

بررسی نقاله‌های مکانیکی و پنوماتیکی مورد استفاده در کارخانه‌های سیمان و عوامل مؤثر بر میزان انرژی مصرفی آنها

آزاد غفاری

دانش آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تبریز

پست الکترونیک: azadghafari@yahoo.com

چکیده

خطوط انتقال مواد که اصطلاحاً نقاله نامیده می‌شوند بخش لاینفک منابع مختلف تولید استخراج، فرآوری، مونتاژ و غیره هستند. نقاله‌ها نقش اساسی را در صنعت ایفا نموده‌اند و در کشورهای پیشرفته نقاله‌ها به صورت گسترده و معمولاً در مواردی که حجم تولید بسیار است به کار می‌روند. از آنجاکه غالباً فرآیندهای تولید و محصول متشکل از بخش‌های گوناگون هستند و مواد اولیه یا کالای نیم ساخته می‌بایست مسافتی را بین ایستگاه‌های مختلف طی نماید تا به محصول نهایی تبدیل شود، نقاله‌ها از حیث افزایش راندمان، تولید و کاهش هزینه جابجایی مناسب‌ترین ابزار ممکن هستند. از سایر دلایل استفاده و کاربرد نقاله‌ها می‌توان به پیشگیری از تماس انسان با محیط آلوده یا خطرناک مانند کوره‌های پخت رنگ و محیط‌های حاوی مواد سمی اشاره کرد. کاهش جابجایی بی‌مورد ابزارها و نیروی انسانی و روتین نمودن پروسه تولید از سایر مزایای استفاده از یک سیستم نقاله است. حمل و نقل پیوسته مواد توسط نقاله‌ها باعث می‌گردد که در هر زمان مقدار تولیدی کالا یا ماده به حداکثر بازدهی خود دست یابد. مهم‌ترین هدف از انجام این مطالعه، بررسی و مقایسه‌ی نقاله‌های مکانیکی و پنوماتیکی مورد استفاده در کارخانه‌های سیمان به منظور بهبود مصرف انرژی و افزایش بازده عملکردی است.

کلمات کلیدی: نقاله‌ها، روش‌های انتقال مواد، صنعت سیمان

نقاله‌ها از تجهیزات مهم جهت انتقال مواد جامد بوده، در این تجهیزات مواد پس از تخلیه مناسب بر روی باند در فواصل طولانی و شرایط حتی نامناسب محیطی از نقطه‌ای به نقطه دیگر منتقل می‌گردند. لازمه افزایش کیفیت و کمیت یک محصول استفاده از ماشین‌آلات پیشرفته و اتوماتیک می‌باشد ماشین‌آلاتی که بیشتر مراحل کاری آن‌ها به‌طور خودکار صورت گرفته و اتکای آن به عوامل انسانی کمتر باشد. از نمونه‌های متداول این ماشین‌آلات در صنعت می‌توان به نقاله‌های مکانیکی اشاره کرد که نقش بسزایی را در توسعه روش‌های حمل‌ونقل دارند.

نقاله‌ها انواع مختلفی دارند که با توجه به نوع ماده، مساحت جابجایی و مسیر جابجایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نقاله‌ها می‌بایست به مواد آسیب نرسانده، حجم زیادی از مواد را انتقال داده و مصرف توان کمی داشته باشند لذا نقاله‌ها از لحاظ مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند:

از لحاظ ثابت و متحرک بودن، نقاله‌های ثابت به آن دسته از نقاله‌ها اطلاق می‌گردد که در محل مورد نظر به‌طور ثابت نصب شده و کار خود را در آنجا بدون هیچ‌گونه تحرک نقاله از محل مورد نظر انجام می‌دهد مانند نقاله‌های مورد استفاده در کارخانه‌های نورد فولاد، کارخانه‌های سیمان و معادن. نقاله‌های متحرک به آن دسته از نقاله‌ها گفته می‌شود که می‌توان از آن‌ها به‌وسیله یدک کشی بارگیری به حمل دیگری انتقال داده در آن محل از آن استفاده نمود. نقاله‌های با شیب ثابت و متحرک، نقاله‌های با شیب ثابت معمولاً به‌صورت مسطح یا دارای شیب ثابتی بوده ولی نقاله‌های متحرک نقاله‌هایی هستند که به‌وسیله پیچ یا سیلندرهای هیدرولیکی زاویه آن‌ها تغییر می‌یابد.

۲- مواد و روش‌ها

نقاله‌ها معمولاً بر اساس ساختمان و طرز کار به ۵ نوع تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

- ۱- نقاله‌های تسمه‌ای (belt conveyors)
- ۲- نقاله‌های مارپیچی (Spiral Conveyor)
- ۳- نقاله‌های پیمانه‌ای (cup conveyors)
- ۴- نقاله‌های زنجیری (Chain conveyors)
- ۵- نقاله‌های بادی (Pneumatic conveyors)

نقاله‌های تسمه‌ای (belt conveyor)

این نوع نقاله‌ها از پرکاربردترین انواع نقاله‌ها بوده و در بیشتر منابع از جمله صنایع معدنی، صنایع سیمان، صنایع سنگین و ذوب فلزات و غیره با کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و باعرضه‌ای مختلف از طول‌های کوتاه تا چند کیلومتر ساخته می‌شود. نقاله‌های تسمه‌ای نقاله‌هایی هستند که سطح انتقال‌دهنده آن‌ها از یک نوار لاستیکی چرمی، برزنتی، پلاستیک یا فلزی تشکیل شده است و جهت حمل مواد به‌صورت فله‌ای، تکی یا بسته‌بندی شده بر روی نواری که به غلتک هرز گرد اتکا داده، در مسیر مستقیم یا منحنی بکار می‌روند. ویژگی‌های این نوع نقاله:

- ۱- می‌تواند مواد را در سطح افقی شیب‌دار تا شیب ۲ درجه به‌طرف بالا یا پایین حمل کند.
- ۲- نقاله‌های صاف و مسطح برای انتقال قطعات در طول خط مونتاژ بکار می‌روند.

