

سیستم‌های همگن‌سازی و انتقال مواد در فرآوری مواد

معدنی

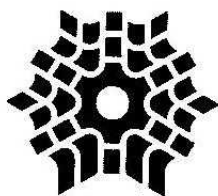
(جلد اول)

مؤلفان:

دکتر هادی عبداللہی

دکتر مجید یونسی

دکتر محمد نوع‌پرست



انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان



دانشگاه ارومیه
کتابخانه مرکزی

سرشناسه	عبداللهی، هادی، ۱۳۵۹-
عنوان و نام پدیدآور	سیستم‌های همگن‌سازی و انتقال مواد در فرآوری مواد معدنی (مبانی و اصول طراحی) // مولفان: هادی عبداللهی، مجید یونسی، محمد نوع‌پرست.
مشخصات نشر	ارومیه: دانشگاه صنعتی ارومیه، انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	ج: ۲؛ مصور، جدول، نمودار.
شابک	دوره: ۲-۴-۹۹۶۷۷-۶۰۰-۹۷۸؛ ج: ۱؛ ۹-۵-۹۹۶۷۷-۶۰۰-۹۷۸؛ ج: ۲؛ ۶-۹۹۶۷۷-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	واژه نامه
موضوع	معدن و ذخایر معدنی -- حمل و نقل
موضوع	Mine haulage :
موضوع	نقاله‌ها
موضوع	Conveying machinery :
موضوع	معدن، ذخایر معدنی -- ماشین آلات
موضوع	Mining machine :
شناسه افزوده	یونسی، مجید، ۱۳۶۲-
شناسه افزوده	نوع‌پرست، محمد، ۱۳۸۱-
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی ارومیه، انتشارات
رده بندی کنگره	۱۳۹۷ س ۹/ع ۲/ ۳۱: T
رده بندی دیویی	۶۲۲/۶
شماره کتابشناسی ملی	۵۴۲۸۸۴۹

کلیه حقوق نشر و فروش برای انتشارات دانشگاه صنعتی ارومیه محفوظ است.



انتشارات دانشگاه صنعتی ارومیه

انتشارات دانشگاه صنعتی ارومیه

نوبت و تاریخ چاپ:	نوبت اول - پائیز ۱۳۹۷
ناشر:	انتشارات دانشگاه صنعتی ارومیه
شمارگان:	۵۰۰ جلد
بهای کتاب و دوره:	۵۰۰۰۰ ریال بهای جلد اول - ۱۰۰۰۰۰۰ ریال بهای دوره دو جلدی
شابک (جلد اول):	۹-۵-۹۹۶۷۷-۶۰۰-۹۷۸
شابک دوره (دوجلدی):	۲-۴-۹۹۶۷۷-۶۰۰-۹۷۸
طرح روی جلد:	هادی عبداللهی
تألیف:	هادی عبداللهی، مجید یونسی، محمد نوع‌پرست
لیتوگرافی/چاپ و صحافی:	پرینتاگرام - اصفهان

آدرس مؤسسه: ارومیه، خیابان آیت‌الله مدنی ۲، نرسیده به مسجد ابوطالب، انتشارات دانشگاه صنعتی ارومیه،

صندوق پستی: ۴۱۹-۵۷۱۵۵، تلفن: ۰۴۴۳۱۹۸۰۲۵۱، نمابر: ۰۴۴۳۱۹۸۰۲۵۱، آدرس ایمیل: press@uut.ac.ir.

پیشگفتار

حمل و نقل مواد در فرآیند کانه‌آرایی و فرآوری مواد معدنی از ضروریات است. به طوری که کارخانجات فرآوری بدون فراهم بودن امکان جابجایی مقادیر کافی مواد به داخل کارخانه، خارج از آن و در مسیر فرآیند نمی‌توانند مقادیر پیش‌بینی شده‌ای از محصول حد واسط و یا نهایی را تولید نمایند. در واقع سیستم‌های حمل و نقل و ذخیره مواد در کارخانه کانه‌آرایی نقش مهم پشتیبانی را در انجام فرآیند ایفا می‌کنند. انتخاب نهایی این سیستم‌ها به انتخاب نهایی روش فرآوری و فرایندهای جنبی مرتبط با آن (نظیر دفع باطله‌ها و مسایل محیط زیست) بستگی دارد. روش فرآوری ضمن تعیین مشخصات ماده، فواصل، ارتفاعات، نرخ‌های جریان و نیازهای ذخیره را نیز مشخص می‌کند.

