فصل اول

تولید و کاربرد ورق‌های فلزی در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- نحوه تولید و کاربرد نیم‌ساخته‌های فلزی را بیان کند.

۲- برخی از کاربردهای نیم‌ساخته‌های فلزی را نام ببرد.

۳- تقسیم‌بندی ورق‌های فلزی را بیان کند.

۴- انواع ورق‌های فلزی را از نظر ضخامت بیان کند.

۵- طرز تهیه ورق‌های ضخیم، متوسط و نازک را بیان کند.

۶- طرز تهیه ورق‌های قلع‌اندود را بیان کند.

۷- طرز تهیه ورق‌های گالوانیزه را بیان کند.

۸- طرز تهیه ورق‌های رنگی را بیان کند.

۱

۱- تولید وکاربرد ورق‌های فلزی در صنعت

موادی که در صنایع فلزی مورد استفاده قرار می گیرد را می توان به دو دسته تقسیم نمود:

۱- مواد کار ۲- موادکمکی

۱ـ مـوادکار به آن‌هائی اطلاق می‌شـود که در سـاخت قطعه، نقش اصلی را داشـته وقسـمت عمده قطعه ساخته شده را تشـکیل می‌دهد. موادی مانند: فولاد، مس، برنج، آلومینیوم، چوب، پلاسـتیک از آن جمله‌اند. این مواد خود به دو دسـته کلی تقسـیم می‌شوند:

الف) نیم‌ساخته‌ها ب) تمام ساخته فلزی

الف) نیم‌سـاخته‌ها: بـه موادی اطلاق می شـود که در فرآیند تولید به شـکل های مختلف تولید شده و آماده کار و ساخت در مراحل بعدی می باشد مانند شمش، میله، ورق، لوله وپروفیل‌ها

ب) تمام ساخته : به موادی اطلاق می شود که پس از تولید بدون هیچ گونه تغییری به کار گرفته می شوند. مانند پیچ ومهره‌ها، پرچ‌ها، خار، گوه ونظیر آن‌ها

۲- مـواد کمکی: به موادی اطلاق می‌شـود که در حین فرآینـد تولید به کار گرفته می‌شود ولی در قطعه تمام شده وجود ندارد. موادی نظیر روغن‌ها، فلاکس‌ها.

در این کتاب به طرز تهیه انواع ورق‌ها خواهیم پرداخت ودر کتاب نیم‌سـاخته‌های (۲) با طرز تهیه بقیه نیم‌سـاخته‌ها آشـنا خواهید شـد. قبل از آشـنایی با روش تولید نیم‌ساخته‌ها لازم است ابتدا با کاربرد صنعتی آن‌ها آشنا شوید.

۱-۱ بعضی از کاربرد نیم‌ساخته‌ها

۱ـ صنایع هوایی: امروزه از نیم‌ساخته‌های فلزی و ورق‌های فلزی از جنس فولاد، آلومینیوم و تیتانیوم و آلیاژهای آن‌ها در ساخت انواع وسایل حمل و نقل هوایی نظیر هواپیماهای غول پیکر وماهواره‌ها به کار گرفته می‌شوند. در شکل (۱-۱) یک هواپیمای غول‌پیکر را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱

۲ـ سازه‌های فضائی: در صنایع مختلف به خصوص صنعت ساختمان، پل‌سازی وجرثقیل‌ها از انواع پروفیل‌ها وورق‌های مختلف استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این سازه‌ها در شکل (۱-۲) آورده شده است.

شکل ۱-۲

نمونه دیگر کاربرد نیم‌ساخته در صنایع فلزی را سازه‌های صنایع هوایی تشکیل می‌دهد که در شکل (۱-۳) مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۳

۳ـ صنایع دریائی: کاربرد دیگر نیم‌ساخته‌ها و ورق‌های فلزی را در صنایع دریائی می‌توان نام برد. در شکل (۱-۴) کشتی‌های عظیم را مشاهده می‌کنید که برای کاربردهای مختلف به کار می‌رود.

شکل ۱-۴

نمونه دیگر از کاربرد نیم‌ساخته‌ها را مشاهده می‌کنید در شکل (۱-۵) یک سکوی دریائی است که قسمت اعظم آن از نیم‌ساخته‌ها و ورق‌های فلزی ساخته شده است.

شکل ۱-۵

شـــکل (۱-۶) یک کشتی نفت‌کش را مشـــاهده می‌کنید که از پروفیل‌ها وورق‌های ضخیم ساخته شده است.

شکل ۱-۶

۴- صنایع نفت و گاز و پتروشـــیمی: نیم‌ســـاخته‌های فلزی کاربرد وسیعی در صنعت نفت و گاز وپتروشیمی دارد. در شکل (۱-۷) نمونه‌هایی از کاربردهای نیم‌ساخته در این صنایع را مشاهده می‌کنید.

شـــکل (۱-۷) اجرای یک خط لوله را نشان می‌دهد که در تجهیزات اجرائی کار هم نیم‌ساخته‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۱-۷

در شـــکل (۱-۸) نمونه دیگر از کاربرد نیم‌ســـاخته را در صنعت پالایشگاهی مشاهده می‌کنید. این مخازن کروی نشـــان داده شـــده در شـــکل (۱-۸) برای ذخیره گاز و مواد ســـوختنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر مخازن نشان داده شده در شکل، مخازن استوانه‌ای را می‌توان نام برد که برای ذخیره سوخت به کار گرفته می‌شوند.

شکل ۱-۸

در تأسیس پالایشگاه‌ها، مخازن ذخیره سوخت، لوله انتقال مایعات و گازها، بویلرها و... از نیم‌ســـاخته‌های مختلف استفاده می‌شود. شکل (۱-۹) یکی از تأسیسات پالایشگاه‌ها را نشان می‌دهد.

نمونه دیگر کاربرد نیم‌ســـاخته‌ها را در شکل (۱-۹) در یک پالایشگاه بزرگ مشاهده می‌کنید. مخازن ذخیره نفت، لوله‌های ارتباطی، بویلرها همگی از نیم‌ساخته‌های مختلف می‌باشند.

شکل ۱-۹

۵- صنایع لوازم خانگی: کاربرد دیگر نیم‌ســـاخته‌ها بـــه خصوص ورق‌های فلزی را در لوازم خانگی نام برد. در شـــکل (۱-۱۰) یک آشپزخانه را مشاهده می‌کنید که بدنه کابینت‌های ســـاخته شـــده همگی از ورق فلزی می‌باشـــد نمونه دیگـــر ازاین کارها را می‌توان در صنعت مبلمان ولوازم اداری مشاهده نمود.

شکل ۱-۱۰

کاربـرد دیگری از نیم‌سـاخته‌ها بـه خصوص ورق‌های نازک فلزی را در سـاخت لوازم منزل مشـاهده می‌کنید. در شـکل (۱-۱۱) تعدادی از لوازم خانگی ساخته شده از نیم‌ساخته‌های فلزی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱۱

نمونـه دیگر نیم‌سـاخته‌ها به خصوص ورق‌های فلزی از نوع زنگ‌نزن را در شـکل (۱-۱۲) مشـاهده می‌کنید که در سـاخت لوازم آشپزخانه نظیر قاشق وچنگال و کارد را نام برد. این‌ها را از ورق‌های زنگ‌نزن تهیه می‌کنند.

شکل ۱-۱۲

۶ـ صنایع حمل ونقل زمینی: نمونه کاربرد دیگر نیم‌ساخته‌های فلزی را می‌توان در صنایع حمل ونقل نام برد نمونه‌هایی از آن‌ها در شـکل‌ها (۱-۱۳ تا ۱-۱۵) آورده شـده است.

شکل ۱-۱۳ صنایع ریلی

شکل ۱-۱۴ کاربرد دیگر نیم‌ساخته‌های فلزی

شکل ۱-۱۵ صنایع خودروسازی: از کاربردهای دیگر نیم‌ساخته‌ها در صنایع خودروسازی می‌باشد.

۷ـ کاربرد دیگر نیم‌ساخته‌های فلزی به خصوص ورق‌ها در تهویه مطبوع و تهویه‌های خانگـی و صنعتی می‌باشـد. نمونـه‌ای از کاربرد آن‌ها را در شـکل (۱-۱۶) مشـاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱۶

۱-۲ ورق‌های فلزی

از قرن‌ها پیش انسـان برای تهیه وسـایل وظروف مورد استفاده خود از انواع ورق‌ها اسـتفاده نموده است با پیشـرفت علم وتکنولوژی دامنه اسـتفاده از ورق‌ها نیز وسعت یافته به طوری‌که در بیش‌تر صنایع کاربرد فراوان یافته اسـت. ورق‌های فلزی به عنوان نیم‌سـاخته در زمینه‌های مختلف صنعت به طور گسـترده اسـتفاده می‌شود. روش‌های ساخت ورق‌های فلزی ضروی به نظر می‌رسد.

ورق‌های فلزی

ورق‌هـای فلزی را می‌تـوان از نظر ضخامت یا جنس به انواع مختلف دسـته بندی نمود.

۱-۲-۱ تقسیم‌بندی از ضخامت:

ورق‌های فلزی را از نظر ضخامت به سه دسته تقسیم می‌کنند.

الف) ورق‌های نازک

ب) ورق‌های متوسط

ج) ورق‌های ضخیم

با توجه به شـرکت‌های تولید ورق در دنیا واسـتاندارد مورد اسـتفاده توسط آن‌ها نُرم‌های این تقسیم‌بندی‌ها ممکن است کمی با هم متفاوت باشد.

در ادامه به یکی از قدیمی‌ترین ومهمترین این تقسیم‌بندی‌ها یعنی (DIN) نرم آلمان می‌پردازیم:

ورق‌های نازک – ضخامت‌های ۰/۱۸ تا ۲/۷۵ میلی‌متر

ورق‌های متوسط، ضخامت‌های ۳تا ۴/۷۵ میلی‌متر

ورق‌های ضخیم – ضخامت‌های ۵ میلی‌متر وبیش‌تر

۱-۲-۲ تقسیم‌بندی از نظر جنس:

ورق‌های فلزی را از نظر جنس به دو دسته کلی تقسیم می‌کنند.

الف) ورق‌های آهنی: این گروه شـامل فولادهای سـاده کربنی، فولادهای آلیاژی، فولادهای ضد زنگ نام برد.

ب) ورق‌های غیر آهنی: این گروه شامل آلومینیوم وآلیاژهای آن‌ها، مس وآلیاژهای آن‌ها (ورق‌های برنج وبرنز)، روی، قلع و منیزیم.

در جدول (۱-۱) بعضی از ویژگی‌های ورق‌های فلزی آورده شده است.

جدول ۱-۱ نمونه ورق‌های فلزی وکاربرد آن‌ها در صنعت

نوع جنس ورق	ابعاد ورق به میلی‌متر			وزن مخصوص Kg / dm۳	نقطه ذوب درجه سیلیسیوس	کاربرد صنعتی
	ضخامت	عرض	طول			
فولادهای کربنی ضخامت نازک	۰/۱۸ تا ۲/۷۵	۵۳۰ تا ۱۲۵۰	۷۶۰ تا ۲۵۰۰	۷/۸۵	در حدود ۱۴۰۰	در تولید قطعات با کشش کم عمق و عمیق ساخت لوله‌های تأسیساتی و صنعتی و...
فولادهای کربنی ضخامت متوسط	۳ تا ۴/۷	تا ۲۵۰۰	تا ۷۰۰۰	۷/۸۵	در حدود ۱۴۰۰	ساخت مخازن، تولید لوله‌های جدار ضخیم و...
فولادهای کربنی ضخامت ضخیم	۵ تا ۶۰	تا ۳۶۰۰	تا ۸۰۰۰	۷/۸۵	در حدود ۱۴۰۰	تولید قالب‌ها، ساخت مخازن ذخیره
مس	۰/۱ تا ۵	تا ۱۰۰۰	تا ۲۰۰۰	۸/۹	۱۰۸۳	دیگ‌سازی، ظروف، صنایع الکترونیک، رادیاتورسازی، صنایع هنری
آلومینیوم	۰/۲ تا ۵	تا ۲۰۰۰	تا ۲۰۰۰	۲/۷	۶۶۰	ساخت ظروف مختلف، مخازن، تولید قطعات کششی
برنج	۰/۱ تا ۵	تا ۱۰۰۰	تا ۳۰۰۰	۸/۵	۹۸۰	ساخت ظروف مختلف، رادیاتورسازی، قفل‌سازی
روی	۰/۱۵ تا ۶	۶۵۰ تا ۱۰۰۰	تا ۵۰۰۰	۷/۱۴	۴۱۹	تولید ظروف، در پوشش
برنز	نازک و متوسط	مختلف	مختلف	۷/۶ تا ۸/۸	۹۰۰ تا ۱۰۰۰	ساخت قطعات مقاوم در برابر اسید، ساخت قطعات مقاوم در برابر اکسید شدن
قلع	بسیار نازک	مختلف	مختلف	۷/۳	۲۳۲	در پوشش
منیزیم	نازک	مختلف	مختلف	۱/۸	۶۵۵	در پوشش‌ها، مخزن‌های مواد سوخت

۱-۳ تقسیم‌بندی ورق‌های فولادی

به دلیل این که تعداد وانواع فولادها بسیار متنوع بوده وخواص آن‌ها اعم از مکانیکی، فیزیکی، شـیمیائی ومتالورژیکی متفاوت اسـت. نمی‌توان تقسیم‌بندی همه آن‌ها را نام بـرد لذا در این قسـمت به یک نوع دسـته‌بندی که در خصـوص فولادهای ریخته‌گری می‌باشد اشاره می‌شود. وبقیه آن‌ها را می‌توانید در کتاب‌های دیگر ویا در مقاطع بالاتر بیاموزید.

ورق‌های فولادی را از نظر عناصر آلیاژی، مشـخصات ظاهری ویا مصارف صنعتی می‌توان طبقه‌بندی نمود.

طبقه‌بندی از نظر ترکیب شـیمیایی: این گروه از ورق‌های فـولادی را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود.

الف) ورق‌های فولادی کربنی: عنصر اصلی این فولادها کربن بوده ولذا تقسیم‌بندی بر اسـاس میزان در صد کربن موجود در آن‌ها می‌باشـد. علاوه بر کربن عناصری نظیر منگنز – گوگرد – سیلسیم – فسفر نیز در این فولادها به میزان محدود وجود دارد. این فولادها را به سه گروه تقسیم می‌نمایند:

۱- فولادهای کم کربن، کمتر از ۰/۲۵ است.

۲- فولادهای کربن متوسط، از ۰/۲۵تا ۰/۶۵ می باشد.

۳- فولادهای پرکربن، بیش از ۰/۶۵ درصد می باشد.

ب) ورق‌های فولاد آلیاژی:

۱. فولادهای کم آلیاژ تا ۲/۵ درصد در عناصر آلیاژی

۲. فولادهای با عناصر آلیاژی متوسط ۲/۵تا ۱۰ در صد عناصر آلیاژی

۳. فولادهای پر آلیاژ با عناصر آلیاژی بیش از ۱۰ درصد

تقسیم‌بندی دیگری از نظر مشخصات ظاهری وجود دارد که به شکل زیر می‌باشد:

۱) ورق‌های سیاه معمولی که هیچ گونه صیقلکاری روی آن‌ها انجام نشده وقشری از اکسید سطح آن‌ها را پوشانده است.

۲) ورق‌های براق که دارای سطحی صاف وسفید وعاری از اکسید هستند.

۳) ورق‌های گالوانیزه که سطح آن‌ها با فلز روی پوشانده شده است.

۴) ورق‌های آهن سفید که سطح آن‌ها با فلز قلع پوشانده شده است.

۵) ورق‌های رنگی که سطح آن‌ها به رنگ‌های مختلف می‌باشد.

۱-۴ روش تهیه ورق‌های فلزی

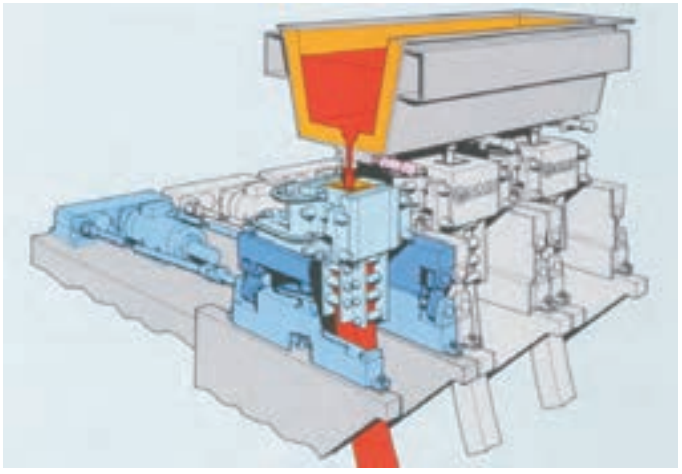
ورق‌های فلزی توسط روش نوردکاری تولید می‌شوند. دستگاه‌های نورد در حالت گرم شمش‌های فلزی را به ورق‌های ضخیم تبدیل می‌کنند. وورق‌های متوسط نیز از ورق‌های ضخیم در حالت گرم تولید می‌شوند. تولید ورق‌های نازک در حالت سرد صورت می‌گیرد.

۱-۴-۱ مراحل تهیه ورق‌های ضخیم کم کربن

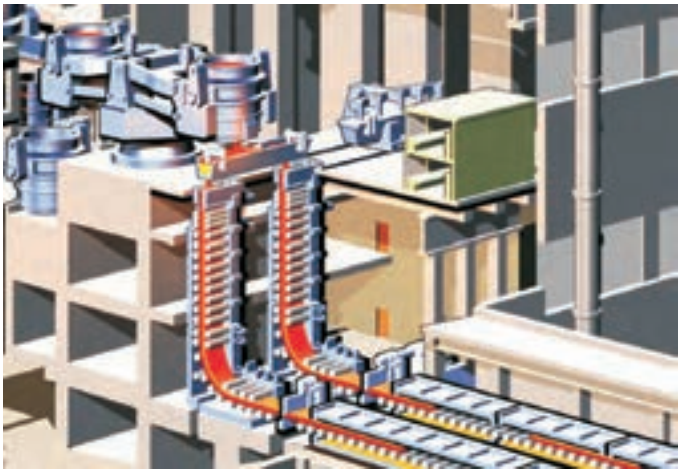
ورق‌های ضخیم را از شمش‌های ویا تختال‌های فولادی با ابعاد مختلف تهیه می‌نمایند. جنس این شمش‌ها وتختال‌ها از فولاد های ساختمانی (S۲۳۵JR و S۲۷۵JR) و یا ترکیبات دیگر می‌باشندکه براساس استاندارد تولیدی کارخانه فولاد با ابعاد مختلف تهیه می‌شوند. این شمش‌هارا معمولاً با مقطع مربع به ابعاد ۵۰×۵۰ تا ۴۰۰×۴۰۰وبه طول‌های ۳ تا ۶ متر تهیه می‌کنند. اما لوحه‌ها را با سطح مقطع مستطیل با ضخامت ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر وبا عرض ۵۰۰ تا ۱۸۰۰میلی‌متر تهیه می‌کنند.

در شکل‌های (۱-۱۷ تا ۱-۲۰) تهیه این شمش‌ها و لوحه‌ها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱۷ ریختن مذاب در قالب‌های شمش‌ریزی



شکل ۱-۱۸ شمش‌ریزی در قالب‌ها



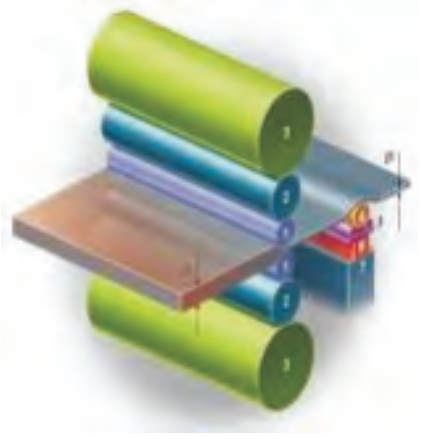
شکل ۱-۱۹ نوردهای سری در خط تولید ورق‌های فولادی در کارخانه فولاد

شکل ۱-۲۰ شمش‌ها در حین خروج از کوره‌ی تولید فولاد و نوردکاری

شکل ۱-۲۱

پس از تولید شمش ویا لوحه‌ها برای رفع اکسیدهای سطحی روی آن‌ها آب با فشار زیاد پاشیده می‌شود (شکل ۱-۲۱). برخی از مراحل تولید به قرار زیر می‌باشد.

۱-۴-۲ اصول نوردکاری



شکل ۱-۲۲

نـوردکاری عبارت اسـت از عبور دادن قطعه گداخته بیـن دو غلتک که در جهت خلاف یکدیگر می‌چرخند. وفاصله بین آن‌ها از ضخامت قطعه کم‌تر اسـت. با عمل غلتک‌کاری شـمش‌ها یا لوحه‌ها فشرده شده وضمن کاهش ضخامت طول آن افزایش می‌یابد. عرض قطعه نیز همزمان با طول آن افزایش می‌یابد. معمولاً تغییرات عرض توسط غلتک‌های عمودی کنترل می‌گـردد و در واقع این غلتک‌ها از افزایش عرض بیش از حد تعیین شده جلوگیری می‌کنند. غلتک‌های افقی تنظیم کننده ضخامت وغلتک‌های عمـودی تنظیم کننده عرض ورق می‌باشـند. عمل نوردکاری بـرای تولید ورق‌های ضخیم طی چند مرحله ادامه می‌یابد. تا ورق به ضخامت مورد نظر برسد. (شکل ۱-۲۲)

این فرآیند با توجه به گسـتردگی عمل نورد از تجهیزات مختلفی تشـکیل شده که مهمترین آن‌ها به اختصار به قرار زیر می‌باشد.

۱-۴-۳ غلتک‌های تغییر شکل

این غلتک‌ها از نظر تعداد غلتک‌ها فرم دهنده به چند دسته تقسیم می‌شوند:

۱. نوردهای دو غلتکی

۲. نوردهای سه غلتکی

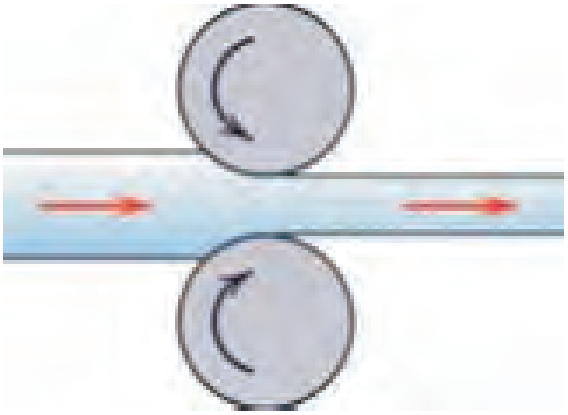
۳. نوردهای چهار غلتکی

۴. نوردهای دوازده غلتکی وبیش‌تر

۵. نوردهای انیورسال

نوردکاری یکی از کارهای مکانیکی می‌باشد وفلزات در اثر کار مکانیکی (به علت فشرده شـــدن ذرات آن‌ها) سخت می‌شـــوند وبعضی از خواص مکانیکی آن‌ها از قبیل تغییر شکل، چکش‌کاری، قابلیت جوشکاری وبراده‌برداری تغییر می‌یابد.

در شکل (۱-۲۳ الف) جهت نوردکاری و در شکل (۱-۲۳- ب) مقطع فولاد را قبل و بعد از نوردکاری را نشـــان می‌دهد این در حالی اســـت که فلز در جریان هوا خنک شده است.



شکل ۱-۲۳ الف

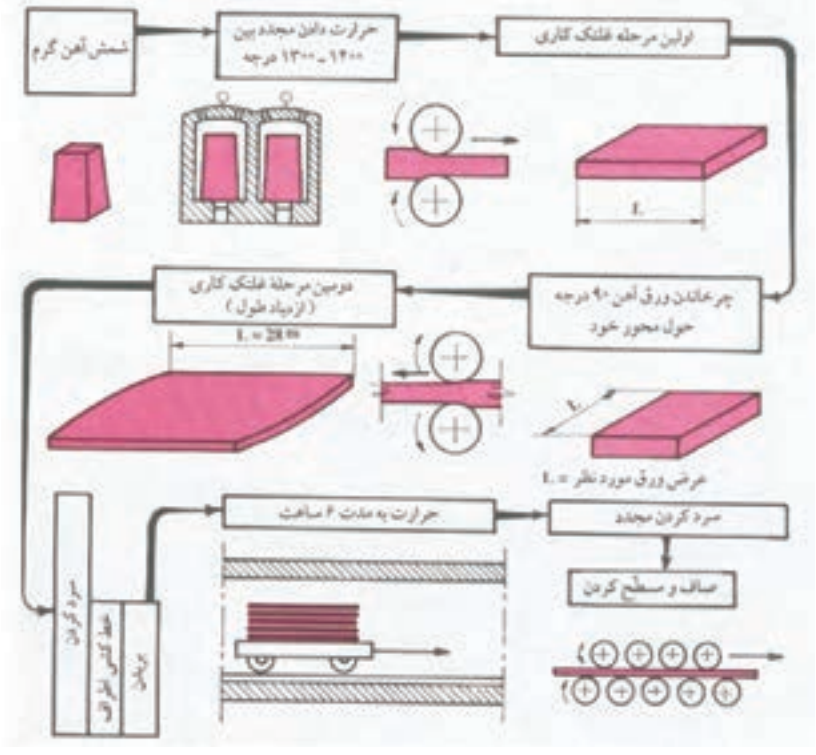
شکل ۱-۲۳ ب

قطعه‌ای که توسط نورد تغییر شکل می‌یابد تحت تأثیر نیروی فشاری قرار می‌گیرد. این نیرو از حد ارتجاعی بیش‌تر است. وباعث تغییر شکل پلاستکی می‌شود. همان‌طوری که در شـــکل (۱-۲۳ ب) نشـــان داده شده است موجب تغییر شـــکل کریستال‌های فلز شده و باعث کشیدگی آن‌ها می‌گردد. این تغییر شکل افزایش سطح وکاهش ضخامت را ایجاد می‌کند.وبه این ترتیب جســـمی با ابعاد جدیـــد تهیه می‌گردد. در مواردی اگر نیروی فشاری ادامه یابد ممکن است به پاره‌گی فلز منجر گردد.

۱-۴-۴ نرمالیزه کردن

در اثر کار مکانیکی نظیر عملیات نوردکاری و سـرد شـدن ورق‌ها در مراحل حین تولید موجب سـختی آن‌ها می‌شـود. ودر نتیجه خاصیت انعطاف‌پذیری آن‌ها کاهش می‌یابـد. برای تأمین خواص اولیه فلز لازم اسـت ورق‌های تولیـدی عملیات حرارتی شوند. این عملیات برای ورق‌های بالاتر از ۱۵میلی‌متر لازم است انجام شود. عملیاتی که بر روی ورق‌ها انجام می‌شود نرمالیزه کردن است. این عملیات در کوره‌های مخصوص انجام می‌گیرد وبسـته به عناصر آلیاژی وضخامت ورق‌ها دمای کاری متفاوت خواهد بود. برای ورق‌های فولاد سـاختمانی این دما در حدود ۸۵۰ درجه سیلیسیوس می‌باشد. زمان نرمالیزه کردن به نسبت ابعاد ورق بین ۸تا۳۲ ساعت می‌باشد.

اگر ورق‌ها را قبل از این‌که کاملاً سـرد شـوند از کوره خارج کنند این ورق‌ها در مجاورت هوا سطح‌شـان اکسید شده که این ورق‌ها را ورق سیاه می‌نامند. واگر ورق‌ها پس از این‌که کاملاً سـرد شـدن از کوره خارج نمایند (تقریبا ۲۴ ساعت) سطح آن‌ها کاملاً صاف وصیقلی وعاری از اکسید می‌باشد. در شکل (۱-۲۴) مراحل تولید ورق‌های ضخیم را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

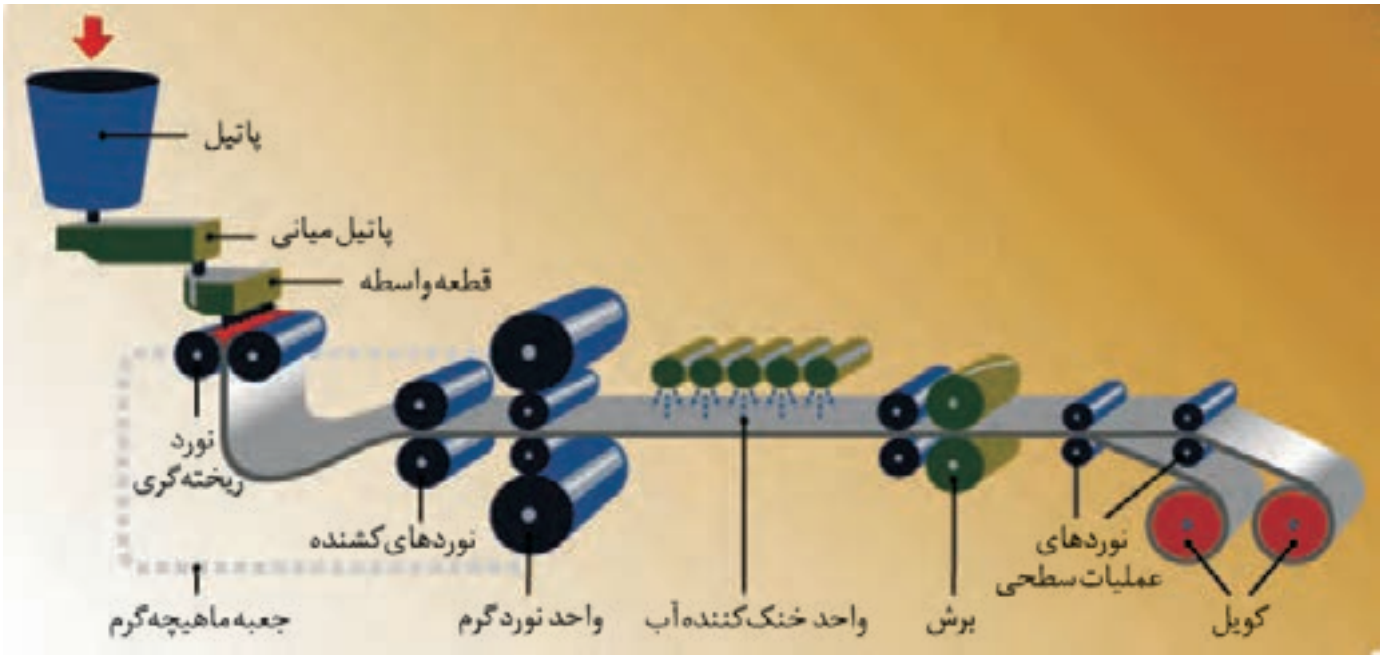


شکل ۱-۲۴

۱-۴-۵ روش تهیه ورق‌های متوسط

ورق‌های متوسط را با استفاده از ورق‌های ضخیم یا تختال‌ها تولید می‌کنند. مراحل تهیه آن‌ها نیز مشابه روش تولید ورق‌های ضخیم می‌باشد. عمل غلتک‌کاری توسط ماشین‌های انجام می‌شود که دارای سه غلتک هستند ومحور آن‌ها به طور افقی در یک صفحه قائم واقع شده است.