- ۳- تسمه‌نقاله‌هایی که بر روی غلتک‌های صاف و افقی قرار دارند معمولاً جهت انتقال جعبه‌ها، بسته‌ها و غیره، به کار می‌روند.
- ۴- تسمه‌های مقعر (ذوزنقه‌ای) که به صورت U یا V که دارای ۲ یا ۳ غلتک به صورت مایل می‌باشند برای انتقال مواد به صورت انباشته (قله) بکار می‌روند.
- ۵- تسمه‌های فلزی معمولاً درجایی که گرما یا سرمای زیاد یا فعل‌وانفعالات شیمیایی وجود داشته باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- ۶- سرعت آن از ۳ تا ۲۰۰ متر در دقیقه است.
- ۷- این نقاله‌ها می‌توانند تا ۳۰۰ تن محصول را در ساعت حمل کنند.

انواع نقاله‌های تسمه‌ای :

- ۱- تسمه زیپ شونده
- ۲- تسمه مسطح
- ۳- تسمه مقعر

تسمه زیپ شونده : نواری است که با اتصال لبه‌های آن به یکدیگر شکل لوله به خود می‌گیرد در هنگام دریافت و تخلیه این لوله باز و هنگام حمل بسته است.

تسمه مسطح : یک نوع نقاله تسمه‌ای است که تسمه آن به وسیله یک سطح صاف یا غلتک‌هایی هرز گرد افقی به صورت مسطح نگه‌داشته می‌شوند.

تسمه مقعر : یک نوع نقاله تسمه‌ای است که تسمه آن بر روی هرز گردهای مایل یا سطح مقعر دیگری قرار دارد که باعث خم شدن لبه‌های تسمه می‌شود.

نقاله‌های تسمه‌ای از اجزایی چون شاسی یا بدنه، موتور یا واحد تولیدکننده توان، غلتک‌ها، تسمه‌نقاله و جک هیدرولیکی تشکیل شده‌اند. در نقاله‌های شیب‌دار قسمت شاسی یا بدنه برخلاف نقاله‌های مسطح از دو قسمت که نسبت به هم حالت مفصلی دارند و از جنس پروفیل یا لوله‌های آهنی یا آلومینیومی ساخته شده‌اند و در نوع سیار بدنه دارای چرخ‌هایی برای حرکت می‌باشد.

موتور محرک این نوع نقاله‌ها معمولاً الکتروموتور یا گاهی موتور احتراقی است که استفاده از الکتروموتور عمومیت بیشتری داشته ولی در مکان‌هایی که دسترسی به برق مشکل باشد از موتورهای احتراقی استفاده می‌گردد.

توان موتور مورد استفاده با توجه به نوع ماده و سرعت جابجایی مواد تعیین می‌گردد. هرچه وزن مواد بیشتر و سرعت جابجایی مواد سریع‌تر باشد توان بیشتر و نتیجتاً موتور بزرگ‌تر و با توان بیشتری مورد نیاز خواهد بود.

غلتک‌ها انواع مختلفی دارند بر حسب مورد استفاده و نصب به ۴ دسته عمده : غلتک محرک - غلتک متحرک - غلتک‌های هرز گرد بالایی و غلتک‌های هرز گرد پایینی دسته‌بندی می‌شوند. غلتک محرک به وسیله موتور می‌چرخد و در ابتدای شاسی نقاله نصب شده و جنس آن معمولاً فولادی می‌باشد. قطر آن نسبت به سایر غلتک‌ها بیشتر بوده تا درگیری و سطح تماس بیشتر و بهتری با تسمه برقرار شود تا اصطکاک بیشتر و انتقال توان با افت کمتری صورت گیرد. انتقال حرکت موتور به غلتک محرک به وسیله چرخ زنجیر و زنجیر یا تسمه و پولی صورت می‌گیرد.

غلتک متحرک در انتهای شاسی نصب و با حرکت دادن این غلتک که بر روی دو یاتاقان کشویی سوار است میزان شل یا سفت بودن تسمه را می‌توان تنظیم نمود.

غلتهای هرز گرد فوقانی معمولاً در فواصل مساوی نصب شده‌اند و تسمه روی این غلتهای لغزیده و برآثر وزن مواد پایین نرفته و تاب برنداشته و با بدنه (شاسی) نقاله تماس پیدا نمی‌کند و غلتهای هرز گرد پایینی نیز جهت هدایت تسمه به کار می‌روند.

غلتهای معمولاً به صورت تکی برای مسیرهای صاف و برای جابجایی مواد بسته‌بندی شده و در مصارفی که تسمه نقاله باید مسطح باشد بکار می‌روند. از غلتهای دوتایی و سه‌تایی برای مسیرهای خمیده و ذوزنقه‌ای، برای جابجایی مواد دانه‌ای و افزایش حجم انتقال مواد بکار می‌روند.

تسمه نقاله عامل انتقال مواد بوده و بر اساس نوع ماده انتقالی دارای جنس و سطوح مختلف می‌باشد.