در ایران صنایع معدنی در حال رشد و توسعه بوده و صرفنظر از جوان بودن بسیاری از واحدهای تولید مواد معدنی اندک‌تنه که از سابقه طولانی‌تری برخوردار بوده‌اند نیز تاکنون بر اساس روش‌های سعی و خطا به فعالیت ادامه داده‌اند. در این راستا تلاش‌های زیادی صورت گرفته، که آنها نیز بسیار جدید و همچنان در حال تکمیل است.

فلوشیت ارائه شده برای یک کارخانه فرآوری، شامل اطلاعات اساسی درباره جانمایی تجهیزات، نیازهای ذخیره مواد در طی فرآیند، انتخاب و تعیین ابعاد تجهیزات از جمله وسایل حمل و نقل مواد باشد. مسلماً بدون حضور و عملکرد یک سیستم بهینه جابجایی، خوراک کافی در زمان تعیین شده به فرایندها نخواهد رسید و در عین حال به دلیل جریان باطله نیز به طور موثر از مدار خارج نمی‌شود. به علاوه اختلاط جریان‌های مختلف نیز برای تهیه جریان با مشخصات مطلوب از مواد معدنی یا پالپ بدون وجود یک سیستم انتقال حمل و نقل در کانه‌آرایی و فرآوری مواد امکانپذیر نخواهد بود. از طرف دیگر به دلیل تغییرات پیش‌بینی نشده در قابلیت خردایش کانسنگ، نرخ خوراکدهی یا تولید محصول دچار نوساناتی می‌شود. به طور مشابه تغییر عیار کانسنگ ورودی به کارخانه نیز نرخ تولید محصول در فرایندهای مشخصی را دچار تغییر می‌نماید. تغییر درصد رطوبت خوراک خشک و میزان مواد جامد در پالپ نیز به طور مشابه تأثیرات احتمالی را بر ظرفیت حمل و نقل مواد در تجهیزات مختلف بر جای می‌گذارند. نهایتاً استفاده از سیستم‌های جابجایی در مدار فرآوری مواد معدنی اثرات منفی ناشی از عوامل فوق‌الذکر را به همراه اثرات مربوط به تغییر برنامه تولید، به دلیل تغییر فازهای معدنکاری و همچنین ناهم‌آهنگی و یا نقص در کارکرد دستگاه‌های مختلف به حداقل می‌رساند.

علیرغم اهمیت انکارناپذیر سیستم‌های همگن‌سازی و اختلاط و همچنین تجهیزات انتقال مواد در کارکرد درست و اصولی مدار فرآوری، به این دو موضوع کمتر پرداخته شده، بطوریکه به صورت مدون هیچ کتابی به زبان فارسی تاکنون چاپ نشده است. مؤلفان این کتاب تلاش داشتند تا مجموعه کاملی از این دو موضوع را که یکی به سیستم‌های همگن‌سازی و تجهیزات مورد استفاده در آن و دیگری تجهیزات انتقال مواد و اصول طراحی آنها در یک مدار فرآوری پرداخته شده است، گردآوری و تالیف نمایند. این کتاب در دو جلد تالیف شده و سعی شده است تا مبانی و اصول طراحی سیستم‌های همگن‌سازی و تجهیزات مورد استفاده در انتقال مواد بصورت کامل و جامع آورده شود.

این کتاب به سبب اهمیت سیستم‌های همگن‌سازی و انتقال مواد به صورت خشک و تر در کانه آرایی و تجهیزات مرتبط با آنها پرداخته است. در جلد اول سعی شد تا خصوصیات مواد معدنی و پودر، مبانی سیستم‌های همگن‌سازی و انتقال مواد و همچنین طراحی انبارها، مخازن، قیف‌ها، شوت‌ها و مشکلات ناشی از گرد و غبار و فیدر ارائه گردد. در جلد دوم نیز به تشریح سایر تجهیزات انتقال دهنده شامل نوارهای پهن، بالابرها، انتقال‌دهنده‌های هوایی و دیگر انتقال‌دهنده‌ها و همچنین انتقال دهنده‌های تر (پمپ‌ها، نوبه‌ها، ناودان‌ها) پرداخته شده است.

