

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آشنائی با صنعت لوله و پروفیل فولادی در ایران

کاری از:
گروه تحقیق و توسعه
سندیکای تولیدکنندگان لوله و پروفیل فولادی

فهرست

مقدمه

اشاره

فصل اول : کلیاتی درمورد فولاد

فصل دوم : اهمیت و نقش صنعت فولاد در اقتصاد

فصل سوم : تعریف لوله و پروفیل و موارد استفاده

فصل چهارم : فرآیند تولید لوله و پروفیل فولادی

فصل پنجم : کلیاتی از فرآیند شکل دهی غلتکی سرد

فصل ششم : غلتکها یا قالب های شکل دهی

فصل هفتم : تاریخ تکامل لوله درزجوش

فصل هشتم : سیر تکاملی صنعت لوله و پروفیل فولادی در ایران

فصل نهم : سندیکای تولیدکنندگان لوله و پروفیل فولادی در ایران

فصل دهم : استاندارد مواد اولیه، محصولات و بسته بندی

منابع

مقدمه :

از وقتی که پروفیل‌های فلزی جایگزین قاب چوبی پنجره‌های منازل شد زمان زیادی نمی‌گذرد؛ این تغییر مصرف با تلاش مردانی میسر گشت که در سالیانی نه‌چندان دور با کمترین امکانات دست به اقدامی زدند که حاصل آن انتقال تکنولوژی ساخت لوله و پروفیل از صاحبان تکنولوژی به کشور ایران بود.

صنعت در کشور ما برخلاف کشورهای صنعتی که بر خلق تکنولوژی بر پایه‌های علمی استوار می‌باشد بر مصرف تکنولوژی استوار بوده و به جای خلق تکنولوژی بر انتقال آن از کشورهای صنعتی همت گمارده است. این انتقال معمولاً بدون انتقال مبانی آن صورت گرفته و به محصول بسنده شده است، لذا به دلیل عدم شکل‌گیری پایگاه‌های تولید و انباشت دانش فنی شرایطی ایجاد شده که هرگاه صنعت این کشور تصمیم به خلق تکنولوژی گرفته معمولاً از آفرینش آن عاجز مانده و در قدم‌های اولیه متوقف شده است.

صنعت لوله و پروفیل سازی گرچه در زمینه نوع محصول تغییر چندانی نداشته لکن در زمینه تکنولوژی تولید، تغییراتی داشته است و این تغییرات را می‌توان در زمینه‌های مختلف از قبیل فرمینگ، جوش، برش، تجهیزات، تست و... برشمرد.

این صنعت در کشور ما نیازمند آن است که در جهت همراه شدن با تحولات عملی دنیا در این زمینه و به منظور افزایش توان تکنولوژیک خود، پایگاه‌های علمی مورد نیازش را ایجاد نماید و با آگاهی کامل نسبت به تاریخچه صنعت و سیر تحولات ایجاد شده اقدام به خلق یا توسعه تکنولوژی مورد نیاز نماید.

کتاب حاضر پاسخی است به این نیاز که توسط گروه تحقیق و توسعه سندیکای تولیدکنندگان لوله و پروفیل فولادی تهیه و در ۱۰ فصل تدوین گردیده است.

هیأت مدیره

اشاره :

رشد و توسعه روزافزون تکنولوژی در جهان و تأثیر آن بر زندگی بشر امروزی و سهولت ارسال اطلاعات به اقصی نقاط جهان آنچنان چشمگیر می‌باشد که هر روز در زمینه‌های مختلف شاهد ظهور پدیده‌ها و تولیدات جدیدی می‌باشیم. سرعت تغییرات و پیشرفت تکنولوژی در برخی علوم و فنون آنچنان شگرف است که بعضاً استفاده کنندگان را در انتخاب دچار سردرگمی می‌نماید چرا که هر محصول جدیدی در فاصله زمانی بسیار کمی قدیمی خواهد شد و تولیدات آتی دارای قابلیت‌های بالاتری خواهند بود.