بخش‌های اصلی تشکیل دهنده یک تسمه نقاله عبارت‌اند از

- ۱- لاستیک روکش بالایی تسمه : قسمتی است که بار روی آن قرار می‌گیرد و جنس و ضخامت این لایه باید متناسب با نوع مواد حمل شونده و شرایط کارکرد تسمه باشد. مشخصات فیزیکی مواد از قبیل دما، ریزودرشت بودن ذرات، برندگی و صاف بودن و نیز مشخصات شیمیایی مواد حمل شونده در انتخاب ضخامت و جنس لاستیک روکش مؤثرند لذا تسمه نقاله‌ای که در فضای باز و شرایط جوی گوناگون اقدام به حمل قطعات تیز و برنده می‌کند دارای جنس بسیار متفاوت با دیگری است که در سالن یک کارخانه عهده‌دار حمل وسایل سبک و یکنواخت است.
- ۲- منجید تسمه نقاله : این قسمت دارای اهمیت خاصی در ترکیب تسمه می‌باشد. چراکه تأمین استحکام مورد نیاز جهت حمل بار و به گردش درآوردن تسمه بر روی ماشین نقاله به عهده منجید می‌باشد.
- ۳- لاستیک روکش پایینی تسمه : این قسمت منجید را در مقابل سایش قسمت‌های مختلف ماشین نقاله و سرریز مواد حمل شونده محافظت می‌کند. عموماً ضخامت روکش لاستیک پایینی از ضخامت روکش لایه بالایی کمتر است. لایه رویه تسمه نقاله بر اساس زاویه شیب حمل بار و نوع بار می‌تواند به شکل‌های صاف، متخلخل (گریپ) و ۷ شکل و غیره باشد، ضمن اینکه لاستیکی که جهت رویه تسمه بکار می‌رود می‌تواند مقاوم حرارت، مواد شیمیایی، اجسام برنده ساینده و غیره. باشد انتخاب جنس مناسب برای رویه و زیره، منجمد مناسب با تعداد لایه‌های کافی که توانایی حمل بار مورد نظر را داشته باشد و در نهایت پخت کامل و بی‌نقص لایه‌هایی که بر روی هم قرار گرفته‌اند نقشی تعیین کننده و اساسی در تولید یک تسمه نقاله مناسب دارند.

عرض حداکثر (cm)	ضخامت کامل (mm)	ضخامت رویه و زیره (mm)	لایه‌های تعداد منجید	استحکام تسمه (kg/cm)
۱۵۰	۳	۱/۵-۱	۱	۱۰۰
۱۵۰	۴	۲/۵/۱	۱	۱۲۵
۱۵۰	۴	۲/۱	۱	۱۶۰
۱۵۰	۵	۲/۲	۱	۲۰۰
۱۵۰	۶	۳/۱.۵	۲	۲۰۰
۱۵۰	۶	۳/۱.۵	۲	۲۵۰
۱۵۰	۸	۳.۵/۲	۳	۳۱۵
۱۵۰	۱۰	۵/۲.۵	۳	۳۱۵
۱۵۰	۸	۳/۱.۵	۳	۴۰۰
۱۵۰	۱۰	۴/۲	۳	۴۰۰
۱۵۰	۸	۳/۱.۵	۳	۵۰۰
۱۵۰	۱۰	۴/۲	۳	۵۰۰
۱۵۰	۸	۳/۱.۵	۳	۶۳۰
۱۵۰	۱۰	۴/۲	۳	۶۳۰
۱۵۰	۱۱	۵/۲.۵	۴	۴۰۰
۱۵۰	۸	۳/۱.۵	۴	۴۰۰
۱۵۰	۱۰	۴/۲	۴	۴۰۰
۱۵۰	۸	۳/۱.۵	۴	۵۰۰
۱۵۰	۱۰	۴/۲	۴	۶۰۰
۱۵۰	۱۲	۴/۲	۴	۸۰۰

انواع تسمه‌نقاله‌ها :

تسمه‌نقاله مقاوم در برابر سایش :

روکش رویه این نوع تسمه‌نقاله‌ها از جنس لاستیک مقاوم در مقابل سایش طراحی شده است. استفاده از این تسمه‌نقاله‌ها برای حمل بارهایی که سایش بالایی دارند و روکش تسمه‌نقاله‌هایی که معمولی قادر به مقاومت در مقابل این سایش نیستند توصیه می‌گردد.

تسمه نقاله مقاوم در برابر حرارت :

روکش قسمت رویه و زیره این نوع نقاله، صاف و هموار است.

تسمه نقاله لب‌بسته :

روکش رویه این تسمه‌نقاله‌ها از لاستیک‌هایی ساخته شده است که تا حرارت ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد مقاوم می‌باشد. این تسمه‌ها قادر هستند انواع بار با دمای تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد را تا مسافت نسبتاً طولانی تحمل کنند و منجید از عرض تسمه قابل مشاهده نمی‌باشد.

تسمه‌نقاله مقاوم در برابر روغن‌ها : روکش قسمت رویه و زیره این تسمه‌نقاله در مقابل روغن‌ها مقاوم است. این تسمه‌نقاله‌ها برای حمل و نقل بارهای آغشته به روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد. روغن باعث تورم و جدا شدن لاستیک از پارچه یا استخوان‌بندی تسمه و پارگی تسمه‌نقاله‌های لاستیکی باروکش معمولی می‌شود.

تسمه نقاله با آج گریپ :

روکش رویه این تسمه‌نقاله دارای فرورفتگی و برجستگی است که از لغزش بار در شیب‌های با زاویه نسبتاً تند جلوگیری می‌کند این تسمه حداکثر به عرض ۱۴۰ سانتی‌متر تولید می‌شود.