با توجه به ارائه درس انتقال مواد در دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در رشته مهندسی معدن، این کتاب می‌تواند مرجع مفیدی برای دانشجویان باشد. همچنین به دلیل آگاهی کمتر مهندسين در این زمینه‌ها معمولاً در طراحی کارخانه فرآوری، کلاتی از این ناحیه بوجود می‌آید، که نویسندگان امیدوارند با گردآوری و تالیف این کتاب گامی در جهت افزایش دانش علمی و فنی مهندسين معدن و متالورژی و دیگر محققینی که در این زمینه‌ها فعالیت دارند، برداشته باشند.

بدون شک این مجموعه دارای نقایص و نارسایی‌هایی می‌باشد که امید است با راهنمایی‌ها و کمک متخصصین صنایع، اساتید و دانشجویان تکمیل گردد.

عبداللهی - یونسی - نوع پرست

پائیز ۱۳۹۷

فصل اول: خصوصیات پودر توده‌ای: تجهیزات و تکنیک‌ها

۱	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۱-۱- دانسیته (چگالی)
۴	۱-۱-۲- پیوند ذره-ذره
۴	۱-۱-۳- فشردگی و متراکم‌سازی ذرات
۵	۱-۱-۴- قابلیت جریان‌یافتگی
۵	۱-۱-۵- تغییراتی موثر بر خصوصیات پودرهای توده‌ای
۷	۱-۲- دانسیته پودر و ذرات
۱۱	۱-۲-۱- تعیین دانسیته ظاهری و پروتکل‌های مربوط
۱۱	۱-۲-۱-۱- دانسیته ظاهری: روش‌های مختلف
۱۱	۱-۲-۱-۱-۱- اندازه‌گیر پودر مترونی Hosokawa
۱۲	۱-۲-۱-۱-۲- جعبه اندازه‌گیری دانسیته ظاهری هوادهی شده و متراکم شده Carr
۱۳	۱-۲-۱-۲-۱- دانسیته ظاهری غیرمتراکم: روش‌های مختلف
۱۴	۱-۲-۱-۲-۱-۱- حجم سنج Scott
۱۴	۱-۲-۱-۲-۱-۲- دانسیته ضربه‌ای
۱۵	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۱- روش ظرف Hall
۱۵	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۱- روش ضربه‌ای "Koschlik and Beddow Ro-Tap"
۱۵	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۲- دانسیته ظاهری سیال‌پذیر
۱۶	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۳- دانسیته ظاهری فشرده شده/متراکم
۱۶	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۴- تعیین خصوصیات جریان‌پذیری پودر از روی دانسیته ظاهری پودر
۱۶	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۵- نسبت Hausner
۱۹	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۶- تعیین درصد فشردگی Carr از روی دانسیته ظاهری
۲۱	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۷- دانسیته ظاهری متراکم شده
۲۲	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۸- دانسیته ذرات Ergun
۲۶	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۹- کاربرد نسبت/ضریب Hausner برای سیستم‌های پودری سیال‌گونه
۲۶	۱-۲-۱-۲-۱-۲-۱۰- جریان سیال‌گونه