ناگفته پیداست که این رشد و توسعه مبتنی بر تحقیقات، جمع‌آوری و پردازش اطلاعات، بررسی و نوآوری‌های علمی می‌باشد که توسط گروه‌های کارشناسی صورت می‌پذیرد. صنعت لوله و پروفیل نیز در راستای دیگر صنایع طی سالهای اخیر رشد قابل ملاحظه‌ای در بخشهای مختلف اعم از فرمینگ، جوش، برش، تجهیزات تست و غیره داشته است. متأسفانه در کشور ما به دلیل کمبود منابع علمی در صنعت به‌طور کلی و صنعت لوله و پروفیل به‌طور خاص، کارهای تحقیقاتی و علمی تا به حال قابل ملاحظه نبوده است.

در این راستا و با هدف آشنایی با صنعت لوله و پروفیل فولادی و تاریخچه و تکنولوژی آن سندیکای تولید کنندگان لوله و پروفیل فولادی در ایران اولین گام در جهت رفع مشکلات و موانع موجود در انجام تحقیقات را برداشته و این مهم در سالهای اخیر و با تشکیل گروه تحقیق و توسعه این سندیکا به‌صورت جدی‌تر دنبال می‌گردد که کتاب حاضر حاصل تلاش مستمر اعضای این گروه و از اولین دستاوردهای آن می‌باشد.

فصل اول: کتاب به بررسی اجمالی تعریف فولاد، انواع فولاد، مواد لازم جهت تولید فولاد، روش‌های عمده تولید فولاد و نیز تاریخ ذوب فلزات در ایران می‌پردازد.

فصل دوم: اهمیت و نقش صنعت فولاد در اقتصاد کشور و توسعه اقتصادی را تبیین می‌کند.

فصل سوم: به تعریف لوله و پروفیل، موارد استفاده و روش‌های اولیه ساخت پرداخته می‌شود.

فصل چهارم: فرآیند تولید لوله و پروفیل فولادی را تشریح می‌نماید.

فصل پنجم: نیز کلیاتی است از فرآیند شکل‌دهی غلتکی سرد که مهمترین مرحله تولید پروفیل‌های فولادی می‌باشد.

فصل ششم: غلتک‌ها یا قالب‌های شکل‌دهی و نیز نکاتی در مورد طراحی غلتک‌ها تشریح می‌گردد.

فصل هفتم: با ارائه تاریخ تکامل لوله درزجوش به تشریح بعضی از روش‌های جوش لوله پرداخته می‌شود.

فصل هشتم: سیر تکاملی صنعت لوله و پروفیل فولادی و تاریخچه روند شکل‌گیری و پیدایش واحدهای تولید کننده این صنعت را در قالب ۳ دوره زمانی تشریح می‌کند.

فصل نهم: به معرفی سندیکای تولید کنندگان لوله و پروفیل فولادی در ایران با عنایت به اهداف و وظایف، اعضا و نیز ارکان سندیکا می‌پردازد.

نهایتاً در فصل دهم: به دلیل نقش تعیین کننده کیفیت محصول، به تشریح استانداردهای مواد اولیه، محصولات و بسته‌بندی پرداخته شده است.

در پایان گروه نگارندگان اذعان می‌دارند که باوجود تلاشهای فراوان، این کتاب هرگز خالی از اشکال نبوده و از کلیه خوانندگان و اعضای سندیکا انتظار می‌رود که جهت بهبود و رفع نقایص این کتاب، این گروه را از نظرات اصلاحی و پیشنهادات ارزنده خود محروم نسازند.

«گروه تحقیق و توسعه»

فصل اوّل

کلیاتی در مورد فولاد

« کلیاتی در مورد فولاد »

عامل مؤثر در کاربرد فراوان لوله و پروفیل فولادی، آلیاژهای مختلف آهنی است که اهمیت آن در نگاهی به فرآیندهای تولید فولاد، رشد و شکل‌گیری آن در جهان و نیز خواص منحصر به فرد این موهبت الهی روشن خواهد شد.