ورق‌ها را پس از عبور از زیر نوردهای مزبور (در اینجا به منظور گرم کردن) به وسیله غلتک‌های سوق دهنده (کشنده) به درون کوره‌های مخصوص هدایت می‌کنند ودر آنجا مدت معینی گرما می‌دهند. پس از عبور از شبکه خنک کننده آن‌ها رابه وسیله ماشین‌های نورد – صافکاری ومسطح می‌کنند واطراف آن‌ها را برش می‌دهند تا به اندازه نرم در آیند در بعضی ازسیستم‌های تولید به جای بریدن ورق‌ها به اندازه‌های استاندارد آن‌هارا به شکل رول می‌پیچند تا برای تولید محصولات بعدی از قبیل انواع پروفیل از آن‌ها استفاده کنند. (شکل ۱-۲۵)



شکل ۱-۲۵

روش تهیه ورق‌های نازک

امروزه ورق‌های نازک را به وسیله ماشین‌های نورد مداوم (سری) تولید می‌کنند. دراین روش مراحل تولید ورق‌های نازک از تغییر شکل شمش در حالت گرم آغاز شده وهمه عملیات لازم تا تولید ورق‌های نازک به صورت پیوسته به شرح زیر انجام می‌گیرد.

مرحله اول کار روی شـمش‌های فـولادی به وزن ۷ تا ۲۰ تـن: در این مرحله ابتدا شـمش‌های گداختـه را توسـط نوردهای دو غلتکـی به صورت صفحـات تخت در می‌آورند وسپس آن‌ها را به قطعات مناسب برش داده وخنک می‌کنند.

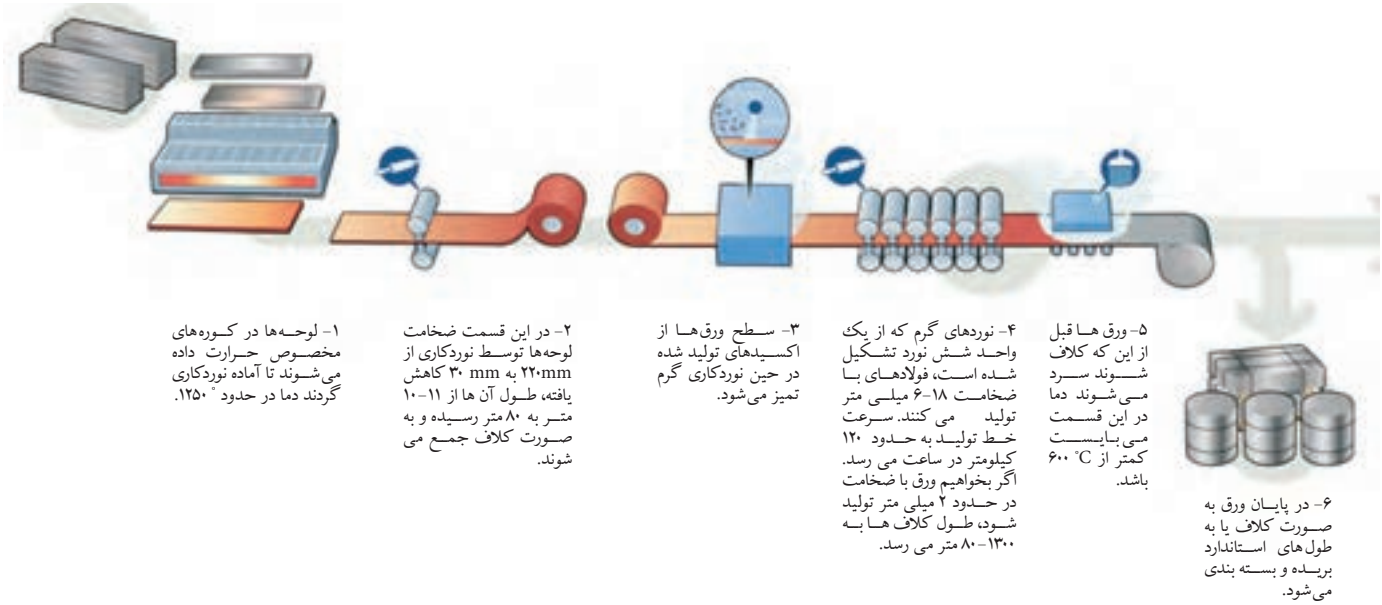
ناصافی گوشه آن‌ها نیز به وسیله مشعل‌های برش مخصوص از میان می‌رود. چنان‌چه از تختال ویا ورق‌های ضخیم برای تولید ورق‌های نازک استفاده شود این مرحله انجام نخواهد شـد. زیرا همان تختال یا ورق ضخیم مورد استفاده محصول این مرحله است. (شکل ۱-۲۶)

شکل ۱-۲۶

در مرحله دوم سـه عمل تخت کردن – تمام کردن وپیچیدن به صورت رول توسط غلتک‌های مداوم انجام می‌گیرد. (شکل ۱-۲۷)

شکل ۱-۲۷

در این مرحله، ابتدا ورق‌های ضخیم از زیر نوردهای تخت کننده دو غلتکی وسپس از زیر نوردهای چهار غلتکی که با فاصله زیاد از یکدیگر قرار گرفته‌اند عبور می کنند. هنگام عبور ورق از زیر غلتک‌های گفته شـده اکسید سطح آن‌ها با فشار آب (۸۰–۱۰۰bar) شسته شده و پیوسته اکسید موجود در سطح ورق که در اثر غلتک کاری ایجاد شده است از بین می‌رود. نوردهای تمام کننده که با فاصله بسـیار کمی از یکدیگر قرار گرفته‌اند (فاصله کم برای جلوگیری از حالت افتادگی ورق است). وظیفه تنظیم ضخامت وعرض ورق‌ها را به عهده دارند. نوردهای ردیف آخر صیقلی کردن وپرداخت نمودن سـطح ورق‌هـا را انجام می‌دهند ضخامت ورق‌هایی که در این مرحله به دسـت می‌آیند، بین ۱/۵ تا ۴ میلی‌متر و گرما آن‌ها بین ۸۵۰ تا ۸۷۰ درجه سیلیسیوس است، که دراین موقع، به صورت رول، پیچیده شـده یا به قطعات اسـتاندارد بریده می‌شـوند. (شکل ۱–۲۸)



۱- لوحـه‌ها در کـوره‌های مخصـوص حـرارت داده می‌شـوند تا آماده نوردکاری گردند دما در حدود °C ۱۲۵۰.

۲- در این قسمت ضخامت لوحه‌ها توسـط نوردکاری از ۲۲۰mm به ۳۰ mm کاهش یافته، طـول آن ها از ۱۱–۱۰ متـر به ۸۰ متر رسـیده و به صـورت کلاف جمـع می شوند.

۳- سـطح ورق‌هـا از اکسـیدهای تولید شده در حین نوردکاری گرم تمیز می‌شود.

۴- نوردهای گرم که از یک واحـد شـش نورد تشـکیل شـده اسـت، فولادهـای بـا ضخامـت ۱۸–۶ میلـی متر تولید می کنند. سـرعت خـط تولیـد به حـدود ۱۲۰ کیلومتر در ساعت می رسد. اگر بخواهیم ورق با ضخامت در حـدود ۲ میلی متر تولید شـود، طـول کلاف هـا بـه ۱۳۰۰–۸۰ متر می رسد.

۵- ورق هـا قبل از این که کلاف شـوند سـرد مـی‌شـوند دما در این قسـمت مـی‌بایسـت کمتر از °C ۶۰۰ باشد.

۶- در پایـان ورق به صـورت کلاف یا به طول‌های اسـتاندارد بریـده و بسـته بندی می‌شود.

شکل ۱–۲۸

برای تهیه ورق‌های با ضخامت کم‌تر از ۱/۵ میلی‌متر از غلتک کاری سرد استفاده می‌شود.

۱–۴–۶ نوردکاری سرد

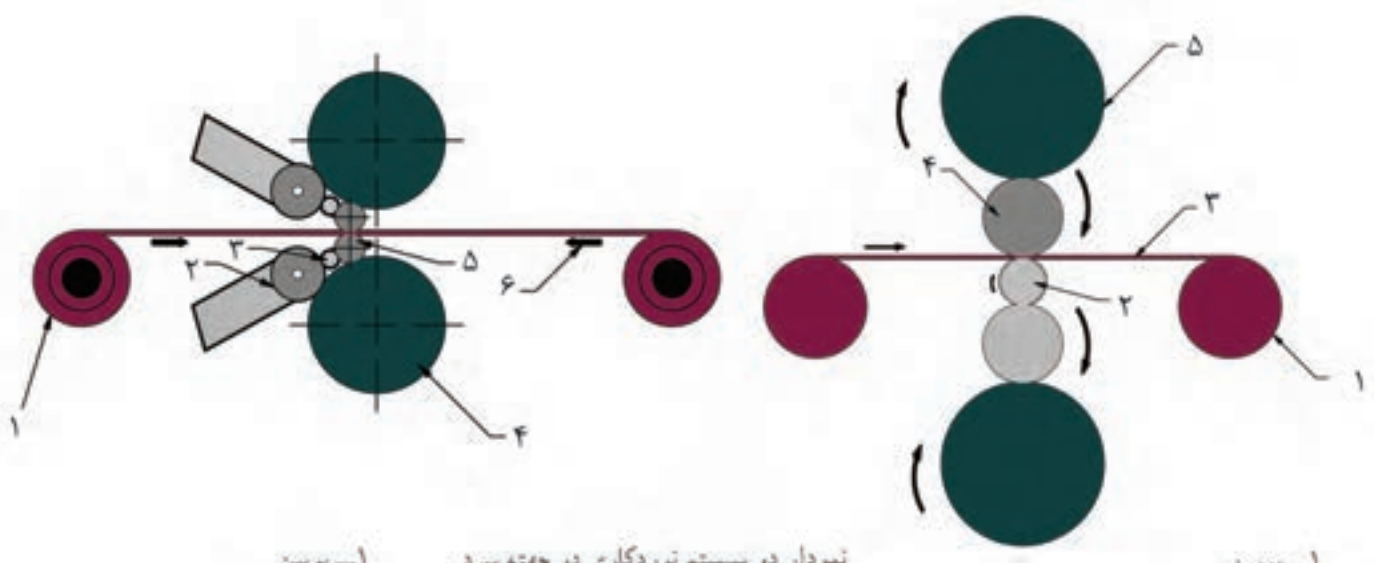
نوردهای سرد با نوردهای گرم تفاوت‌هایی دارد که یکی از آن‌ها آماده‌سازی قطعه قبـل از نوردکاری اسـت. به این منظور در نوردکاری سـرد ابتدا باید سـطح قطعه را آماده‌سازی نمود. مراحل آماده‌سازی به قرار زیر می‌باشد.

اکسـید زدایی: این عمل به وسیله اسید سولفوریک رقیق (۲۰تا۲۲درصد) در دمایی در حدود ۸۰ تا ۹۰ درجه سانتی گراد انجام می گیرد.

شستشو با آب جاری: برای بر طرف کردن بقایای اسید انجام می‌شود.

خشک کردن سطح: که با دمیدن هوا صورت می‌پذیرد.

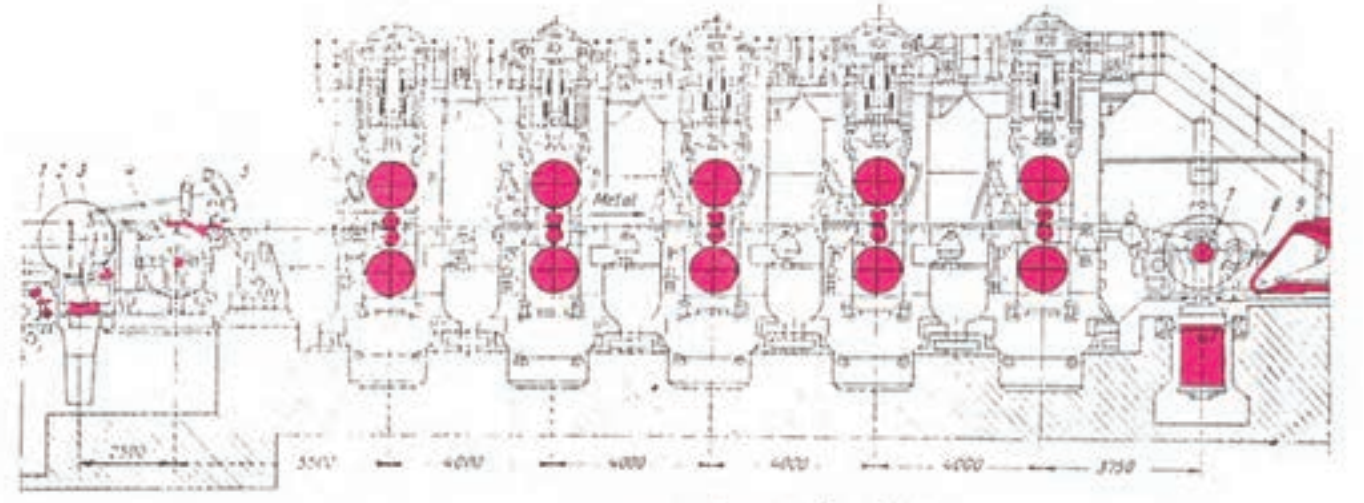
بازپخت قطعه: عمل بازسازی خواص قطعه در دمایی در حدود ۸۰۰ درجه سانتی گراد انجام می‌شود. بعد از آماده‌سازی سطح نوارهای ورق به طرف نوردهای متوالی هدایت می‌شـود ونـوردکاری با یکـی از دو روش زیر صورت می گیرد. نوردکاری توسـط غلتک‌های دوجهته: در این روش، نوار ورقی که از قرقره باز می‌شود به طرف دستگاه نورد هدایت شده وضمن عبور از زیر غلتک وکم‌تر شدن ضخامت آن در طرف دیگر پیچیده می‌شود. این عمل آن قدر ادامه می‌یابد تا ورق به ضخامت دل‌خواه برسد. (شکل ۱-۲۹)



شکل ۱-۲۹

نوردکاری یک جهته مداوم

تعداد غلتک‌های این دستگاه‌های نورد متفاوت است ونوار ورق به طور پیوسته از بین آن‌ها می گذرد وهنگام خروج به صورت رول پیچیده می‌شود وبه این ترتیب ضخامت مورد نظر بایک بار عبور از بین نوردهای مذکور حاصل می گردد. ورق‌ها هنگام عبور از بین هر ماشـین شستشـو و خنک می‌شوند. همچنین بین هر ردیف از ماشین‌ها نیروی کششی متناسب با ضخامت ورق (به حدی که باعث پاره‌گی آن‌ها نگردد) وجود دارد. این نیروی کششـی به طور یکنواخت وارد می‌شـود تا درنتیجه ضخامت ورق در تمام قسمت‌های آن‌ها یکسان باشد. به این منظور بین هر ردیف از ماشین‌های غلتک دستگاه کشش سـنج نصب شده است که به وسیله آن سرعت وکشش ماشین‌ها کنترل وتنظیم می گردد. (شکل ۱-۳۰)



شماتیک دستگاه نورد مداوم پنج نورده

۱ــ بوبینهای غلتک انتقال دهنده
۲ــ تنظیم کننده ارتفاع ورق
۳ــ ترمز
۴ــ باز کننده بوبین
۵ ــ مغناطیس باز کننده بوبین
۶ ــ استندکار (تغییر شکل)
۷ــ ...
۸ ــ ماشین برای تغییر محل رولهای سرد شده
۹ــ ماشین خارج کننده رول

شکل ۱-۳۰

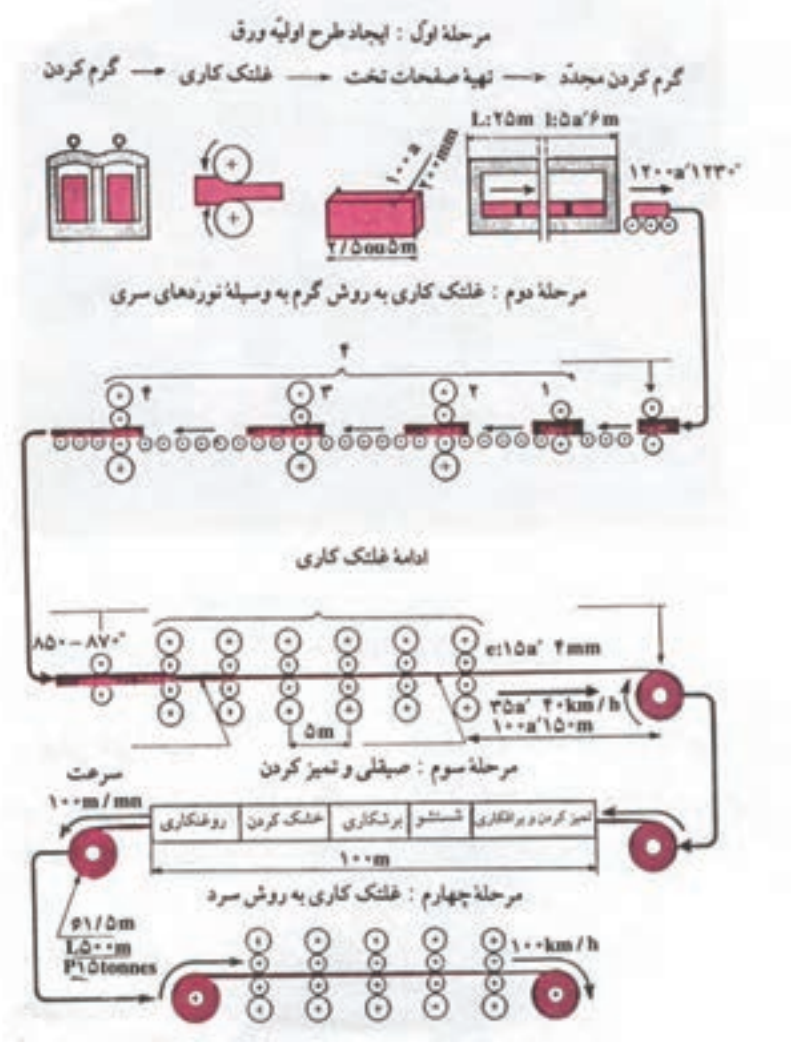
محاسن غلت کاری سرد: غلتک کاری ورق‌هادر حالت سرد محاسنی به شرح زیر دارد:

- تنظیم دقیق ابعاد نسبت به نوردکاری گرم
- تولید ورق‌ها با ابعاد کوچک‌تر نسبت به نوردگرم: به طوری که در این روش می‌توان ورق‌های به ضخامت کم‌تر از ۱/۵ میلی‌متر تولید کرد.

● تولیـد ورق‌های با سـختی مختلف: زیرا در این روش کار مکانیکی سـرد موجب تغییر شکل بلوری وخاصیت فیزیکی فولاد می‌شود وآن را سخت می کند.

● عملیات حرارتی (برای نرم کردن ورق) وتکمیلی: نرم کردن ورق‌ها به وسیله حرارت ممکن است برای نوارهای پیچیده شده یا قطعات ورق که به اندازه‌های استاندارد بریده شده‌اند اجرا شود.

عملیات حرارتی با اسـتفاده از کوره‌های مختلف انجام می‌شـود. پس از نر م کردن ورق آن‌را از یک شبکه تکمیل کننده که شامل قیچی کنار بر قیچی طول بر وماشین‌های صافکاری اسـت عبور می‌دهند. در شکل (۱-۳۱) مراحل انجام فرآیند عملیات حرارتی وتکمیلی تولید ورق‌های نازک نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۱

۱-۵ تولید ورق‌ها با پوشش فلزی

در صنعت علاوه بر ورق‌های آهنی وغیر آهنی در خیلی از موارد از ورق‌های پوشش داده شـده استفاده می‌شود. معمولاً عمل پوشـش دادن روی ورق‌های آهنی به منظور مقـاوم کردن آن‌ها در مقابل عوامل جوّی وخورنـده صورت می‌گیرد. برای حفاظت ورق‌های ذکر شـده موارد از فلـز روی یا قلع، که در مقابل خوردگی مقاوم هسـتند استفاده می‌شـود. متداول ترین روش‌های پوشش فلز شـامل غوطه‌ورسازی و الکترولیز می‌باشد.

در ایـن کتاب به طرز تهیه ورق‌های با پوشـش روی، قلـع وورق‌های رنگی که در مجتمع فولاد مبارکه تولید می‌شود خواهیم پرداخت.

شکل ۱-۳۲

روش تهیه ورق‌ها با پوشش روی

این ورق‌ها که در صنعت به نام ورق‌های گالوانیزه می‌شناسند. تولید ورق گالوانیزه به عنوان یکی از روش‌های مؤثر واقتصادی حفاظت از خوردگی ورق مطرح بوده ودر صنایع مختلف استفاده می‌گردد. به عنوان مثال صنایع ماشین‌سازی، خودروسازی، لوازم خانگی وسـاختمانی وصنایع فلزی به طور گسـترده از ورق گالوانیزه استفاده می‌نمایند (شکل ۱-۳۲). یکی از روش‌های تولید ورق گالوانیزه غوطه‌وری داغ می‌باشد.

تولید ورق گالوانیزه مجتمع فولاد مبارکهٔ اصفهان از این روش استفاده می‌شود. مزیت این روش گالوانیزه بر روش‌های دیگر مقرون به صرفه بودن امکان ایجاد ضخامت‌های بالای پوشش استحکام بالا وچسبندگی مناسب پوشش گالوانیزه به فولاد پایه می‌باشد.

کلاف‌های ورودی از خطوط نورد سرد در ابتدای خط گالوانیزه به یکدیگر جوش خورده وبه صورت یک نوار پیوسته شارژ خط می‌شود. در قسمت شستشوی سطح ورق توسط چربی‌زدائی با مواد قلیایی، برس‌زنی وشستشو با آب گرم تمیز شده وسپس با هوای داغ خشک می‌شود.

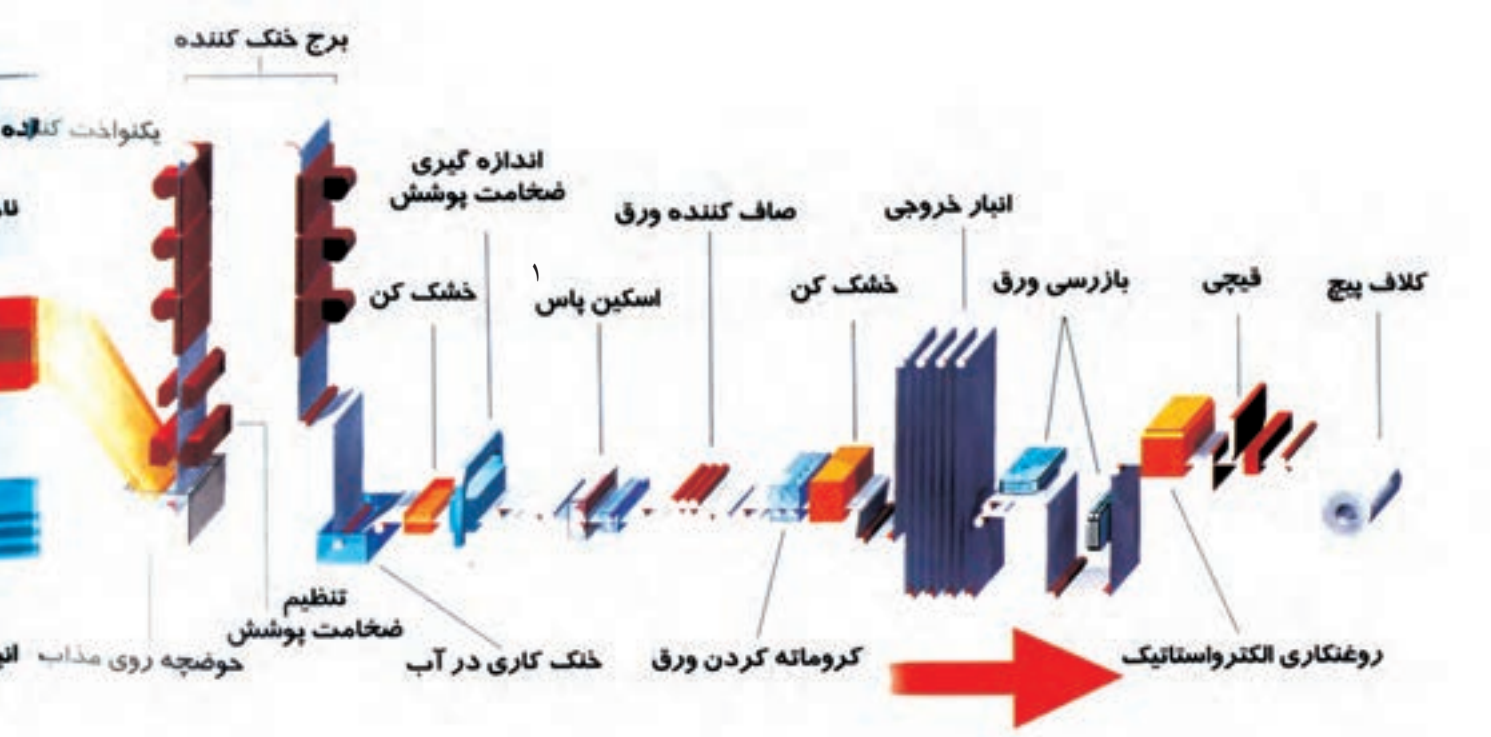
سـپس کلاف تمیز شده وارد کوره‌های آنیل با آتمسـفر محافظ می‌شود. ورق سه مرحلـه پیش‌گـرم، و پس از پیش گرم و پـس از گرم کردن و هم دمائی متناسـب با کاربرد محصول آنیل شـده وتوسط سیستم خنک کننده دمای آن برای ورود به حمام مـذاب روی تنظیم می‌گردد. با خروج از حمام مذاب روی توسـط جت هوا ضخامت

پوشش تنظیم می‌شود. با دمش هوا دمای ورق را تا حدودی کاهش داده وپس از پاشش آب ورق وارد مخزن آب سرد شده وبه دمای محیط می‌رسد. پس از این مرحله با دمش هوای گرم ورق کاملاً خشک می‌شود. شایان ذکر است ضخامت پوشش ورق توسط دستگاه ضخامت‌سنج کنترل شدهٔ صافی سطح وزبری دل‌خواه توسط نورد پوسته ای روی ورق اعمال می گردد. به منظور جلوگیری از شوره زدن ورق گالوانیزه حین نگهداری در انبار عملیات کروماته روی آن انجام می‌شود یعنی لایهٔ نازکی از محلول‌های حاوی کرم روی سطح ورق نشانده شده وخشک می گردد. پس از بازرسی ورق در صورت نیاز مشتری روغن محافظ توسط دستگاه روغن کاری الکترواستاتیک بر سطح ورق پاشیده می‌شود. برای تداوم عملیات پوشش بر روی سطح ورق در هر دو قسمت ورودی وخروجی خط برج ذخیره کننده ورق در نظر گرفته شده است. کلاف گالوانیزهٔ تولیدی پس از بسته‌بندی به بازار عرضه می گردد. شکل (۱-۳۳) مراحل خط تولید ورق‌های گالوانیزه را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

در جدول (۱-۲) مشخصات ورق‌های گالوانیزه تولیدی توسط شرکت فولاد مبارکهٔ اصفهان آورده شده است.

