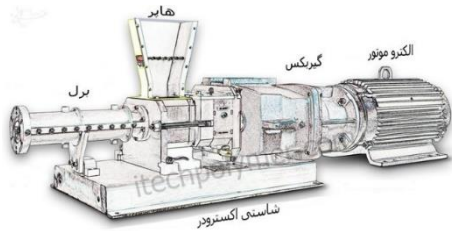


اکسترودر و انواع آن



ماریچ:

در یک اکسترودر با تغذیه سرد همچنان که از نامش بر می‌آید، آمیزه لاستیکی در درجه حرارت محیط تغذیه می‌شود. خوراک ممکن است بصورت نوار یا دانه باشد. ماریچ باید به مقدار کافی انرژی مکانیکی انتقال دهد تا هم آمیزه نرم شده و هم با فشار عقب برنده دای مقابله نماید.

در طراحی ماریچ‌های بکار برده شده در اکسترودر با تغذیه سرد، بررسی‌های خاص لازم است.

برای آنکه خرد شدن (Mastication) به مقدار لازم صورت گیرد باید ارتفاع پره ماریچ کم و طول ماریچ زیاد باشد.

ماریچ یک اکسترودر ساده دارای سه قسمت تغذیه، قسمت انتقالی یا سنجش و قسمت فشرده شدن می‌باشد. هر قسمت ماریچ نقش جداگانه ای دارد.

- قسمت تغذیه، مواد را از قیف تغذیه انتقال می‌دهد.
- قسمت انتقالی مواد را حرارت داده، مخلوط می‌نماید.
- قسمت فشرده سازی یکنواخت کننده است و فشار لازم برای راندن مواد از درون دای در آن ایجاد می‌گردد.

درون ماریچ هم، کنترل درجه حرارت وجود دارد. داخل ماریچ مجراهایی تعبیه شده که از داخل آن آب می‌تواند عبور کند تا کنترل درجه حرارت داشته باشیم. سرعت ماریچ در دمای اکسترودر تأثیر زیادی دارد در مقدار تغذیه ثابت افزایش سرعت ماریچ باعث افزایش دمای محصول خروجی از اکسترودر می‌شود.

اکسترودر (Extruder) ماشینی است که آمیزه لاستیکی و پلاستیکی را ذوب کرده و به آن نیرو وارد ساخته تا با فشار در انتهای دستگاه از میان یک قالب عبور نموده و محصولی به شکل پیوسته و با سطح مقطع خاص تولید نماید. ماشین‌های اکسترودر با کاربردهای متنوع بطور گسترده در صنعت لاستیک و پلاستیک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در خط تولید، ماشین‌های اکسترودر برای شکل دهی اولیه لاستیک و پلاستیک جهت عملیات بعدی و نیز برای شکل دادن به محصولات نهائی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کلیه این کاربردها باعث می‌شوند که نیازهای عملی هر کاربرد خاص در ماشین طراحی شود و طیف گسترده طرح‌های موجود ماشین‌های اکسترودر نیز منعکس کننده همین مطلب است.



پوسته یا بدنه اکسترودر:

یک استوانه فلزی است که ماریچ را احاطه می‌کند. در داخل این استوانه حفره‌هایی تعبیه می‌شود، تا با عبور آب سرد و گرم بتوانیم درجه حرارت اکسترودر را کنترل کنیم. اگر درجه حرارت آمیزه کنترل نشود آمیزه داغ شده و باعث می‌شود محصول خروجی به صورت برشته یا سوخته خارج شود (یا در اصل اسکورچ شود).

انواع اکسترودر:

اکسترودرهای متداول موجود به صورت کلی به دو دسته‌ی

تک ماردرنه و دو ماردرنه تقسیم بندی می‌شوند. البته می‌توان آن‌ها را در یک بسته بندی دیگر از نظر دمای تغذیه (ماده اولیه) تفکیک کرد که در ادامه به توضیحات آن خواهیم پرداخت.