تسمه‌نقاله با آج V شکل : با ارتفاع ۱ سانتی‌متر می‌باشد که در فواصل ۱۵ سانتی‌متری تکرار و در عرضه‌ای ۸۰ و ۷۰ و ۶۰ سانتی‌متری تولید می‌شود. این نوع تسمه‌نقاله برای مصارف خاص و بر اساس زاویه شیب حمل نوع بار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شرایط انبار و نگهداری تسمه‌نقاله :

محل ایده‌آل نگهداری تسمه‌نقاله دمای کم و نور کم دور از تابش مستقیم آفتاب و محیط بدون رطوبت می‌باشد. سرما و گرمای زیاد باعث از بین رفتن خاصیت تسمه و تابش نور خورشید باعث ترک خوردن تسمه و شکنندگی آن شده و از عمر مفید تسمه کاسته می‌شود.

شرایط محیطی	انبار	نور مستقیم خورشید	نور غیرمستقیم خورشید
شرایط زمانی			
حداکثر زمان مجاز	۳ سال	۱ ماه	۱.۵ سال
زمان مجاز استاندارد	۱.۵ سال	۲ هفته	۶

تسمه‌نقاله لاستیکی (Rubber conveyor belt)

این نوع تسمه‌نقاله‌ها از ترکیباتی چون کائوچوی طبیعی و لاستیک ساخته می‌شوند و در انواع گوناگون از نظر کشش و مقاومت جهت مصارف گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تسمه‌های مواد غذایی که به جهت نداشتن رنگ و بو و طعم و سم در صنایع غذایی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد

تسمه‌های ضد سایش دارای ضریب کشش بالا بوده و برای جابجایی موادی نظیر سیمان، کلوخه‌ای معدنی و فلزی، پوکه زغال سنگ، کلوخه‌های معدن مس و آهنک یا خرده‌شیشه و انواع مواد سایش بالا استفاده می‌شوند.

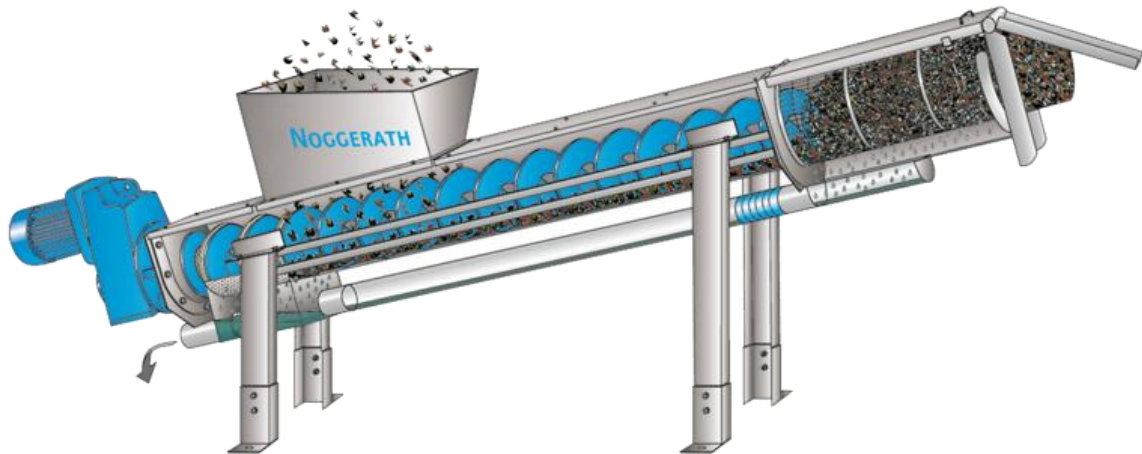
تسمه‌نقاله‌های PVC و PV (پلی یوتان) کتان، پلی‌استر و غیره



این نوع تسمه‌نقاله‌ها برای خطوط مواد غذایی، بهداشتی و دارویی و نیز محلهایی که ایجاد سایش و یا بریدگی و پارگی می‌کنند بکار می‌رود و دارای تعداد لایه نخ از یک لایه تا ۵ لایه و بیشتر می‌باشد که لایه‌ها از جنس کتان، پلی‌استر و PVC می‌باشد.

نقاله مارپیچی (Auger conveyor)

نقاله‌های مارپیچی یا حلزونی که با نام اسکرو کانوایرها شناخته می‌شوند یکی از رایج‌ترین شیوه‌های انتقال محصولات دانه‌ای و مواد پودری و خمیری می‌باشند. نقاله‌های حلزونی در صنایع غذایی و تبدیلی صنایع تولید خوراک دام و طیور صنایع دارویی و شیمیایی و صنایع وابسته به معدن مورد استفاده قرار می‌گیرند.



ویژگی‌های نقاله‌های مارپیچی :

۱. اشغال حداقل فضا
۲. توانایی انتقال مواد مختلف
۳. سیستم بسته
۴. انتقال در تمامی زوایا
۵. جلوگیری از اتلاف محصول
۶. حداقل نیاز به تعمیرات و نگهداری

نقاله‌های حلزونی عموماً بر مبنای یک طرح سه‌بعدی طراحی و ساخته می‌شوند. با حرکت دوار حلزون (مارپیچ) نقاله یک حرکت روبه‌جلو در محصولات ایجاد می‌شود این حرکت روبه‌جلو با هدایت در راستاهای متفاوت امکان انتقال در یک دامنه گسترده‌ای از زوایا را میسر می‌نماید. این توانایی نقاله حلزونی منجر شده تا در بسیاری از خطوط تولید بخش اعظمی از مسئولیت انتقال را بر عهده گیرند. مزیت‌های دیگر نقاله حلزونی نسبت به بسیاری دیگر از انواع نقاله‌ها منجر گردیده تا این ماشین‌آلات به‌عنوان واحدی از برخی از ماشین‌آلات پیچیده نیز کاربرد پیدا کنند.