از این رو در این فصل به تعریف فولاد به عنوان ماده اولیه ساخت پروفیل و نیز روش‌های مختلف تولید آن پرداخته می‌شود.

۱ - تعریف فولاد

فولاد به انواع بی‌شماری از آلیاژها گفته می‌شود که عنصر اصلی آنها را آهن تشکیل می‌دهد و کربن به عنوان مهمترین ماده آلیاژی آن محسوب می‌گردد.

میزان کربن موجود در فولاد بین $0/03$ تا $1/5$ درصد متغیر است و در موارد معدودی نیز به $2/25$ درصد می‌رسد. آلیاژهای آهنی که کمتر از $0/03$ درصد کربن داشته باشند، آهن نامیده می‌شوند. آلیاژهایی که بیش از $1/5$ درصد کربن دارند، عموماً چدن نامیده می‌شوند و فرم خام آن را نیز آهن خام می‌نامند. آلیاژی که کمتر از 50 درصد آهن داشته باشد، فولاد نامیده نمی‌شود.

۲ - طبقه‌بندی فولاد

فولاد را می‌توان به طرق گوناگونی طبقه‌بندی کرد. معیار اولیه جهت طبقه‌بندی فولاد به کمک آنالیز شیمیایی آن صورت می‌گیرد. اکثر کشورهای عمده جهان در طبقه‌بندی فولاد، روش خاص خویش را بکار بسته و آن را بر مبنای میزان کربن، منگنز، فسفر، سولفور و یا سیلیسیوم موجود در آن طبقه‌بندی می‌نمایند. به طور کلی در مقیاس وسیع، تقسیم‌بندی ذیل را داریم:



۲ - الف - فولاد کربنی

کربن، ارزاترین و در عین حال مؤثرترین عامل آلیاژی در فولاد است. نوع فولاد با کربن کم، بین $0/08$ تا $0/15$ درصد کربن دارد که بیشتر هنگامی مورد استفاده قرار می‌گیرد که هزینه کم، سطح نسبتاً خوب، دوام و سختی مطلوب، قابلیت جوش‌پذیری و شکل‌پذیری و سهولت در کار کردن با آن مورد نظر باشد. به عنوان مثال در مورد انواع ورق فولادی مورد استفاده بدنه اتومبیل، انواع لوله درزجوش، کانتینرهای فولادی و انواع سیم، از این نوع فولاد (دارای کربن کم) استفاده می‌شود.

نوع فولاد با کربن نسبتاً معتدل که بین $0/15$ تا $0/25$ درصد کربن دارد، به راحتی در کارهای ساختمانی در ساختن پلها، بدنه کامیون، وسایل راه آهن و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نوع فولاد با کربن متوسط که بین ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ درصد کربن دارد، سخت تر و محکم تر از فولاد قبلی بوده و برای ساختن انواع لوله های بزرگ، بدنه کشتی، شفت و قسمت های مختلف ماشین آلات بکار می رود. نوع فولاد با کربن بین ۰/۳۵ تا ۰/۶۵ درصد، جهت ساختن انواع ماشین آلات سنگین بکار می رود.

ریل فولادی و انواع چرخ فولادی که به استحکام زیاد و عکس العمل خوب در مقابل حرارت نیاز دارد، از فولادی تهیه می شود که بین ۰/۶۵ تا ۰/۸۵ درصد کربن دارد. این نوع فولاد در مقابل حرارت، عکس العمل مساعدی نشان می دهد. فولاد با کربن بین ۰/۸۵ تا ۱/۲ درصد برای ساختن انواع فنر، ماشین آلات برش و مته های مخصوص صخره ها، مورد استفاده قرار می گیرد.

لازم به ذکر است نوع فولاد با کربن معمولی، بیشترین حجم تولید از انواع مختلف فولاد را در جهان حائز می باشد.

