۵-۵ خشک شدن شیرۀ کلرید طلا.
- ۹۷ ۲-۴-۵-۵-۵ نکات مربوط به روش تبخیر.
- ۹۷ ۶-۵-۵-۵ فیلتر کردن محلول کلرید طلا.
- ۹۸ ۱-۶-۵-۵ آزمایش کردن ذرات باقی مانده در کاغذ صافی.
- ۹۸ ۷-۵-۵-۵ رسوب دادن طلا از محلول.
- ۹۹ ۱-۷-۵-۵ روش سدیم‌متابی سولفیت.
- ۱۰۰ ۱-۱-۷-۵-۵ نحوه رسوب دادن طلا به روش سدیم‌متابی سولفیت.
- ۱۰۱ ۲-۷-۵-۵ روش سولفات آهن.
- ۱۰۲ ۱-۲-۷-۵-۵ نحوه رسوب دادن طلا به روش سولفات آهن.
- ۱۰۲ ۳-۷-۵-۵ واکنش رسوب‌دهنده با اسیدنیتریک و نیترات‌های اضافی.
- ۱۰۲ ۴-۷-۵-۵ مصرف بیش از اندازه سدیم‌متابی سولفیت یا سولفات آهن.
- ۱۰۳ ۸-۵-۵-۵ شست‌وشوی پودر طلا.
- ۱۰۴ ۱-۸-۵-۵ شست‌وشوی پودر طلا در کاغذ صافی.
- ۱۰۵ ۲-۸-۵-۵ بازیابی طلای موجود در ظرف ثانویه.
- ۱۰۵ ۳-۸-۵-۵ نکات مربوط به شست‌وشوی پودر طلا.
- ۱۰۶ ۹-۵-۵-۵ خشک کردن پودر طلا.
- ۱۰۷ ۱-۹-۵-۵ نکات مربوط به خشک کردن پودر طلا.
- ۱۰۸ ۱۰-۵-۵-۵ ذوب کردن پودر طلا.
- ۱۰۸ ۱۱-۵-۵ بازیابی سایر فلزات گران‌بها.
- ۱۰۹ ۱-۱۱-۵-۵ بازیابی پلاتین، پالادیوم و رودیوم.
- ۱۰۹ ۲-۱۱-۵-۵ بازیابی نقره از رسوب حاصل از فرایند تیزاب‌کاری.
- ۱۱۰ ۶-۵-۵ بازیابی طلا از جواهرات کمتر از ۲۱ عیار و با نقره بیش از هشت درصد.
- ۱۱۱ ۱-۶-۵-۵ یک‌چهارم کردن طلا.
- ۱۱۱ ۷-۵-۵ مراحل بازیابی طلا از جواهرات کمتر از ۲۱ عیار و با نقره بیش از هشت درصد.
- ۱۱۳ ۱-۷-۵-۵ تمیزکاری و آماده‌سازی طلا.
- ۱۱۳ ۲-۷-۵-۵ محاسبه میزان نقره مورد نیاز برای فرایند یک‌چهارم.

۱۱۳..... نحوه محاسبه میزان نقره مورد نیاز برای فرایند یک چهارم..... ۱-۲-۷-۵

۱۱۴..... ذوب و آلیاژ کردن طلا و نقره..... ۳-۷-۵

۱۱۵..... حل کردن طلای یک چهارم شده در اسیدنیتریک..... ۴-۷-۵

۱۱۶..... جداسازی محلول و شست و شوی تکه های طلا..... ۵-۷-۵

۱۱۷..... ۶-۷-۵ تیزاب کاری و بازیابی طلا.....

۱۱۷..... ۱-۶-۷-۵ خلوص طلا.....

۱۱۸..... ۷-۷-۵ بازیابی نقره از محلول نیترات نقره.....

۱۱۸..... ۸-۵ بازیابی طلا از جواهرات کمتر از ۲۱ عیار و با حداکثر نقره هشت درصد.....

۱۱۹..... ۱-۸-۵ تیزاب کاری مستقیم طلای کمتر از ۲۱ عیار و با حداکثر نقره هشت درصد.....

۱۲۰..... ۹-۵ بازیابی طلا از جواهرات آبکاری شده با طلا.....

۱۲۳..... ۱۰-۵ نقشه راه یادگیری فرایند بازیابی طلا از جواهرات.....

۱۲۵..... فصل ششم: ذوب طلا و نقره به روش هواگاز.....

۱۲۶..... ۱-۶ روش هواگاز.....

۱۲۶..... ۲-۶ شعله مشعل و انواع آن.....

۱۲۷..... ۱-۲-۶ شعله کاهش دهنده.....