نقاله‌های مارپیچی (حلزونی) در سه طرح عمده طراحی و ساخته می‌شوند:

گروه اول نقاله‌هایی هستند که به‌منظور انتقال حداکثر ظرفیت در کم‌ترین اشغال فضای ممکن طراحی و ساخته می‌شوند.

گروه دوم نقاله‌هایی با دقت بالا به‌منظور انتقال محصول با بالاترین دقت ظرفیتی ممکن طراحی می‌شوند (باسکول‌ها و عملیات کیسه‌گیری و غیره) که در آن‌ها دقت در وزن یک امر با اهمیت است و گروه سوم به‌منظور انتقال محصولات ویژه مانند صنایع شیمیایی و یا دانه‌بندی‌های بسیار ریز کاربرد دارند.

نقاله‌های حلزونی به سبب قابلیت‌های بالا در کلیه صنایع تولید سیمان، خوراک دام و طیور، صنایع غذایی و تبدیلی تولید بتن و سایر مصالح ساختمانی و همچنین صنایع شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کار بری وسیع منجر گردیده تا طراحی‌های متفاوتی از این گروه از نقاله‌ها ارائه شده که هر یک متناسب با شرایط ویژه عملکردی، بالاترین راندمان را ارائه دهند. با پرکاربرد شدن برخی از گروه‌های نقاله‌های مارپیچی این گروه‌ها با نام‌های مستقل همچون اسکرو فیدر و دوزینگ اسکرو شناخته می‌شوند.

در انتخاب نقاله ماریپیچی مناسب ظرفیت انتقال، زاویه انتقال محصول موردنظر جهت انتقال و شرایط ویژه هر صنعت مدنظر گرفته می‌شود تا بهترین نتیجه‌گیری حاصل گردد. به‌عنوان مثال در صنایع غذایی و تبدیلی تخلیه مناسب در کنار قابلیت شستشو یک امر بااهمیت است حال آنکه در نقاله‌های حلزونی تولید بتن و سایر مصالح ساختمانی طول عمر و در صنایع تولید خوراک دام و طیور ظرفیت و دقت بالا مدنظر قرار می‌گیرد و در صنایع شیمیایی خوردگی و سایر ذرات یک نقش اساسی ایفا می‌نماید.

نقاله‌های ماریپیچی دپی یکسانی از موارد را عمدتاً به‌صورت افقی (حداکثر تا شیب ۲۰ درجه) منتقل می‌نمایند هرچند در طرح‌های ویژه‌ای از آن امکان انتقال عمودی مواد وجود دارد ماریپیچ‌ها همچنین در دستگاه‌هایی مثل **X-pump** جهت انتقال مواد اولیه به‌صورت یکنواخت به‌کاربرده می‌شود همچنین در انتقال مواد از زیر بگ فیلترها و الکترفیلترها به‌طورمعمول از ماریپیچ استفاده می‌شود و معمولاً حداکثر مسافت انتقالی که توسط ماریپیچ انجام می‌شود ۶۰ متر می‌باشد.

نقاله ماریپیچی از بدنه، ماریپیچ، یاتاقان‌های نگهدارنده، دریچه‌های ورودی و خروجی و الکتروموتور تشکیل شده است.

بدنه معمولاً استوانه‌ای شکل با سینی رویی یا کامل استوانه یک‌تکه یا کانال ساخته می‌شود. بدنه مسیر عبور مواد بوده و جنس آن آهنی است و قطر و طول بدنه استوانه مطابق با ظرفیت انتقال نقاله می‌باشد.

ماریپیچ قسمت اصلی و عامل انتقال مواد در نقاله حلزونی بوده و طول و قطر آن متناسب با بدنه استوانه‌ای می‌باشد. ماریپیچ عموماً به سه نوع ماریپیچ با گام استاندارد جهت انتقال افقی مواد، ماریپیچ با گام مضاعف جهت انتقال مواد در مسیرهای شیب دار و عمودی و ماریپیچ نوع نواری که جهت مخلوط کردن مواد بکار می‌روند.

یاتاقان‌های نگهدارنده ماریپیچ را در محل خود که معمولاً مرکز استوانه بدنه می‌باشد نگه داشته و از برخورد ماریپیچ با بدنه جلوگیری می‌کند. تعداد یاتاقان‌ها با طول ماریپیچ متناسب بوده و با افزایش طول ماریپیچ تعداد یاتاقان‌ها افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه حرکت ماریپیچ دورانی می‌باشد معمولاً برای نصب آن‌ها از یاتاقان‌های ساچمه‌ای استفاده می‌گردد.

ظرفیت ماریپیچ بستگی به عوامل زیر دارد:

قطر ماریپیچ

گام ماریپیچ

سرعت دوران

درصد پرشدگی

معمولاً برای افزایش انتقال مواد از دو عدد ماریپیچ استفاده می‌شود. با افزایش گام ماریپیچ و ثابت بودن ظرفیت نقاله، توان موردنیاز افزایش پیدا می‌کند و بالعکس. برای انتقال مواد در سطح شیب‌دار از پوسته استوانه‌ای کامل که سینی بالا حذف شده است و از کانال استوانه‌ای یکپارچه استفاده می‌شود شیب نقاله قابل تنظیم بوده و به‌وسیله جک‌های هیدرولیکی تنظیم می‌شود ضمناً چرخ‌هایی جهت حرکت نقاله تعبیه شده است. از نقاله‌های ماریپیچی مرکب می‌توان برای انتقال توأم مواد در جهت‌های افقی و عمودی و شیب‌دار و مخلوط کردن مواد از ماریپیچ‌هایی با گام‌های متناوب استفاده می‌کنند تا مواد ورودی از دریچه خروجی به‌صورت همگن خارج می‌شوند.