۲- ب- فولاد آلیاژی

هنگامی که از مواد آلیاژی گوناگونی استفاده شود، انواع بی شماری از ترکیبات فولاد، قابل حصول است. مواد آلیاژی می توانند به تنهایی و یا به صورت ترکیبی، مورد استفاده قرار گیرند. به طور کلی چنین نتیجه گرفته شده است که ترکیب مواد آلیاژی، هم از نقطه نظر هزینه و همچنین خصوصیات آنها، نسبت به استفاده از یک آلیاژ منحصر به فرد، برتری دارد. مهمترین فلزات آلیاژی به قرار ذیل هستند:

۲- ب- ۱: نیکل و کروم

نیکل و کروم مهمترین مواد آلیاژی فولاد هستند. نیکل در هیدروکسید آهن (Ferrite) حل گردیده و سبب افزایش استحکام فولاد می شود اما به سختی فولاد نمی افزاید. به دلیل مذکور و به دلیل هزینه آن، مدت زمانی است که نیکل به عنوان تنها ماده آلیاژی، مورد استفاده همه جانبه قرار نمی گیرد. استفاده از مقدار کمی کروم، سبب افزایش قابلیت سخت شدن فولاد به کمک حرارت می شود و درمیزانی بیش از ۵ درصد، مقاومت فولاد را در مقابل فرسایش و زنگ زدگی شدت می بخشد.

فولاد کربنی علاوه بر داشتن کربن، دارای حداکثر ۱/۶۵ درصد منگنز و احتمالاً مقادیر نسبتاً کمی نیز سیلیسیم، آلومینیوم، مس و غیره می باشد. به طور کلی موارد استفاده فولاد کربنی در ساخت بدنه اتومبیل، لوازم منزل، انواع ماشین آلات، کشتی، انواع کانتینرها و اسکلت ساختمانهاست. فولاد با آلیاژ کم نیز دارای ۱ تا ۵ درصد از مواد آلیاژی معمولی نظیر نیکل، کروم، مولیبدنوم، تنگستن، تیتانیوم، نیویوم و غیره می باشد. اغلب در مواردی که احتیاج به خصوصیات و کیفیات ویژه ای است و درعین حال، مسأله هزینه نیز مشکل عمده ای به حساب می آید، از این نوع فولاد استفاده می شود. این نوع فولاد در ساخت لوازم مخصوص فرود هواپیما، انواع شفت، انواع ابزار دستی، انواع چرخ دنده و بالاخره انواع فولاد تأسیساتی با استحکام زیاد بکار می رود.

فولاد با آلیاژ زیاد، حداقل دارای بیش از ۵ درصد، از یکی از مواد آلیاژی است. این ماده آلیاژی عموماً کروم، نیکل، منگنز، مولیبدنوم و یا تنگستن می باشد. باید دانست که فولاد ضدزنگ، خود نوع عمده ای از فولاد با آلیاژ زیاد بوده و معمولاً به فولادی اطلاق می گردد که بیش از ۵ درصد کروم داشته باشد. فولاد ضدزنگ به خاطر مقاومت در برابر سایش و استقامت در برابر زنگ زدگی و نیز ظاهر خوب آن، کاربرد فراوانی یافته است. از فولاد ضدزنگ در

ساخت قطعات موتور جت، وسایل و لوازم شیمیایی، کارد و چنگال، انواع لوازم پخت و پز و بالاخره انواع دستگاه‌های مخصوص برش استفاده می‌شود.

کروم و نیکل در اغلب موارد توأمأً مورد استفاده قرار می‌گیرند یا با مقادیر کمی وانادیوم، مولیبدنوم و یا بورون ترکیب شده و بکار گرفته می‌شوند. علت بکارگیری توأم کروم و نیکل، کمک به افزایش میزان استحکام و همچنین قابلیت سخت شدن فولاد است. سایر موارد مذکور در فوق نیز به این روند کمک نموده و درعین حال، میزان احتیاج به نیکل و کروم را کاهش می‌دهند.

۲- ب - ۲: منگنز

منگنز در تمام انواع فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. دلیل آن نیز کمک به افزایش قابلیت تأثیر حرارت بر فولاد است. وقتی میزان آن از یک درصد نیز بیشتر گردد، خود به عنوان یک ماده آلیاژی شناخته می‌شود.