۱۲۷..... ۲-۲-۶ شعله طبیعی.....

۱۲۸..... ۳-۲-۶ شعله اکسیدکننده.....

۱۲۹..... ۳-۶ فلاکس.....

۱۲۹..... ۱-۳-۶ فلاکس های اکسیدکننده.....

۱۲۹..... ۲-۳-۶ فلاکس های کاهش دهنده.....

۱۲۹..... ۳-۳-۶ فلاکس های کمک ذوب.....

۱۳۰..... ۴-۶ وسایل مورد نیاز برای ذوب طلا و نقره.....

۱۳۰..... ۵-۶ بوتله هواگاز.....

۱۳۱..... ۱-۵-۶ حذف رطوبت از بوتله هواگاز.....

۱۳۱..... ۲-۵-۶ عایق بندی بوتله هواگاز.....

۱۳۲..... ۶-۶ مراحل ذوب طلا و نقره به روش هواگاز.....

۱۳۳..... ۱-۶-۶ پیش گرم کردن بوتله هواگاز.....

۱۳۴..... ۲-۶-۶ لعاب کاری بوته با بوره.....

۱۳۴..... ۱-۲-۶-۶ میزان مصرف بوره.....

۱۳۵..... ۲-۲-۶-۶ مزیت‌های استفاده از بوره.....

۱۳۵..... ۳-۶-۶ ذوب کردن طلا یا نقره.....

۱۳۶..... ۱-۳-۶-۶ ذوب کردن پودر طلا یا نقره.....

۱۳۶..... ۲-۳-۶-۶ تخمین دمای بوته و مذاب.....

۱۳۷..... ۴-۶-۶ ریختن مذاب در قالب.....

۱۳۷..... ۱-۴-۶-۶ سرد کردن مذاب طلا به شکل دکمه.....

۱۳۸..... ۲-۴-۶-۶ ریختن مذاب در آب و تولید ساچمه.....

۱۳۹..... ۳-۴-۶-۶ نقره ناصاف و بدشکل.....

۱۴۱..... ۷-۶ نکات مربوط به ذوب طلا و نقره.....

۱۴۱..... ۸-۶ نقشه راه یادگیری فرایند ذوب طلا و نقره.....

۱۴۵..... فصل هفتم: پساب و مخازن پساب.....

۱۴۶..... ۱-۷ مخازن پساب.....

۱۴۶..... ۲-۷ مخزن پساب اول.....

۱۴۷..... ۱-۲-۷ رسوب دادن فلزات گران بها از پساب موجود در مخزن پساب اول.....

۱۴۸..... ۲-۲-۷ بازیابی فلزات گران بها از رسوب موجود در مخزن پساب اول.....

۱۴۸..... ۳-۷ مخزن پساب دوم.....

۱۴۹..... ۱-۳-۷ ایمن سازی پساب.....

۱۵۱..... ۴-۷ نکات مربوط به مخازن پساب.....

۱۵۳..... فصل هشتم: بازیابی طلا و نقره از کاغذهای صافی استفاده شده.....

۱۵۴..... ۱-۸ کاغذهای صافی استفاده شده.....

۱۵۴..... ۲-۸ فرایند سوزاندن.....

۱۵۵..... ۱-۲-۸ حرارت دادن مواد در مجاورت هوا.....

۱۵۶..... ۲-۲-۸ نکات مربوط به فرایند سوزاندن.....

۱۵۶..... ۳-۸ بازیابی نقره از کاغذهای صافی آغشته به کلرید نقره.....

۱۵۸..... ۴-۸ بازیابی نقره از کاغذهای صافی آغشته به نقره و نیترات نقره.....