رفع عیب :

همانطور که گفته شد نقاله‌های مارپیچی نسبت به سایر نقاله‌ها نیاز به نگهداری و سرویس بیشتری دارند و عمده‌ترین عیوب این نقاله‌ها خراب شدن یا هرز گشتن یاتاقان‌های نگهدارنده (یاتاقان‌های ساچمه‌ای) می‌باشد که اگر به موقع تعویض نگردند باعث تماس مارپیچ با بدنه شده و در اثر اصطکاک موجب افزایش توان مصرفی، ایجاد پارگی در بدنه و صدمه دیدن مواد انتقالی و نوار مارپیچ می‌گردد که این خود باعث کاهش راندمان نقاله می‌گردد در صورت صدمه دیدن و کج شدن مارپیچ یا بدنه باید تعویض یا تعمیر گردند یکی از مهم‌ترین روش‌های کاهش مصرف انرژی و افزایش بازده عملکردی این نوع نقاله‌ها، روانکاری (گریس کاری یاتاقان‌های) نگهدارنده می‌باشد.

نقاله پیاله‌ای (bucket conveyor)

نقاله‌ای است که سطح انتقال‌دهنده آن از یک یا چند رشته زنجیر تشکیل شده است که پیاله‌های بالابر به آن متصل شده‌اند و جهت حمل مواد به صورت انباشته در مسیر عمودی یا شیب‌دار بکار می‌رود. برای حمل مواد و محصولات پودری یا دانه‌ای مانند سیمان، مواد معدنی، شن و ماسه، حیوبات و بقولات بکار می‌روند.

این نوع نقاله با پوشش یا بدون پوشش بوده و تخلیه پیاله‌های آن به کمک نیروی گریز از مرکز انجام می‌گیرد و شیب آن می‌تواند بین ۴۵ تا ۹۰ درجه باشد. این نوع نقاله در مسیرهای افقی، عمودی و شیب‌دار حرکت می‌کند و برای حمل مواد داغ زیر خراشیده ایدئال است. در صورت نیاز به انتقال حجم زیادی از مواد دانه‌ای در مسیرهای عمودی از این نقاله استفاده می‌شود، از این نقاله بیشتر در سیلوهای گندم و جو و کارخانه‌های آرد و سیمان به صورت گسترده استفاده می‌گردد.

اجزاء نقاله پیاله‌ای : بدنه، الکتروموتور، پیاله‌ها، زنجیر یا تسمه هادی و تسمه غلتک‌ها از اجزاء تشکیل‌دهنده یک نقاله‌ی پیاله‌ای هستند .

عیوب نقاله : یکی از عیوب مهم نقاله پیاله‌ای شکستن پیاله‌های پلاستیکی یا کج و له شدن پیاله‌های فلزی در برخورد با مواد سخت چون سنگ و فلزات و غیره می‌باشد و اگر پیاله‌ها به موقع تعویض نگردند باعث کاهش راندمان نقاله می‌شوند. مشکل دیگر ایجاد پارگی یا فرسودگی زنجیر یا تسمه می‌باشد که باید تعویض یا تعمیر گردد چون با فرسوده شدن یا پارگی نقاله دیگر مواد را جابجا ننموده و در کل هیچ کاری انجام نمی‌دهد .

نقاله زنجیری (chain conveyor)

این نقاله برای حمل مواد دانه و بسته‌های علوفه و غیره کاربرد فراوان دارد. این نوع نقاله غالباً درکل سیلوهای بزرگ نصب می‌گردد تا تخلیه سیلو آسان و سریع‌تر انجام گیرد. در دامداری‌ها و پرورش طیور از این نقاله به‌طور وسیع برای خوراک‌دهی دام استفاده می‌گردد. از این نقاله می‌توان برای مسیرهای افقی شیب‌دار و عمودی استفاده کرد. از این نقاله در صنایع مونتاژ استفاده می‌گردد. برای جلوگیری از زود خراب شدن، آن را از فولاد ویژه تولید می‌کنند و در فواصل ۵۰-۶۰ متری بکار می‌گیرند، همچنین در صنایع سنگین با امکان آویزان کردن اجزاء سنگین زمان کمتری برای عملیات لازم می‌باشد در ضمن در موقع خرابی یا بیش باری از حس‌گرهایی استفاده شده که کار را متوقف می‌کند و با صدای آژیر خرابی دستگاه را اعلام می‌کند. نقاله زنجیری از اجزایی چون بدنه، الکتروموتور، زنجیر نقاله و چرخ زنجیر تشکیل شده است. بدنه این نوع نقاله‌ها اغلب از ورق آهن است که دیگر اجزای نقاله روی آن نصب می‌گردد. بدنه ممکن است بسته یا روباز باشد در برخی از این نوع نقاله‌ها چرخ‌هایی بر روی شاسی نصب می‌گردد تا بتوان گستره کارکرد و محل نقاله را تغییر داد. شیب نقاله قابل تنظیم بوده می‌توان با استفاده از جک هیدرولیکی یا پیچی شیب نقاله را تغییر داد.