(۱) اکسترودرهای تک ماردرنه:

یکی از متداول‌ترین روش‌های شکل دهی پلاستیک‌ها، اکستروژن است که از یک ماردون تشکیل شده است. مدل تک ماردرنه یکی از انواع اکسترودر است که قادر به انجام فرایند اکستروژن مواد، بدون تلورانس می‌باشد به طوری که همزمان قادر است مصرف مواد و انرژی را بهینه کند. از دیگر ویژگی‌های این دستگاه طول عمر طولانی، ظرفیت تولید بالا و کیفیت مطلوب محصولات را می‌توان نام برد.

اجزاء کلیدی اکسترودر تک ماردرنه در شکل زیر نشان داده شده است. این دستگاه ۵ قسمت اصلی دارد:

- ۱) سیستم محرک
- ۲) سیستم خوراک
- ۳) سیلندر (ماردون، پوسته و سیستم‌های گرم کننده)
- ۴) مجموعه قالب و هد (کلگی)
- ۵) سیستم کنتراول



روش کار اکسترودر تک ماردرنه:

مواد اولیه این دستگاه به صورت گرانول یا خاکه نرم، از قسمت قیف به ماردرنه وارد می‌شود. حال این مواد در اثر حرارت حاصل از گرم کننده‌های دستگاه (Barrel Heaters) و برش ناشی از حرکت بر روی لبه‌های ماردون گرم می‌شود.



سرعت ایده آل در اکسترودرهای مارپیچی:

حد سرعتی است که بتواند لاستیک را از تغذیه دریافت و از جمع شدن آن در قیف تغذیه جلوگیری کند.

هد(کلگی):

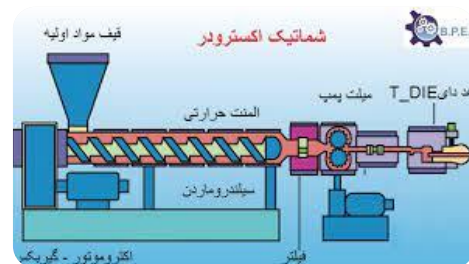
هدف از بکارگیری هد، متعادل ساختن و یکنواخت نمودن فشار و انتقال آمیزه به سمت قالب است.

شکل هد باید طوری طراحی شود تا بتواند نیازهایی را که لازم است، مانند موارد زیر تأمین کند:

- تأمین حداکثر محصول خروجی بدون هیچ مشکل و بی‌نظمی
- جبران تغییر شکل ناشی از خواص بازگشت الاستیک آمیزه
- حذف نواحی ساکن و ایستا که احتمالاً در مسیر آمیزه ایجاد می‌شود.

قالب(دای):

قالب جسمی است که بر روی کلگی (هد) قرار می‌گیرد و باعث می‌شود آمیزه هنگام خروج شکل مورد نظر ما را به خود بگیرد. به طور کلی طراحی دای نیاز به مهارت و تجربه فراوان است.



در ادامه عمق معبر در طول ماردون کاهش یافته و موجب فشرده شدن مواد می‌شود. در انتهای این دستگاه، مواد مذاب با عبور از قالب‌های مختلف به شکل مورد نظر برای محصول نهایی در می‌آیند. اکسترودرهای تک ماردونه عمدتاً برای تولید انواع لوله‌های پلی اتیلن به کار می‌روند.

ویژگی اکسترودر تک ماردونه:

یکی از ویژگی‌های مهم اکسترودرها نسبت طول به قطر (L/D) در آن‌ها است. خروجی این ماشین مستقیماً با نسبت طول به قطر (L/D) وابسته است؛ به طور مثال دو اکسترودر با قطر یکسان اما L/D های متفاوت دارای خروجی کاملاً متفاوتی هستند.