- ۱۶۰..... ۵-۸ بازیابی طلا از کاغذهای صافی آغشته به طلا و کلرید طلا.....
- ۱۶۱..... فصل نهم: آلوده شدن محلول به قلع و متاستانیک اسید.....
- ۱۶۲..... ۱-۹ متاستانیک اسید.....
- ۱۶۲..... ۲-۹ مشکلات آلوده شدن محلول به متاستانیک اسید.....
- ۱۶۳..... ۳-۹ طلا و نقره کلوئیدی.....
- ۱۶۴..... ۱-۳-۹ تشخیص محلول حاوی طلا یا نقره کلوئیدی.....
- ۱۶۴..... ۲-۳-۹ آزمایش محلول حاوی طلای کلوئیدی با محلول کلرید قلع.....
- ۱۶۵..... ۴-۹ بازیابی طلا و نقره از محلول آلوده به متاستانیک اسید.....
- ۱۶۹..... فصل دهم: بازیابی طلا با استفاده از محلول اسید کلریدریک و آب ژاول.....
- ۱۷۰..... ۱-۱۰ محلول اسید کلریدریک و آب ژاول.....
- ۱۷۱..... ۱-۱-۱۰ نقاط قوت محلول اسید کلریدریک و آب ژاول.....
- ۱۷۱..... ۲-۱-۱۰ نقاط ضعف محلول اسید کلریدریک و آب ژاول.....
- ۱۷۱..... ۲-۱۰ وجود فلزات پایه در محلول اسید کلریدریک و آب ژاول.....
- ۱۷۲..... ۳-۱۰ مراحل بازیابی طلا با استفاده از محلول اسید کلریدریک و آب ژاول.....
- ۱۷۳..... ۱-۳-۱۰ حل کردن طلا در محلول اسید کلریدریک و آب ژاول.....
- ۱۷۴..... ۱-۱-۳-۱۰ غلظت آب ژاول.....
- ۱۷۵..... ۲-۱-۳-۱۰ افزودن بیش از اندازه آب ژاول به اسید کلریدریک.....
- ۱۷۵..... ۳-۱-۳-۱۰ نحوه حرارت دادن محلول اسید کلریدریک و آب ژاول.....
- ۱۷۵..... ۴-۱-۳-۱۰ حل کردن طلا بدون استفاده از حرارت.....
- ۱۷۶..... ۲-۳-۱۰ حذف گاز کلر از محلول کلرید طلا.....
- ۱۷۶..... ۱-۲-۳-۱۰ مدت زمان حرارت دادن محلول.....
- ۱۷۷..... ۳-۳-۱۰ رسوب دادن طلا از محلول.....
- ۱۷۹..... فصل یازدهم: بازیابی طلا از پایه‌های روکش شده با طلا.....
- ۱۸۰..... ۱-۱۱ پایه‌های روکش شده با طلا.....
- ۱۸۱..... ۲-۱۱ روش اسیدنیتریک.....
- ۱۸۳..... ۱-۲-۱۱ نکات مربوط به روش اسیدنیتریک.....

۱۸۴..... ۳-۱۱ روش اسیدپراکسید.....

۱۸۴..... ۱-۳-۱۱ محلول اسیدپراکسید.....

۱۸۴..... ۲-۳-۱۱ طرز کار روش اسیدپراکسید.....

۱۸۵..... ۳-۳-۱۱ آلوده شدن محلول اسیدپراکسید به قلع.....

۱۸۵..... ۴-۱۱ مراحل بازیابی طلا از پایه‌های روکش شده با طلا به روش اسیدپراکسید.....

۱۸۶..... ۱-۴-۱۱ آماده‌سازی پایه‌ها.....

۱۸۶..... ۲-۴-۱۱ قرار دادن پایه‌ها در محلول اسیدکلریدریک و کلرید مس (II).....

۱۸۷..... ۱-۲-۴-۱۱ ساخت محلول کلرید مس (II).....

۱۸۸..... ۲-۲-۴-۱۱ ساخت محلول کلرید مس (II) با استفاده از آب‌اکسیژنه.....

۱۸۸..... ۳-۴-۱۱ تأمین اکسیژن مورد نیاز فرایند اسیدپراکسید.....

۱۸۹..... ۱-۳-۴-۱۱ دمیدن هوا در محلول اسیدپراکسید.....

۱۸۹..... ۲-۳-۴-۱۱ افزودن آب‌اکسیژنه به محلول اسیدپراکسید.....

۱۹۰..... ۳-۳-۴-۱۱ نحوه افزودن آب‌اکسیژنه به محلول اسیدپراکسید.....

۱۹۰..... ۴-۳-۴-۱۱ حل شدن طلا در محلول اسیدپراکسید.....

۱۹۰..... ۴-۴-۱۱ صبر کردن تا زمان پایان یافتن فرایند.....

۱۹۱..... ۱-۴-۴-۱۱ سیر شدن محلول اسیدپراکسید از کلرید مس.....

۱۹۱..... ۲-۴-۴-۱۱ وجود آهن در محلول اسیدپراکسید.....

۱۹۱..... ۵-۴-۱۱ جداسازی ذرات طلا از محلول اسیدپراکسید.....

۱۹۲..... ۱-۵-۴-۱۱ رسوب دادن طلا از محلول اسیدپراکسید.....

۱۹۲..... ۲-۵-۴-۱۱ اسیدپراکسید استفاده شده.....

۱۹۳..... ۳-۵-۴-۱۱ بازسازی اسیدپراکسید استفاده شده.....

۱۹۳..... ۶-۴-۱۱ ذوب یا تیزاب کاری ذرات طلا.....