توان الکتروموتور بر اساس ظرفیت انتقال و طول مسیر انتخاب می‌گردد هرچه طول مسیر بیشتر و ظرفیت انتقال زیادتر باشد نیاز به الکتروموتور با توان بیشتر می‌باشد. پره‌ها اشکال و جنس‌های مختلفی دارند که از هر شکل و جنس در هنگام انتقال مواد بخصوصی استفاده می‌گردد مثلاً از شکل نیم‌دایره ای برای انتقال مواد دانه‌ای استفاده می‌گردد لازم به ذکر است که در صورت تعویض شکل پره‌ها باید بدنه نقاله متناسب با آن باشد یعنی در صورت استفاده از پره نیم‌دایره‌ای بدنه نقاله باید نیم استوانه‌ای و در صورت استفاده از پره مستطیلی بدنه نقاله می‌بایست به شکل مکعب مستطیل باشد لیکن جنس پره در شکل بدنه تأثیری نداشته یعنی چه پره نیم‌دایره‌ای از آهن باید یا از پلاستیک شکل بدنه نقاله نیم‌دایره‌ای خواهد بود. پره‌ها خود بروی یک یا دو و بعضی اوقات روی سه رشته زنجیر که در طول مسیر نقاله بر روی آن نصب شده‌اند سوار می‌شوند زنجیر نقاله نیز خود انواع مختلفی دارد که برحسب نیاز از هر کدام استفاده می‌شود که عبارت‌اند از: زنجیر غلتک دار - زنجیر پایه‌دار - زنجیر دورینه.

عیوب و نگهداری نقاله زنجیری:

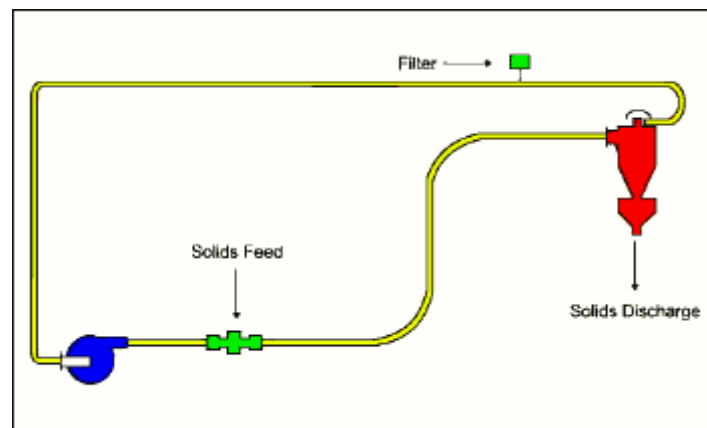
یکی عیب‌های مهم نقاله زنجیری شکستن یا خم شدن سریع پره‌ها در برخورد با مواد سخت هست که در صورت بروز این مشکل باید پره‌ها تعویض گردند زیرا باعث کاهش راندمان نقاله و یا گیرکردن تکه‌های پره در صورت خرد شدن لابه‌لای زنجیر یا غلتک‌ها و بروز صدمه به آن‌ها و می‌گردد.

عیب دیگر آن خراب شدن و کج شدن دندان‌های چرخ زنجیر می‌باشد که در صورت خرابی باید تعویض گردد این نوع نقاله نیاز زیادی به سرویس ندارد مگر برای روغن کاری زنجیرها و بازدید از پره‌ها در صورت خرابی موتور باید تعمیر یا تعویض گردد ضمناً استفاده از موتورهای با توان کمتر باعث زود خراب شدن آن به علت بیش باری و استفاده از موتور قوی‌تر باعث اتلاف انرژی می‌گردد.

نقاله بادی (Pneumatic Conveyor)

از این نوع نقاله برای انتقال مواد دانه‌ای و پودری استفاده می‌شود و چه تمایز یا برتری این نوع نقاله نسبت به سایر نقاله‌هایی است که در آن مواد به وسیله باد منتقل می‌شوند به همین دلیل با اجزای نقاله تماس اندکی دارند و درصد شکسته شدن مواد کمتر است و دیگر اینکه چون این نقاله به سیکلون مجهز است مواد را تا حدودی تمیز می‌کند.

دریچه گردان، روی لوله انتقال مواد قرار دارد. این دریچه از بالا با مواد داخل سیکلون و از پایین با جریان باد حاصل از چرخش پنکه در تماس است. دریچه گردان، دارای پره‌هایی است که به وسیله جریان باد می‌چرخد و مقدار متناسبی از مواد داخل سیکلون را وارد لوله دارای جریان باد می‌کند. هرچه جریان باد بیشتر باشد پره‌ها با سرعت بیشتری چرخیده، مواد بیشتری را وارد جریان باد می‌کند.



نقاله بادی دارای دو سیکلون است، سیکلون دریچه گردان مواد ورودی و جریان باد را از یکدیگر جدا می‌کند و مواد را به دریچه گردان هدایت می‌کند سیکلون خروجی در انتهای نقاله قرار دارد و گردوغباری را همراه مواد به داخل مکیده شده را از مواد جدا می‌کند.

لوله‌های نقاله بادی معمولاً به شکل خرطومی بوده و قابلیت انعطاف دارند این انعطاف‌پذیری باعث می‌شود که مواد را در مسیرهای مختلف انتقال دهند ضمناً از ایجاد در زوایای قائمه و کمتر باید اجتناب نمود زیرا مواد ورودی پس از برخورد با این قسمت ممکن است باعث سایش و زود از کارافتادن این قسمت شود و یا باعث جمع شدن مواد ورودی و مسدود شدن و در نتیجه از کارافتادن نقاله گردد.