اکسترودرهای بلندتر از ظرفیت ذوب و مخلوط کردن بیشتری برخوردارند و همچنین این اجازه را می‌دهند که این دستگاه با سرعت بیشتری حرکت کند. اصولاً اکسترودری که قطر بزرگتری داشته باشد متناسب با آن سرعت خروجی بیشتری خواهد داشت لذا اکسترودرهای تک ماردونه معمولاً سرعت خروجی بیشتری نسبت به اکسترودرهای دو ماردونه دارند اما قدرت همگن سازی آن‌ها کمتر است. به همین دلیل معمولاً در خطوطی که از این نوع اکسترودر استفاده می‌شود بهتر است از دو اکسترودر پشت سرهم استفاده شود تا اولی فرآیند ترکیب و همگن سازی و دومی فرآیند اکسترودر را انجام دهد.



۲) اکسترودرهای دو ماردونه:

یکی دیگر از انواع اکسترودرها، اکسترودر دو ماردونه است. این دستگاه معمولاً به دستگاه اکسترودر ماردونه دوقلو معروف می‌باشد اما لزوماً ابعاد این ماردون‌ها به یک اندازه نیست.

برخی از این دستگاه‌ها از حرکت ماردون‌ها در دو جهت مخالف هم و برخی دیگر در یک جهت موافق

بهم بهره می‌برند و به علاوه ماردون‌ها امکان دارد به شکل جفت‌شده (Conjugated) یا جفت‌نشده (Non-Conjugated) باشند. ظرفیت تولید اکسترودرهای دو ماردونه معمولاً سه برابر اکسترودرهای تک ماردونه با همان قطر و سرعت است و توانایی تولید ۶ تن بر ساعت محصول را خواهند داشت. در سال‌های اخیر استفاده از اکسترودرهای دو ماردونه افزایش یافته است. این دستگاه در مقایسه با اکسترودر های تک ماردونه آهنگ خروجی، بازده اختلاط و حرارت تولید شده متفاوتی دارند.

روش کار اکسترودر دو ماردونه:

در اکسترودر دو ماردونه با جهت چرخش مخالف یکدیگر، مواد دچار برش و فشرده‌گی می‌شوند (مانند آنچه که در غلتکرانی رخ می‌دهد) یعنی مواد بین غلتک‌هایی با جهت چرخش متفاوت، فشرده می‌شوند. در حالت با جهت چرخش یکسان، مواد از یک ماردون به ماردون دیگر انتقال داده می‌شوند. این دستگاه برای مواد حساس به حرارت کاملاً مناسب است، زیرا مواد در این نوع ماشین به سرعت بدون اینکه کمترین حالت ته‌نشینی موضعی (Entrapment) برای مواد پیش آید، منتقل می‌شوند و از طرفی دیگر حرکت مواد در اطراف ماردون‌های جفت نشده آهسته تر و نیروی پیشران آن (Propulsive) بزرگتر است.

مزایای اکسترودرهای دو ماردونه:

۱) در مقایسه با ماردون ساده که باید از ماده اولیه پر باشد تا عمل کند، میزان مواد اولیه ورودی به داخل اکسترودر دو ماردونه را می‌توان مستقل از میزان ماده اولیه ورودی و نوسانات میزان تولید داخل ماردون تنظیم کرد.

۲) دستگاه‌های دو ماردونه می‌توانند مواد با رطوبت بالا یا سایر محصولاتی که در نوع تک ماردونه می‌لفزند و به خوبی منتقل نمی‌شوند را جابه‌جا کنند، در واقع این دستگاه‌ها انعطاف پذیری بیشتری در تولید دارند.

۳) در این نوع دستگاه برای کنترل فشار در مخزن، از جابجایی دستگاه به جلو یا عقب استفاده می‌شود.

۴) در بخش تخلیه کم، فشار لازم برای عملیات اکستروژن تأمین شده و در اختیار بخش کوچکتر دستگاه قرار می‌گیرد.