- ۲۹ ۷-۴-۱ سیالیت
- ۳۰ ۸-۴-۱ تفرق یا قابلیت گرد و غبار شدگی
- ۳۱ ۹-۴-۱ نفوذپذیری
- ۳۲ ۱۰-۴-۱ اندازه گیر اصطکاک دیواره
- ۳۵ ۵-۱ زاویه های پودر
- ۳۵ ۱-۵-۱ زاویه افشان شده و تخلیه
- ۳۵ ۲-۵-۱ زاویه ترار استاتیکی برای یک پشته
- ۳۷ ۳-۵-۱ زاویه سقوط
- ۳۸ ۴-۵-۱ زاویه فوت
- ۳۸ ۵-۵-۱ زاویه تراپویا (یا مک)
- ۴۱ ۶-۱ خصوصیات جریان پودر، فله، استفاده از زوایای داخلی و برشی
- ۴۱ ۱-۶-۱ خواص شکست
- ۴۲ ۲-۶-۱ سیالیت (جریان پذیری) و شکست
- ۴۲ ۱-۲-۶-۱ لغزش های سطحی مجموعه های اجزات
- ۴۴ ۲-۲-۶-۱ سیالیت (جریان پذیری) بر مبنای خروجی سیف
- ۴۶ ۳-۶-۱ تابع شکست بر اساس آزمون برش
- ۴۶ ۱-۳-۶-۱ تنش محصور نشده (f_c)
- ۴۷ ۲-۳-۶-۱ تنش تحکیم/ثبیت اصلی یا مترامی اصلی (σ_1)
- ۴۸ ۳-۳-۶-۱ تابع شکست Jenike (ff)
- ۴۹ ۴-۶-۱ زاویه اصطکاک داخلی موثر Jenike
- ۵۰ ۷-۱ وسایل اندازه گیری مقاومت کششی و انسجام
- ۵۰ ۱-۷-۱ انسجام و مقاومت کششی
- ۵۰ ۱-۱-۷-۱ انسجام و چسبندگی
- ۵۱ ۲-۱-۷-۱ مقاومت کششی
- ۵۱ ۲-۷-۱ سلول جداسازی و ابزارهای برش عمودی برای مقاومت کششی و انسجام
- ۵۲ ۱-۲-۷-۱ آزمایشگرهای سلول جداساز
- ۵۴ ۲-۲-۷-۱ آزمایشگر برش عمودی (درب بالابر) برای مقاومت کششی

- ۵۵ ۱-۷-۳- اندازه گیری مستقیم چسبندگی (انسجام)
- ۵۶ ۱-۷-۳-۱ آزمایشگر Ajax
- ۵۸ ۱-۷-۳-۲ آزمایشگر قالبی سیلندری
- ۵۹ ۱-۷-۴- فشرده سازی تک محوره
- ۵۹ ۱-۷-۴-۱ تجهیزات تست فشرده سازی محصور نشده Williams
- ۶۲ ۱-۷-۴-۲ روش Gerristen
- ۶۳ ۱-۷-۴-۳ آزمایشگر مقاومت تسلیم محصور نشده Peschl
- ۶۳ ۱-۷-۴-۴ دستگاه procter و gamble برای اندازه گیری مقاومت کیک
- ۶۴ ۱-۷-۴-۶ آزمایشگر تک محوره بزرگ مقیاس
- ۶۴ ۱-۷-۴-۶-۱ آزمایشگر انانایر چسبناکی فشردگی
- ۶۶ ۱-۷-۴-۷-۱ قابلیت فشردگی
- ۶۶ ۱-۷-۴-۸-۱ سیستم شاخه Johansen
- ۶۹ ۱-۷-۴-۹-۱ آزمایشگر پژوهشی تک محور Postec
- ۷۰ ۱-۷-۴-۱۰-۱ آزمایشگر کنترل کیفیت Johansson و enn
- ۷۲ ۱-۷-۴-۱۱-۱ روش پترومتر (اندازه گیری نفوذ پذیری)
- ۷۲ ۱-۸-۸- همبستگی نیروی توده سنگ
- ۷۳ ۱-۸-۱-۱ ارتباط بین چسبندگی و مقاومت کششی
- ۷۸ ۱-۸-۲- تاثیر مشخصات ذرات بر خصوصیات پودر توده ای

منابع

فصل دوم: انبار (کپه انباشت، سیستم انباشت و برداشت)

- ۸۹ ۲-۱- مقدمه
- ۹۴ ۲-۲- طبقه بندی کلی روش های اختلاط و همگن سازی
- ۹۴ ۲-۲-۱- بسترهای طولی
- ۹۶ ۲-۲-۲- بسترهای طولی موازی
- ۹۷ ۲-۲-۳- بسترهای طولی با تخلیه از بخش زیرین
- ۹۷ ۲-۲-۴- بسترهای دایره ای
- ۱۰۰ ۲-۲-۵- بسترهای مخروطی مواد