۲- ب - ۳: وانادیوم، مولیبدنوم و بورون

اهمیت وانادیوم به دلیل خاصیت ضد اکسید کنندگی آن می‌باشد یعنی در تأثیر اکسیژن بر آهن و در نتیجه اکسید شدن آهن می‌کاهد. مولیبدنوم و بورون نیز از مواد آلیاژی پرارزش هستند. بکارگیری ۰/۰۰۰۵ درصد بورون سبب می‌گردد تا احتیاج به کروم و مولیبدنوم، حدوداً ۵۰ درصد کاهش یابد ولی درعین حال استحکام و سختی موردنظر حفظ شود.

استفاده گسترده از بورون برای نخستین بار در جنگ جهانی دوم صورت گرفت (زمانی که صرفه‌جویی هرچه بیشتر در مواد آلیاژی کمیاب موردنظر بود) و از آن دوره به بعد نیز استفاده از بورون ادامه یافت.

۳- انواع محصولات فولادی

محصولات فولادی به ۲ گروه عمده فولادهای کار نشده و فولادهای کار شده تقسیم می‌شوند. فولادهای کار نشده محصولات اولیه فولاد نظیر شمش، اسلب، بلوم و بیلت و فولادهای کار شده، محصولات ثانویه فولاد از قبیل ورق، تیرآهن، پروفیل، ناودانی، میلگرد لوله، نبشی و ستونی می‌باشند. درحقیقت، مصرف کنندگان محصولات کار نشده فولاد، تولید کنندگان محصولات کار شده فولاد هستند.

۳- الف - محصولات کار نشده فولادی

منظور از این گروه از فولادها، کلیه شمش‌های فولادی است که پس از تولید و تصفیه فولاد در صنایع فولادسازی به دست می‌آید. این محصولات به صورت ذیل قابل دسته‌بندی هستند:

۱- شمشه (Bloom) ← کوره‌های حرارتی ← دستگاه نورد ← محصولات نورد

۲- شمشال (Billet) ← کوره‌های حرارتی ← نورد ← انواع مفتول ← نورد لوله‌های مانسمان ← لوله‌های بدون

درز

۳- تختال (Slab) ← کوره‌های حرارتی ← نورد ← تولید ورق

۳- ب - محصولات کار شده فولادی

منظور از این گروه از محصولات، کلیه مقاطع پروفیل، لوله، ورق و انواع قطعات فولادی ساخته شده می‌باشد. تقسیم‌بندی اینگونه محصولات به شرح ذیل است:

۱- مقاطع پروفیل (تیر آهن - نبشی - سپری - قوطی - ریلی - ناودانی - مفتول - میلگرد...)

۲- لوله (با درز - بدون درز)

۳- ورق (ساده - آجدار - گالوانیزه)

۴- ریل

۴- مواد اولیه لازم برای تولید فولاد

مواد اولیه مورد نیاز صنعت فولاد شامل مواد معدنی فلزی و غیر فلزی و گاز می‌باشد. مواد معدنی فلزی شامل سنگ آهن و سنگ منگنز است. مهمترین ماده معدنی غیر فلزی، ذغال سنگ کُک شو جهت تهیه کُک متالورژی است که به عنوان سوخت و ماده احیاء کننده در تهیه فولاد به روش احیاء غیر مستقیم (کوره بلند) مورد استفاده قرار می‌گیرد. کمک ذوب‌ها از قبیل سنگ آهک، کوارتزیت، ماسه سنگ و مواد نسوز (جهت مصرف در کوره‌های فولادسازی) مانند سنگها و خاکهای نسوز و دولومیت (جهت تولید آجرهای نسوز) بخش عمده‌ای از مواد اولیه غیر فلزی را تشکیل می‌دهند.