تقسیم بندی اکسترودرها از نظر تغذیه:

تفاوت عمده فیزیکی میان اکسترودرهای

سرد و گرم:

تفاوت عمده فیزیکی میان اکسترودرهای سرد و گرم در **نسبت طول به قطر مارپیچشان** می باشد. برای ماشین های گرم که قسمت قابل ملاحظه ای انرژی جهت گرم کردن و پلاستیکی کردن مخلوط لاستیک روی میل انجام شده عمل مارپیچ اکسترودر صرفاً انتقال و اعمال فشار می باشد.

این باعث می شود که ماشین ها کوچک بوده و دارای طول های مارپیچی بر حسب قطر آن ها از ۳ d تا ۵d باشند. علاوه بر عملیات انتقال و فشار بوسیله مارپیچ، در اکسترودرهای سرد می بایستی مارپیچ بتواند در لاستیک کارهای مکانیکی لازم جهت بالا بردن دما و رسیدن به درجه حرارت مورد نظر را انجام دهد و نرمی مواد هنگام خروج از دای را بوجود آورد. این امر باعث می شود که مارپیچ ها دارای طول هایی بیشتر در محدوده ۹ d تا ۱۵d باشند و حتی در بعضی کاربردها ممکن است از مارپیچ هایی بزرگتر از این هم استفاده شود.

اکسترودرهای سرد در حد وسیعی جای انواع گرم را در خطوط تولید گرفته اند. این جایگزینی بیشتر در خطوطی صورت گرفته که با کار دراز مدت و یا دقت در اندازه گیری ابعادی صحیح مورد نظر بوده است این ماشین با پیشرفت های قابل ملاحظه ای که ناشی از تنوع طرح های توسعه یافته و اطلاع از فنون کار بوده در بدست گرفتن بازار ماشین آلات سهم بسزایی داشتند.

توضیح اجمالی در مورد اجزای اکسترودر مارپیچی با

تغذیه سرد:

قیف تغذیه: محلی است که آمیزه (مواد) وارد اکسترودر می شود. بسته به نوع تغذیه شکل قیف فرق میکند.

دو چیز در مورد قیف تغذیه مهم است: اندازه قیف - یکنواختی تغذیه نکته: تغذیه یکنواخت باعث تولید محصول یکنواخت می شود.

کاربرد اکسترودر:

فرآورده های اکسترودر را بسته به نوع کاربرد مورد نظرشان می توان به ۶ گروه اصلی تقسیم بندی کرد:

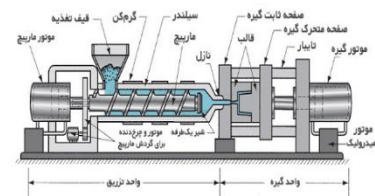
- میله و پروفیل

اکسترودرهایی که از روی دمای مواد مورد تغذیه آن ها که برای انجام عملیات ضروری می باشد، دو دسته اند:

- اکسترودر تغذیه گرم
- اکسترودر تغذیه سرد

معمولاً تغذیه مورد نیاز برای اکسترودرهای گرم که در صنعت لاستیک به کار گرفته شده اند قبلاً طی عملیاتی جداگانه پیش گرم می شوند. در روش های معمول اکستروژن گرم معمولاً از یک میل برای این کار استفاده می شود. اکسترودر های سرد که با استفاده از یک نوار لاستیکی یا لاستیک های دانه ای در دمای محیط کار می کند. ثانیاً اکسترودرها را می توان با توجه به کاربردشان طبقه بندی و تفکیک کرد.