- ۱۰۱- ۲-۲-۶- بونکرهای بتنی/فلزی
- ۱۰۲- ۲-۲-۷- سیلوها
- ۱۰۴- ۲-۳- انواع انبارهای همگن و ناهمگن
- ۱۰۴- ۲-۳-۱- انبارهای همگن
- ۱۰۴- ۲-۳-۱-۱- انبارهای دایره‌ای با اسکرابر نوع پل (CBS)
- ۱۰۴- ۲-۳-۱-۲- انبارهای طولی با اسکرابر نوع پل (BS)
- ۱۰۶- ۲-۳-۱-۳- انبارهای طولی با اسکاواتورهای سطلی زنجیری (BE)
- ۱۰۹- ۲-۳-۲- انبارهای ناهمگن
- ۱۰۹- ۲-۳-۳-۱- انبارهای با اسکرابر پورتال (PS)
- ۱۱۰- ۲-۳-۳-۲- انبارهای با اسکرابر برداشت از بغل (SS)
- ۱۱۱- ۲-۴- انواع کپه انباشت‌های مواد
- ۱۱۱- ۲-۴-۱- روش انباشت جناغی
- ۱۱۱- ۲-۴-۲- روش انباشت جناغی با بست دایره‌ای
- ۱۱۴- ۲-۴-۳- انباشت نواری (لایه‌ای)
- ۱۱۶- ۲-۴-۴- روش انباشت نواری/جناغی (دسته علف‌های)
- ۱۱۷- ۲-۴-۵- روش انباشت پوسته مخروطی
- ۱۱۹- ۲-۴-۶- روش انباشت لایه‌ای شیب‌دار
- ۱۲۰- ۲-۵- تجهیزات انباشت کپه (انباشت کننده)
- ۱۲۹- ۲-۶- ایجاد تفکیک ابعادی در انباشت مواد
- ۱۳۴- ۲-۷- سیستم‌های برداشت (ریکالایمرها)
- ۱۳۵- ۲-۷-۱- ریکالایمر اسکرابر
- ۱۳۷- ۲-۷-۱-۱- اسکرابر پرتال کامل
- ۱۳۹- ۲-۷-۱-۲- اسکرابر نیمه پرتال
- ۱۴۰- ۲-۷-۱-۳- اسکرابر کناره‌ای (برداشت از بغل)
- ۱۴۰- ۲-۷-۱-۴- اسکرابر روبرویی (برداشت از جلو)
- ۱۴۱- ۲-۷-۱-۵- اسکرابر نوع پل‌دار
- ۱۴۲- ۲-۷-۲- ریکالایمر زنجیر سطلی