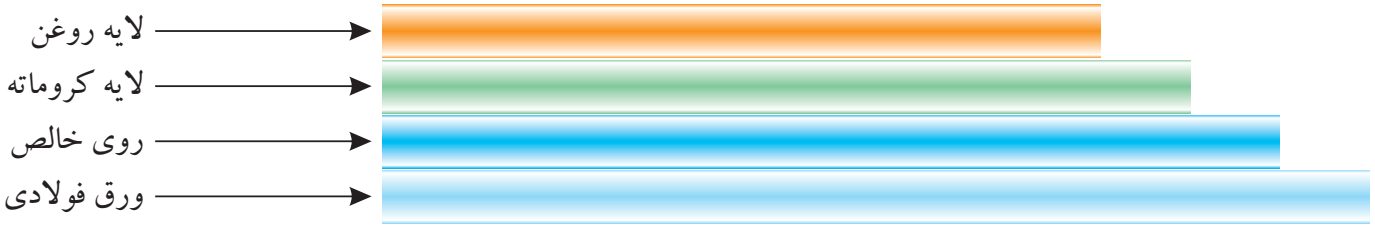
جدول ۱-۲

روش تولید	غوطه وری گرم به صورت مداوم
نوع ورق ورودی	کلاف سرد خام
ضخامت ورق	۰/۲۵ تا ۲ میلی‌متر
عرض ورق	۷۵۰ تا ۱۵۱۰ میلی‌متر
قطر داخلی کلاف خروجی	۵۰۸ یا ۶۱۰ میلی‌متر
قطر خارجی کلاف خروجی	۹۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر
وزن پوشش گالوانیزه	مجموع وزن پوشش برای هر ده متر سطح ۱۰۰تا ۳۵۰ گرم برمتر مربع
لایهٔ روغن	حداکثر ۲ گرم برمتر مربع
ظرفیت تولید	۲۰۰ هزار تن در سال
کیفیت ظاهری سطح	معمولی، بهبود یافته



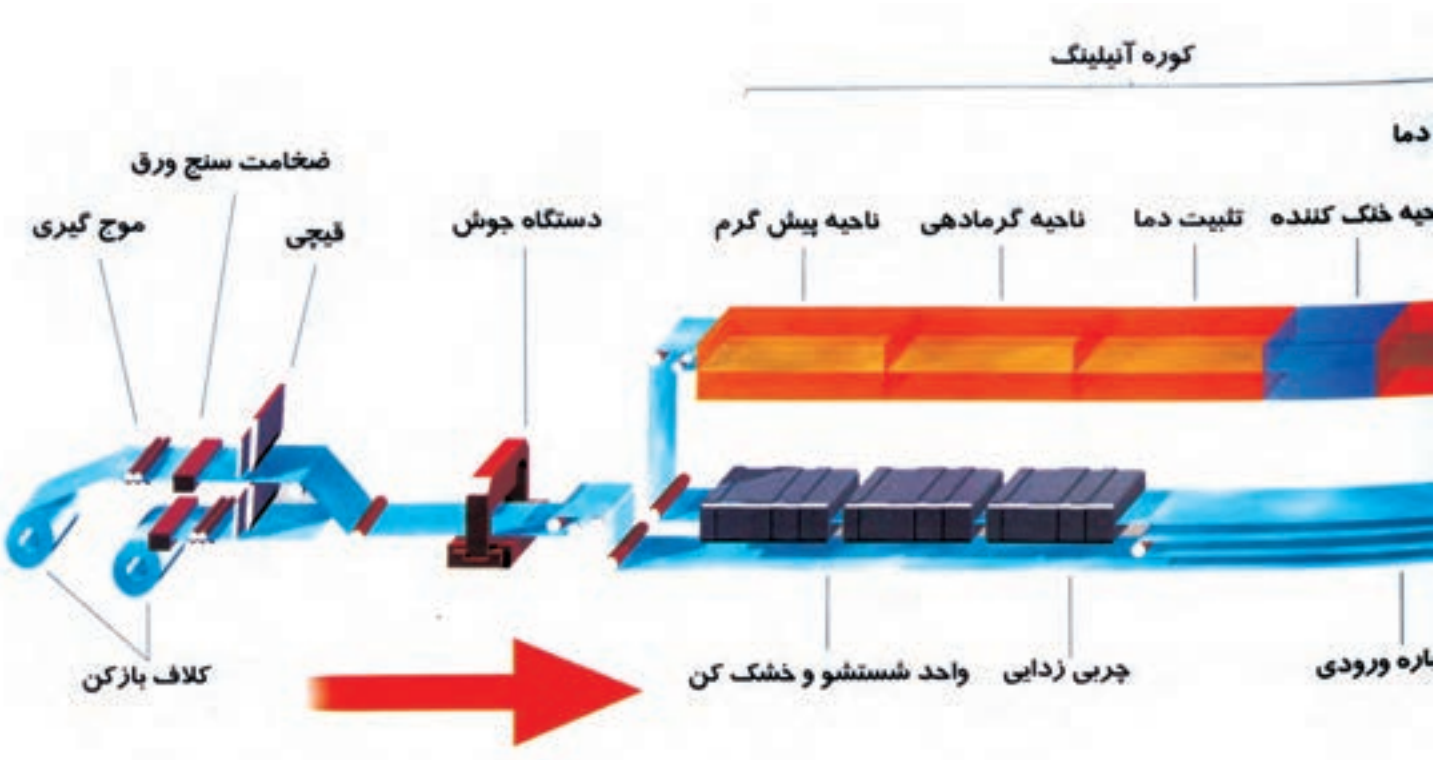
شکل ۱-۳۳ خط تولید ورق گالوانیزه

در شکل (۱-۳۴) لایه‌های تشکیل دهنده ورق گالوانیزه را به صورت شماتیک مشاهده می کنید.



شکل ۱-۳۴

۱- Skin Pass (اسکین پاس) : عملیات یا پاس تکمیلی است که در فرآیند تولید ورق هایی که قرار است روکش کاری شوند، به منظور افزایش کیفیت سطح انجام می شود.



کاربرد ورق‌های گالوانیزه

- سقف های فلزی، پانل‌ها وتابلوهای برق، سینی کابل
- قطعات لوازم خانگی مانند: یخچال، لباس‌شوئی، ماکروویو
- تجهیزات آشپزخانه مانند: کابینت
- مخازن ذخیره آب
- مجراهای هوا ودودکش
- ناودان‌ها ولوله‌ها
- سازه‌های گوناگون، سازه‌های فضایی وانبارها
- اجزای ماشین‌های کشاورزی
- قطعات خودرو واجزای داخلی آن

ورق‌های قلع‌اندود

ورق قلع‌اندود بعلت خاصیت مهم حفظ ونگهداری مواد غذائی وسـایر محصولات دارای کاربردهای زیادی است که با توجه به شرایط فرم‌پذیری عالی وعدم شکنندگی

آن در حمل ونقل غالباً در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی، شیمیایی، دارویی، رنگ‌ها وبا درصد کمی نیز در ساخت سایر مصنوعات از قبیل فیلتر روغن، گازوئیل، هوا وآب برای کامیون واتوبوس وماشین‌آلات سنگین اتومبیل سواری وصنایع اسباب‌بازی وباتری‌سازی وغیره به کار می‌رود.

کاربرد ورق‌های قلع‌اندود

- قوطی‌های روغن، مواد غذایی وغیر غذایی در اشکال مختلف
- قوطی‌های نوشابه به صورت دو تکه وسه تکه
- دبه، بشکه، سطل
- درب شیشه وبطری
- سینی‌های پخت
- صفحه‌های چاپ
- پانل‌های سقفی
- واشرها وفیلترها وسایر مصنوعات

بعضی از این محصولات را در شکل‌های (۱-۳۶) و (۱-۳۷) مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۳۶

شکل ۱-۳۷

۱-۵-۲ نحوه تولید ورق قلع‌اندود

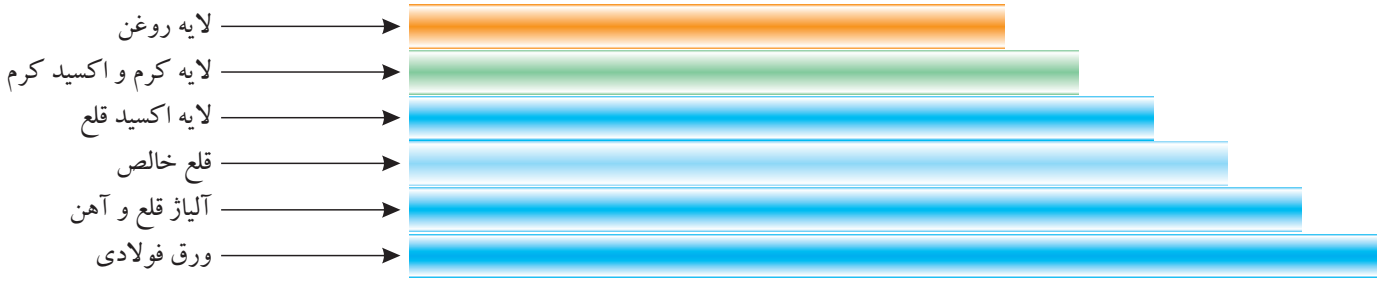
خط تولید ورق قلع‌اندود فولاد مبارکه اصفهان بر اساس روش الکترولیت اسیدی با محلول فرو استان طراحی گردیده که در این روش ورق پس از عبور از حوضچه‌های

شستشـوی الکترولیتی وشسـته شـدن با آب وعبور از حوضچه اسیدشوئی الکترولیتی ودو مرحله شستشـو با آب وارد حوضچه‌های محتوی محلول الکترولیت شده وطی ۵ مرحله در حالی که شـمش خالص قلع آند و ورق، کاتد را تشـکیل می‌دهد به روش الکترولیتی هر دو سـطح ورق قلع‌اندود می گردد. در این خط امکان پوشـش‌دهی قلع بـا ضخامت‌هـای متفاوت در دو سـطح ورق نیز وجـود دارد. پـس از انجام عملیات پوشـش‌دهی قلع ورق با عبور از کوره‌ای به نام کوره مافل تا گرمای بالای نقطه ذوب قلع (۲۳۲ درجه سیلیسـیوس) داغ می‌شود وسـپس در حوضچه‌ای سریعاً سرد می گردد که علاوه بر چسـبندگی قلع باعث درخشندگی سـطح ورق می گردد. ورق قلع‌اندود شـده سپس به منظور رسوب دادن لایه‌ای از کرم بر روی آن از یک حوضچه عملیات شـیمیائی عبور داده می‌شـود. این عمل برای جلوگیری از اکسیداسیون بیش‌تر وتغییر رنگ سـطح ورق در طول نگهداری در انبار انجام می گردد. ضمن این که چسـبندگی رنگ ولحیم‌کاری را افزایش می‌دهد.

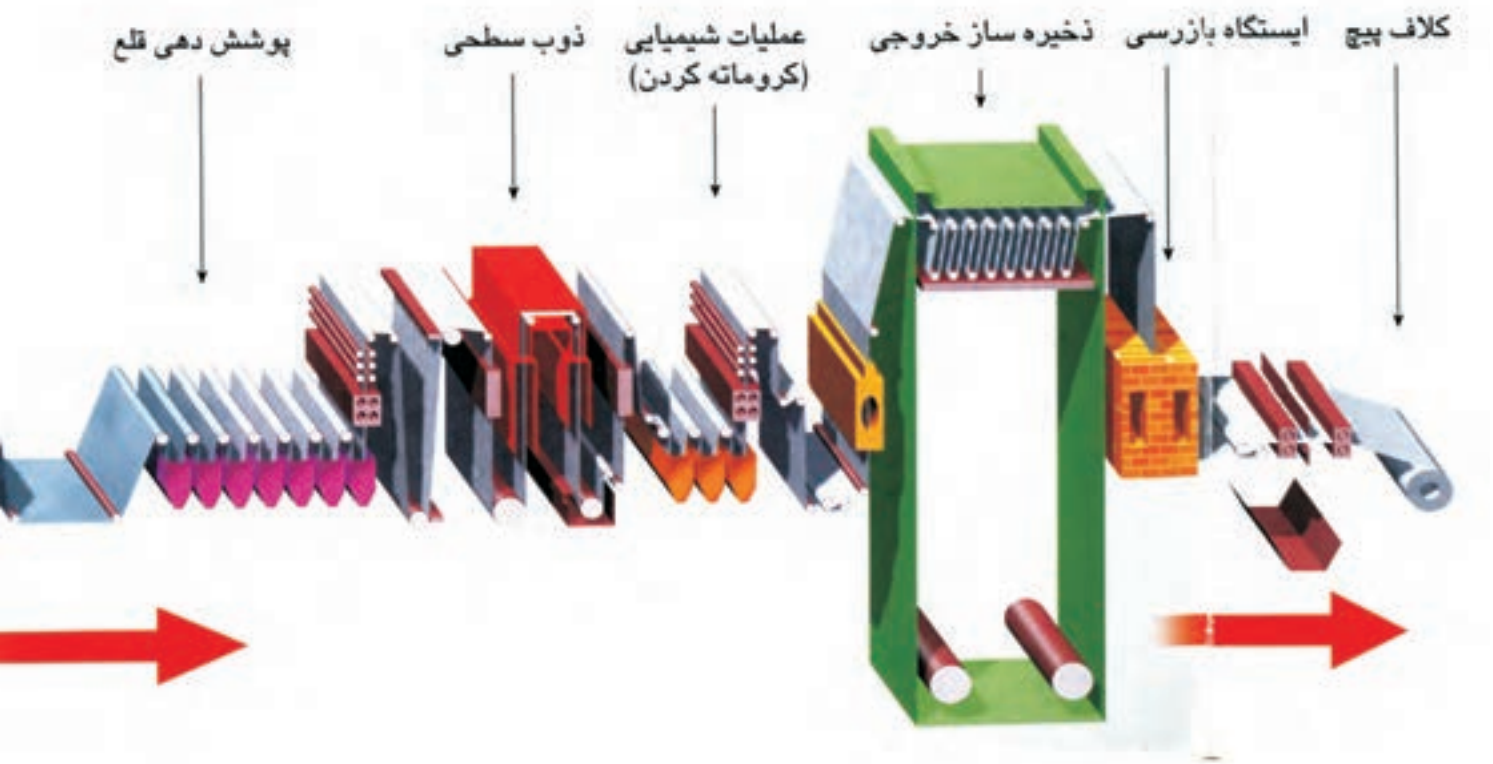
در پایـان این مرحله وپس از شستشـوی ورق با آب وخشـک شـدن با هوای گرم عمل روغن زنی به روش الکترواستاتیک به منظور محافظت ورق از آسیب‌های هنگام بسـته‌بندی وحمل ونقل در حد لایه بسـیار نازکی بر روی هر دو سـطح ورق صورت می گیـرد. برای تداوم عملیات قلع‌اندود در هر دو قسـمت ورودی وخروجی خط برج ذخیره کننده ورق در نظر گرفته شـده است. محصولات این خط به صورت کلاف یا ورق به بازار مصرف عرضه می گردد.

در شـکل (۱-۳۸) خط تولید پوشـش‌دهی قلع‌اندود را به صورت شـماتیک نشـان می‌دهد.

در شکل (۱-۳۹) لایه‌های مختلف ورق‌های قلع‌اندود را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۹

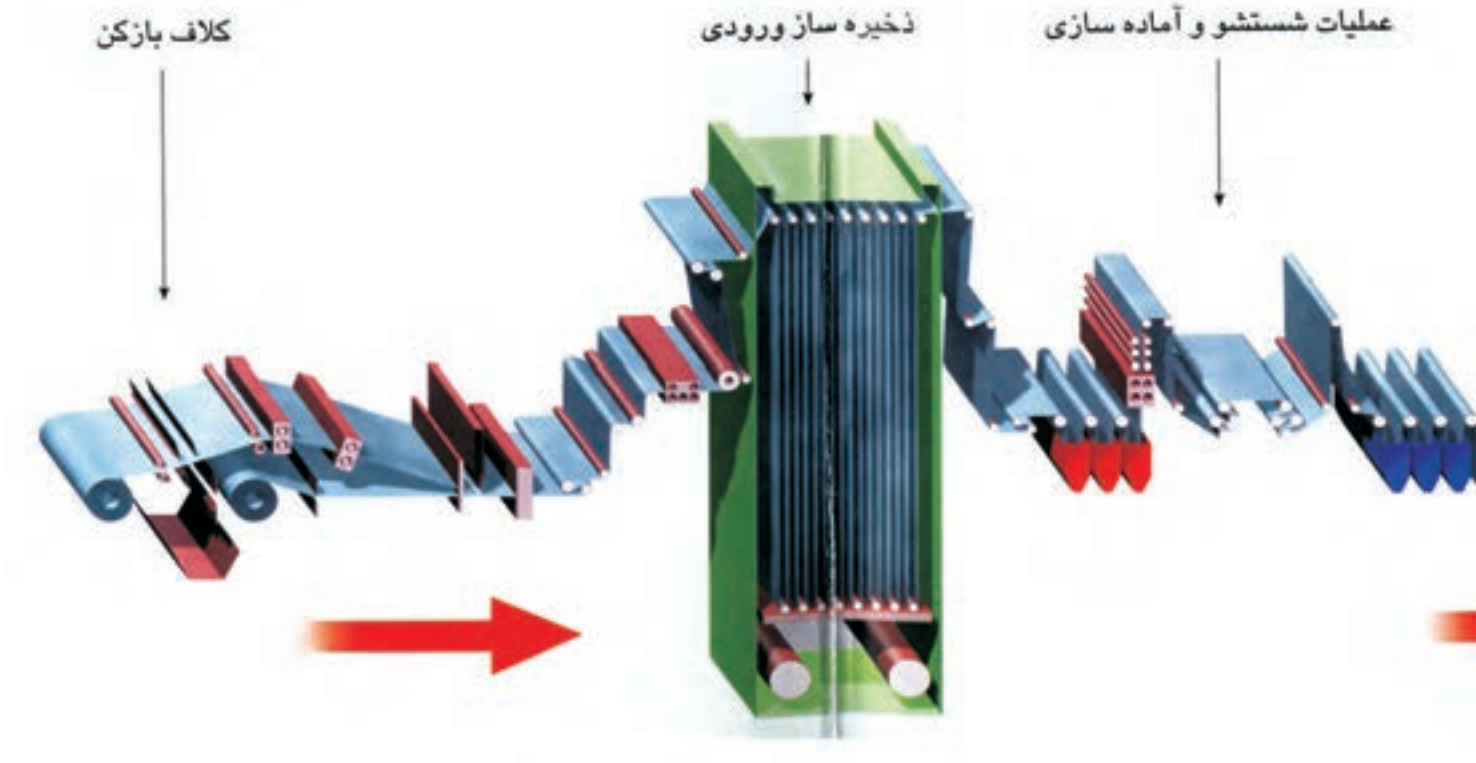


شکل ۱-۳۸ خط تولید ورق قلع‌اندود

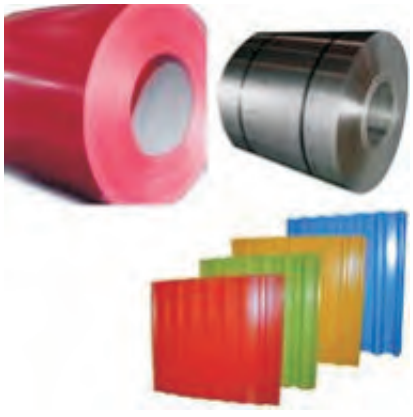
درجدول (۱-۳) مشـــخصات تولیدی ورق‌های قلع‌اندود شرکت فولاد مبارکه اصفهان را مشاهده می کنید.

جدول ۱-۳

ظرفیت تولید	۱۰۳۰۰۰ تن در سال
ضخامت ورق	۰/۱۸ تا ۰/۴ میلی‌متر
عرض ورق (کلاف)	۶۰۰ تا ۱۰۳۰ میلی‌متر
عرض ورق (بسته)	۶۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر
قطر داخلی کلاف	۴۲۰ میلی‌متر
قطر خارجی کلاف	حداکثر ۲۰۰۰ میلی‌متر
وزن کلاف	متناسب با عرض کلاف ۲ تا ۱۶ تن
وزن بسته ورق	۱ تا ۲ تن
وزن پوشش قلع (یک سطح ورق)	۲/۸ تا ۱۵/۲ گرم بر متر مربع
لایه روغن	۴ تا ۸ میلی گرم بر متر مربع
لایه خنثی	۱ تا ۸ میلی گرم بر متر مربع



شکل ۱-۴۰

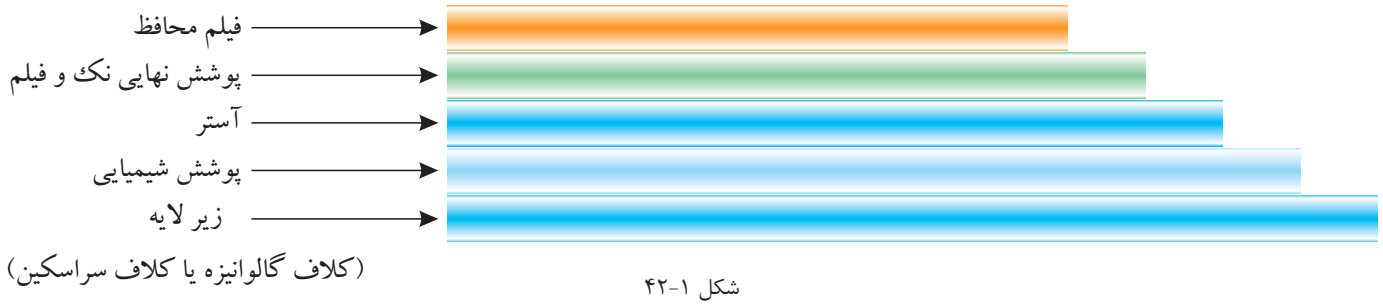


شکل ۱-۴۱

۱-۵-۳ ورق‌های رنگی

خـط تولید ورق رنگی مجتمع فولاد مبارکه اصفهـان در امتداد خط گالوانیزه واقع می‌باشد وبه صورت خط پوشش‌دهی غلتکی طراحی گردیده است. از مزایای این خط سرعت بالا مصرف رنگ کم وسازگاری با محیط زیست می‌باشد. در این روش کلاف گالوانیزه یا کلاف نورد سـرد اسکین شده به صورت پیوسـته وارد بخش آماده‌سازی ورق می‌شـود و طـی مراحل مختلف تولیـد به بازار عرضه می گردد.(شـکل ۴۰-۱ و ۴۱-۱)

در شکل (۱-۴۲) لایه‌های تشکیل دهنده ورق‌های رنگی را مشاهده می کنید.



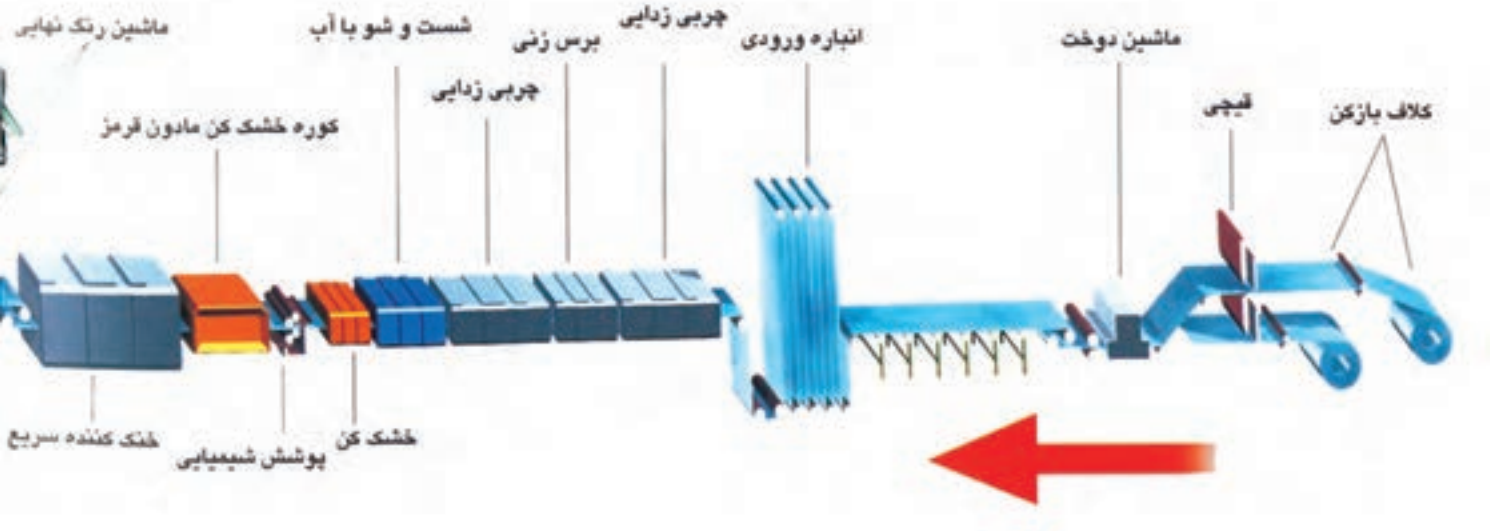
شکل ۱-۴۲

در شکل (۱-۴۳) مراحل خط تولید ورق‌های رنگی را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

کاربرد ورق‌های رنگی

عمده کاربرد ورق‌های رنگی در صنایع زیر می‌باشد.

صنایع ساختمانی، سقف وبدنه انبارها و کارگاه‌ها، سقف کاذب، نمای داخلی وخارجی ساختمان‌ها، لوازم خانگی، بدنه خارجی یخچال، آبگرمکن، اجاق گاز، ماشین لباسشوئی، صنایع فلزی، کابینت، تجهیزات اداری، پارتیشن، بدنه کامپیوتر، تابلوهای برق، سیستم‌های تهویه، صنعت حمل ونقل، ساخت کانتینر، سردخانه‌ها و کاروان‌های ثابت ومتحرک و...



شکل ۱-۴۳ خط تولید ورق رنگی

ارزشیابی فصل اول

۱- چند نمونه از کاربرد نیم ساخته‌های فلزی را در صنایع مختلف نام ببرید.

۲- تقسیم بندی ورق‌های فلزی را از نظر ضخامت بنویسید.

۳- طرز تهیه ورق‌های فلزی ضخیم، متوسط ونازک را بنویسید.

۴- در اثر عمل نورد کاری چه تغییری در ساختار فلز بوجود می‌آید.

۵- طرز تهیه ورق‌های گالوانیزه را شرح دهید.

۶- برخی از کاربردهای ورق‌های گالوانیزه را بنویسید.

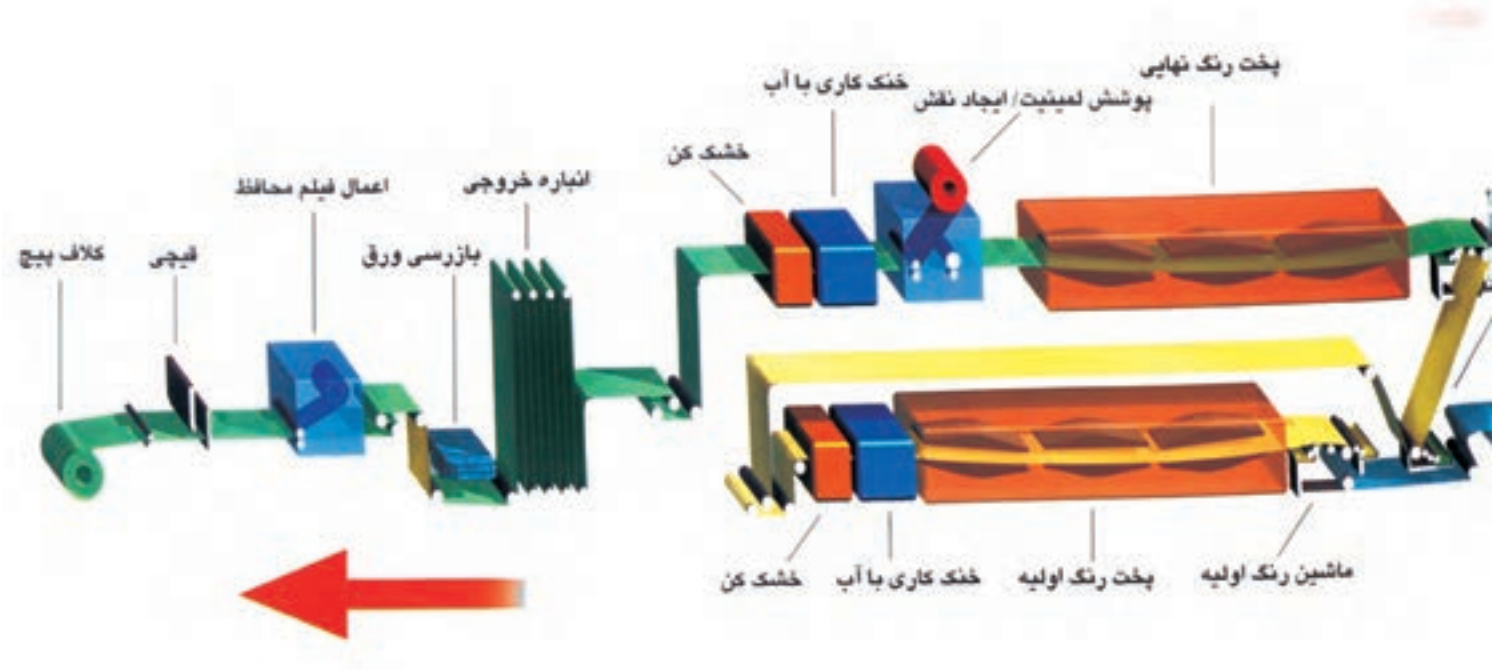
۷- طرز تهیه ورق‌های قلع اندود را شرح دهید.

۸- برخی از کاربردهای ورق‌های قلع اندود را نام ببرید.

۹- طرز تهیه ورق‌های رنگی راشرح دهید.

۱۰- برخی از کاربردهای ورق‌های رنگی رانام ببرید.

۱۱- لایه‌های مختلف تشگیل دهنده ورق‌های رنگی را با رسم شکل توضیح دهید.



۱۲- کدام گزینه جز تقسیم بندی استاندار DIN در خصوص ضخامت ورق های فلزی نمی باشد؟

الف- وررق های نازک　　ب- ورق های متوسط

ج- ورق های ضخیم　　د- ورق های خیلی ضخیم

۱۳- هدف از عمل نرمالیزه کردن در تولید ورق های فولادی کدام گزینه می باشد؟

الف- پیرسختی　　ب- سخت کردن

ج- برگشت دادن از سختی　　د- آماده سازی جهت تغییر شکل

۱۴- در نوردکاری گرم، خنک کاری غلتک ها توسط کدام یک از موارد زیر انجام می شود؟

الف- آب صابون　　ب- روغن

ج- هوای فشرده　　د- پاشیدن آب

۱۵- اثر بیش از حد نیروی کشش در عمل نوردکاری کدام است؟

الف - پاره گی فلز　　ب- سرعت عمل نوردکاری

ج- سختی بیش از حد　　د- تغییر شکل بیش از حد لازم

فصل دوم

برشکاری در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- روش‌های برشکاری را طبقه‌بندی کند.

۲- قلم‌کاری را تعریف کرده وانواع قلم را نام ببرد

۳- اصول قیچیکاری را بیان کند.

۴- انواع قیچی‌ها را را طبقه‌بندی کند.