بسیاری از کارخانجات ماشینی می خواهند که اگر به اندازه کافی مؤثر نیست حداقل بتوانند با موفقیت و بطور صحیح انواع آمیزه ها را با اختلاط متفاوت فرآیند نمایند. در اینجا روی به حداقل رساندن زمان تعویض دای و برگرداندن ماشین به وضعیت عملیاتی مناسب و سهولت پاکسازی لازم و کافی برای به حداقل رساندن آلودگی ها ناشی از تغییر کامپاند تأکید می شود. وقتی قرار باشد دستگاهی برای یک مدت طولانی با ترکیبات لاستیکی که دارای خواص روانی و سیلانی محدودی هستند کار کند، مارپیچ سره ودای می توانند طوری طراحی شوند تا هم میزان خروجی مواد بالا باشد و هم کنترل خوبی از لحاظ ابعاد وجود داشته باشد. همچنین علیرغم تغییرات جزئی در مواد تغذیه می توان قسمت تغذیه و تسمه کشش و نیز سیستم کنترل را طوری انتخاب کرد که کنترل ابعادی مناسب حاصل گردد.



اکسترودرهای سرد:

در این نوع اکسترودر محصول بدون آن که فرآیند پخت روی آن صورت گیرد به ماده نواری شکلی تغییر شکل داده و سپس متورم می‌شود. در این سیستم، اکسترودر دارای دنده‌های عمیقی است و دستگاه با سرعت کم داخل یک مخزن صاف حرکت می‌کند تا مواد را با اصطکاک کم اکستروده کند.

از این سیستم برای تولید خمیرهای شیرین و ماکارونی استفاده می‌شود.

اکسترودرهای داغ:

در این نوع اکسترودر ماده غذایی در یک دیگ که بدنه آن دوجداره و در آن جریان بخار وجود دارد و یا در یک مخزن ماریپیچی گرم دارای بدنه دوجداره، حرارت داده می‌شود. در برخی از انواع این نوع اکسترودر، از عناصر گرما دهنده القایی الکتریکی برای گرم کردن مخزن اکسترودر استفاده می‌شود. در اثر اصطکاک میان محصول و محفظه ماریپیچ و دنده‌های داخلی مخزن گرما تولید می‌شود.

تراکم نیز به وسیله افزایش قطر ماریپیچ و کاهش خانه‌های ماریپیچ و استفاده از یک مخزن که در انتها قطرش کاهش یافته و داخل آن ماریپیچ‌هایی با قطر کاهش‌یافته نصب شده و قرار دادن محدودیت در پله‌های ماریپیچ، با استفاده از یک قالب (منفذ) فشار ایجاد می‌شود. برای تولید محصول پف کرده، از فشار زیاد و یک منفذ کوچک استفاده می‌شود. فرآیند تولید محصولاتی مانند پفک بدین صورت است که در هنگام خروج محصول از داخل منفذ ناگهان از فشار کاسته می‌شود، در اثر این افت فشار رطوبت به شکل بخار و گاز از محصول خارج شده و فراورده حاصل سبک ولی حجیم می‌شود. میزان تصعید به وسیله فشار و دمای تولید شده در اکسترودر و خواص رئولوژیکی ماده غذایی کنترل می‌شود. فشار پایین و یا منفذ بزرگ برای تولید فراورده‌هایی با چگالی زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد.



- لوله
- فیلم و ورق
- تک رشته‌ها
- پوشش‌های اکستروژن
- پوشش سیم و کابل

روش‌های شکل‌دهی با استفاده از اکسترودر:

اکستروژن روش بسیار انعطاف‌پذیری است که با استفاده از حدیده مناسب می‌توان طیف وسیعی از تولیدات را تهیه کرد. برخی از روش‌های پرکاربرد را در زیر مشاهده می‌کنید.

- تولید دانه‌گونه (گرانولی شکل)
- تولید پروفیل
- تولید ورقه‌های بسیار نازک به طریق دمشی
- قالب‌گیری دمشی

مروری بر انواع و نحوه عملکرد اکسترودرها در صنایع غذایی:

اکسترودرها بر اساس نوع عملکرد به اکسترودرهای داغ و سرد طبقه بندی می‌شوند. بر اساس روش ساخت هم به دو نوع اکسترودرهای ساده و دوقلو تقسیم می‌شوند.