- ۱۴۵ - ۳-۷-۲- ریکلایمر چرخ‌دار سطلی
- ۱۴۸ - ۴-۷-۲- ریکلایمر بشکه‌ای (لوله‌ای-استوانه‌ای)
- ۱۴۸ - ۵-۷-۲- ریکلایمر دیسکی
- ۱۵۱ - ۶-۷-۲- ریکلایمر ترانسه زن
- ۱۵۳ - ۸-۲- حوادث و تخریب تجهیزات انباشت و برداشت
- ۱۵۵ - ۹-۲- اصول طراحی استوک‌پایل
- ۱۵۵ - ۱-۹-۲- اهداف ذخیره‌سازی
- ۱۵۶ - ۲-۹-۲- انواع ذخیره‌سازی
- ۱۵۶ - ۳-۹-۲- خصوصیات مواد
- ۱۵۶ - ۴-۹-۲- خصوصیات موثر بر انتخاب ذخیره‌سازی روباز یا پوشیده
- ۱۵۸ - ۵-۹-۲- خصوصیات ثابت و متغیر در انتخاب تجهیزات
- ۱۶۵ - ۶-۹-۲- عوامل محیطی
- ۱۶۶ - ۷-۹-۲- محل و جایگاه استوک‌پایل
- ۱۶۶ - ۸-۹-۲- اندازه استوک‌پایل
- ۱۶۶ - ۹-۹-۲- شکل استوک‌پایل
- ۱۷۸ - ۱۰-۹-۲- روش‌های انباشت و برداشت مواد از استوک‌پایل
- ۱۸۲ - ۱-۱۰-۹-۲- نقاله‌های بالای سطح استوک‌پایل
- ۱۸۵ - ۲-۱۰-۹-۲- باکت‌های بالای استوک‌پایل
- ۱۸۶ - ۳-۱۰-۹-۲- تجهیزات سطحی بر روی استوک‌پایل
- ۱۸۷ - ۱۱-۹-۲- بروز مشکلاتی در انباشت مواد در استوک‌پایل
- ۱۹۱ - ۱۲-۹-۲- تجهیزات پیشنهادی برای انباشت مواد در استوک‌پایل
- ۱۹۷ - ۱۳-۹-۲- تجهیزات پیشنهادی برای برداشت از استوک‌پایل
- ۱۹۸ - ۱-۱۳-۹-۲- نقاله‌های زیر استوک‌پایل
- ۱۹۸ - ۲-۱۳-۹-۲- تجهیزات بالای استوک‌پایل
- ۱۹۹ - ۳-۱۳-۹-۲- تجهیزات سطحی روی استوک‌پایل‌ها
- ۲۰۵ - ۱۴-۹-۲- محاسبات طراحی کپه انباشت
- ۲۰۷ - ۱-۱۴-۹-۲- کپه انباشت زنده (فعال) / کپه انباشت مرده (غیرفعال)

- ۲۱۱ ۲-۹-۱۴- کارآیی حجمی کپه مواد خطی
- ۲۱۴ ۲-۹-۱۵- مدل سازی سه بعدی استوک پایل در بهبود کنترل کیفیت
- ۲۱۷ ۲-۹-۱۵-۱- مدل سازی استوک پایل
- ۲۲۳ ۲-۹-۱۵-۲- شبیه سازی برداشت
- ۲۲۶ ۲-۹-۱۶- سیستم مدیریت استوک پایل

منابع

فصل دوم: مخزن (بونکر) و قیف

- ۲۳۷ ۳-۱-۱- مجموعه
- ۲۳۸ ۳-۲-۲- شکل جریان در مخازن
- ۲۳۸ ۳-۲-۱- جریان های توده ای و قیفی
- ۲۴۴ ۳-۲-۲- انواع مخازن با جریان توده ای
- ۲۴۷ ۳-۲-۳- مخازن جریان قیفی
- ۲۴۸ ۳-۲-۴- جریان توسعه یافته
- ۲۴۸ ۳-۲-۵- تقارن مخزن
- ۲۴۸ ۳-۳- ویژگی های توده مواد
- ۲۴۹ ۳-۳-۱- میدان های تنش در مخازن جریان توده ای
- ۲۵۰ ۳-۳-۲- مکان هندسی (پوش) تنش تسلیم جریان توده مواد
- ۲۵۲ ۳-۳-۳- مکان هندسی تنش تسلیم لحظه ای IYL و تابع جریان FF
- ۲۵۳ ۳-۳-۴- مکان هندسی تنش تسلیم زمان TYL و تابع جریان FF
- ۲۵۳ ۳-۳-۵- انواع توابع جریان برای توده مواد
- ۲۵۵ ۳-۳-۶- زوایای اصطکاک داخلی
- ۲۵۵ ۳-۳-۷- مکان هندسی تنش تسلیم دیواره و اصطکاک دیواره (مرزی)
- ۲۵۷ ۳-۴- تعیین خصوصیات جریان توده مواد
- ۲۵۹ ۳-۴-۱- دستگاه آزمایش برش
- ۲۶۰ ۳-۴-۲- دستگاه برش مستقیم نوع Jenike
- ۲۶۲ ۳-۴-۳- دستگاه برش حلقه ای یا پیچشی
- ۲۶۳ ۳-۴-۵- مکان هندسی تنش تسلیم دیواره (WYL) و زاویه اصطکاک دیواره (ϕ)