۱۹۵..... فصل دوازدهم: بازیابی طلا از پین‌های روکش شده با طلا.....

۱۹۶..... ۱-۱۲ پین‌ها.....

۱۹۶..... ۲-۱۲ قلع در پین‌ها.....

۱۹۷..... ۳-۱۲ مراحل بازیابی طلا از پین‌های روکش شده با طلا.....

۱۹۸..... ۱-۳-۱۲ تشخیص پین‌های روکش شده با طلا.....

۱۹۹..... ۲-۳-۱۲ درجه بندی پین‌ها بر اساس کیفیت

۲۰۰..... ۳-۳-۱۲ دسته بندی پین‌ها بر اساس آلیاژ

۲۰۰..... ۴-۳-۱۲ حذف فلزات پایه از پین‌ها

۲۰۰..... ۱-۴-۳-۱۲ حذف فلزات پایه از پین‌هایی که جذب آهن‌ریا شده‌اند

۲۰۲..... ۲-۴-۳-۱۲ حذف فلزات پایه از پین‌هایی که جذب آهن‌ریا نشده‌اند

۲۰۲..... ۵-۳-۱۲ حل کردن ذرات در اسید کلریدریک داغ

۲۰۳..... ۱-۵-۳-۱۲ شناور شدن روکش‌های طلا

۲۰۳..... ۲-۵-۳-۱۲ رنگ محلول

۲۰۴..... ۳-۵-۳-۱۲ مدت زمان حرارت دادن محلول

۲۰۴..... ۶-۳-۱۲ سوزاندن ذرات در مجاورت هوا

۲۰۴..... ۷-۳-۱۲ حل کردن ذرات سوزانده شده در اسیدنیتریک

۲۰۴..... ۸-۳-۱۲ تیزاب کاری ذرات طلا

۲۰۷..... فصل سیزدهم: بازیابی طلا و نقره از پردازنده‌های کامپیوتری

۲۰۸..... ۱-۱۳ پردازنده‌های کامپیوتری

۲۰۸..... ۱-۱-۱۳ پردازنده‌های سرامیکی

۲۰۸..... ۲-۱-۱۳ پردازنده‌های فیبری

۲۰۹..... ۳-۱-۱۳ پردازنده‌های واسط

۲۱۰..... ۲-۱۳ بازیابی طلا و نقره از پردازنده‌های سرامیکی

۲۱۳..... ۳-۱۳ بازیابی طلا از درب‌های پردازنده‌ها

۲۱۴..... ۴-۱۳ بازیابی طلا و نقره از پردازنده‌های فیبری

۲۱۶..... ۵-۱۳ بازیابی طلا و نقره از پردازنده‌های واسط

۲۱۸..... ۶-۱۳ نکات مربوط به بازیابی طلا و نقره از پردازنده‌های کامپیوتری

۲۲۰..... منابع

فصل اول

نکات و اصول ایمنی

- آب اکسیژنه به صورت مداوم از خود گاز اکسیژن تولید می کند. به همین دلیل اگر درب مخزن حاوی آب اکسیژنه سوراخ دار نباشد، گاز اکسیژن در مخزن انباشته می شود و پس از مدتی باعث ترکیدن یا پاره شدن مخزن می گردد.
- پساب درون مخزن پساب، مقدار قابل توجهی گاز هیدروژن تولید می کند و از آنجایی که جمع شدن این گاز در یک نقطه، می تواند باعث انفجار و آتش سوزی شود، باید درب مخزن پساب، نیمه باز یا دارای سوراخ باشد تا گازهای تولیدی راه خروج داشته باشد. همچنین مخزن پساب باید در فضای باز یا در جایی که دارای تهویه مناسب است قرار گیرد تا گازها در یک مکان جمع نشوند.



شکل ۱-۱: شیوه صحیح نگهداری از مخزن اسید



شکل ۲-۵: یک نمونه هود اسیدکاری که بخشی از فضای جلوی آن با ورق پلکسی گلاس پوشانده شده است.

۲-۳-۳-۱ فضای باز هود

قسمتی که در جلوی هود و در زیر درب قرار دارد و شما می‌توانید از طریق آن به داخل هود دسترسی داشته باشید، فضای باز هود نام دارد. این فضا که با بسته و باز شدن درب هود، کم و زیاد می‌شود، نقش اصلی را در انتخاب قدرت دمنده ایفا می‌کند. در نمونه طراحی شده کتاب، فضای باز هود دارای ۷۵ سانتی‌متر طول و ۷۵ سانتی‌متر عرض است که بخشی از آن با یک درب ۷۵ در ۴۵ سانتی‌متری پوشانده شده است.