اساس کار همه دستگاه‌های اکسترودر شبیه هم است. در همه اکسترودرها مواد دانه‌ای شکل به داخل مخزن ریخته می‌شوند و بخش ماریپیچی شکل دستگاه اکسترودر این مواد را حمل و متراکم کرده، سپس با انجام فرایندی بر روی مواد، بلغورها به توده پلاستیکی تبدیل شده، از داخل یک منفذ عبور کرده و به وسیله یک کارد بریده می‌شود و در نهایت به شکل‌های مختلف گلوله‌ای، میله‌ای، دونات، نواری، ماریپیچی و یا پیوسته تبدیل می‌شود.



اکسترودرهای دوقلو:

اکسترودرهای مارپیچ دوقلو به شکل ۸ در داخل مخزن دوران می‌کنند و بر اساس جهت دوران و مسیری که مارپیچ‌ها به شکل دایره درمی‌آیند تقسیم می‌شوند.

مارپیچ‌هایی که به شکل دایره درمی‌آیند اغلب برای کاربردهای فراوری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، دوران مارپیچ‌ها موجب جلو بردن مواد از داخل اکسترودر شده و تشکیل حلقه اختلاط را بهبود بخشیده و از دوران مواد در درون مخزن جلوگیری می‌کند.

اکسترودرهای مارپیچی ساده یا تک مارپیچ:

این اکسترودرها براساس میزان برشی که بر ماده غذایی ایجاد می‌کنند تقسیم‌بندی می‌شوند:

- ✓ مواد غذایی با برش کم مانند ماکارونی و فراورده‌های گوشتی
 - ✓ مواد غذایی با برش زیاد مانند سریال‌های صبحانه و غذاهای تنقلاتی
 - ✓ مواد غذایی با برش متوسط مانند غذای حیوانات دست‌آموز
- بخش مارپیچی اکسترودر از قسمت‌های متعددی از قبیل قسمت تغذیه (برای کمپرس کردن ذرات به شکل توده همگن)، همزن (برای کمپرس کردن)، مخلوط‌کن، برش (برش مواد غذایی پلاستیک شده)، بخش برش با قدرت بالا و بخش پخت تشکیل می‌شود.

انتقال مواد از داخل اکسترودرهای تک مارپیچ به میزان اصطکاک سطح مخزن بستگی دارد. موادی که به سمت جلو جریان می‌یابند، برحسب نقش مارپیچ و حرکات پس‌رونده در طول مخزن جابه‌جا می‌شوند.

فشار به وسیله بالا رفتن میزان آن در پشت منفذ قالب و جریان مواد بین مارپیچ و مخزن تنظیم می‌شود.

مزایای اکسترودرهای مارپیچی دوقلو:

- در این نوع اکسترودر برای کنترل فشار در مخزن، از نقل مکان به جلو یا عقب استفاده می‌شود در حالی که اکسترودرهای تک‌مارپیچ محدود به دامنه ویژه‌ای از اندازه ذرات گرانولی هستند، اکسترودرهای دوقلو مخلوطی از اندازه‌های ذرات، از پودر نرم تا غلات را فراوری می‌کنند.
- در مقایسه با مارپیچ ساده که باید از ماده پر باشد تا به درستی عمل کند، میزان ورودی مواد به داخل اکسترودرهای مارپیچی را می‌توان مستقل از میزان ماده تغذیه شونده و نوسانات میزان تولید داخل مارپیچ تنظیم کرد.
- دستگاه‌های دومارپیچه می‌توانند مواد با رطوبت بالا یا سایر محصولاتی که در نوع ساده می‌لغزند و به خوبی منتقل نمی‌شوند را جابه‌جا کند و انعطاف‌پذیری بیشتری در تولید دارند.