۵- کاربرد قیچی‌های نیبلر رابیان کند.

۶- کاربرد قیچی‌های گیوتین را بیان کند.

۲

۲- برشکاری

در صنعت یکی از اساسی‌ترین عملیات تولید برشکاری می‌باشد. با آگاهی از اصول برشـکاری واسـتفاده از روش‌های مختلف آن می‌توان در فرآیند تولید قطعات را در ابعاد گوناگون برشکاری نموده ومورد استفاده قرار داد. جدا کردن قطعات از یکدیگر را برش کاری گویند.

۲-۱ روش‌های برشکاری

روش‌های برشکاری به دو گروه عمده تقسیم می‌شود:

الف) برشکاری حرارتی:

برشکاری حرارتی را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

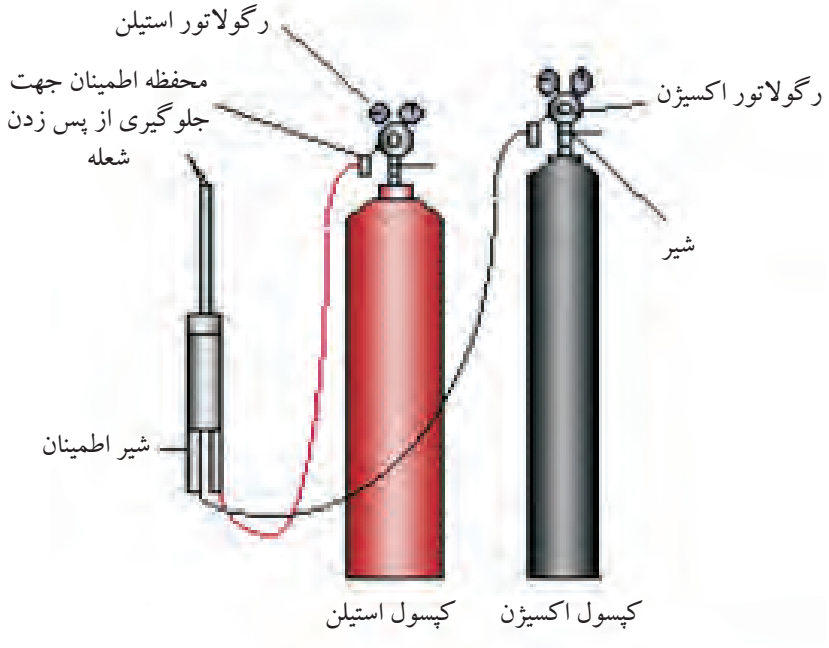
۱ـ برشکاری با گاز (شعله)

۲ـ برشکاری با قوس الکتریکی

۳ـ برشکاری با اشعه

۱ـ برشـکاری با گاز (شـعله گاز): در این فرآیند برشـکاری از اختلاط دو نوع گاز اسـتفاده می‌شـود تا ازدمای حاصل از سـوختن آن‌ها قطعات را ذوب و اقدام به عمل برشـکاری نمود. فرآیند شامل یک گاز سـوختنی مانند اسیتلن، هیدروژن ویا پروپان واختلاط آن با اکسـیژن دمایی حاصل می‌شـود که ورق‌های فولادی را به راحتی وبا کیفیت عالی برش می‌دهد. با توجه به ترکیب نوع گاز سـوختنی با اکسـیژن (اکسـی) نام فرآیند مشـخص می‌گردد. متداول‌ترین روش برشکاری گاز ترکیب گاز اکسیژن با گاز اسـتیلن می‌باشد که برشـکاری اُکسی استیلن نامیده می‌شـود. دمای حاصل از

سوختن این دو گاز به حدود ۳۲۰۰ درجه سانتی گراد می‌رسد. از این فرآیند برای برشکاری ورقه‌های فولادی استفاده می‌شود. با افزایش درصد کربن در فولادها کیفیت برشکاری کاهش می‌یابد. تجهیزات این فرآیند شامل کپسول‌های اکسیژن واسیتلن، مشعل برشکاری، ریگلاتورهای اکسیژن واسیتلن، وشیلنگ‌های اکسیژن واسیتلن می‌باشد. این فرآیند به صورت دستی، ویا ماشینی به کاربرده می‌شود. در درس تکنولوژی جوش گاز با این فرآیند بیش‌تر آشنا خواهید شد. در شکل‌های (۲-۱) تا (۲-۳) تجهیزات و انواع برشکاری گاز را مشاهده می کنید.

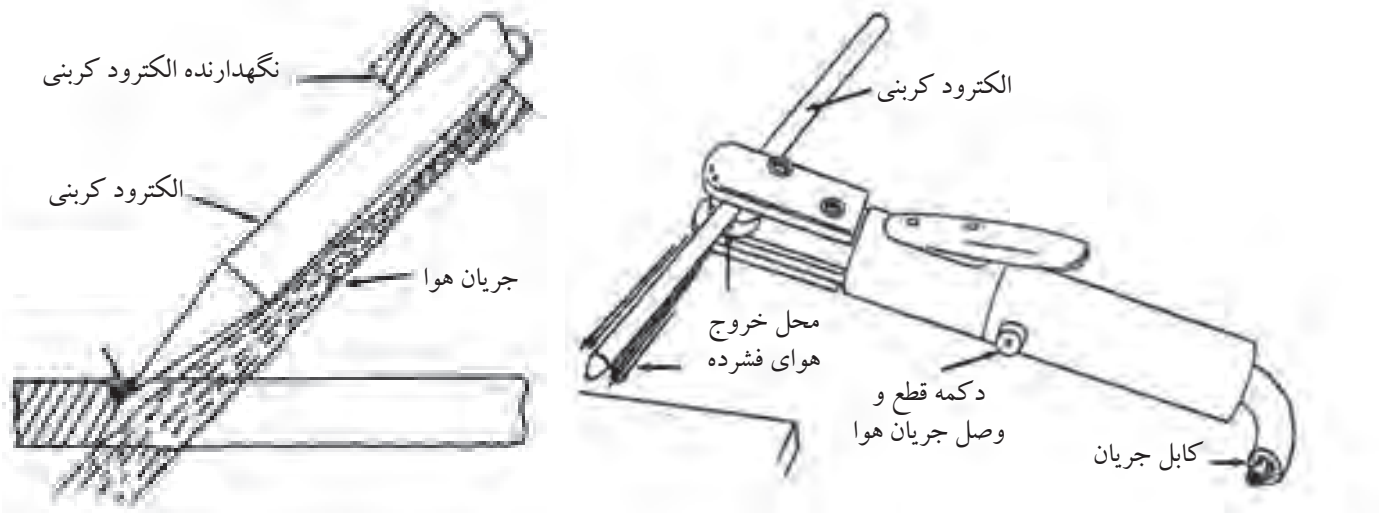


شکل ۲-۱ تجهیزات برش اُکسی استیلن دستی

شکل ۲-۲ برشکاری دستی

شکل ۲-۳ برشکاری ماشینی

۲ـ برشـکاری با قوس الکتریکی: در فرآیندهای برشـکاری به وسیله قوس الکتریکی ازخاصیـت جریان الکتریکی اسـتفاده کـرده وبا اسـتفاده از انـرژی گرمائی حاصله می‌تـوان ورقه‌های فلزی مختلف را برشـکاری نمود. روش‌های متداول برشـکاری با قوس الکتریکی شـامل برشکاری با الکترود دسـتی، برشکاری به وسیله قوس پلاسما وگوجینگ را نام برد از فرآیند گوجینگ برای تعمیرات در قطعات جوشـکاری شده استفاده شده وعیوب به وجود آمده در حین فرآیند تولید را با ایجاد شیار در قطعه رفع می‌نمایند. (شکل ۲-۴)



شکل ۲-۴ فرآیند گوجینگ

شکل ۲-۵ برشکاری با الکترود دستی

برشـکاری با الکتـرود روپـوش‌دار: در ایـن روش برشـکاری از الکترودهای روپوش‌دار برای برش قطعات اسـتفاده می‌شـود. شـکل ظاهری این الکترودها همانند الکترودهای جوشکاری می‌باشد. ولی در روپوش آن‌ها از موادی که اصطلاحاً مواد پر فشـار می‌گویند اسـتفاده می‌شـود که می‌تواند در آمپرهای پایین عمل برشـکاری را انجام دهد. (شکل ۲-۵)

برشـــکاری به وسیله قوس پلاسما: این روش برشکاری قوسی امروزه کاربرد وسیعی در صنایع پیدا نموده اســـت ودر آن از یونیزه کردن وشکستن مولکول‌های گاز استفاده نمـــوده واز دمای حاصله می‌توان قطعات با جنس‌های مختلف را برشـــکاری نمود. از گازهای آرگون، هیدروژن، نیتروژن، اکســـیژن ویا ترکیـــب آن‌ها با یکدیگر به عنوان گاز پلاسما استفاده می‌شود. (شکل ۲-۶)

شکل ۲-۶ برش‌های با قوس پلاسما

برشـــکاری با اشعه: متداول‌ترین روش برشکاری با اشعه برشکاری لیزر می‌باشد. در این روش از تمرکز بالای انرژی در یک نقطعه استفاده کرده ومی‌توان با دقت وسرعت بالا قطعات را برشکاری نمود. (شکل ۲-۷)

شکل ۲-۷

در جدول (۲-۱) مورد استفاده وکاربرد روش‌های مختلف برشکاری حرارتی برای مقایسه با یکدیگر برای جنس‌های متفاوت فلزی آورده شده است.

جدول ۲-۱

مواد	برشکاری با گاز	برشکاری پلاسما	برشکاری لیزر
فولاد کم کربن وکم آلیاژ	۵۰۰ میلی‌متر	تا ۱۵۰۰ میلی‌متر	تا ۱۵ میلی‌متر
فولاد زنگ نزن	قابل برشکاری نیست	تا ۱۲۵ میلی‌متر	۱۵ میلی‌متر
آلومینیوم	قابل برشکاری نیست	تا ۱۰۰ میلی‌متر	تا ۶ میلی‌متر
مس	قابل برشکاری نیست	تا ۲۰ میلی‌متر	قابل برشکاری نیست
مواد غیر فلزی	قابل برشکاری نیست	قابل برشکاری نیست	تا ۳۰ میلی‌متر

۲-۱-۲ برشکاری مکانیکی:

برشکاری مکانیکی شامل دو گروه اصلی می‌باشد:

۱ـ برشکاری به روش براده‌بردای شامل انواع اره‌ها، قلم‌کاری و ماشین‌کاری می‌باشد.

۲ـ برشکاری به روش بدون براده‌برداری، این روش شامل انواع قیچی‌ها، گیوتین‌ها و پرس‌ها می‌باشد.

۱) برشکاری با روش براده‌برداری:

الف. برشکاری با انواع اره‌ها: از انواع اره‌ها برای برش قطعات در صنایع مختلف استفاده می‌شود. در صنایع فلزی متداول‌ترین اره‌های مورد استفاده شامل اره دستی، اره لنگ، اره آتشی، اره دیسکی، اره صابونی، اره نواری در شکل‌های (۲-۸) تا (۲-۱۴) انواع مختلف اره‌ها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲-۸ برش با اره

شکل ۲-۹ اره دستی

شکل ۲-۱۰ اره لنگ

شکل ۲-۱۱ اره نواری

شکل ۲-۱۲ اره آب‌صابونی

شکل ۲-۱۳ اره دیسکی

شکل ۲-۱۴ اره آتشی

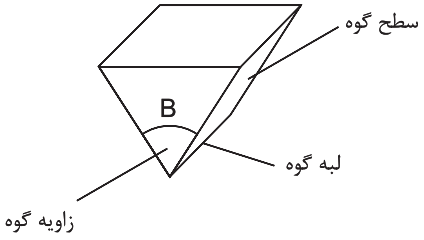
ب- ماشینکاری

به وسیله ماشینکاری در صنعت می‌توان عمل برشکاری روی قطعات را انجام داد از ماشین‌های افزار مانند دستگاه تراش، فرز، ویا صفحه تراش برای برشکاری استفاده می‌شود. (شکل ۲-۱۵)

شکل ۲-۱۵ برش به وسیله‌ی ماشینکاری

ج- قلم کاری

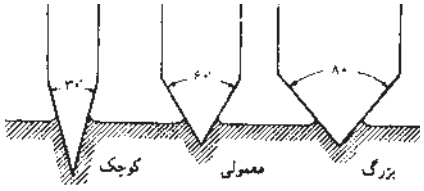
در صنعت برای ایجاد تغیر فرم در قطعات جهت براده‌برداری از وسایلی به نام قلم استفاده می‌شود. این وسیله به منظور قطع کردن ویا ایجاد تغیر فرم در قطعات استفاده می‌گردد. لبه این‌گونه وسایل را برای صرفه‌جویی در نیرو وسهولت عمل بشکل گوه می‌سازند. گوه یکی از ابتدائی‌ترین ابزارهایی است که بشر اختراع نموده است، گوه از دو سطح شیب‌دار متصل به هم تشکیل شده است. (شکل ۲-۱۶)



شکل ۲-۱۶

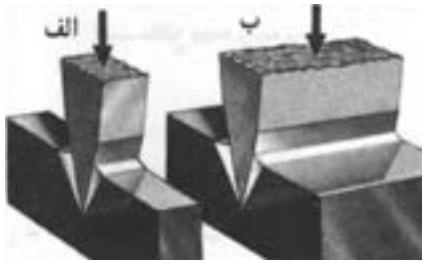
زاویه بین دو سطح گوه را زاویه گوه ومحل تلاقی آن‌ها را سطح برنده گویند.

– سؤال : اگر دو گوه یکی با زاویه کوچک ودیگری با زاویه بزرگ‌تر را انتخاب کرده وبخواهیم با نیروی معینی آن‌ها را در یک قطعه چوب وارد نمائیم فکر می‌کنید کدام یک راحت تر انجام می‌شود؟ (شکل ۲-۱۷)



شکل ۲-۱۷ شکل نفوذ گوه در چوب

در صورتی که بخواهیم همین عمل را برای بریدن یک قطعه فولادی انجام دهیم به نیروی بیش‌تری نیاز خواهیم داشت وهمچنین گوه با زاویه کوچک‌تر توان تحمل نیروی خارجی زیاد را نداشته و امکان دارد که لبه برنده آن کج شده یا بشکند برای جلوگیری از این عمل گوه با زاویه بزرگ‌تر می‌تواند مناسب بوده و نیروی لازم جهت بریدن قطعه فولادی را به خوبی تحمل نماید. لذا برای بریدن وبراده‌برداری باید زاویه گوه را طوری انتخاب نمود که علاوه برتحمل نیروی برش از نظر صرفه‌جویی در مقدار نیرو وسهولت عمل نیز مناسب باشد. (شکل ۲-۱۸)



شکل ۲-۱۸ شکل نفوذ گوه در فولاد

بدیهی است که جنس گوه بایستی همیشه سخت تر از جنس کار باشد. شکل (۲-۱۹) مورد استفاده گوه را در بعضی از ابزارهای براده‌برداری نشان می‌دهد.

شکل ۲-۱۹ بعضی وسایل برنده که در آن‌ها گوه به کار رفته است
(مته، اره، قلم، قیچی و...)

زوایـــای براده‌برداری، علاوه بر زاویه گوه زوایای دیگـــری نیز در براده برداری نقش دارند این زوایا را در شکل (۲-۲۰) مشاهده می‌نمائید.

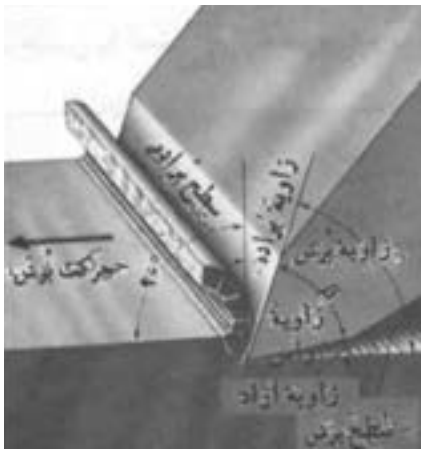
زاویه گوه، β (بتا)، زاویه بین دو سطح شیب‌دار را زاویه گوه گویند.

زاویه براده، γ (گاما)، زاویه بین ســطح براده (ســطحی که بــراده روی آن حرکت می‌کند) وصفحه عمود بر سطح کار را زاویه براده نامند.

زاویه آزاد، α (آلفا)، زاویه بین ســطح آزاد گوه وســطح براده‌برداری شــده را زاویه آزاد گویند در شکل (۲-۲۰) این زوایا را مشاهده می‌کنید.

زاویه برش δ (دلتا)، مجموع زوایای آزاد وگوه را زاویه برش گویند.

$$\delta = \beta + \alpha$$

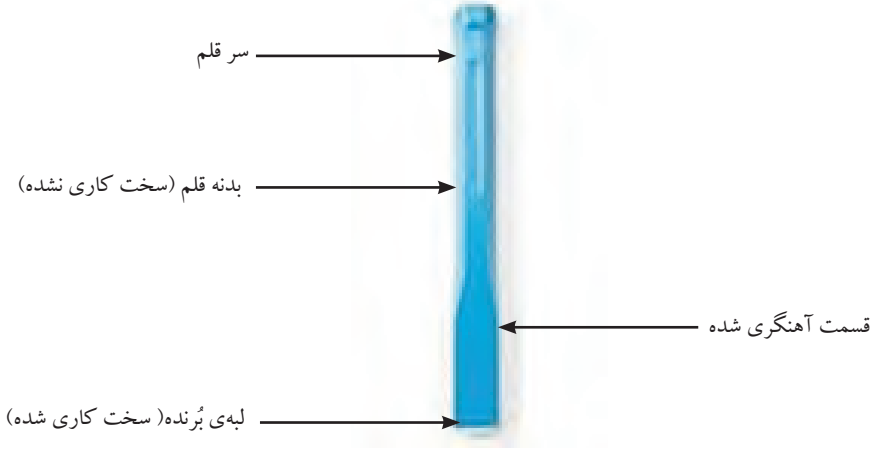


$$\gamma + \beta + \alpha = ۹۰$$

شکل ۲-۲۰

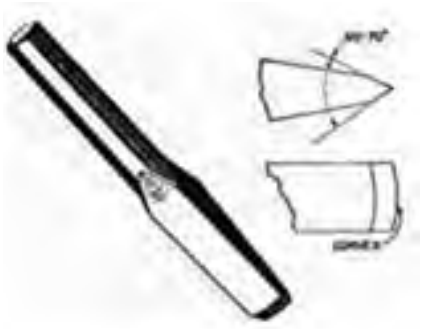
این زاویه در اکـثر وسایل براده‌برداری کوچک‌تر از ۹۰ درجه بوده ولی در شابر زدن همیشه بزرگ‌تر از ۹۰ درجه می‌باشد.

با وسیله قلم‌کاری می‌توان کارهایی مثل بریدن (قطع کردن)، پراندن سر میخ پرچ‌ها، براده‌برداری از ســطح کار یا ایجاد شــیار و تمیز کاری درزهای جوشــکاری وقطعات ریخته‌گری شــده انجام داد.ابزاری که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد قلم نام داشــته و نیروی لازم برای قلم‌کاری دستی را معمولاً به وسیله ضربات چکش تأمین می‌کنند. قلم از سه قسمت اصلی لبه برنده – بدنه وسرتشکیل شده است. (شکل ۲-۲۱)



شکل ۲-۲۱

شکل ۲-۲۲



شکل ۲-۲۳

جنس قلم‌هارا بر حسب نوع کار از فولادهای ابزار ساخته وبرای استحکام لبه آن‌ها را که به شکل گوه می‌باشد آبداده وسپس تیز می‌کنند. برای جلوگیری از شکنندگی وتحمل بهتر ضربات چکش بدنه قلم را سخت کاری نکرده تا نرم باقی بمانند. برای قلم‌کاری روی قطعات سخت از قلم‌هائی از جنس فولادهای آلیاژی استفاده می‌کنند.

عمل برش در قلم‌کاری به کمک نفوذ گوه بدین ترتیب انجام می‌شود که در اثر فرو بردن آن در قطعه ابتدا دو سطح تماس آن تحت تأثیر نیروی جدایشی که در اثر ضربات چکش به وجود می‌آید مواد قطعه کار را در دو طرف به هم فشرده واز یکدیگر دور می‌کند این عمل تا جائی ادامه پیدا می‌کند که سطح باقی مانده تحمل نیروی جدایش را نداشته وشکست حاصل می‌گردد. (شکل ۲-۲۲)

زاویه گوه در قلم‌ها بر حسب مورد استفاده وجنس کار انتخاب می‌گردد. (شکل ۲-۲۳)

در جدول (۲-۲) مقدار زاویه گوه برای برخی مواد آورده شده است.

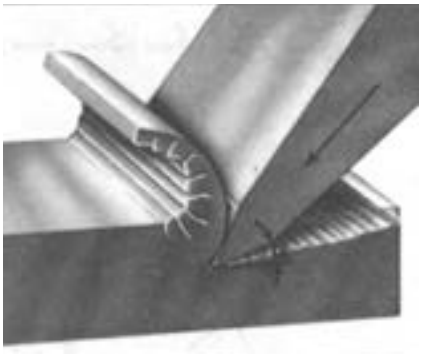
جدول ۲-۲ مقدار زاویه‌ی گوه در قلم‌کاری بر حسب درجه

جنس کار	زاویه گوه β	نوع قلم	زاویه گوه β
قطعات سخت مانند چدن، فولاد، ابزارسازی	۶۰تا۷۰	قلم آهنگری سرد بر	۶۰ تا ۷۰
قطعات با سختی متوسط مانند برنز، برنج، فولاد ساختمانی	۵۰تا۷۰	قلم تخت، قلم ناخنی، قلم شیار	۴۰ تا ۷۰
قطعات نرم مانند روی، مس،آلومینیوم	۲۰تا۴۰	قلم آهنگری گرم بر	۲۰تا۵۰

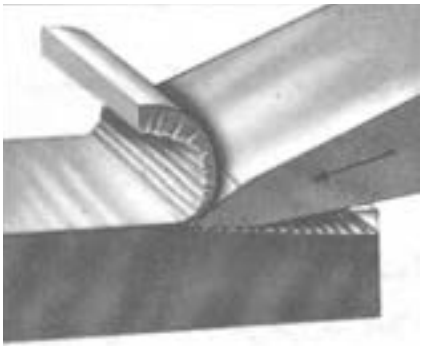
در عمل قلم‌کاری، زاویه قلم را برحسب نوع کار انتخاب می کنند. اگر قلم را به صورت عمود بر روی کار قرار دهیم باعث قطع شدن قطعه کار ودر صورتی‌که مایل نگه داشته شود از روی سطح براده‌برداری خواهد نمود. (شکل ۲-۲۴)

شکل ۲-۲۴
شکل براده‌برداری و قطع جسم توسط قلم

در براده‌برداری به وسیله قلم زاویه نگهداشتن قلم بسیار مهم بوده ونقش اساسی دارد درصورت بزرگ بودن این زاویه باعث کوچک شدن زاویه براده شده ودر نتیجه قلم در حین کار به سمت پائین هدایت شده ودر کار فرو می‌رود. (شکل ۲-۲۵) ودر صورت کوچک بودن آن باعث کم شدن ضخامت براده ودر نتیجه بیرون آمدن لبه برنده از کار خواهد شد. (۲-۲۶)



شکل ۲-۲۵



شکل ۲-۲۶

انواع قلم (شکل ۲-۲۷)

شکل ۲-۲۷

قلم‌های دستی برحسب مورد استفاده به فرمهای مختلفی ساخته می‌شوند نمونه‌هایی از آن‌ها در جدول زیر آورده شده است. علاوه بر قلم‌های دستی قلم‌های ما شینی نیز وجود دارد که برای قلم‌کاری آن‌ها را به چکش‌های ماشینی می بندند.

نکاتی که در قلم‌کاری می‌بایست مورد توجه قرار گیرد:

۱. قبل از شروع به کار وسیله مناسبی برای بستن قطعه کار انتخاب نمائید.

۲. برای هر کاری از قلم مناسب استفاده نمائید.

۳. قبل از شروع به کار از مناسب بودن زاویه قلم اطمینان حاصل کنید.

۴. در هنگام قطع کردن قطعات به وسیله قلم دراواخر کار برای جلوگیری از پرتاب قطعات جدا شده ضربات چکش را آهسته تر وارد نمائید.

۵. در هنگام کار به طور حتم از عینک محافظ استفاده نمائید.

۶. پلیسه سر قلم را به موقع بر طرف کنید.

۷. در کارگاه هایی که در آن‌ها ایجاد جرقه باعث انفجار می‌شود از قلم‌هائی که در اثر ضربه تولید جرقه نمی‌کنند استفاده نمائید این نوع قلم‌ها معمولاً از آلیاژهای برنز بریلیم ساخته می‌شود.

جدول ۲-۳

نوع قلم دستی	کاربرد
قلم تخت	براده‌برداری از سطوح، قطع کردن، تمیز کردن قطعات ریخته‌گری وزنگ‌زده ومحل‌های جوشکاری
قلم ناخنی	در آوردن شیارهای باریک در قطعات
قلم شیار	در آوردن شیار داخل سطوح منحنی وشیارهای روغن یاتاقان‌ها
قلم میان بر	قطع کردن فاصله بین سوراخ‌ها
قلم لب پران	قطع کردن لبه‌های اضافی وپراندن سر میخ پرچ‌ها

۲) برشکاری بدون براده‌برداری:

شکل ۲-۲۸

در این روش برشکاری از انواع قیچی‌ها، گیوتین‌ها ویا پرس‌ها استفاده می‌شود. در برش ورق‌های فلزی از سه روش صاف ومستقیم، گِرد بُری و مرکب استفاده می‌شود. هر یک از این روش‌ها را می‌توان برای بریدن یک یا تعدادی قطعه یکسان ومشابه به کار برد. برش‌های صاف ومستقم را با استفاده از قیچی‌های اهرمی، قیچی‌های دارای تیغه مورب، قیچی‌های با تیغه مدور گردان ونیز قلم سنبه‌زنی وحدیده‌کاری انجام می‌دهند. با این روش می‌توان ورق فلز را در امتداد مستقیم وبه شکل‌های چهار گوش مربع، مستطیل، متوازی الاضلاع، برش داد. در شکل (۲-۲۸) یک نمونه از قیچی‌های گیوتینی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲-۲۹

برش‌های منحنی بطور اصولی گردبری ها به وسیله قیچی‌های با تیغه گردان وانواع ارتعاشی انجام می‌پذیرد اشکالی مانند صفحات بیضی شکل و گرد.

روش مرکب برای برش وتهیه قطعاتی از ورق که دارای ضلعهای مستقیم ومنحنی با هم باشند به کار می‌رود در این روش بهترین وبا صرفه‌ترین روش استفاده از دستگاه‌های منگنه‌زنی در صورتی که تولید انبوه باشد، می‌باشد استفاده می شود. در شکل (۲-۲۹) یک نمونه از این دستگاه‌های پرس را مشاهده می‌کنید.

قیچی کاری

قیچی کاری یکی از روش‌های برشکاری مکانیکی می‌باشد از قیچی‌ها برای برش انواع ورق‌ها، میله‌هاوشمش‌ها استفاده می‌شود. ودر انواع دستی، اهرمی وقیچی‌های ماشینی طراحی وساخته می‌شود. شکل (۲-۳۰) یک نمونه از قیچی دستی و اهرمی ساده را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۳۰

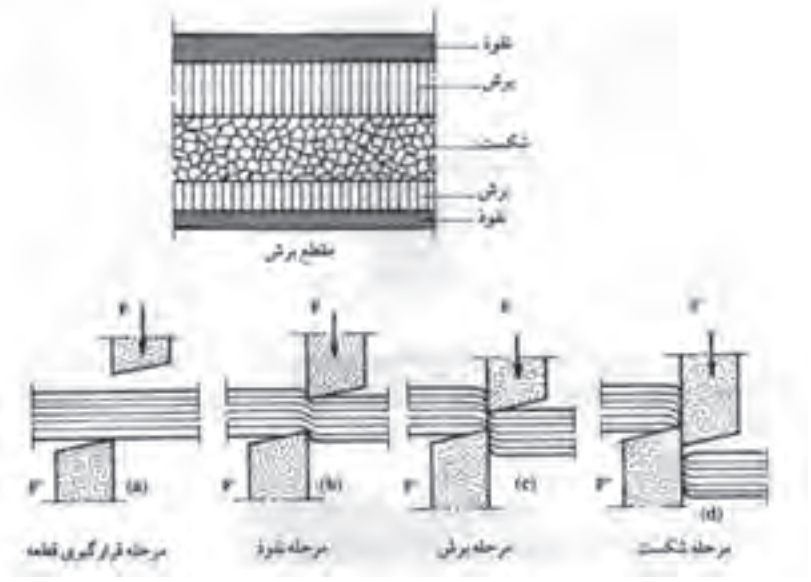
عمل برشکاری به وسیله قیچی در سه مرحله انجام می‌گیرد.

۱ـ نفوذ: در ابتدا لبه‌های تیغه‌های قیچی در کار نفوذ کرده وموجب فشردگی لایه‌های روی ورق از دو طرف می‌شود.

۲ـ برش: با افزایش نیرو تیغه‌ها عمل برش را آغاز می‌کنند. این عمل تا آنجا ادامه

پیدا می کند که قطعه در اثر افزایش نیرو مقاومت خود را از دست داده وموجب شکست سطح باقی مانده از ورق می‌شود.