شکل ۲-۱۱: نحوه نصب شیلنگ و اتصالات به مخزن اسکرابر خلا

۲-۵-۳-۱ قیف مکش

پس از اینکه مخازن را با شیلنگ‌های پی‌وی‌سی به همدیگر وصل کردید، یک سر شیلنگ را به پمپ خلا و سر دیگر را به یک قیف که ما آن را قیف مکش نامیده‌ایم، متصل کنید. لازم به ذکر است که قیف مکش را باید در هود اسیدکاری و بالای ظرف واکنش قرار دهید تا دوده‌های اسیدی از طریق آن به داخل اسکرابر هدایت شوند.

فصل سوم

شناسایی فلزات گران بهای موجود در محلول

۴-۶ بازیابی نقره از جواهرات و ظروف نقره

پس از عیارسنجی نقره، می‌توانید برای اسیدکاری و بازیابی نقره اقدام کنید. توصیه می‌شود که جهت یادگیری این فرایند، یک تکه کوچک نقره استرلینگ را که به لحیم آلوده نیست اسیدکاری و بازیافت کنید تا با مشکلات پیش‌بینی نشده مواجه نشوید.

۴-۷ مراحل بازیابی نقره از جواهرات و ظروف نقره

(۱) تمیزکاری و آماده‌سازی نقره؛

(۲) تخمین میزان اسیدنیتریک و آب مقطر مورد نیاز؛

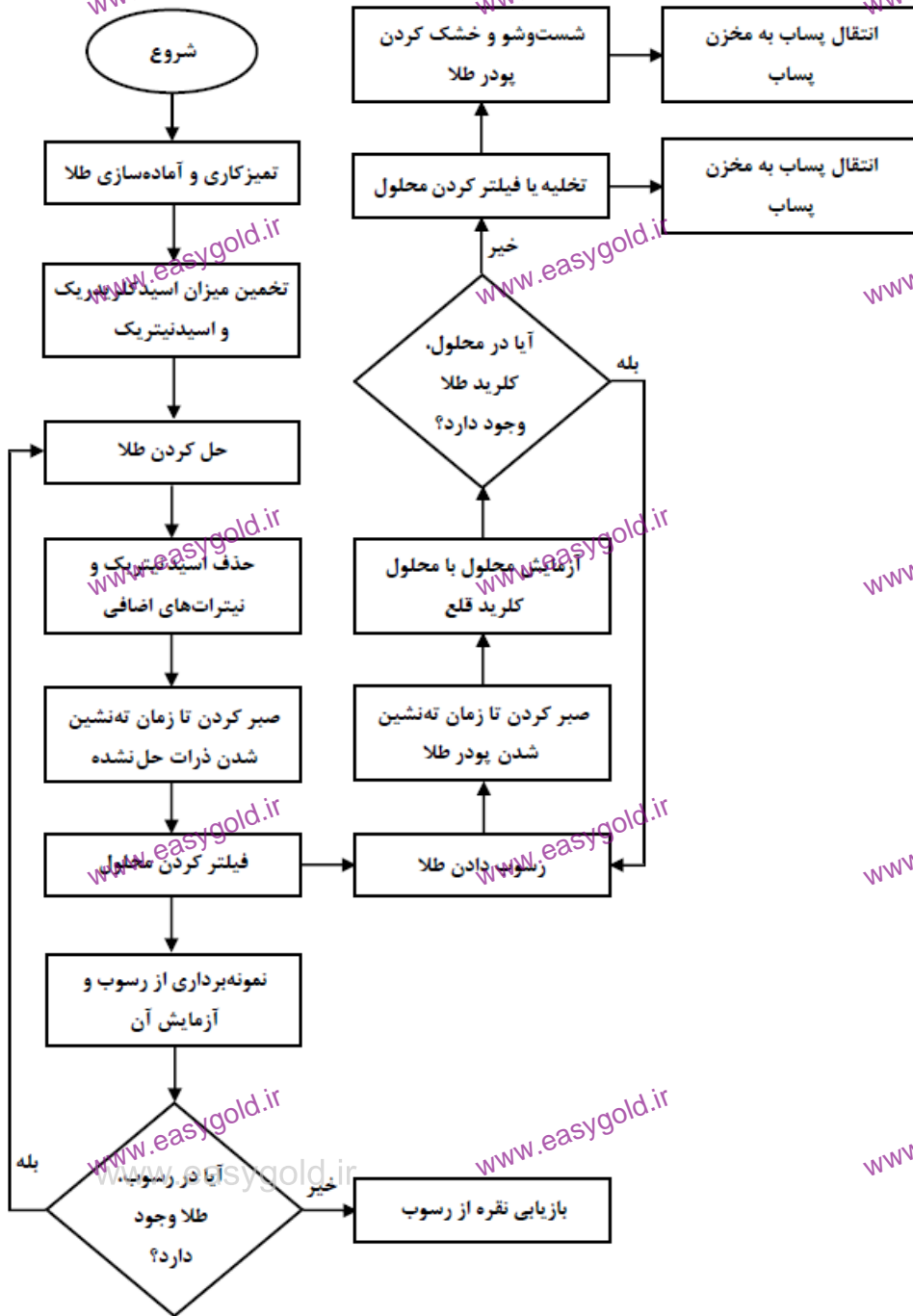
(۳) حل کردن نقره در اسیدنیتریک؛

(۴) حذف اسیدنیتریک اضافی از محلول؛

(۵) فیلتر کردن محلول نترات نقره؛

(۶) رسوب دادن نقره از محلول؛

(۷) ذوب کردن پودر نقره.



شکل ۵-۵: فلوجارت بازیابی طلا از جواهرات ۲۱ عیار و بالاتر

را به دست آورید و بعد حاصل را از مقدار نقره‌ای که در بالا محاسبه کرده‌اید، کم کنید تا مقدار واقعی نقره مورد نیاز به دست آید.

$$۸۰/۴ - (۶۴/۲ - ۲۶/۸) = ۴۳$$

همچنین لازم است که جهت اطمینان، به عدد نهایی پنج تا ده درصد اضافه کنید. در نتیجه، باید به ۶۴/۲ گرم جواهرات طلای ده عیار، ۴۷ گرم نقره یا فلزاتی نظیر مس، روی یا برنج بیفزایید و آن‌ها را با هم ذوب و آلیاژ کنید تا میزان طلا به یک چهارم کاهش یابد.