اصول کار نقاله بادی :

با روشن شدن الکتروموتور، پنکه شروع به چرخیدن می‌کند و جریان مکش باد ایجاد می‌کند که مواد از سر مکنده به دلیل خلاء وارد نقاله می‌کند مواد از طریق لوله ارتباط به سیکلون دریچه گردان منتقل می‌شود با برخورد هوا به دیواره سیکلون مواد به دلیل وزن خود به سمت پایین و دریچه گردان سقوط می‌کنند و جریان مکش باد از بالای سیکلون به پنکه رفته با عبور از پنکه با فشار زیاد در لوله جاری می‌گردد.

دریچه گردان مقدار متناسبی از مواد را نسبت به فشار باد وارد لوله می‌کند هر چه میزان مواد جمع شده در داخل لوله در قسمت پایین دریچه گردان بیشتر باشد دهانه لوله باریک‌تر گشته که باعث افزایش سرعت باد و کاهش فشار در لوله می‌گردد با کاهش فشار و افزایش سرعت مواد بیشتری منتقل می‌شود یعنی هرچه منفذ دهانه لوله گشادتر باشد سرعت کمتر

و فشار بیشتر است پس مواد کمتری از نقاله به بیرون انتقال می‌یابد جریان باد مواد را به سیکلون خروجی منتقل می‌کند با برخورد مواد به بدنه سیکلون درون آن سقوط می‌کنند ولی گردوغبار به وسیله باد از قسمت بالایی سیکلون خارج می‌گردند .

ظرفیت نقاله بادی به ظرفیت پنکه ، طول لوله‌های انتقال (فاصله مواد جابجا شده) و دارد سرعت جابجایی مواد با سرعت باد متناسب می‌باشد هر چه سرعت سیال بیشتر باشد سرعت جابجایی مواد زیادتر می‌گردد پس مواد بیشتری انتقال یافته و ظرفیت نقاله افزایش پیدا می‌کند .

با افزایش فاصله جابجایی مواد ظرفیت نقاله بادی کاهش می‌یابد . با دو برابر شدن طول لوله ظرفیت نقاله بادی به ۸۵٪ می‌رسد یعنی ۱۵٪ کاهش ظرفیت و اگر طول لوله‌های جابجایی از ۱۰m به ۱۰۰m برسانیم ظرفیت نقاله حدود ۲/۵ برابر کاهش می‌یابد .

عیوب و نگهداری :

عیوب عمده نقاله بادی سوراخ شده یا ایجاد شکستگی و خم‌شدگی بیش از حد و له‌شدگی در لوله‌ها می‌باشد که باعث کاهش راندمان و افت ظرفیت نقاله می‌گردد در هنگام خاتمه کار نقاله باید سیکلون ها و لوله و دیگر اجزا را تمیز کرد این کار معمولا با کار کردن خالی نقاله میسر می‌گردد باید افزود که نقاله بادی نسبت به سایر نقاله‌ها دارای انعطاف بیشتری بوده و سرعت و حجم انتقال مواد در آن بالا بوده و می‌تواند مواد را با کمتر در صد صدمه‌دیدگی منتقل کند .

۳- نتایج و بحث

عوامل مؤثر بر میزان مصرف انرژی نقاله‌های مکانیکی

۱. صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتروموتورها با استفاده از حسگرها یا قطع کن‌های خودکار به هنگام کم باری یا برخه باری دستگاه‌ها
۲. طراحی صحیح واحدهای مختلف یک دستگاه و پیشگیری از افزایش توان مصرفی ناشی از طراحی غیراستاندارد
۳. بازدید دوره‌ای یا تاقان‌ها، تسمه‌های انتقال قدرت، میزان سطح روغن جعبه‌دنده در صورت استفاده از آن
۴. استفاده از تسمه‌های با استاندارد تعریف شده به منظور پیشگیری از سرش و لغزش
۵. تنظیم دمای محیط بر اساس استاندارد تعریف شده کارخانه سازنده دستگاه‌ها
۶. یکنواختی انتقال مواد (جریان پیوسته) به منظور کاهش تنش (بالا و پایین شدن توان مصرفی) از سوی واحد محرک
۷. بازدید دوره‌ای تسمه‌نقاله‌ها و تعویض و ترمیم سریع آن‌ها در صورت آسیب‌دیدگی و گسیختگی
۸. در نظر گرفتن شیب مناسب نقاله‌ها بر اساس خواص فیزیکی و مکانیکی سیمان و کلینکر اعم از چگالی، دانسیته، وزن مخصوص ظاهری، ضریب اصطکاک استاتیکی و دینامیکی، ضریب درگ، سرعت حد و غیره
۹. انتخاب تسمه (طول و عرض) نقاله مناسب بر اساس خواص فیزیکی و مکانیکی سیمان و کلینکر

عوامل مؤثر بر میزان مصرف انرژی نقاله‌های پنوماتیکی

۱. طراحی استاندارد پروفیل پره‌های فن (backward, forward, radial)
۲. قطر پروانه فن
۳. تعداد پره‌های فن
۴. میزان سرعت دورانی فن
۵. دبی هوا
۶. استفاده از فلزات ضد سایش با خاصیت ضدزنگ زدگی در ساخت فن
۷. بالانس نمودن دوره‌ای پره‌های فن
۸. روان کاری دوره‌ای و منظم یاتاقان‌ها
۹. استفاده از تسمه‌های مناسب برای راه‌اندازی فن‌ها
۱۰. طراحی صحیح سیستم‌های مکش و دمش، طراحی مناسب خطوط انتقال مواد (طول مسیر انتقال، زاویه‌ی پرتاب، قطر لوله‌ی انتقال، ضریب اصطکاک سطح انتقال، جرم، رطوبت، سرعت حد، ضریب درگ، تخلخل و ضریب اصطکاک سیمان و کلینکر)،