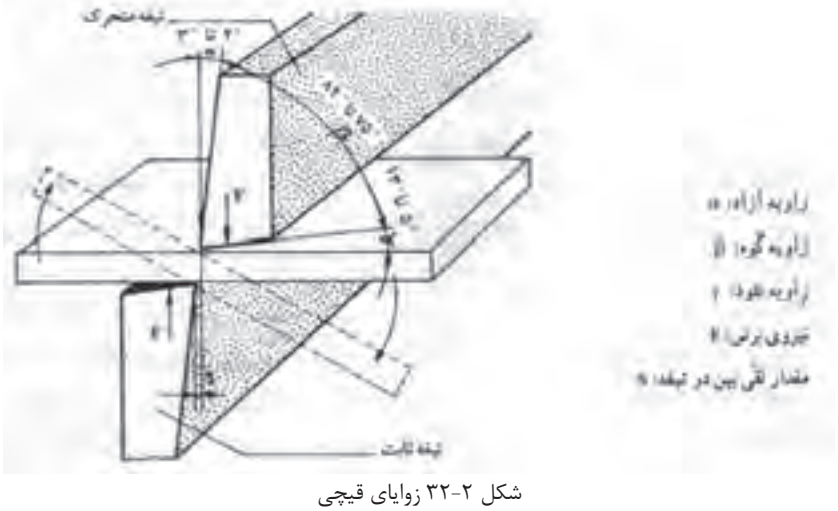
۳ـ شکســت: با افزایش نیــرو ونفوذ تیغه‌های قیچی در کار نیــرو به حدی افزایش می‌یابد که دیگر قطعه تحمل آن را نداشته موجب شکست می گردد. (شکل ۲-۳۱)



شکل ۲-۳۱ ضخامت مرحله برش بستگی به ضخامت و جنس ورق‌ها دارد

زوایای تیغه‌های قیچی

برای به دست آودن یک سطح برش خوب وتمیز تیغه‌های قیچی می‌بایست دارای زوایای مناسب وخوبی باشند. (شکل ۲-۳۲)



شکل ۲-۳۲ زوایای قیچی

لقّی بین تیغه‌ها

عــلاوه بر زاویه بــرش در قیچی‌ها عامل مهم دیگر میزان لقی در قیچی‌ها می‌باشــد. برای یک برش مناســب و کاهش نیروی برش واصطکاک بین دو تیغه می‌بایست فاصله مناسبی بین دو تیغه در نظر گرفت در اصطلاح این فاصله را لقی می‌نامند.

میزان لقّی بستگی به عواملی مانند جنس وضخامت قطعه کار دارد ومعمولاً آن را در حــدود ۰/۰۵ ضخامت قطعه کار در نظر می‌گیرند کم بودن میزان لقّی موجب افزایش اصطکاک بین تیغه‌ها شــده وممکن اســت در اثر اعمال نیرو باعث شکســت لبه بُرنده شود. از طرفی زیاد بودن لقی بین تیغه‌ها موجب برش ناصاف وایجاد پلیسه در لبه‌های قطعه می‌شــود. این امر در قطعات نازک باعث خم شدن وگیر کردن ورق بین دو تیغه می‌گردد. (شکل ۲-۳۳)

شکل ۲-۳۳

- قیچی‌های دستی

قیچی‌های دســتی برای بریــدن ورق فلزی و ایجاد وتعبیه حفره وســوراخ وبرش دادن وســاخت قطعات با شکل‌های نا منظم مورد اســتفاده قرار می‌گیرد. این قیچی‌ها از نظر شــکل وفرم در دو نوع لبه برش مســتقیم ویا با لبه برش مورب در طرح‌های راست بر وچپ بر طراحی وساخته می‌شود. (شکل ۲-۳۴)

شکل ۲-۳۴

با توجه به وضعیت قرار گرفتن تیغه فوقانی نســبت به تیغه تحتانی راست بر ویا چپ بر بودن آن مشخص می‌شود.قیچی‌های دستی برای برش ورق‌های فولادی تا ضخامت ۰/۷ وبــرای فلــزات غیر آهنی نرم تا ضخامــت ۱/۵ میلی‌متر به کار برده می‌شــود. این قیچی‌هــا را در اندازه‌هــای ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ میلی‌متر و پهنای (در حالت بســته بودن تیغه‌ها ودسته‌ها) به ترتیب ۴۰، ۵۰، ۵۵ میلی‌متر ساخته می‌شود. هر قیچی دستی از دو نیمه همسان تشکیل می‌شــود که تیغه‌های آن به وسیله پیچ یا پرچ به دسته‌ها متصل شده‌اند. تیغه‌ها از جنس فولاد پُر کربن ســاخته شده ومعمولاً به وسیله جوشکاری به دسته که از فولاد کم کربن می‌باشد، متصل می‌شود.

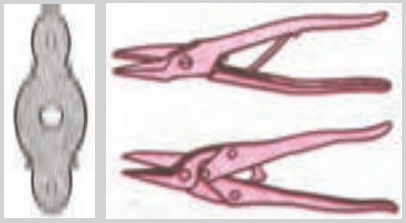
تیغه قیچی‌هارا به وســیله عملیات حرارتی آب داده وسخت می‌کنند. وسپس تحت زاویه ۷۰، ۷۵ درجه نســبت به ســطح برش ســنگ می زنند. در حالت بسته بودن لبه‌ها

تیغه‌های قیچی باید رویهم قرار گیرند. ودر مورد قیچی‌های دستی میزان رویهم افتادگی تیغه‌هـا در نوک قیچی نباید از ۲میلی‌متر بیش‌تر شـود.معمولاً دو نیمه تشـکیل دهنده قیچی به وسیله پیچ ومهره به یکدیگر متصل می‌شوند.

- انواع قیچی‌های دستی

قیچی‌های دسـتی از نظر سـاختمان وکار برد در انواع گوناگون می‌سازند. در جدول (۲-۴) انواع قیچی‌های دستی و کاربرد آن‌ها آورده شده است.

جدول ۲-۴

نام قیچی	شکل	مورد استفاده
مستقیم		برای بُرش‌های مستقیم و قوس‌دار که طول کوتاهی دارند
طویل بُر		برای برش‌های مستقیم و طویل
زاویه بُر		برای ایجاد بُرش در محل‌های زاویه‌دار که با قیچی مستقیم بریده نمی‌شوند
فُرم بُر		برای بُرش‌های فُرم‌دار
سوراخ بُر		برای بُرش‌های داخلی مستقیم و فرم‌دار
لوله بُر		برای قطع کردن و ایجاد برش در لوله‌های نازک

- قیچی‌های اهرمی

این نوع قیچی‌ها در انواع ساده اهرمی، اهرمی میز کاردار (وزنه‌ای) واهرمی اونیورسال (مرکب) طراحی وساخته می‌شود.

قیچـی اهرمی سـاده: این قیچی‌ها از یـک تیغهٔ ثابت ویک تیغهٔ متحرک تشـکیل شـده اسـت تیغهٔ متحرک در بالا وتیغهٔ ثابت در پایین قرار دارد از تیغه پایینی به عنوان تکیه‌گاه نیز استفاده می‌شود. تیغهٔ متحرک که وظیفهٔ برش را به عهده دارد توسط یک اهـرم دوبل حرکت می نماید. طـول تیغه‌های این قیچی ۱۵۰تـا ۳۰۰میلی‌متر طراحی وسـاخته می‌شـود. این نوع قیچی ورق‌ها تا ضخامت ۵ میلی‌متر مناسـب می‌باشد. این قیچی‌ها معمولاً در روی میز کار وبه وسیله پیچ ومهره نصب می‌شود.این قیچی‌ها برای بریدن ورق‌ها وتسـمه های تخت مناسب بوده وهرگز نباید از آن‌ها برای برش مفتولها وشـمش‌های فرم دار اسـتفاده نمود. بـرای قطع نمودن مفتول با قطـر کم در بدنه این قیچی‌ها سـوراخ کوچکی در نظر گرفته شده است. برای نگه داشتن ورق در وضعیت تعادل ضامن نگهداری در بدنه قیچی طراحی شده است. (شکل ۲-۳۵)

شکل ۲-۳۵

- قیچی اهرمی اونیورسال

این نوع قیچی‌ها علاوه بر برش ورق‌ها دارای قالب‌ها وتیغه‌های دیگری می‌باشـند. کـه می‌تـوان از آن‌ها برای برش شـمش‌ها ومیله گردها وهمچنین برشـکاری فاق در نبشـی‌ها به کاربرد.ایـن قیچی‌ها برای برشـکاری ورق‌های بیش‌تـر از ۵ میلی‌متر نیز کاربرد دارد برای افزایش نیرو در این قیچی‌ها علاوه بر اهرم از چرخ دنده نیز استفاده می‌شود. (شکل ۲-۳۶)

شکل ۲-۳۶

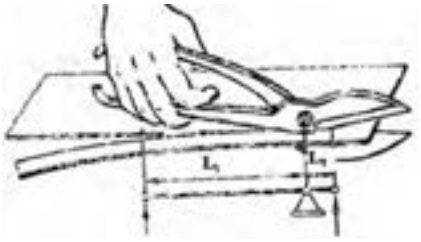
- قیچی اهرمی میز کاردار (وزنه‌ای)

ایـن نوع قیچی بـرای بریدن ورق فلزی به صفحات ونوارهـا در اندازه‌های مختلف به کار برده می‌شـود. قیچی دارای تکیه‌گاه قابل تنظیم بـوده واین امکان را می‌دهد تا صفحـات و نوارهای فلزی را با عرض مسـاوی در هر مرحله از کار برش داد. این نوع قیچی‌ها برای برشکاری ورق‌ها با ضخامت ۱/۵تا۲/۵ میلی‌متر مناسب می‌باشند.

شکل ۲-۳۷ قیچی اهرمی میز کاردار

این نوع قیچی‌ها دارای ساختمان ساده‌ای بوده ولی کار با آن‌ها نیاز به مهارت ودقت زیاد می‌باشد. کم دقتی در هنگام کار ممکن است به انگشتان دست برشکار آسیب برساند. بدنه این قیچی‌ها را معمولاً از چدن می‌سازند. تیغه تحتانی ثابت این قیچی‌ها که بر روی میز کار قیچی ثابت می‌شود و تیغه متحرک به صورت قوس‌دار بوده وقوس آن به شکلی می‌باشد که در تمام طول کار زاویه آن ثابت بماند. در انتهای تیغه متحرک آن وزنه خنثی کننده متصل شده است. (شکل ۲-۳۷)

محاسبه نیروی برش در قیچی‌های دستی واهرمی



شکل ۲-۳۸

با قیچی‌های دستی ورق‌های فلزی تا ضخامت ۱/۵ میلی‌متر را می‌توان برید. به منظور تعیین نیروی برش در قیچی کاری قانون اهرم‌ها به کار می‌رود. در اهرم‌ها از شرایط تعادل استفاده می‌شود یعنی هر گاه مجموع گشتاورهای یک سوی اهرم تا تکیه‌گاه با گشتاور های سوی دیگر تا تکیه‌گاه برابر باشد.اهرم به حالت تعادل در خواهد آمد، این اصل در شکل (۲-۳۸) نشان داده شده است.

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

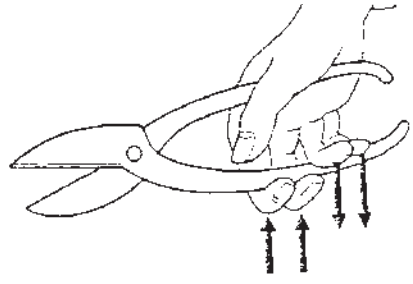
F_1 = نیروی محرکه

F_2 = نیروی مقاوم

L_1 = طول بازوی محرک

L_2 = طول بازوی مقاوم

واحد F_1 و F_2 بر حسب N است



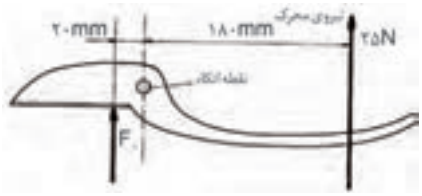
شکل ۲-۳۹

با توجه به اصل بالا می‌توان گفت هر چه طول دسته قیچی بیش‌تر باشد. نیروی کم‌تری برای برش ورق به کار می‌رود نیروی لازم توسط انگشتان دست به اهرم قیچی وارد می‌شود شکل (۲-۳۹) ودر مجموع برآیند آن‌ها (انگشتان واهرم قیچی) نیروی وارد به دسته قیچی محسوب می‌شود.

در دهانــه قیچی نیز هر چه فاصله ورق تا تکیه‌گاه کم‌تر باشــد. نیروی وارد بر ورق افزایش می‌یابد وعمل برش زودتر انجام می‌شود.

مثال:

در شکل (۲-۴۰) در صورتی که فاصله ورق تا تکیه‌گاه ۲۰ میلی‌متر باشد نیروی وارد بر آن (F_1) را حساب کنید.



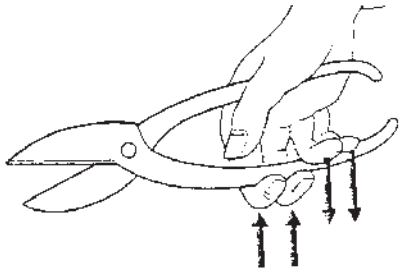
شکل ۲-۴۰

پاسخ:

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$
$$F_1 \times ۲۰ = ۲۵ \times ۱۸۰$$
$$F_1 = \frac{۲۵ \times ۱۸۰}{۲۰} = ۲۲۵N$$

مثال:

در شــکل (۲-۴۱) اگر فاصله ورق تا تکیه‌گاه ۶۰ میلی‌متر باشــد. نیروی وارد بر آن (F_2) را حساب کنید.

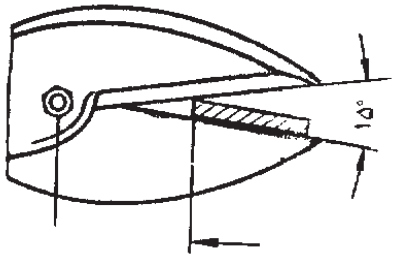

شکل ۲-۴۱

پاسخ:

$$F_2 \times L_2 = F_1 \times L_1$$
$$F_2 \times ۶۰ = ۲۵ \times ۱۸۰$$
$$F_2 = \frac{۲۵ \times ۱۸۰}{۶۰} = ۷۵N$$

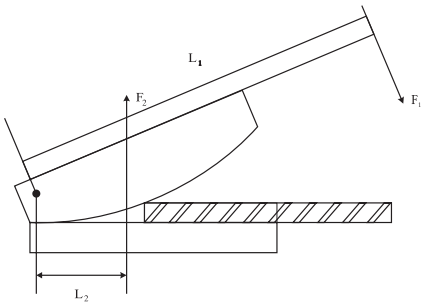
با توجه به دو مثال بالا نتیجه می‌گیریم: اگر با نیروی ثابتی اقدام به بریدن ورق کنیم هــر چه فاصله آن تا تکیه‌گاه کم‌تر باشــد. نیروی وارد افزایش می‌یابد و کار راحت تر انجام می‌شود ولی در عمل دیده شده است که اگر ورق خیلی به تکیه‌گاه نزدیک شود عمل برش انجام نمی‌شود و ورق به جلو رانده می‌شود.

تیغه‌های قیچی هنگامی که شــروع به بریدن ورق می‌کنند دارای زاویه‌ای هستند که به آن زاویه برش قیچی می‌گویند ومیزان آن در قیچی‌های دستی حدود ۱۵ درجه است. (۲-۴۲)



شکل ۲-۴۲

نیروی لازم برای برش در قیچی‌های اهرمی نیز از رابطه ذکر شـده محاسبه می‌شود. به مثال زیر توجه کنید.



شکل ۲-۴۳

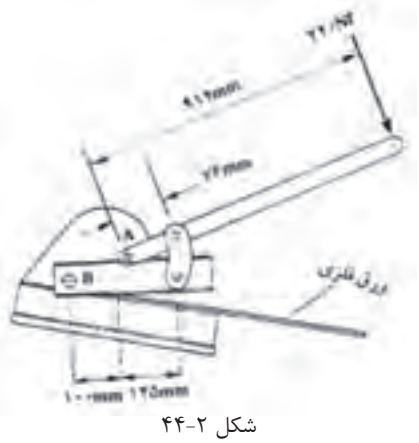
مثال: در شکل (۲-۴۳) اگر مقاومت ورق $F_2 = 500N$ طول اهرم قیچی $L_1 = 100mm$ ونیروی وارد بر اهرم قیچی $F_1 = 200N$ باشـد. فاصله تا تکیه‌گاه را در قیچی اهرمی به دست آورید.

پاسخ:

$$F_1 \times L_2 = F_2 \times L_2 \qquad L_2 = \frac{F_1 \times L_1}{F_2} \qquad L_2 = \frac{200 \times 100}{500} = 40mm$$

مثال:

در قیچی دو اهرمی مطابق شـکل (۲-۴۴) نیروی وارد بـه ورق به هنگام برش چقدر است.



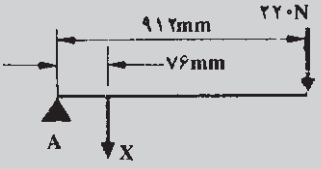
شکل ۲-۴۴

پاسخ:

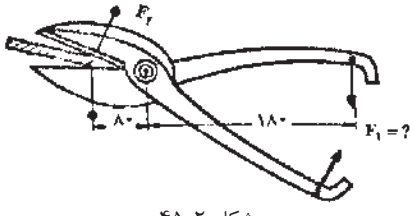
$$X \times L_1 = F_2 \times L_2$$

$$X = \frac{F_1 \times L_2}{L_2}$$

$$X = \frac{912 \times 220}{76} = 2640N \Rightarrow F_1 = 2640N$$



اکنون با توجه به مقدار گفته شده، فشار وارد به ورق را جهت برش به دست می‌آوریم.



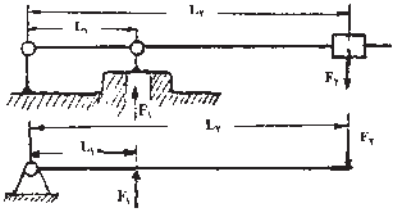
شکل ۲-۴۵

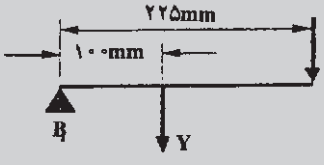
$$L_1 \times y = L_2 \times X$$

$$y = \frac{L_2 \times X}{L_1}$$

فشار وارد به ورق هنگام برش:

$$y = \frac{225 \times 2640}{100} = 5940N$$


شکل ۲-۴۶



تمرین ۱:

در شـــکل (۲-۴۵) اگر مقاومت ورقی $F_۲ = ۱۸۰۰N$ باشـــد. مقدار نیروی لازم را برای بریدن ورقی با قیچی دستی به دست آورید.

تمرین ۲:

در شـــکل (۲-۴۶) اگر $L_۱ = ۴۵mm$ و $F_۱ = ۱۵۰۰N$ و $F_۲ = ۱۵۰N$ باشد مقدار $L_۲$ حساب کنید.

قیچی‌های برقی

این قیچی‌ها را می‌توان به قیچی‌های ارتعاشی، اونیورسال و گیوتین تقسیم نمود.

قیچی‌های نیبلر

قیچی‌های ارتعاشـــی را در انواع دســـتی – رومیزی وستونی طراحی و می‌سازند. این نوع قیچی‌ها که به قیچی‌های ارتعاشـــی نیز معروف می‌باشند. به وسیله انرژی الکتریکی ودر مواردی توسط هوای فشرده کار می‌کند.

قیچی ارتعاشی دستی

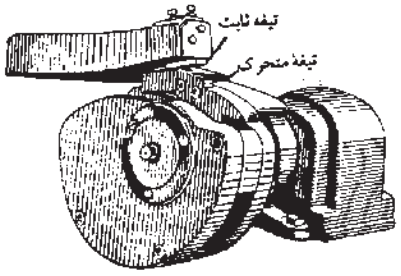
شکل ۲-۴۷

از این قیچی‌ها به جای قیچی‌های دستی ورق بُر استفاده می‌شود و می‌توان ورقهای فلزی را تا ضخامت ۱/۵ میلی‌متر به صورت مستقیم ومنحنی برشکاری نمود.

نحوه عمل به این شکل می‌باشد که انرژی الکتریکی یا هوای فشرده باعث حرکت دورانی الکترو موتور شده واین حرکت دورانی به یک حرکت رفت وبرگشت در تیغه بالایی قیچی تبدیل می‌شود ودر حدود ۱۰۰۰ حرکت رفت وبرگشت در دقیقه تولید شده و انجام برشکاری می‌شود، دراین قیچی‌ها تیغه پایینی ثابت می‌باشد. (شکل ۲-۴۷)

قیچی ارتعاشی رومیزی

این نوع قیچی‌ها برای برش قطعات ضخامت ۴/۵ – ۲ میلی‌متر به کار می‌رود واز آن بیش‌تر برای برش فرم‌های شعاعی استفاده می‌شود. با این قیچی‌ها می‌توان شعاع برش ۱۵۰ – ۸۰ میلی‌متر را انجام داد.



شکل ۲-۴۸

روش کار این قیچی‌ها بدین ترتیب است که قیچی روی میز محکم شده وبر خلاف قیچی‌های ارتعاشی دستی تیغه‌های بالائی آن‌ها ثابت بوده وتیغه پایینی متحرک می‌باشد. در این قیچی‌ها حرکت الکترو موتور به وسیله یک بازوی خارج از مرکز به حرکت بیضوی تغیر یافته وباعث می‌شود تیغه پایینی به صورت رفت وبرگشت با عبور از کنار تیغه بالائی عمل برش را انجام دهد. (شکل ۲-۴۸)

قیچی ارتعاشی ستونی

این نوع قیچی‌ها برای برش‌های مستقیم، منحنی و مدور در ورق‌های فلزی به کار می‌رود. این قیچی‌ها برای بریدن انحناهای کوچک با شعاع ۱۵ میلی‌متر و نیز برشکاری مدور ورق‌ها با قطر حداکثر ۲۵۰۰ میلی‌متر قابل استفاده می‌باشد. از ویژگی‌های این نوع قیچی‌ها بریدن قطعات با شکل‌های مختلف در درون ورق‌های فلزی بدون ایجاد سوراخ اولیه برای شروع برشکاری می‌باشد.

برشکاری ورق توسط دو تیغه برش مسطح وکوتاه انجام می‌شود. به هنگام کار تیغه فوقانی به طور عمودی با حرکت ارتعاشی مانند یک اره عمل کرده وضربات وارده با سرعتی در حدود ۵۱۰، ۱۲۰۰ ضربه در دقیقه تا نزدیک تیغه تحتانی بر ورق فلز وارد شده وفلز را می برد.

پیش از شروع برشکاری باید فاصله تیغه‌های فوقانی وتحتانی را نسبت به ضخامت ورق مورد برش تنظیم نمود به طوری که فاصله تیغه برش فوقانی هنگامی که در بالاترین وضعیت نسبت به تیغه تحتانی قرار دارد می‌بایست معادل ۲۵درصد ضخامت ورق فلز باشد.

لبه تیغه برش فوقانی را با زاویهٔ ۷ درجه ولبهٔ تیغه پایینی را با زاویهٔ ۶ درجه سنگ زده وتیز می‌نمایند. (شکل ۲-۴۹)

شکل ۲-۴۹

قیچی برقی اونیورسال

با استفاده از این قیچی که با نیروی الکتریکی کار می کند می‌توان صفحات فلزی ضخیم میل گردهای فلزی وهمه پروفیل‌های سنگین مانند نبشی، سپری، ناودانی، تیر آهن را برشکاری، فاقبری ویا سوراخ‌کاری نمود. (شکل ۲-۵۰)

شکل ۲-۵۰

مکانیزم ونیروی محرکه در قیچی‌های برقی انیورسال

نیروی محرکه این قیچی‌ها الکترو موتور است که حرکت دورانی را با واسطه‌های مکانیکی به حرکت خطی (رفت وبرگشت) تبدیل می کند وبه ضربه زن انتقال می‌دهد.

سیستم‌های محرکه تعبیه شده در این قیچی‌ها متناسب با نوع عملی که انجام می‌شود متفاوت است.

به عنوان مثال در قسمت پانچ‌کاری که ضربه زن به سرعت بیش‌تری نیاز دارد از محرکه‌های میل لنگی، بادامکی یا خارج از مرکز استفاده شده است ودر قسمت‌هایی که به نیرو وفشار زیادی برای برشکاری پروفیل‌ها ومیله گردها نیاز است از سیستم‌های هیدرولیکی استفاده می‌شود.

اجزای قیچی‌های برقی انیورسال

اجزای ظاهری قیچی برقی انیورسال در شکل‌های (۲-۵۱) تا (۲-۶۰) نشان داده شده است.

شکل ۲-۵۱ نگهدارنده‌ی سُمبه

شکل ۲-۵۲ کلید فرمان سیستم هیدرولیکی

شکل ۲-۵۳ محل استقرار قطعه برای سوراخکاری

شکل ۲-۵۴ راهنمای قسمت پانچ‌کاری (سُمبه‌زنی) با دقت زیاد

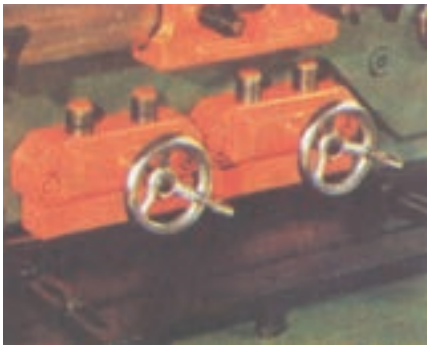
شکل ۲-۵۵ جعبه فرمان الکتریکی (راه‌اندازی و توقف قسمت‌های مختلف دستگاه با استفاده از پدال‌های مربوطه)

شکل ۲-۵۶ مکانیزم ضربه‌گیر سرعت‌های بالا با دقت زیاد

شکل ۲-۵۷ کنترل فشار روغن هیدرولیک

شکل ۲-۵۸ محل نصب تیغه‌های قیچی برای برش پروفیل‌های سنگین با مقاطع مختلف

شکل ۲-۵۹ قالب فاقبری



شکل ۲-۶۰ دستگاه نگهدارنده صفحه‌های فلزی ضخیم (تسمه، ورق) و برش آن‌ها

قیچی گیوتین

این قیچی‌ها برای بریدن ورق‌های فلزی و اشکال مستطیلی مورد استفاده قرار می گیرد. اجزاء اصلی تشـکیل دهنده این نوع قیچی‌ها شـامل یک بدنه که مجهز به یک میز که بر روی این میز تیغه پایینی ودو کشـوئی که وظیفه هدایت تیغه بالای را به عهده دارند قرار دارد. یک سـری گیره ها ونگه دارنده ها نیز روی آن نصب گردیده است. نیروی محرکه توسـط یک موتور الکتریکی که معمولاً بر روی یک تکیه‌گاه درستون سمت راسـت بدنه متصل شده اسـت تأمین می گردد. تیغه پایینی همواره ثابت بوده وکشوئی لغزنده که تیغه بالائی روی آن نصب شده است متحرک می‌باشد.

اجزای مهم تشکیل دهنده قیچی‌های گیوتین به قرار زیر می‌باشد.

۱) بدنه ۲) موتور الکتریکی ۳) نگهدارنده‌های ورق

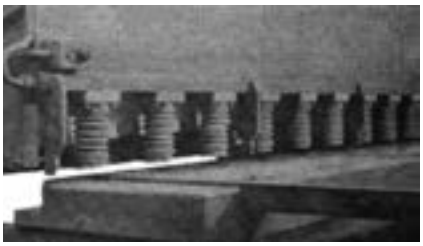
۴) کلاچ ۵) تیغه‌های قیچی

شکل ۲-۶۱

۱. بدنـه: بدنه اصلی ترین قسـمت قیچی گیوتین می‌باشـد که معمـولاً از ورقه‌های فولادی ویا از قطعات ریخته‌گری سـاخته می‌شـود وقسـمت‌های تشکیل دهنده دیگر روی آن نصب می گردد. (شکل ۲-۶۱)

۲. موتـور الکتریکی: موتـور الکتریکی وظیفه تأمین نیروی بـرش را به عهده دارد قدرت موتور گیوتین می‌بایسـت از ظرفیت آن بیش‌تر باشـد. زیـرا در کارهای مداوم وسرعت‌های بالا زمان کوتاهی برای ذخیره انرژی به وسیله چرخ طیار وجود دارد واین امر فشار زیادی را به موتور وارد می سازد.

۳. نگهدارنده‌های ورق: نگهدارنده‌های ورق وظیفه ثابت نگه داشــتن ورق در هنگام برشــکاری را به عهده دارند. برای دســت یافتن به یک برش مطلوب می‌بایست ورق در هنگام برشــکاری در ســر جای خود ثابت نگه داشته شود با توجه به ضخامت ورق مورد برشــکاری نیروی مورد نیاز جهت نگه داشــتن آن متفــاوت خواهد بوداز طرفی در هنگام برخورد تیغه بالائی با ورق نیروی کشــنده زیادی ایجاد می‌شود. واگرنیروی نگهدارنده‌های ورق به حدی نباشد که بتواند ورق را به بستر میز قیچی محکم نگه دارد ورق ســر خورده وبرش نامناسب ایجاد می‌شــود. لذا وظیفه نگهدارنده‌های ورق ثابت نگه داشــتن ورق در بستر میز قیچی می‌باشد. با توجه به ظرفیت قیچی از نگهدارنده‌های مکانیکــی برای ظرفیت های پایین و یا از نگهدارنده‌های هیدرولیکی برای ظرفیت‌های بالاتر استفاده می‌شود. (شکل ۲-۶۲)



شکل ۲-۶۲

۴. کلاچ: کلاچ مکانیســمی اســت که ارتباط وقطع ارتبــاط حرکت دورانی به کار مــی‌رود. کلاچ در قیچی‌های گیوتیــن وظیفه ارتباط بین چرخ دنــده ویا چرخ طیاربا میل‌لنگ ودر نتیجه به دوران در آوردن آن می‌باشد.