نکته: برای اینکه مطمئن شوید که برای یک چهارم کردن طلا، به قدر کافی نقره مصرف می‌کنید، همیشه در محاسبات دست بالا را بگیرید.

مثال: فرض کنید بیست گرم طلای هجده عیار دارید که باید یک چهارم شود. جهت محاسبه میزان نقره مورد نیاز برای فرایند یک چهارم می‌توانید از فرمول زیر استفاده کنید.

(میزان سایر فلزات موجود در طلا) - (میزان طلای خالص $\times ۳$) = میزان نقره مورد نیاز

$$(۳ \times ۱۵) - ۵ = ۴۰$$

بنابراین طبق محاسبات بالا باید بیست گرم طلای هجده عیار را با ۴۲ تا ۴۴ گرم نقره آلیاژ کنید تا به طلای شش عیار تبدیل شود.

۵-۷-۳ ذوب و آلیاژ کردن طلا و نقره

به مقداری که محاسبه کرده‌اید، نقره به طلا اضافه و آن‌ها را با مشعل هواگاز ذوب کنید. سپس برای مخلوط شدن طلا و نقره، مذاب را با همزن گرافیتی حداقل به مدت یک دقیقه هم بزنید. البته اگر میزان طلا و نقره زیاد نیست، با تکان دادن و چرخاندن بوتله هم می‌توانید مذاب را مخلوط کنید. پس از هم زدن، مذاب را به آرامی در آب ریخته تا طلا به صورت چند عدد ساچمه سرد شود. در پایان، ساچمه‌ها را با آب مقطر بشویید تا کلرهای ناشی از آب شیر از بین بروند و در مرحله اسیدکاری باعث تولید کلرید نقره نگردند.

۱-۶ روش هواگاز

روش هواگاز رایج‌ترین روش برای ذوب طلا و نقره است. معمولاً در صورتی که میزان طلا یا نقره کمتر از ۱۵۰ گرم باشد، از این روش استفاده می‌شود زیرا با روش هواگاز می‌توان این مقدار طلا یا نقره را در کمتر از پنج دقیقه ذوب کرد.



شکل ۱-۶: ذوب به روش هواگاز

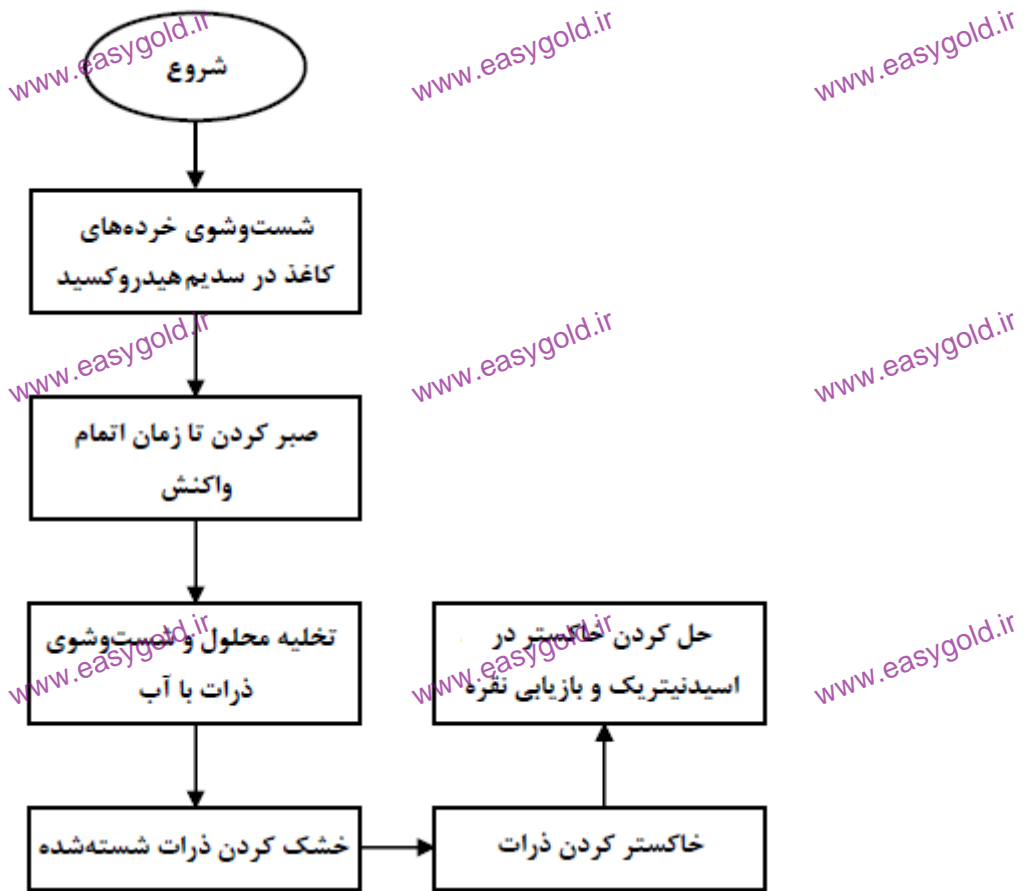
۲-۶ شعله مشعل و انواع آن

برای ذوب طلا و نقره، ابتدا باید با انواع شعله آشنایی داشته باشید تا بتوانید مشعل را روی شعله مناسب تنظیم کنید. شعله‌های مشعل به سه نوع کاهش‌دهنده، طبیعی و اکسیدکننده تقسیم می‌شوند و هر کدام خصوصیات مخصوص به خود را دارند.

فصل هفتم

پساب و مخازن پساب

- ۳) محلول را برای دوازده ساعت به حال خود رها کنید و در این مدت، هر چند ساعت یکبار، مقداری آن را هم بزنید.
- ۴) پس از دوازده ساعت، محلول را تخلیه کرده و ذرات باقی مانده را آنقدر با آب بشویید تا PH پساب به حدود هفت برسد.
- ۵) اجازه دهید ذرات شسته شده خشک شوند. سپس آن‌ها را روی اجاق بشقابی حرارت دهید تا رطوبت باقی مانده در آن‌ها از بین برود.
- ۶) ذرات را در ظرفی آهنی پخش کنید و آن‌ها را طبق توضیحاتی که در بالا داده شد خاکستر کنید.
- ۷) در پایان پودر خاکستر شده را در اسیدنیتریک حل کرده و نقره را از آن رسوب دهید.



شکل ۸-۴: فلوجارت بازیابی نقره از کاغذهای صافی آغشته به نقره و نیترات نقره



شکل ۹-۱: محلول آلوده به متاستانیک اسید

۹-۳ طلا و نقره کلوئیدی

در صورتی که محلول حاوی نمک‌های طلا یا نقره به قلع یا ترکیبات قلع آلوده شود،^۱ مقداری از نمک‌های طلا و نقره به ذرات کلوئیدی کاهش می‌یابند و از محلول رسوب می‌کنند. البته مشکل اصلی این است که مقدار زیادی از این ذرات کلوئیدی هیچ‌گاه ته‌نشین نمی‌شوند و به‌صورت ذرات بسیار کوچک و معمولاً غیر قابل مشاهده، در محلول معلق می‌مانند که این مشکل، می‌تواند باعث از بین رفتن بخشی از طلا و نقره در فرایند بازیابی شود.

۱- برای تولید طلا و نقره کلوئیدی، آلوده شدن محلول به قلع یا ترکیبات قلع کافی است و نیازی به وجود اسیدنیتریک و متاستانیک اسید نیست.