کلاچ‌ها به دو دســته ۱) کلاچ‌های مکانیکی ۲) کلاچ‌های دیسک اصطکاکی تقسیم می‌شود. (شکل ۲-۶۳)

شکل ۲-۶۳

۵. تیغه قیچی‌های گیوتین: جنس تیغه‌های گیوتین را از فولادهای آلیاژی (کرم دار) می‌سازند. وبه دلیل اعمال نیروی زیاد در هنگام برخورد لبه برنده با سطح برش تیغه‌های قیچی باید بدون نقص مکانیک ومتالورژیکی ســاخته شــود. تا بتواند این نیروی زیاد را تحمــل نماید. عامل دیگر کُندی تیغه‌ها می‌باشــد که پس از مدتی کار کند می‌شــود. ومی‌بایست دوباره تیز گردد. درغیر این صورت کندی تیغه‌ها علاوه بر به وجود آوردن لبه‌های پریده شــده پلیســه‌های زیادی به وجود می‌آورد. وهمچنین موجب فرســایش زیاد راهنماهای ضربه زن می‌شــود. تیغه‌های کند ممکن اســت به بدنه قیچی هم آسیب برسانند. همچنین تعیین کنندهٔ دیگر زاویه بین دو تیغه می‌باشد که معمولاً بین ۸-۶ درجه شــیب داشــته ودر نتیجه ورق فلزی از یک طرف به تدریج با سطح ورق برخورد داشته وعمل برش به تدریج انجام می‌شــود. عامل تعیین کننده دیگر که در کیفیت برش تأثیر دارد فاصله بین تیغه‌ها می‌باشد که با توجه به ضخامت وجنس ورق فلزی تعیین وتنظیم

می‌گردد. در جدول (۲-۵) برای برخی از ورق‌های فلزی این فاصله آورده شده است.

جدول ۲-۵

ضخامت ورق به میلی‌متر	فاصله بین تیغه‌هابرای برشکاری فولاد کم کربن	فاصله تیغه‌ها برای برشکاری برنج، الومینیوم، مس
۰/۸-۱/۲	۰/۰۵	۰/۰۵
۱-۴/۷۵	۰/۱۳	۰/۰۵
۶-۱۲	۰/۴	۰/۲
۱۸-۱۳	۱/۱	۰

قیچی‌های گیوتین به دو دسته ۱) قیچی گیوتین‌های مکانیکی ۲) قیچی گیوتین‌های هیدرولیکی تقسیم می‌شود.

۱. قیچی‌های گیوتین مکانیکی

از گیوتین‌های مکانیکی برای برشکاری ورق‌های فلزی تا طول ۳ متر وحداکثر ضخامت ۳۰ میلی‌متر مورد استفاده قرار می‌شود. این گیوتین‌ها با توجه به کاربرد در طول‌های ۳-۱ متر طراحی وساخته می‌شود. (شکل ۲-۶۴)

شکل ۲-۶۴ قیچی گیوتین مکانیکی

مکانیسم انتقال قدرت در این قیچی‌ها شامل میل لنگ، محور خارج از مرکز، چرخ طیار وچرخ دنده می‌باشد. برای به حرکت در آوردن کشوئی قیچی از خواص میل لنگ ومکانیزم خارج از مرکز استفاده می‌شود. میزان خارج از محور دوران میل لنگ باعث حرکت دورانی میل لنگ به حرکت عمودی ودر نتیجه پایین آمدن کشوئی قیچی شده ودر محل بر خورد دو تیغه که بر روی میز قیچی می‌باشد. عمل برش را انجام داده و دو مرتبه به جای اول خود باز می‌گردد.

۲. قیچی گیوتین‌های هیدرولیکی

قیچی‌های هیدرولیکی بیش‌تر برای برشکاری ورق‌های ضخیم به کار می‌رود. از این قیچی‌ها برای برش ورق‌های نازک نیز استفاده می‌شود. اما بیش‌تر ین کاربرد این قیچی‌ها در برشکاری ورق‌های ضخامت بالا می‌باشد. (شکل ۲-۶۵)

شکل ۲-۶۵ قیچی هیدرولیکی

شکل ۲-۶۸

مکانیزم حرکت تیغه‌های برش در قیچی گیوتین‌های هیدرولیکی

عمل برش با حرکت پیستونها که توسط محور خارج از مرکز عمل کرده وکشوئی تیغه را به سرعت وبا حرکت یکنواخت پایین آورده ودر لحظه برخورد با ورق مورد برشکاری پمپ هیدرولیکی فشار لازم جهت عمل برشکاری را ایجاد می کند. از طرفی نیروی لازم جهت نگهدارنده‌های ورق نیز توسط پمپ تأمین می گردد. فشار روغن به وسیله پمپ ها بتدریج افزایش یافته تا پمپ برای انجام برش در بهترین وضعیت قرار گیرد.

قیچی گرد بُر: از این نوع قیچی‌ها برای بریدن ورق‌های فلزی به صورت دایره تا شعاع ۵۰ میلی‌متر وبا توجه به توان قیچی تا ضخامت ۶ میلی‌متر به کار برده می‌شود. این قیچی‌ها در انواع دستی وماشینی طراحی وساخته می‌شوند.

با به گردش در آوردن چرخ مدوری که روی دستگاه قرار دارد وانتقال آن توسط چرخ دنده‌های مکانیکی به تیغه‌های قیچی آن‌ها شروع به دوران در جهت خلاف یکدیگر کرده وباعث برشکاری می‌شوند. در نوع ماشینی این جریان الکتریسته می‌باشد که به جای چرخ مدور وظیفه چرخش قطعات مکانیکی وانتقال آن‌ها به تیغه‌های مدور قیچی را انجام می‌دهد. (شکل ۲-۶۹)

شکل ۲-۶۹

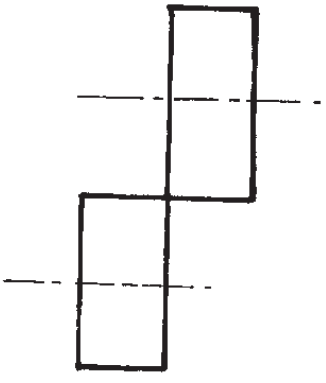
اصول کار قیچی‌های گردبُر به این شـکل اسـت که دو محوری که تیغه‌های قیچی به آن‌ها بسته شـده اسـت.بااعمال نیروی مخالف جهت یکدیگر می‌چرخند. چرخش تیغه‌ها در جهت مخالف موجب کشیدن ورق می‌شود وبا تنظیم فاصله تیغه‌ها نسبت به ضخامت ورق در چند مرحله عمل برش به صورت دایره انجام می‌گیرد.

تیغه‌های قیچی گردبُر: ابزار برش قیچی‌های گردبُر را تیغه‌های گرد آن‌ها تشکیل میدهد. هر تیغه روی یک محور بسـته شـده که وضعیت قرار گرفتن آن‌ها بستگی به ضخامت ورق دارد. در ادامه چند نوع تیغه مورد استفاده در قیچی‌های گردبُر آورده شده است.

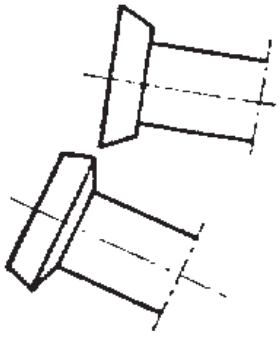
تیغه‌های اسـتوانه‌ای: این تیغه‌ها که قطر آن‌ها ۱۱۰-۵۰ میلی‌متر است روی قیچی‌های گردبر که دارای محورهای موازی هسـتند نصب می‌شـود. با این تیغه‌ها فولادهای کم کربن را تا ضخامت ۴ میلی‌متر را می‌توان برشکاری نمود. (شکل ۲-۷۰)

تیغه‌هـای مخروطی: این تیغه‌ها روی قیچی‌های گردبـری با محورهای مایل نصب می‌شـود. ایـن نوع قیچی‌هـای گرد بر ورق‌های فلـزی را بدون تغییر فرم سـطحی به صـورت دایره می برد. با این تیغه‌ها فولادهای کم کربن تا ضخامت ۴ میلی‌متر می‌توان برشکاری می نماید. (شکل ۲-۷۱)

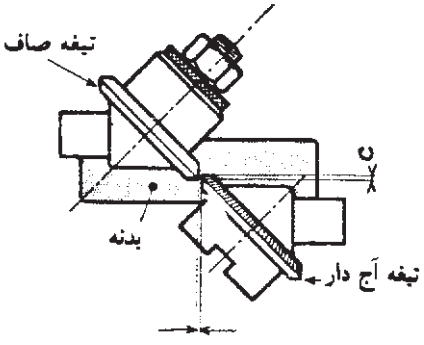
تیغه‌های مخصوص آجدار: این تیغه‌ها روی قیچی‌های گرد بر نصب می‌شـود از این تیغه‌ها بیش‌تر برای سـهولت دربرشـکاری وایجاد اصطکاک بیش‌تر با ورق مورد برش اسـتفاده کرد. تیغه زیرین را آجدار می‌سـازند تا ضمن بـرش موجب حرکت ورق به سمت جلو شود. (شکل ۲-۷۲)



شکل ۲-۷۰ تیغه‌های استوانه‌ای



شکل ۲-۷۱ تیغه‌های مخروطی



شکل ۲-۷۲ تیغه‌ی آجدار

ارزشیابی فصل دوم

۱- روش‌های مختلف برشکاری را شرح دهید.

۲- انواع برشکاری مکانیکی را بنویسید.

۳- انواع روش‌های برشکاری با براده برداری را بنویسید.

۴- قلمکاری را تعریف کرده وانواع قلم را نام ببرید.

۵- انواع قیچی ها را نام ببرید.

۶- تاثیر میزان لقی در قیچی‌ها را با رسم شکل توضیح دهید.

۷- انواع قیچی‌های برقی را نام ببرید.

۸-کاربرد قیچی‌های نیبلر را شرح دهید.

۹-کاربرد قیچی‌های گیوتین را شرح دهید.

۱۰-کاربردقیچی اهرمی اونیورسال را شرح دهید.

۱۱- کدام گزینه جز فرآیندهای برشکاری مکانیکی نمی باشد.

الف) برشکاری با قلم ب) با لیزر ج) قیچی دستی د) اره آتشی

۱۲- اگر در هنگام برشکاری با قیچی سطح برش پلیسه دار گردد. دلیل آن کدام گزینه است.

الف) لقی کم بین دو تیغه ب) لقی زیاد بین دو تیغه

ج) نیروی اعمال بیش از حد به تیغه د) نیروی اعمال کمتر از حد به تیغه

۱۳- کدام یک از قیچی های زیر توانایی برشکاری پروفیل های سنگین مانند نبشی، سپری می توان استفاده کرد.

الف) اهرمی میزدار ب) گیوتین

ج) برقی اینورسال د) نیبلر

۱۴- ارتباط بین زاویه گوه، جنس قطعه کار و نفوذ قلم در یک جسم نرم کدام گزینه صحیح است.

الف) زاویه گوه کم، نفوذ کم ب) زاویه گوه زیاد، نفوذ زیاد

ج) زاویه گوه زیاد، نفوذ کم د) زاویه گوه کم، نفوذ کم

۱۵- اگر β زاویه گوه، α زاویه آزاد، γ زاویه براده و δ (دلتا) زاویه برش باشد، کدام رابطه صحیح است؟

الف) $\delta=\beta+\alpha$

ب) $\beta=\delta+\alpha$

ج) $\delta=\alpha+\beta+\gamma$

د) $\delta+\alpha=\beta+\gamma$

فصل سوم

صافکاری در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- اصول صافکاری را شرح دهد.

۲- روش‌های مختلف صافکاری را بیان کند.

۳- صافکاری با دست را شرح دهد.

۴- صافکاری با ماشین‌های مختلف را توضیح دهد.

۳

۳- صافکاری

درصنعت گاه پیش می‌آید که دراثر موارد ناخواسته قطعات صنعتی از حالت اولیه خود خارج شده ودچار تغییر فرم شوند.به منظور باز گرداندن قطعات به حالت اولیه خود از فرآیند صافکاری استفاده می‌شود. صافکاری در صنعت می‌تواند بر روی:

۱) ورق‌های فلزی ۲) شمش‌ها و پروفیل‌ها ۳) لوله‌ها انجام شود.

در این کتاب به اصول صافکاری ورق های فلزی پرداخته شده و در کتاب نیم ساخته فلزی ۲ صافکاری سایر نیم ساخته ها مطرح خواهد شد.

اصول صافکاری

به طور کلی وقتی تغییر در ورق ایجاد می‌شود ساختمان مرتب ومنظم درونی آن به هم می خورد ودر نواحی مختلف آن تغییرات سطحی (برجستگی، فرورفتگی، پیچیدگی) به وجود می‌آید. برای از بین بردن معایب یاد شده نیاز به رعایت اصولی است. این اصول عبارتنداز: بر طرف کردن بی‌نظمی‌ها وناهماهنگی‌های روی سطوح با انجام توزیع کاملاً یکنواخت وهماهنگ مولکولی به کمک یکی از روش‌های زیر.

برای برطرف کردن قسمت‌های تغییر فرم داده شده ورق‌های فلزی از روش‌های زیر استفاده می کنند.

۱. تقلیل دادن سطح گسترش یافته ورق به وسیله غلتک زدن، جمع کردن.

۲. کشیدن وطویل نمودن قسمت کوتاه ورق به دو روش قابل اجرا می‌باشد.

الف) به وسیله عمل چکش کاری (صافکاری دستی)

ب) در اثر نیروی فشار متناسب با تغییر فرم (صافکاری با ماشین‌های نورد)

پ. قـرار دادن ورق تحت تأثیر نیروی کشـش وایجاد نمودن یک انبسـاط دائم در قسمت کوتاه ورق (صافکاری با ماشین کشش)

۳-۱ صافکاری به وسیله ابزار دستی

از این روش صافکاری در مواقعی که کار محدود باشـد استفاده شده وبرای ورق‌ها بـا طول زیاد کاربرد نـدارد وبیش‌تر برای تعمیرات به خصوص بـرای صافکاری بدنه اتومبیل به کار برده می‌شود.

برای صافکاری با دسـت علاوه بر ابزارهای خاص تجربه ومهارت فرد صافکار نیز شرط لازم واساسی می‌باشد.

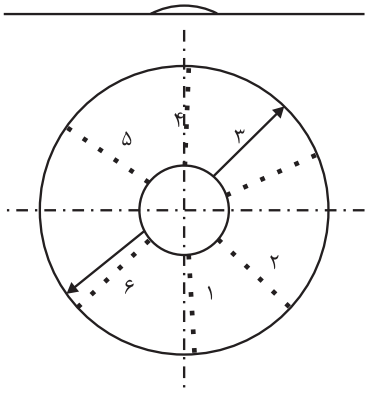
در این روش صافکاری ابزارهای مختلفی به کار گرفته می‌شوند که عمده‌ترین آن‌ها شامل صفحه صافی، سندان‌های مختلف صافکاری، چکش صافکاری، چکش چوبی، قالب تنه ومشتی می‌باشد.

برای انجام عمل صافکاری با دست لازم است ابتدا محل یا محل های تغییر فرم داده شده را مشخص نموده وسپس با وسایل مورد نیاز اقدام به عمل صافکاری نمود.

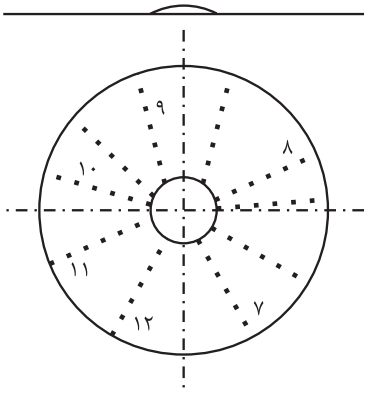
۳-۱-۱ اصول صافکاری دستی ورق‌های فلزی

الف- صافکاری ورق کوژدار، با فرض این‌که قسـمت تغییر فرم داده شـده به صـورت یک برآمدگی در وسـط ورق قرار گرفته باشـد. این‌کـه ورق مورد نظر به صورت دایره باشد. برای بر طرف کردن قسمت بر آمده می‌بایست چکش‌کاری را از حد فاصل قسمت بر آمده ناحیه صاف ورق شروع شده وبه لبه‌های ورق ختم می‌نماییم. ضربات چکش خیلی نزدیک به هم وروی شعاع‌های فرضی بر روی کار وارد می‌شود. ضربات از سنگین شروع وبه سمت لبه کار به مرور سبک تر می‌شود. (شکل ۳-۱) پس از پایان مرحله اول برآمدگی کمی کوچک‌تر می‌شـود حال می‌بایست مرحله دوم را ماننـد مرحله اول شـروع نمود. برای این منظور ضربات چکـش را مانند مرحله اول به صورت شـعاع‌های جدید وبین شعاع‌های مرحله اول انجام می دهیم. (شکل ۳-۲) پس

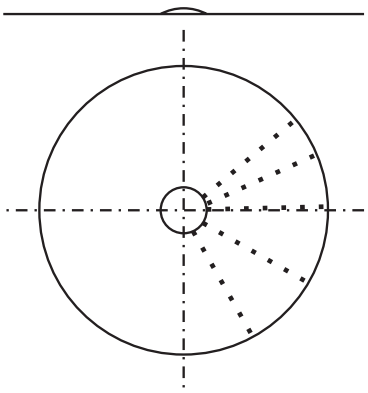
از پایان مرحله دوم بر آمدگی کوچک‌تر شده ومی‌بایست مرحله سوم ومراحل بعدی را نیز به همین شکل انجام می دهیم. (شکل ۳-۳)



شکل ۳-۱

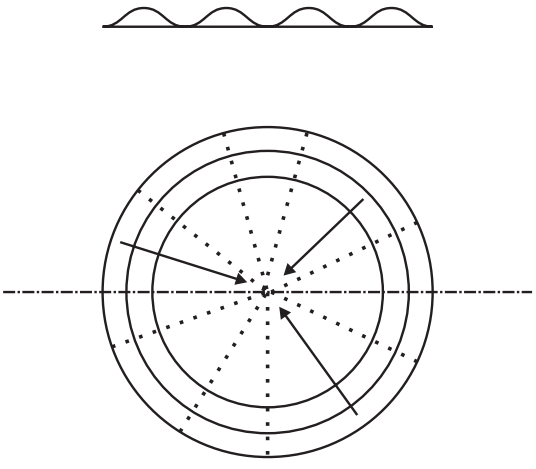


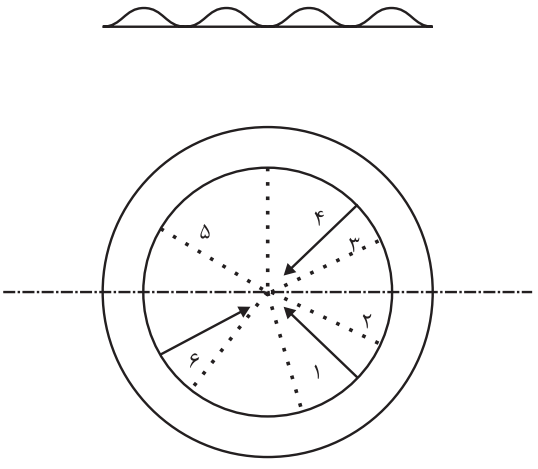
شکل ۳-۲


شکل ۳-۳

صافکاری ورق تابیده:

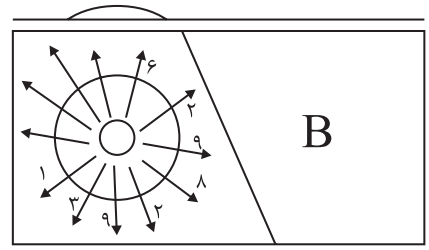
برای صافکاری ورق‌های تابیده شـــده عمل چکش‌کاری از لبه‌های ورق شروع وبه ســـمت وسط ورق ختم می‌شـــود. برای جلوگیری از ازدیاد طول بیش از حد در وسط ورق می‌بایست ضربات چکش را در لبه‌های ورق سنگین وبا پیش روی به سمت وسط ورق از شدت ضربات کاسته وضربات سبک تر ی وارد نمود. در این روش صافکاری نیز مانند روش قبلی ضربات به صورت شـــعاعی وارد شـــده و در مراحل مختلف انجام می‌شود. (شکل‌های ۳-۴ و ۳-۵)


شکل ۳-۴



شکل ۳-۵

صافکاری ورق‌های که بر آمدگی در گوشه آن‌ها باشد



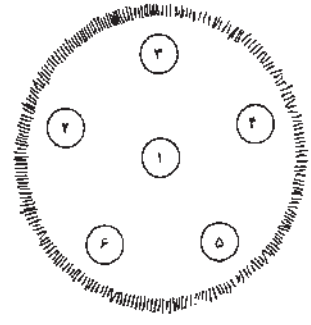
شکل ۳-۶

بـرای بر طرف نمـودن این بر آمدگی ها عملیات چکـش کاری را از اطراف ناحیه تغییر فرم داده شده شروع وبه لبه ورق ختم نمود. (شکل ۳-۶)

صافکاری ورق‌های که دچار تغییر فرم‌های گوناگون شده‌اند

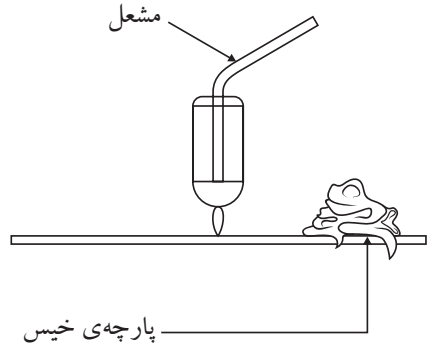
در صنعت به ندرت پیش می‌آید که تغییر فرم پیش آمده به صورت سـاده با شـد وگاهی پیش می‌آید که قسـمتی از ورق دچار فرو رفتگی شده وقسمت دیگر موجب پیچیدگی شـود. برای صافکاری این ورق‌ها می‌بایست مانند حالت‌های ذکر شده قبلی اقدام نموده وقسمت‌های که لازم است ضربات از داخل به خارج ویا بلعکس از خارج به داخل نیاز باشد به صورت تفکیکی انجام می‌شود.

روش صافکاری با استفاده از گرما



شکل ۳-۷

در این روش صافکاری محل مورد نظر را که باد کرده اسـت را مشـخص می کنند. نقطه وسـط محل باد کرده را با استفاده از مشـعل جوش کاری اکسی گاز گرم نموده وبا استفاده از ابزارهای دستی مانند چکش ویا قالب تنه به آن ضربه می زنند. این عمل را در چند نقطه از محل باد کرده ورق ادامه می‌دهند تاسـطح قطعه کاملاً صاف شـود. بایـد دقت شـود که محل های مورد نظـر بیش از حد لازم گرما داده نشـود. زیرا این امر موجب آسـیب رسانی به نقاط دیگر می‌شـود وممکن است باعث فرورفتگی‌های نقاط دیگر شـود. برای جلوگیری از این مسـئله لازم است گرما را کنترل نموده وبرای جلوگیری از انتقال حرارت به نقاط دیگر اسـتفاده از پارچه های خیس وقرار دادن آن در مجـاورت محل های گرما دیده می‌توان از این مسـئله جلوگیری کند. (شـکل‌های ۳-۷ و ۳-۸)



شکل ۳-۸

۳-۲ صافکاری با ابزار ماشینی

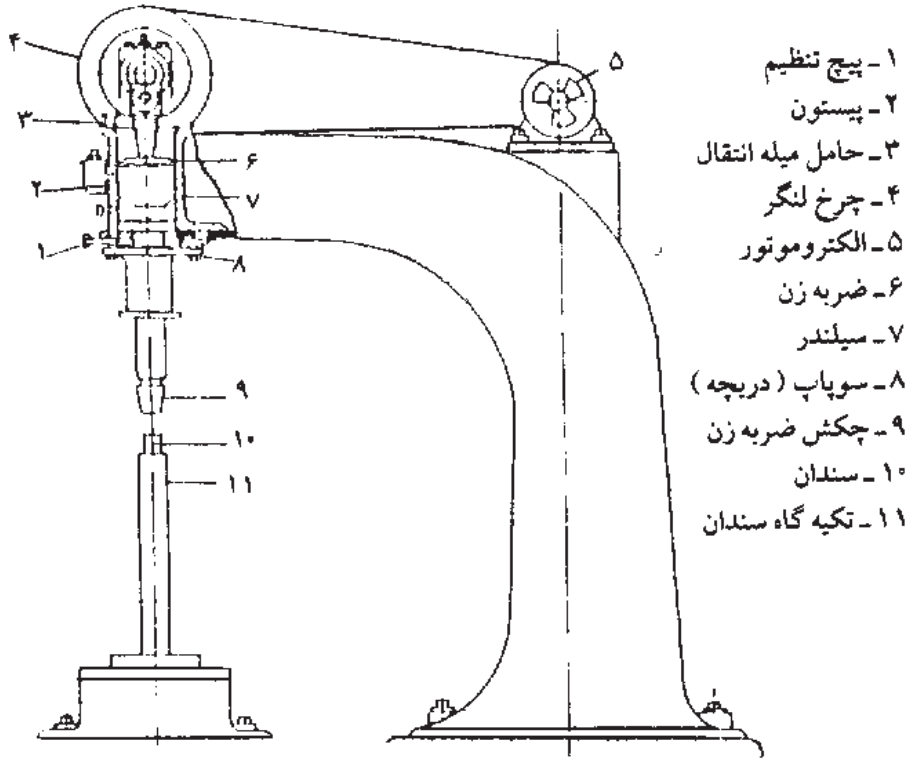
یکی از ماشین‌های ساده صافکاری چکش‌های پنوماتیکی است که نیروی محرکه آن‌ها هوای فشرده است از این ماشین‌ها معمولاً بیش تر برای صافکاری سطوح ورق‌های فلزی تغییر شکل یافته در کارگاه‌های صنایع فلزی و کارخانه‌های اتاق‌سازی اتومبیل استفاده می‌شود.

برای صافکاری قطعات ساخته شده یا بر طرف کردن تغییر شکل‌های فیزیکی ورق‌های فلزی از این ماشین استفاده می‌شود. به این ترتیب که با قرار دادن قطعه بین سندان وچکش ماشین و وارد شدن ضربه های پی درپی وجابه جایی یکنواخت ومدام تغییر شکل‌های موجود روی سطوح (ناصافی، ناهمواری‌های لبه ورق، فرورفتگی، برآمدگی وغیره) بر طرف می‌شود. برای این که هنگام صافکاری سطح قطعات کاملاً صاف باقی بماند باید به چند نکته توجه کرد. در هنگام آغاز وپایان صافکاری باید سعی کنیم که ضربات چکش روی لبه کار وارد نشود باید بدون متوقف ساختن چکش ورق را به طور سریع زیر ماشین برد یا از زیر آن خارج کرد.

سطوح تماس سِندان وچکش ماشین باید همیشه وبویژه هنگام صافکاری ورق‌های غیر آهنی کاملاً صیقلی وپرداخت شده باشد. و در مواردی مانند صافکاری ورقهای آلومینیومی سندان را چرب می کنند

پتک‌های بادی

این پتک‌ها با هوای فشرده کار می کند شکل (۳-۹) توسط یک موتور الکتریکی ۵ به حرکت در می‌آید. چرخ لنگ ۴ حامل میله اتصال۳ در ارتباط با پیستون ۲ می‌باشد پیستون وسر چکش (ضربه زن ۶) در درون سیلندر ۷ جابه جا می‌شود به محض بالا رفتن ضربه زن ودر نتیجه مکیده شدن هوا از طریق سوپاپ (دریچه) به داخل سیلندر می‌شود وبه محض این که پیستون ۲ شروع به پایین رفتن می کند هوای داخل سیلندر به ضربه زن ۶ به طرف پایین فشار می‌آورد. وضربه زن به نوبه خود به هوای زیر خود فشار آورده وآن‌را از طریق سوپاپ (دریچه۸) خارج می کند چنان‌چه این دریچه (سوپاپ ۸) بسته باشد هوای زیر ضربه زن۶ فشرده شده وضربه زن را درون سیلندر در ارتفاع معینی نگه می دارد از این وسیله برای تنظیم نیرو وشدت ضربه ها به هنگام صافکاری استفاده می‌شود. سطح ورویه‌های در تماس با کار وسندان بالایی ۹ وسندان زیری ۱۰ که بر روی جایگاه ۱۱ استوار ومحکم شده باید همواره تمیز وپرداخت شده باشد. (شکل ۳-۹)



شکل ۳-۹

برای جلوگیری از ضایع شـــدن ورق فلز چکش ضربه زن و ســـندان کاملاً هم مرکز باشند با چرخاندن اهرم تنظیم به طرف پایین ضربات چکش محکم تر وبا گردانیدن آن به طرف بالا ضربات با شدت کم‌تری به سطح ورق وارد می‌شود.

در هنـــگام عمل صـــاف وهموار کردن صفحات فلزی را بر روی ســـندان زیری در وضعیت افقی قرار داده وبا هر دو دست (شکل ۳-۱۰) به شکلی آن را گرفته وجابه جا می‌کنیـــم که نقاط ناهموار آن در معرض ضربات چکش قرار گیرند. تا صاف وهموار گردنند. شـــدت ضربات در نقاط ضخیم تر ورق بیشـــتر ودر نقاط نازک تر ویا اطراف محل بر آمدگی یا فرورفتگی باید نرم تر تنظیم گردد.

شکل ۳-۱۰

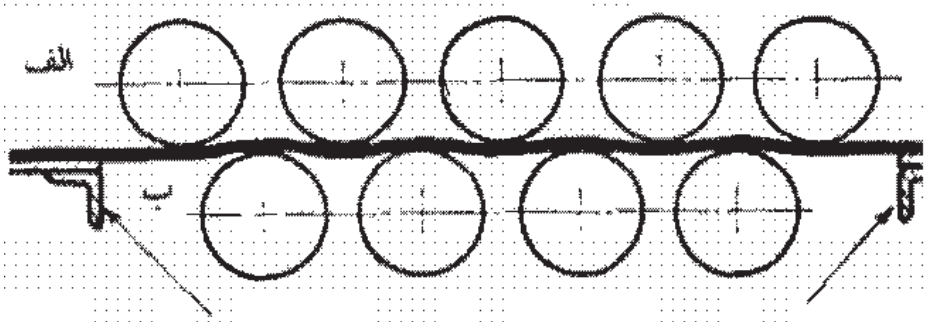
ب- صافکاری به وسیله ماشین‌های نورد

ماشین‌هایی که برای صافکاری ورق‌های فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد به ماشین با نوردهای سخت وماشین با نوردهای انعطاف‌پذیر تقسیم می‌شوند.