۱-۱۱ پایه‌های روکش شده با طلا

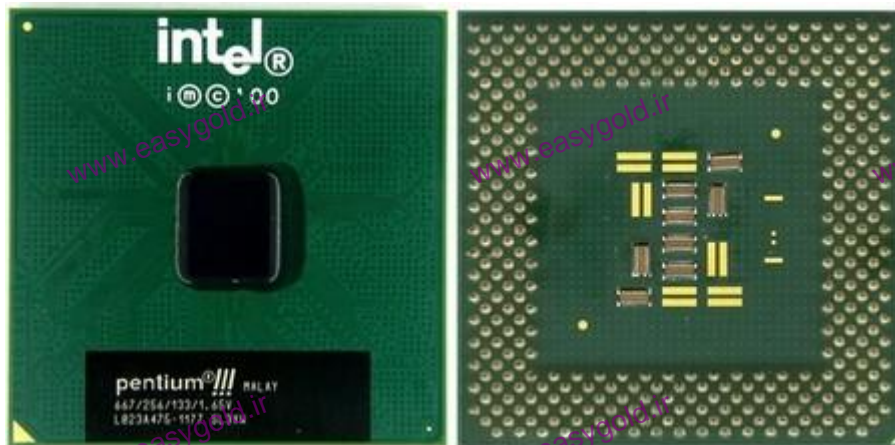
پایه‌های روکش شده با طلا که در بعضی از بردهای الکترونیکی نظیر رم‌ها و کارت‌های گرافیک یافت می‌شوند، جدای از اینکه حاوی مقدار قابل توجهی طلا هستند، در خود فلزات مزاحم بسیار کمی دارند و به همین خاطر گزینه‌های مناسب و کم دردسری برای بازیافت طلا به شمار می‌روند. طلای موجود در پایه‌ها را می‌توان با روش‌های مختلفی بازیابی کرد که در بین این روش‌ها، روش‌های اسیدنیتریک و اسیدپراکسید بهتر و کارا تر هستند.

نکته: روش‌هایی که در ادامه توضیح داده می‌شوند برای بازیابی طلا از همه بردهای الکترونیکی که دارای روکش طلا هستند (شکل ۱۱-۲)، کاربرد دارند.



شکل ۱۱-۱: پایه‌های روکش شده با طلا

روکش طلا هستند. البته نسبت به پین‌های پردازنده‌های سرامیکی طلای کمتری دارند. همچنین ممکن است درب و قسمت‌هایی از برد این پردازنده‌ها با طلا روکش شده باشند.



شکل ۱۳-۲: پردازنده Pentium III از نوع پردازنده‌های فیبری است.

۱۳-۱-۳ پردازنده‌های واسط

پردازنده‌های واسط که به پردازنده‌های فیبری سیاه هم معروف هستند، ساختاری بین ساختار پردازنده‌های سرامیکی و فیبری دارند و بدنه آن‌ها را یک برد الکترونیکی سیاه‌رنگ که در مرکز آن یک تراشه پلیمری نصب شده است، تشکیل می‌دهد. در این نوع پردازنده‌ها، طلا در پدنه، تراشه و پین‌ها قرار دارد و درب آن‌ها نیز ممکن است با طلا روکش شده باشد.

- ۵) پس از جدا کردن روکش‌های طلا، درب‌ها را از محلول بیرون آورید، سپس محلول را تخلیه کرده و روکش‌های طلا و ذرات باقی‌مانده را با آب داغ بشویید.
- ۶) احتمال دارد که در محلول اسیدنیتریک، نقره حل شده باشد؛ بنابراین محلول را با اسیدکلریدریک آزمایش کنید و در صورت وجود نقره، آن را از محلول رسوب دهید.
- ۷) در پایان، ذرات و روکش‌های طلای جداسازی‌شده را در ظروف سلطانی یا محلول اسیدکلریدریک و آب ژاول حل کرده و طلا را از محلول بازیابی کنید.



شکل ۱۳-۵: روکش‌های طلایی که از درب‌های پردازنده‌ها جدا شده‌اند.

۱۳-۴ بازیابی طلا و نقره از پردازنده‌های فیبری

- ۱) پردازنده‌ها را از جرم، چربی و خمیر حرارتی پاک کنید.
- ۲) درب‌ها را از بدنه پردازنده‌ها جدا کرده و اگر دارای روکش طلا هستند، آن‌ها را طبق روشی که در بالا توضیح داده شد، بازیافت کنید.

استخراج طلا از خاک و سنگ

ضمیمه کتاب

(برگرفته از کتاب دانشنامه استخراج فلزات گرانبها)