- ماشین با نوردهای سخت

این ماشین‌ها دارای دو ردیف غلتک از فولاد سخت به قطرهای مختلف از ۷۵ تا ۱۸۰

میلی‌متر برای ورق‌های فلزی به ضخامت‌های ۲ تا ۱۲ میلی‌متر ساخته شده‌اند که به طور یک در میان روی هم قرار گرفته‌اند. (شکل ۳-۱۱)



شکل ۳-۱۱

در بعضی از این ماشـــین‌ها نگهدارنده‌هایی از فولاد سخت روی نورد ها مستقر شده کـــه وظیفه آن‌ها حمایت نوردهای پایینی وبالایی در برابر خمیدگی‌ها اســـت که بر اثر مقاومت ورق‌ها ایجاد می‌شود. در دو طرف ماشین دو میز فلزی برای قرار گرفتن ورق قبل وبعد از عمل صافکاری وجود دارد.

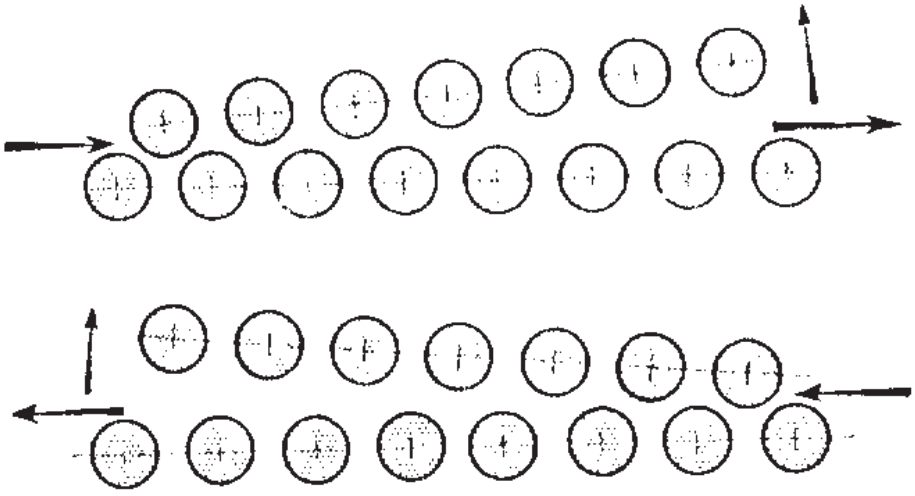
ابتـــدا ورق از بین غلتک ها عبور داده می‌شـــوند وبا ایجاد مـــوج های یکنواخت به نســـبت قابل توجه ای از نامنظمی های آن‌ها کاســـته می‌شـــود. برای این که قسمت‌های کوتاه وطویل ورق به طور یکنواخت در معرض نیروی وارده غلتک‌ها واقع شود وعمل مزبور آســـان‌تر صورت پذیرد در نواحـــی کوتاه ورق نوارهای از ورق به ضخامت ۰/۸ تا ۲ میلی‌متر وبه طول وعرض متناســـب با قسمت‌های روی کوتاه ورق قرار می‌دهند تا فشار نوردها مؤثر واقع شود وازدیاد سطح در محل لازم ایجاد شود.

در این روش صافکاری لازم اســـت پس از عبور ورق از زیر غلتک آنها را پشـــت و رو کرده و سپس عبور داد.

ماشین با نوردهای انعطاف‌پذیر

تعداد نوردهای این ماشین زیاد است (۲۳عدد) وجنس آن‌ها از فولاد با حد ارتجاعی بالا است. بر روی نوردهای بالایی وپایینی نیز تعدادی غلتک‌های کوچک قرار گرفته‌اند که وظیفه آن‌ها حمایت وپشتیبانی از نوردهای اصلی است وبه غلتک‌های حمایت کننده موسوم می‌باشند. در ردیف بالایی حمایت کننده‌هایی نیز وجود دارند که روی قیدهای عرضی ماشین نصب شده‌اند وثابت هستند وهنگام صافکاری نوردهای بالایی را حمایت

می‌کنند. حمایت کننده‌های پایینی می‌توانند هر یک به طور جداگانه ومستقل عمل کنند ودر هر قسمت از طول نوردها بالا وپایین روند وفشار لازم را اعمال کنند. مجموعه نوردهای ردیف بالایی می‌تواند برای موجدار کردن ورق بالا وپایین رود ودر بعضی از ماشین‌ها این مجموعه ممکن است به سمت راست یا چپ متمایل گردد. (شکل ۳-۱۲)



شکل ۳-۱۲

صافکاری به وسیله ماشین‌های کششی

یکی دیگر از فرآیندهای صافکاری ورق‌های فلزی کشیدن ورق به وسیله ماشین‌های کششی است. از این ماشین‌ها غالباً در کارخانه‌های فولاد سازی به منظور صاف ومسطح کردن ورق‌های فلزی استفاده می‌کنند. صافکاری با این شیوه یکی از بهترین روش‌ها است ولی به دلیل آن که به نیروی زیادی نیاز دارد بایستی از دستگاه‌های خیلی بزرگ وقوی استفاده شود.

صافکاری با این روش در دو مرحله انجام می‌شود:

مرحله اول: کشیدن ورق با سرعت زیادونیروی کم به منظور از بین بردن تغییر شکل موقت یا ارتجاعی آن (قرار گرفتن ورق به وضع افقی ومسطح).

مرحله دوم: کشیدن با نیروی زیاد وسرعت کم برای بزرگ یا طویل شدن نواحی کوتاه ورق به طور پیوسته.

ارزشیابی فصل سوم

۱- اصول صافکاری را شرح دهید.

۲- روش‌های مختلف صافکاری را نام ببرید.

۳- نحوه صافکاری دستی راشرح دهید.

۴- نحوه صافکاری با ماشین‌های (چکش) پنوماتیکی را شرح دهید.

۵- صافکاری با استفاده از حرارت را شرح دهید.

فصل چهارم

خم‌کاری در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- قابلیت خم‌کاری ورق‌های فلزی را شرح دهد.

۲- اصول خم‌کاری را شرح دهد.

۳- انواع ماشین‌های خم‌کُن را شرح دهد.

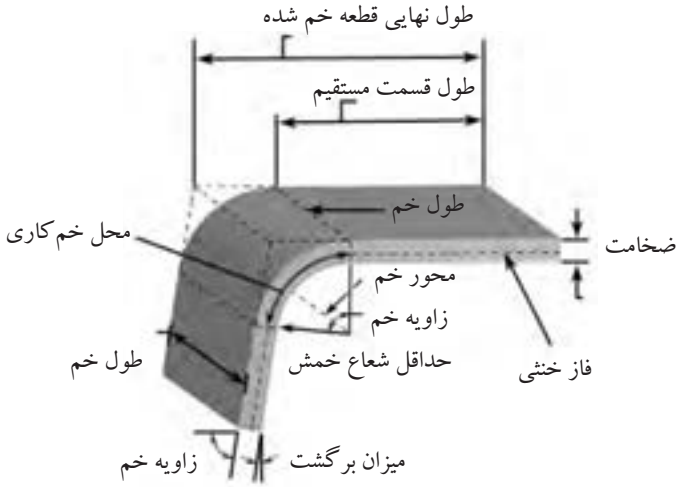
۴- فاز خنثی را توضیح داده و محل قرار گرفتن آن را بیان کند.

۵- محاسبه طول گسترده قطعات خم‌کاری شده را انجام دهد.

۴

٤- خم کاری

در صنعت ورق کاری برای تغییر فرم در قطعات از فرآیند خم کاری اســتفاده می‌شود. خم کردن عملی است که در آن قسمتی از مواد را با حفظ سطح مقطع شان تا حد امکان با رساندن حرارت وبدون آن از مسیر اصلی خارج کرده وبه مسیر دل‌خواهی آورد.(شکل ۴-۱)



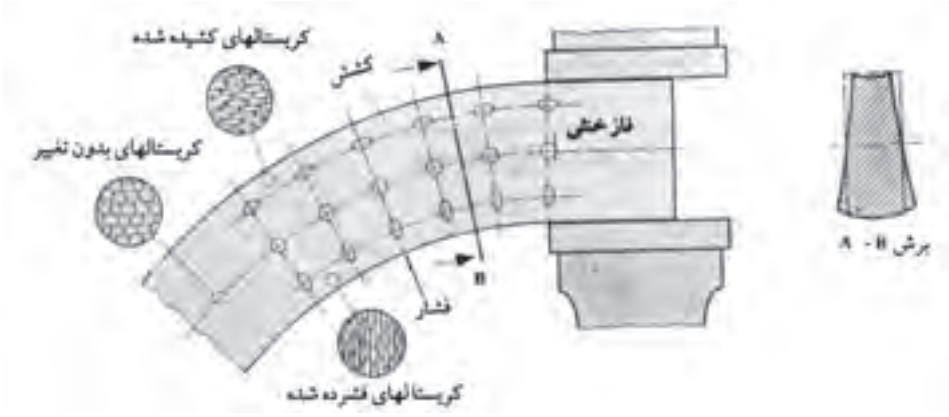
شکل ۴-۱

قابلیت خم کاری

قابلیت خم کاری ورق‌های فولادی متغیر اســت وبه درصد کربن آن‌ها بستگی دارد. بــا افزایش مقــدار کربن قابلیت خم کاری کاهش می‌یابــد. ورق‌های فلزی که درصد کربن آن‌ها ۱/۲ اســت قابلیت خم کاری در حالت سرد را دارند وچنان‌چه درصد کربن از مقدار ذکر شــده بیش‌تر شــود خم کاری به روش گرم انجام می گیرد. ورق‌های غیر آهنی را معمولاً در حالت سرد خم کاری میکنند ولی بعضی از آن‌ها را به دلیل نداشتن قابلیت انعطاف لازم بایستی ابتدا گرم وسپس خم کاری کنند. ورق‌های روی و آلیاژهای آلومینیوم در حالت گرم بهتر خمکاری می شوند.

تئوری خم‌کاری

اصطلاح خم‌کاری وپارامترهای آن را می‌توان در شـــکل مشاهده کرد در خم‌کاری یک ورق رشـــته های بیرونی قطعه (سطح بالای ورق) تحت کشش ورشته های درونی قطعه (سطح پایینی ورق) تحت فشار قرار می گیرد. مطابق تئوری خم‌کاری اگر از تغییردر ضخامت منطقه خم صرفنظر شود محور خنثی در رشته مرکزی باقی می ماند که تغییری در آن به وجود نمی‌آید. به همین دلیل این رشـــته را فاز خنثی می‌نامند. (شـــکل ۴-۲)



شکل ۴-۲

با توجه به مطالب گفته شده لازم است با در نظر داشتن فرم، سطح مقطع قطعه کار در محاسبات خم‌کاری مواد اولیه ابتدا فاز خنثی را تشخیص داد وسپس طول آن را محاسبه کرد مقدار تغییر فرم مقطع در محل خم‌کاری به جنس کار، شعاع وزاویه خمش وفاصله لایه خارجی تا فاز خنثی بســـتگی دارد تغییر فرم زیـــاد در قطعات که قابلیت خم‌کاری آن‌ها کم است مشکل به وجود آورده وباعث ترک در محل خم‌کاری گردد.

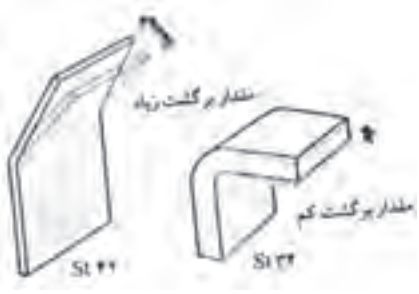
برای جلوگیری از این مسئله در محل خم‌کاری باید شعاع خمش را متناسب انتخاب نمود برای این و در نظر گرفتن حداقل شعاع خمش لازم می‌باشد. حداقل شعاع خمش به عواملی مانند قابلیت انعطاف‌پذیری قطعه، زاویه خمش، ضخامت وفرم ســـطح مقطع کار وجهت الیاف ورق بستگی دارد.

حداقـــل شـــعاع خمش با دو برابر ضخامت یعنی ۲t نشـــان داده می شـــود. در جدول (۴-۱) حداقل شعاع خمش برای برخی مواد آورده شده است.

جدول ۴-۱

ردیف	ماده ورق	حداقل شعاع خمش برای ماده نرم	حداقل شعاع خمش برای ماده سخت
۱	آلیاژ آلومینیوم	۰	۶T
۲	فولاد کم کربن	۰/۵ T	۴T
۳	تیتانیوم	۰/۷ T	۳T
۴	آلیاژ تیتانیوم	۲/۶ T	۴T

برگشت فنری



شکل ۴-۳

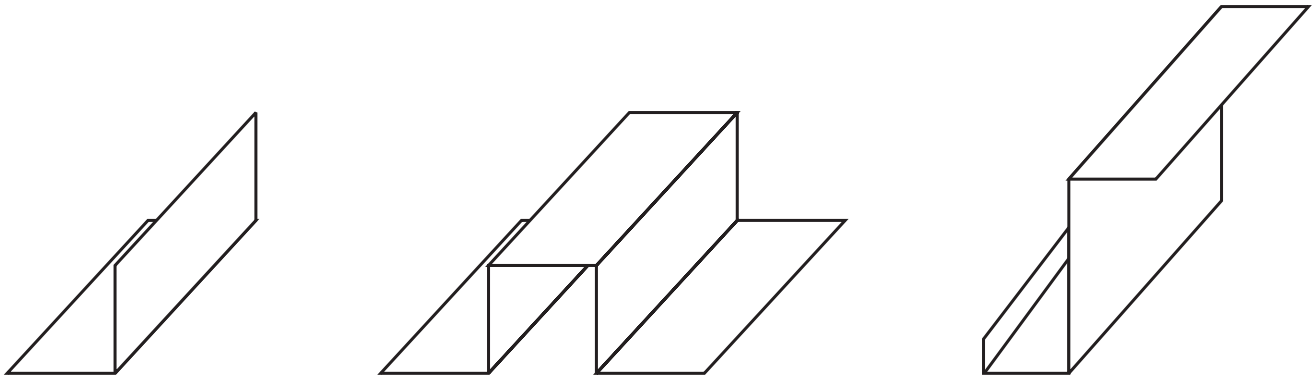
بـه دلیل خاصیت ارتجاعـی در فلزات پس از خم‌کاری قطعات مقداری برگشـت اتفـاق مـی افتد و زاویه خمـش کمتر از زاویـه خمکاری مورد نظر حاصل می شـود. این خاصیت را برگشـت فنری می‌گویند. این مسئله نه تنها در ورق‌های فلزی بلکه در شمش‌ها ومیله‌ها وسیم‌ها با سطح مقطع‌های مختلف پیش می‌آید. (شکل ۴-۳)

انواع خم‌کاری

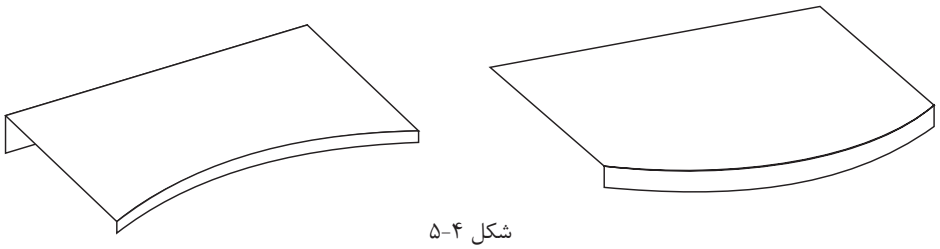
انواع خم‌کاری‌های مورد استفاده در ورق‌کاری را می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم نمود:

۱- خم کاری مستقیم ۲- خمکاری فلنج ۳- خمکاری منحنی شکل (مدور)

۱. خم‌کاری مسـتقیم: یک روش اصلی برای تغییر شـکل ورق‌های فلزی می‌باشد. (شکل ۴-۴)

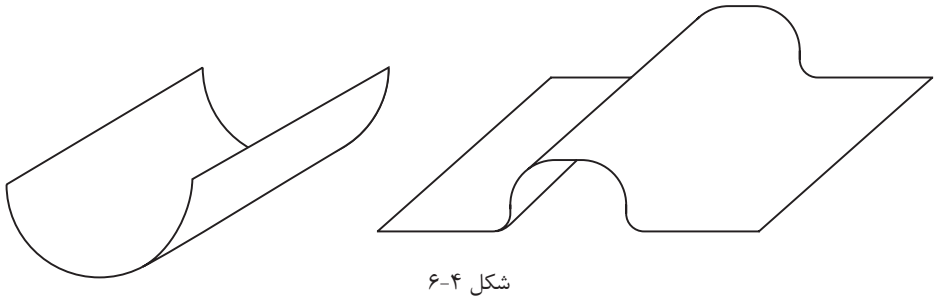

شکل ۴-۴

۲. خم کاری فلنج: یک روش اصلی برای تغییر شکل ورق‌های فلزی می‌باشد. (شکل ۴-۵)



شکل ۴-۵

۳. خم کاری منحنی شـــکل (مدوّر): یک روش اصلی برای تغییر شکل ورق‌های فلزی می‌باشد. (شکل ۴-۶)



شکل ۴-۶

انواع ماشین‌های خمکن

ماشـــین‌های مورد اســـتفاده در صنعت برای خم کاری ورق‌هـــای فلزی را می‌توان به شکل زیر تقسیم‌بندی نمود.

۱) خمکن‌هـــای دســـتی ۲) خمکن ســـاده ســـتونی ۳) ماشـــین‌های خمکـــن برقی ۴) پرس‌های خمکن مکانیکی ۵) پرس‌های خمکن هیدرولیکی

شکل ۴-۷

۱. خمکن‌های دستی

این دســـتگاه‌ها دارای ساختمان ســـاده تشکیل شده اســـت. وبرای ورق‌های با طول محدود وضخامت‌های کم به کار گرفته می‌شـــود. نمونه‌ای از این خمکن را در شـــکل (۴-۷) مشاهده می کنید.

۲. ماشین‌های خمکن ساده ستونی

این خمکن‌ها را در دو نوع با فک بالای ساده ویا با فک بالای لقمه ای طراحی ساخته

می شود و از نظر ابعاد نیز در طول‌های مختلف به بازار عرضه می گردد. (شکل‌های ۴-۸ الف و ۴-۸ ب)

خمکن ساده با فک ساده
شکل ۴-۸ الف

خمکن لقمه‌ای
شکل ۴-۸ ب

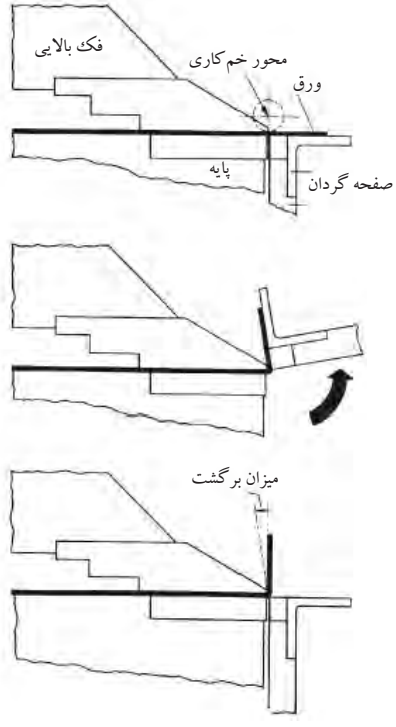
قسمت های مختلف خمکن های ساده ورق:

۱) پایه ۲) فک بالا ۳) فک پایین ۴) تیغه خم بالا ۵) تیغه خم پایین ۶) صفحه گردان ۷) دسته صفحه‌گردان ۸) وزنه‌های تعادل ۹) دسته بالا وپایین آوردن فک بالا

مکانیزم ماشـین‌های خمکن ساده: در این ماشـین‌ها ورق فلزی مورد خم‌کاری در بین دو فک پایین و بالا قرارگرفته و فک بالا که متحرک می‌باشـد توسط دسته‌ای که به این منظور در نظر گرفته شـده اسـت به پایین هدایت می‌شود و ورق را به بستر فک پایین محکم می فشـارد. صفحه گردان که در قسمت جلوی ماشین قرار دارد به وسیله دو محور از دو طرف در یاتاقان قرار گرفته ودر درون دو کشـوئی که به طور عمودی حرکت می‌کنند جاسـازی شـده اسـت صفحه گردان که وظیفه خم‌کاری را به عهده دارد به دو وزنه مجهز می‌باشد نقش این وزنه‌ها افزایش نیروی خم‌کاری می‌باشد. تیغه پایینـی که روی این صفحه قرار دارد می‌تواند بـرای ضخامت‌های مختلف قابل تنظیم بوده ومی‌تواند توسـط اهرم‌های پیچی که بدین منظور در نظر گرفته شـده است تنظیم گـردد. با چرخاندن فلکه صفحه گـردان این صفحه به سـمت پایین حرکت کرده و

خم کن برای ضخامت جدید تنظیم می گردد. وبا استفاده از دسته صفحه گردان عمل خم‌کاری انجام می‌شـود. زاویه حرکت صفحه گـردان قابل تنظیم بوده ومی‌توان برای زوایای مختلف تنظیم نمود. (شکل ۴-۹)

با این خمکن‌هـا ورق‌های فولادی کم کربن را تا ضخامـت ۳ میلی‌متر وورق‌های آلومینیومی را تا ضخامت ۶ میلی‌متر و ورق‌های مسی و برنجی را تا ضخامت ۵ میلی‌متر خم‌کاری می نمایند.



شکل ۴-۹

خمکن‌های برقی

اجزای اصلی تشکیل دهنده ماشین‌های خمکن برقی شامل اجزاء زیر می‌باشد:

۱. موتور الکتریکی وجعبه دنده معکوس کننده دور.

۲. فک بالای دستگاه ومتعلقات آن که حرکت خود را از الکتروموتور می گیرد.

۳. صفحه گردان ومتعلقات آن که حرکت خود را از الکترو موتور می گیرد.

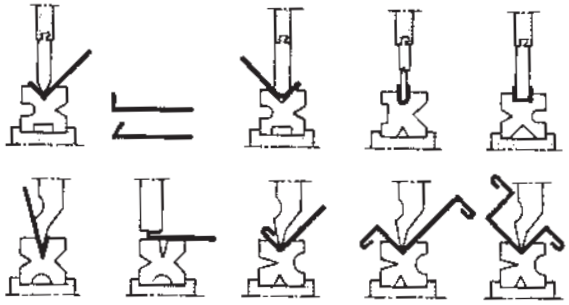
۴. تجهیزات تبدیل وانتقال نیرو این تجهیزات تبدیل نیرو وانتقال آن را به قسمت‌های متحرک ماشین امکان‌پذیر می‌سازند. ومعمولاً در پایه های دستگاه‌ها جاسازی می‌شوند.

خمکن‌های برقی را معمولاً در طول‌های ۶-۱ متر می‌سازند. وبه وسیله‌این خمکن‌ها ورق‌های فولادی را تا ضخامت ۶ میلی‌متر می‌توان خم‌کاری نمود. (شکل ۴-۱۰)

شکل ۴-۱۰

ماشین‌های پرس خم‌کن (برک پرس)

ماشـین‌های پرس خم‌کن به کمک انواع قالب‌های کار می کنند که به این قالب ها که سمبه وماتریس می گویند وبا سطح مقاطع مختلف طراحی وساخته می‌شوند. از این ماشـین‌های پرس خمکن برای صاف کردن، ایجاد فرورفتگی وبرجستگی، وخم‌کاری ورق‌های فلزی در زوایای مختلف به کار گرفته می‌شود. (شکل ۴-۱۱)


شکل ۴-۱۱

این ماشین‌های خمکن در ابعاد و تناژهای مختلف ساخته شده و به کار گرفته می‌شوند. طول میز این ماشین‌ها معمولاً ۶-۲ متر برای اندازه‌های معمولی و در مدل‌های بزرگ‌تر تا ۱۲ متر نیز طراحی و ساخته می‌شوند. قالب‌های این ماشین‌های خمکن (سنبه، ماتریس) نیز متناسب با مشخصات و طول دستگاه ساخته می‌شوند. (شکل ۴-۱۲)

شکل ۴-۱۲

پرس‌های خم‌کن به گونه ای طراحی شده‌اند که فشار را بر روی یک سطح باریک و طویل با حداقل انحراف وارد می‌سازند. این ویژگی از ویژگی‌های پرس خم است و همین امر سبب می‌شود که شکل ظاهری این پرس‌ها شبیه به یکدیگر ولی قدرت و ظرفیت آن‌ها متفاوت باشد. قسمت‌های مختلف این پرس‌ها به قرار زیر می‌باشد:

بدنه، بستر، ضربه‌زن، سیستم محرکه، قالب‌های سمبه و ماتریس

بدنه: بدنه این پرس‌های خم را از اتصال جوشکاری واز ورق‌های ضخیم فولادی می‌سازند.

بستر پرس: محلی را که ماتریس روی پرس قرار می‌گیرد را بستر پرس گویند. بستر پرس را معمولاً ضخیم محکم می‌سازند. تا از انحراف و خم شدن آن‌ها در اثر فشار جلوگیری گردد.

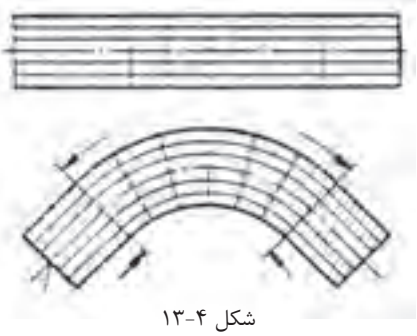
ضربه زن: انتقال نیروی محرکه به قالب توسط ضربه زن به منظور خم‌کاری انجام می‌شود. ضربه زن و بستر پرس در شرایط بدون بار باید به طور موازی با یکدیگر قرار گیرد.

قالب‌های سمبه و ماتریس: این قالب ها را از فولادهای ابزار می‌سازند.

نیروی محرکه: منظور از نیروی محرکه در پرس‌ها ی خم مکانیزمی است که برای حرکت ضربه زن استفاده می‌شود. پرس‌های خم بر اساس نیروی محرکه به دو دسته مکانیکی وهیدرولیکی تقسیم می‌شود.

کورس پرس خم‌کن (مسیر رفت وبرگشت)**:** مسیر حرکت ضربه زن از بالاترین نقطه تا پایین ترین وضعیت خود را کورس پرس گویند. در تمام پرس‌های خم‌کن طول کورس قابل تنظیم می باشد. کورس پرس را معمولاً برحسب بلندی ماتریس وضخامت قطعه کار مورد خم‌کاری ونوع خمی که ورق می‌بایست خم‌کاری شود تنظیم می کنند.

تعیین قطر یا شعاع متوسط



شکل ۴-۱۳

بر اساس تئوری خم‌کاری که قبلا مورد بحث قرار گرفته است در خم‌کاری قسمت داخلی قطعه مورد خم‌کاری فشرده شده وقسمت خارجی آن کشیده می‌شود. ویک لایه بین لایه داخلی وخارجی که آن را تار خنثی می‌نامند بدون تغییر باقی می ماند. در محاسبات خم‌کاری برای تعیین طول اولیه قطعه تا رخنثی ملاک عمل بوده وبا محاسبه طول اولیه آن می‌توان طول اولیه قطعه را محاسبه نمود. (شکل ۴-۱۳)

محل قرارگرفتن تار خنثی به دو عامل ۱- شعاع خمش ۲- زاویه خم‌کاری بستگی دارد. ومحل قرار گرفتن آن با توجه به دو عامل ذکر شده از لایه داخلی به اندازه یک سوم تا نصف ضخامت قطعه مورد خم‌کاری تغییر می‌کند. ومی‌توان با توجه به شعاع خمش وزاویه خم‌کاری قطر یا شعاع متوسط را از روابط الف ویا ب استفاده نمود. (شکل‌های ۴-۱۴ و ۴-۱۵)

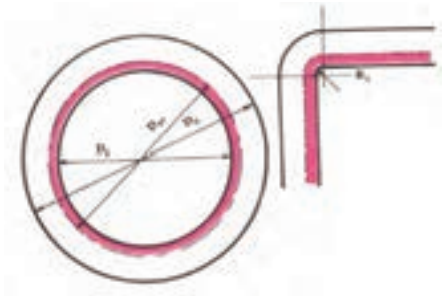
الف

$$Rav = Ri + \frac{۱}{۳}t$$

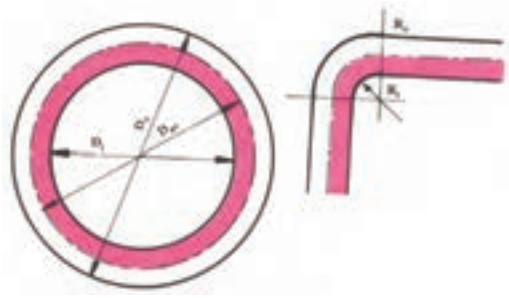
$$Rav = Ro + \frac{۲}{۳}t$$

$$Dav = Di + \frac{۲}{۳}t$$

$$Dav = Do - \frac{۴}{۳}t$$



شکل ۴-۱۴



ب
$$\begin{cases} Rav = Ri + \frac{۱}{۲}t \\ Rav = Ro - \frac{۱}{۲}t \\ Dav = Di + t \\ Dav = Do - t \end{cases}$$

شکل ۴-۱۵

محاسبه عوامل خم‌کاری

در صنعت ورق‌کاری به منظور تولید ساخته‌های فلزی وتغییر فرم وشکل در آن‌ها از فرآیند خم‌کاری استفاده می‌کنند.

لذا لازم است طول اولیه قطعات قبل از خم‌کاری محاسبه گردد. همان‌طوری که قبلا اشاره شد یکی از عوامل تعیین کننده شعاع خمش می‌باشد.

شعاع خمش

شعاع خمش تعیین کننده میزان انحنای قوس در محل خم‌کاری است. در تولید ساخته‌های فلزی معیار شعاع خمش حداقل شعاع خمش مجاز می‌باشد. برای جلوگیری از پاره شدن ورق در محل خم باید حداقل شعاع خمش مجاز را با توجه به جنس وقابلیت خم‌کاری اوراق فلزی را تعیین نمود.

حداقل شعاع خمش با توجه به زاویه خم‌کاری عبارت است از:

۱ تا ۳ برابر ضخامت ورق در خم‌کاری قوس‌های کم‌تر از ۹۰ درجه $(Ri = ۱ تا ۳t)$

مساوی یا بیش تر از ۳ برابر ضخامت ورق درخم کاری قوس های ۹۰ درجه وبیش تر $(Ri \geq ۳t)$

X = زاویه خم‌کاری

Dav = قطر متوسط

Di = قطر داخلی

Do = قطر خارجی

Rav = شعاع متوسط

Ri = شعاع داخلی

Ro = شعاع خارجی

t = ضخامت

محاسبه طول گسترش قطعات خم‌کاری شده

درخم‌کاری ورق‌های فلزی اگر ضخامت ورق مساوی یا کم‌تر از۱/۵ میلی‌متر باشد. نیازی به محاسبه قطر یا شعاع متوسط نیست ومحاسبه گسترده قوس‌ها با توجه به همان اندازه موجود در نقشه انجام می‌شود.

در صورتی که ضخامت ورق از ۱/۵ میلی‌متر بیش‌تر باشد. با توجه به شعاع خمش وزاویه خم‌کاری می‌بایست ابتدا قطر متوسط را محاسبه کرده وطول گسترش قوس‌ها را به دست آورد. (فرمول‌های ۴-۱ و ۴-۲)

$$L = \frac{Dav \times n(۱۸۰ - a)}{۳۶۰}$$

فرمول ۴-۱

یا

$$L = \frac{Rav \times n(۱۸۰ - a)}{۱۸۰}$$

فرمول ۴-۲

تعیین گسترده قوس در خم‌کاری ورق‌های تحت زاویه ۹۰ درجه:

برای محاسبه گسترش قوس‌های ذکر شده ابتدا روابط تعیین قطر یا شعاع متوسط را با توجه به شرایط خم‌کاری از جداول (۴-۲ و ۴-۳ و ۴-۴) محاسبه می‌شود.

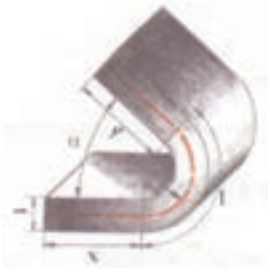
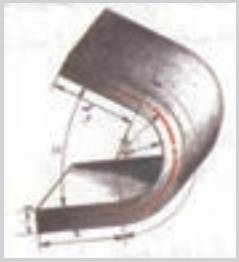
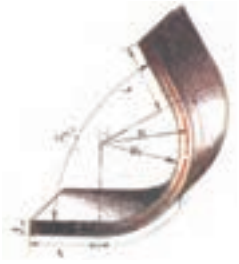
جدول ۴-۲ تعیین روابط قطر یا شعاع متوسط برای خمکاری ورق‌های تحت زاویه‌ی ۹۰ درجه

ردیف	مقدار ضخامت و شعاع خمش به میلی‌متر	مکان تار خنثی با توجه به شرایط خمکاری	روابط تعیین کننده قطر با شعاع متوسط
۱	$t \geq ۱/۵$ $Ri = t$		الف
۲	$t \geq ۱/۵$ $Ri = t$ تا $۲t$		الف
۳	$t \geq ۱/۵$ $Ri \geq ۴t$		ب

جدول ۴-۳ تعیین قطر با شعاع متوسط با توجه به شرایط خمکاری در خمکاری بیش از ۹۰ درجه

ردیف	مقدار ضخامت و شعاع خمش به میلی‌متر	مکان تار خنثی با توجه به شرایط خمکاری	روابط تعیین کننده قطر با شعاع متوسط
۱	$t \geq ۱/۵$ $Ri = t$		الف
۲	$t \geq ۱/۵$ $Ri = ۲t$ تا t		الف
۳	$t \geq ۱/۵$ $Ri \geq ۴t$		الف

جدول ۴-۴ محاسبه‌ی طول گسترده قوس‌ها در خمکاری ورق‌های تحت زاویه کمتر از ۹۰ درجه

ردیف	مقدار ضخامت و شعاع خمش به میلی‌متر	مکان تار خنثی با توجه به شرایط خمکاری	روابط تعیین کننده قطر با شعاع متوسط
۱	$t \geq ۱/۵$ $Ri = t$		ب
۲	$t \geq ۱/۵$ $Ri = ۲t$ تا t		ب
۳	$t \geq ۱/۵$ $Ri \geq ۴t$		ب

ارزشیابی فصل چهارم

۱- قابلیت خمکاری ورق‌های فلزی را شرح دهید.

۲- اصول خمکاری ورق‌های فلزی را شرح دهید.

۳- انواع ماشین‌های خمکن را نام ببرید.

۴- محل قرار گرفتن فاز خنثی را بارسم شکل شرح دهید.

۵- کاربرد برک پرس‌ها را شرح دهید.

۶- در تولید قطور فلزی مطابق شـــکل ســـرعت تولید مد نظر می باشد. کدام گزینه جهت خمکاری مناسب می باشد.

الف- خمکن دستی　　ب- خمکن هیدرولیکی

ج- برک پرس　　د- خمکن برقی ساده

۷- کدام نوع خمکاری در صنعت ورق کاری بکار نمی رود.

الف- خمکاری مستقیم　　ب- خمکاری فلنج

ج- خمکاری منحنی شکل　　د- خمکاری زاویه دار

۸- اگر ضخامت ورق کمتر یا مســـاوی ..... باشـــد نیاز به محاسبه قطر یا شعاع متوسط نیست.

الف- ۵mm　　ب- ۱/۵ mm

ج- ۲mm　　د- ۲/۵ mm

فصل پنجم

اتصال‌ها در صنعت ورق‌کاری

هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- فرنگی پیچ را تعریف کند.

۲- انواع فرنگی پیچ را نام ببرد.

۳- کاربرد فرنگی پیچ‌ها را بیان کند.

۴- محاسبات فرنگی پیچ را انجام دهد.

۵- اصول پرچ‌کاری را شرح دهد.

۶- انواع میخ پرچ را نام ببرد.

۷- محاسبات پرچ‌کاری را انجام دهد.

۵

۵- اتصال‌ها در صنعت ورق‌کاری

در صنعت ورق‌کاری برای ساخت مصنوعات فلزی قطعات ساخته شده را به یکدیگر متصل می نمایند برای این منظور روش‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود که عمده ترین آن‌ها عبارتنداز: ۱) جوشکاری ۲) لحیم‌کاری ۳) اتصال به وسیله پیچ ومهره ۴) فرنگی پیچ ۵) اتصال به وسیله پرچ. (شکل ۵-۱ الف - ب و ج)

الف

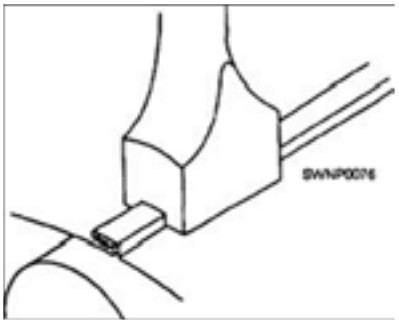
ب

ج

شکل ۵-۱

در درس های تکنولوژی جوشکاری در خصوص انواع روش‌های متداول جوشکاری ولحیم‌کاری وکاربرد آن‌ها در صنعت آشنا خواهید شد. و با مباحث پیچ و مهره در کتاب محاسبات فنی تخصصی و اجزای ماشین آشنا می شوید در این بخش به روش‌های اتصال به وسیله فرنگی پیچ وپرچ آشنا خواهید شد.

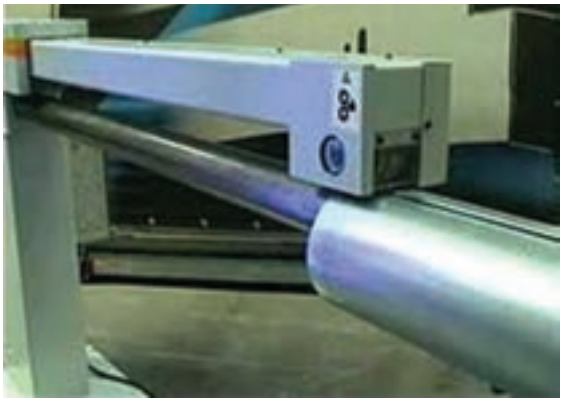
فرنگی پیچ



شکل ۵-۲

پیچک یا فرنگی پیچ یک روش اتصال ورق های فلزی است که در آن لبه ی ورق را به فرم خاصی تا زده ودر یک دیگر چفت می‌نمایند وسپس با دست یا ماشین آن‌را کوبیده تا ورق‌ها به هم درگیر و فشرده شوند در روش اجرای دستی از ابزارهایی مانند قالب تنه ویا چکش استفاده می‌شود.(شکل ۵-۲)

پیچک را می توان با چکش های مکانیکی نیز کامل نمود این ماشین ها می توانند انواع مختلف فرنگی پیچ ها را در طولهای زیاد ودر زمان کوتاه اجرا نمایند در (شکل های ۵-۳) نمونه برقی دستی وماشینی این دستگاهها را مشاهده می کنید.



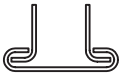
شکل ۵-۳

این روش اتصال جزء روشهای اتصال دائم بوده و اگر درست انجام شود محل اتصال به طور کامل درز بندی شده و برای ذخیره مایعات ظرف های نگهدارنده مواد غذایی استفاده می شود.

انواع فرنگی پیچ

با توجه به کاربرد وسیع این فرآیند اتصال در صنعت ورقکاری روشهای مختلفی در اجرای آن ابداع گردیده وبکار گرفته می شـود . در جدول شـماره ۵-۱ انواع فرنگی پیچ وکاربرد آنها آورده شده است.

جدول شماره ۵-۱

ردیف	نام فرنگی پیچ	شکل سطح مقطع فرنگی پیچ	کاربری
۱	فرنگی پیچ ساده		۱- اتصال طولی ورق ها ۲- بدنه کانال های هوای استوانه ای ۳- اتصال لبه قطعات به شکل استوانه مکعب، مخروط
۲	فرنگی پیچ عمودی		۱- برای اتصال عرضی ورق ها ۲- اتصال کانال های هوا به یکدیگر به صورت طولی
۳	اتصال گوشه (کانال یا امریکائی)		۱- ساخت قطعات بصورت مکعب که اتصال آنها در گوشه باشد ۲- ساخت کانال های کولر ۳- ساخت کانال های انتقال دود (هود)
۴	فرنگی پیچ کشویی		۱- اتصال عرضی ورق های بزرگ ۲- اتصال قطعات در سایت
۵	فرنگی پیچ کف		۱- اتصال کف مخازن به بدنه ۲- اتصال درب قوطی های کنسرو و کمپوت میوه ها

اجرای فرنگی پیچ

اتصال فرنگی پیچ به وسـیله ابزار دسـتی یا به کمک ماشـین‌هایی از قبیل دسـتگاه درزکوب ویا چرخ ورق‌کاری انجام می گیرد برای این منظور می‌بایست ابتدا محاسبات مربوطه را انجام داده وسپس آن را اجرا نمود.

محاسبات فرنگی پیچ

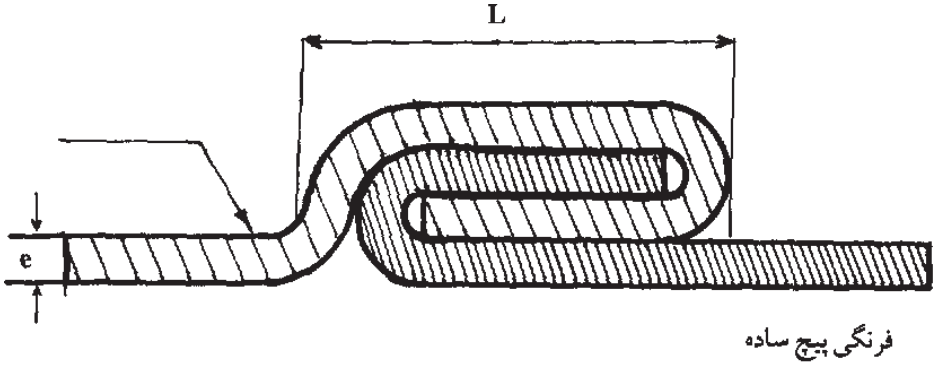
اتصال فرنگی پیچ با اسـتفاده از لبه قطعات تغییر شـکل یافته انجام می‌شود بنابراین انـدازه لبـه ورق را که در اتصال به کار گرفته می شـودبه ابعاد کلـی قطعه افزود تا از

اندازه اصلی جسم کاسته نشده وجسم با همان اندازه مورد نظر ساخته شود. به این مقدار عرض فرنگی پیچ گفته می‌شود ومتناسب با ضخامت ورق وعرض دهانه قالب یا غلتک دستگاه محاسبه می گردد رابطه‌ای که مورد استفاده قرار می گیرد عبارت است از: (فرمول ۵-۱)

$$X = L - ۲e$$

فرمول ۵-۱

در این رابطه X مقدار طولی است که بعنوان عرض فرنگی پیچ به ورق اضافه می‌شود. L عرض قالب فرنگی پیچ ویا عرض غلتک دستگاه وe ضخامت ورق مورد اتصال می‌باشد. مقدار محاسبه شده به ازای هر خم در اتصال فرنگی پیچ می‌باشد. (شکل ۵-۲)



شکل ۵-۲

براساس رابطه بالا محاسبه عرض فرنگی پیچ برای یک اتصال ساده به قرار زیر خواهد بود با توجه به شکل مشاهده می‌شود که یک فرنگی پیچ ساده از چهار خم تشکیل گردیده است با این توضیح که یک خم جزء طول ورق می‌شود لذا در محاسبه سه خم در نظر می گیریم وبه شکل فرمول (۵-۲) خواهد بود.

$$X = ۳(L, ۲e)X \rightarrow = ۳L - ۶e$$

فرمول ۵-۲

مقدار محاسبه شده طول ورق اضافه می‌شود برای این منظور به یک طرف ورق مقدار $L - ۲e$ وبه طرف دیگر مقدار $۲L - ۴e$ اضافه می‌شود. این روابط برای اتصال‌های مختلف فرنگی پیچ مطابق روابط (۵-۳ تا ۵-۸) می‌باشد.

فرنگی پیچ ساده

۴e-۲L برای قطعه الف

۲e-L برای قطعه ب

رابطه ۵-۳

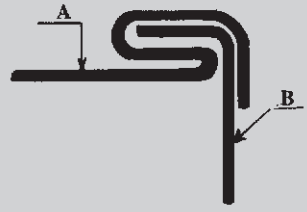
فرنگی پیچ گوشه

۴e-۲L برای قطعهٔ الف

۲e-L برای قطعه ب

رابطه ۵-۴

فرنگی پیچ آمریکایی

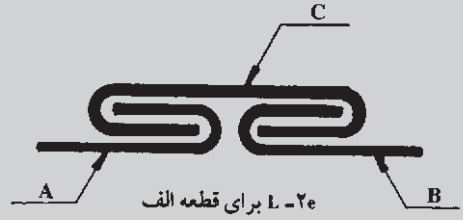


۶e - ۳Lبرای قطعه الف

۲e - L برای قطعه ب

رابطه ۵-۵

فرنگی پیچ کشویی



۲e-L برای قطعه الف

۲e-L برای قطعه ب

۴e-۲L برای قطعه ج

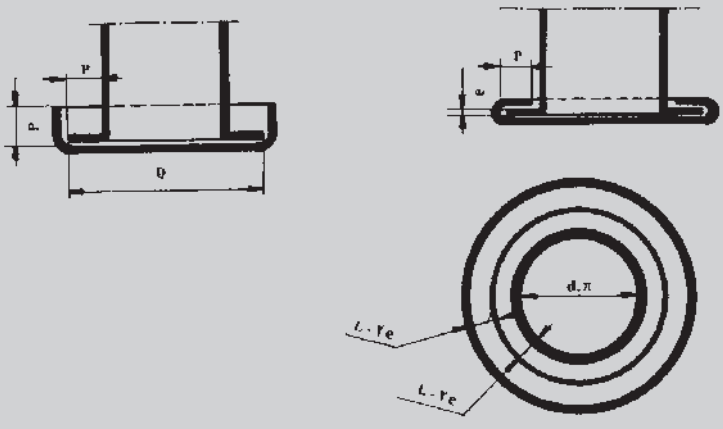
رابطه ۵-۶

فرنگی پیچ مضاعف

$2L - 4e$ برای قطعه الف

$3L - 6e$ برای قطعه ب

رابطه ۵-۷



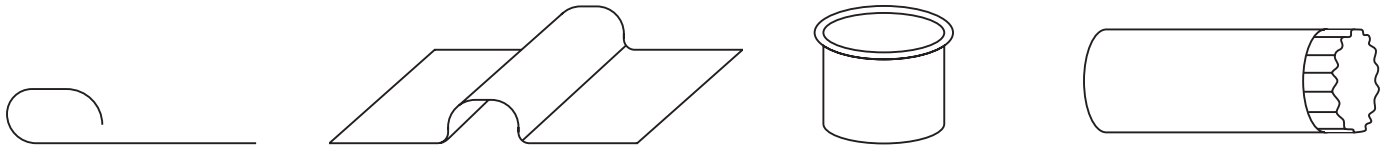
رابطه ۵-۸

چرخ ورق‌کاری

یکی از ماشین‌های مورد استفاده در صنعت ورق‌کاری ماشین چرخ ورق‌کاری (چرخ رخ) می‌باشد این ماشین در عین داشتن ساختمان ساده کاربرد وسیعی در این صنعت دارد وبه وسیله آن می‌توان عملیات مختلفی روی ورق انجام داد.

عملیاتی مانند رخ انداختن روی ورق، فلانچ کردن لبه ورق به داخل یا خارج، لبه دادن، کنگره کردن لبه ورق، آماده کردن لبه‌های ورق برای فرنگی پیچ ودر نهایت بریدن ورق می‌تواند کاربرد داشته باشد. (شکل ۵-۳)

شکل ۵-۳

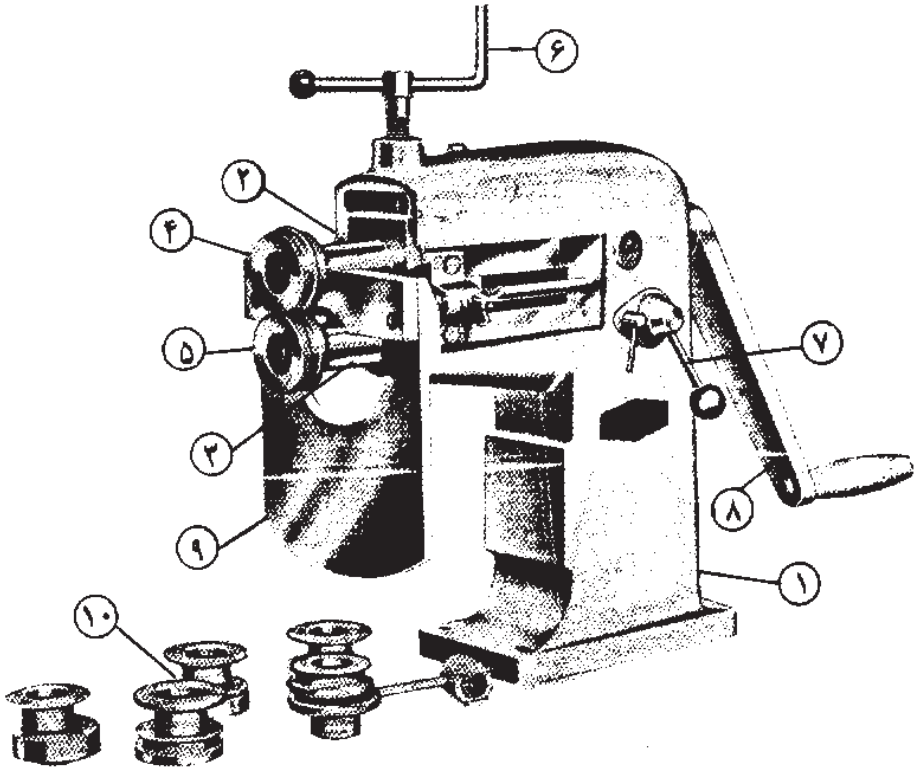


شکل ۵-۳ کارهای ورق‌کاری

این ماشین‌ها از نظر مکانیزم ونیروی محرکه به دو نوع دستی وبرقی تقسیم می‌شود.

چرخ ورق‌کاری دستی

این ماشین به وسیله مکانیزم چرخ دنده وواسطه‌های مکانیکی کار می‌کند واز قسمت‌های زیر تشکیل شده است. بدنه، محورها، پیچ تنظیم فاصله محورها، چرخ‌دنده‌ها، دسته گرداننده. (شکل ۵-۴)



شکل ۵-۴ چرخ ورقکاری

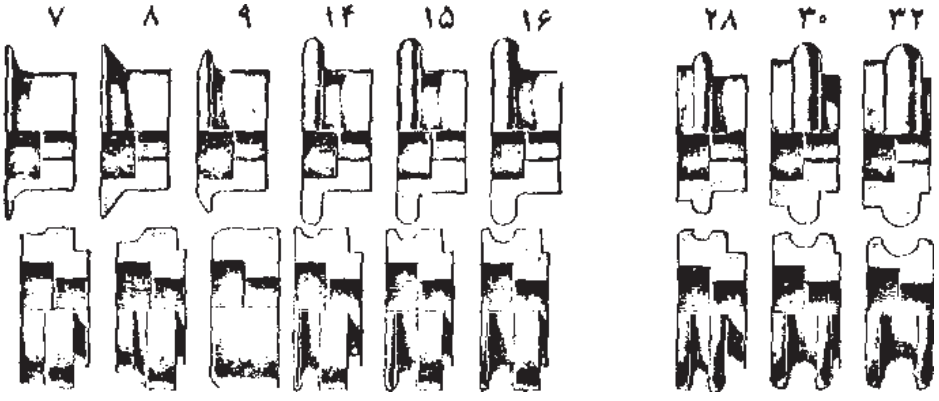
دستگاه رُخ‌دستی:

۱) بدنه ۲) محور بالایی ۳) محور پایینی ۴) قالب بالایی ۵) قالب پایینی ۶) فرمان تنظیم کننده فاصله بین دو قالب ۷) فرمان تنظیم کننده حرکت طولی محورها ۸) اهرم انتقال حرکت ۹) سپر تکیه‌گاه ورق ۱۰) قالب‌های دستگاه

مکانیزم چرخ ورق‌کاری

این چرخ از دو محور بالا وپایین تشکیل شده است محور بالا به کمک دسته

بالا وواسـطه فنری در جهت‌های بالا وپایین وعقب وجلو قابل تنظیم می‌باشـد. نیروی محرکه به وسیله دست تأمین شده وبه وسیله دسته لنگ به چرخ دنده‌ها که داخل پوسته قرار دارند انتقـال می یابند و این حرکت به محورها که در انتهای آن‌ها قرقره‌ها نصب شـده‌اند انتقال می یابـد. حرکت محورها در خلاف جهت یکدیگر می‌باشـد. این امر باعث کشـش ورق در هنگام کار شده وبا توجه به نوع قالب بسته شده شکل مورد نظر را بر روی ورق ایجاد می نماید. (شکل ۵-۵)



شکل ۵-۵

پرچ کاری

پـرچ کاری یکی از روش‌هـای اتصال دائم بـوده وازآن به منظـور اتصال ورق‌ها، پروفیل‌ها، وشمش‌ها به یکدیگر استفاده می شود.

وسیله‌ای که برای این منظور به کار می‌رود میخ پرچ نام دارد. در صنعت از پرچ کاری عـلاوه بر اتصال انتظارات دیگری نیز وجود داشـته ومی‌توان آن‌هـا را به چهار گروه تقسیم نمود.

۱. اتصال لق: در این نوع اتصال دو قطعه نسـبت بـه هم دارای مقداری لقی بوده ومی‌تواننـد حول محور میخ پرچ حرکت دورانی داشـته باشـند. مانند اتصال تیغه‌های قیچی دستی ویا انبر دست ودم باریک. (شکل ۵-۶)

شکل ۵-۶

۲. اتصـال محکم: در این روش میـخ پرچ وظیفه انتقال نیـرو واتصال قطعات به یکدیگر را تواماً به عهده دارد. مانند اتصال در سـاختمان‌های فلزی، پل‌ها، جرثقیل‌ها و وسایط نقلیه.

۳. اتصال درز بندی: در اینجا میخ پرچ علاوه بر وظیفه اتصال می‌بایست باعث درز بندی نیز گردد.مانند اتصال در مخازن ذخیره مایعات وسوخت. که در گذشته بیشتر متداول بوده است

٤. اتصال محکم ودرز بندی: در صنعت پیش می آید که محل اتصال بایستی وظیفه انتقال نیرو ودرز بندی را تواماً داشته باشد. مانند دیگ های بخار ومخازن تحت فشار.

۵-۲-۱ روش‌های پرچ کاری

پرچ کاری در صنعت به دو روش زیر ا نجام می‌شود:

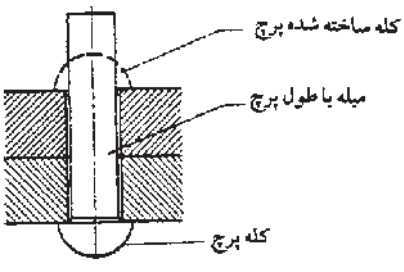
۱) پرچ کاری سرد ۲) پرچ کاری گرم

پرچ‌ها تا قطر ۸ میلی‌متر را به روش سرد وقطرهای بالاتر از آن را به صورت گرم پرچ کاری می کنند. اجرای پرچ کاری می تواند به دو روش:

۱) پرچ کاری دستی ۲) پرچ کاری ماشینی انجام شود.

۵-۲-۲ اصول پرچ کاری

پرچ کاری عبارت است از اتصال دو یا چند قطعه توسط میخ پرچ درشکل‌ها واندازه‌های مختلف جنس میخ پرچ‌ها معمولاً از جنس فولاد نرم، آلومینیم، مس ویا از آلیاژهای آن‌ها تولید وبا توجه به جنس قطعات اصلی به کار گرفته می‌شود. در اتصال قطعات فولادی ضخیم ازمیخ پرچ‌ها از جنس فولاد کم کربن استفاده می‌شود. این میخ پرچ‌ها معمولاً در قطر های ۱۰ تا ۳۵ میلی‌متر ساخته شده وبه صورت گرم پرچ کاری می‌شوند. برای اجرای عمل پرچ کاری میخ پرچ در سوراخی که به این منظور تعبیه شده قرارگرفته وبا فرم دادن سرهای آن این عمل صورت می‌پذیرد. در پرچ کاری فشرده شدن دو سر میخ پرچ باعث اتصال دو قطعه به یکدیگر شده وبدنه آن مانع از حرکت طولی آن‌ها نسبت به هم می‌شود. به این ترتیب نیروی اصطکاکی که بین دو قطعه به وجود می‌آید وهمچنین مقاومتی که بدنه میخ پرچ از خود نشان می‌دهد اتصال مطمئنی را به وجود می‌آورد. (شکل ۵-۷)



شکل ۵-۷

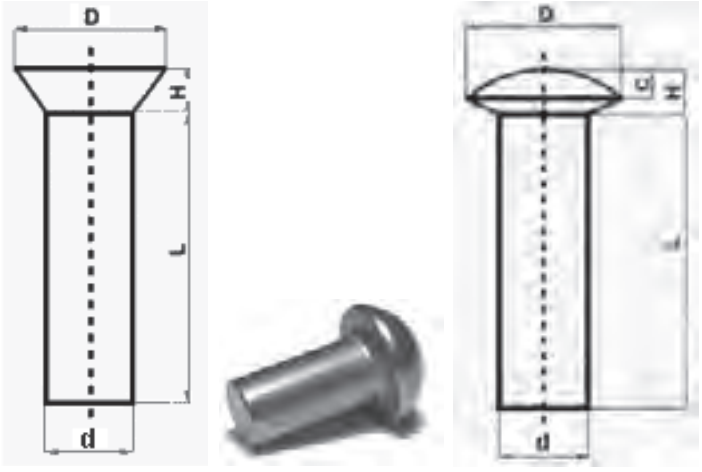
برای اجرای عمل پرچ‌کاری لازم است مراحل زیر انجام شود:

۱) خط‌کشی قطعات ۲) تعیین محل پرچ ۳) سنبه نشان زدن ۴) سوراخ‌کاری قطعات ۵) انطباق قطعات به وسیله پیچ ومهره ۶) برقو زدن سوراخ‌ها برای رسیدن به قطر لازم ۷) اجرای پرچ‌کاری رعایت این مراحل در هر دو روش سرد و گرم پرچ‌کاری الزامی می‌باشد.

مشخصات میخ پرچ

میخ پرچ‌ها با نوع جنس اندازه وفرم سر آن‌ها مشخص می‌شوند. میخ پرچ‌های ضربه‌ای از دوقسمت سر وبدنه تشکیل شده است که پس از اجرا به سه بخش: ۱) سر (کله) ۲) بدنه ۳) سر ساخته شده (کله ساخته شده) تبدیل می‌گردد.

بدنه میخ پرچ‌ها به فرم استوانه توپر ویا تو خالی بوده وبرای هدایت بهتر در داخل سوراخ قطر قسمت ابتدائی بدنه آن‌ها را کمی کوچک‌تر از قطر قسمت انتهائی در نظر می‌گیرند. جنس وسر میخ پرچ‌ها در نوع اتصال اهمیت زیادی داشته وبا توجه به موقعیت کاربرد آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. (شکل ۵-۸)



شکل ۵-۸