یکی دیگر از مواد اولیه مورد نیاز تهیه فولاد، گاز طبیعی است که به عنوان سوخت و ماده احیاء کننده در واحدهای فولادسازی به روش احیاء مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

آب و انرژی الکتریکی نیز جهت تولید فولاد از ضرورت خاصی برخوردار می‌باشد که البته میزان نیاز به آب و انرژی الکتریکی، باتوجه به روشهای مختلف فولادسازی متفاوت است. در اینجا اختصاراً به شرح موارد فوق‌الذکر می‌پردازیم:

۴- الف - سنگ آهن

سنگ آهن یکی از مهمترین مواد اولیه مورد نیاز در صنعت فولادسازی است. تقریباً ۵/۸ درصد از پوسته زمین را آهن تشکیل می‌دهد و معادن آهن در کشورهای مختلف جهان به‌طور پراکنده وجود دارند. با برآوردهای انجام شده مجموع ذخایر و منابع آهن در جهان در حدود ۲۱۵ میلیارد تن می‌باشد.

شوروی (سابق) با ۵۷ میلیارد تن اولین کشور از نظر ذخایر و منابع سنگ آهن و ایران با بیش از ۳ میلیارد تن ذخایر سنگ آهن، پانزدهمین کشور جهان می‌باشد.

جدول (۱) ذخایر سنگ آهن و میزان آهن محتوی آن در ایران رامشخص می نماید.
طبق این جدول ذخیره کل سنگ آهن ایران ۳۰۸۹/۶۴ میلیون تن می باشد که آهن محتوی آن ۱۷۴۶/۹۳ میلیون تن است.

جدول (۱) ذخایر سنگ آهن و میزان آهن محتوی آن در ایران (واحد: میلیون تن)

نام معدن	ذخیره کل	عیار سنگ آهن %	آهن محتوی
چغارت	۲۱۶	۵۷/۴۱	۱۲۴
چادرملو	۴۰۰	۵۱/۰۲	۲۰۴/۰۸
سه چاهون	۱۱۷/۶	۴۰/۵۳	۴۷/۶۶
زرند	۲۰۰/۶	۴۵	۹۰/۲۷
ناریگان	۵/۳۱۱	۳۶	۱/۹۱
منطقه بافق	۷۶۰	۵۰	۳۸۰
گل گهر	۱۱۳۵	۶۸	۷۷۱/۸
گزدرو چاروک	۳/۵	۵۰ تا ۳۰	۱/۴
سنگان تایبار	۲۵۰	۵۰	۱۲۵
نیزار	۱/۰۳	۵۰	۰/۵۱
علاء	۰/۱	۵۰	۰/۰۵
شیخاب	۰/۵	۵۰	۰/۲۵
جمع کل	۳۰۸۹/۶۴	---	۱۷۴۶/۹۳

۴- ب - ذغال سنگ

ذغال سنگ یکی از سوخت های فسیلی است که در صنعت فولاد اهمیت خاصی دارد. از این ماده در روش کوره بلند به عنوان سوخت و ماده احیاء کننده آهن از سنگ آهن استفاده می شود. مقدار ذغال سنگ موجود در جهان بیش از نفت و گاز می باشد و باتوجه به برآوردهای انجام شده ذخایر آن حدود ۲۰۰ سال آینده دوام خواهد داشت. کل ذخایر تخمینی در حدود ۳۵ تریلیون تن می باشد که تقریباً ۸۰٪ آن در سه کشور شوروی (سابق)، امریکا و چین واقع شده است.

در مورد ایران با تأسیس اولین ذوب آهن در اصفهان، عملیات شناسایی و اکتشاف معادن ذغال سنگ در مقیاس صنعتی آغاز شد. عمده ترین معادن آن در نواحی طبس، کرمان و البرز شناسایی شد و استخراج آنها شروع گردید. ذغال سنگ حوزه کرمان در محدوده شهرهای کرمان، طبس و یزد قرار دارد و بزرگترین معدن این منطقه معدن پاب دانا می باشد. ذغال سنگ حوزه البرز، خود به سه منطقه البرز غربی، مرکزی و شرقی تقسیم می شود. مقدار ذخایر ذغال سنگ ایران در سال ۱۳۷۴ حدوداً ۲۵/۳ میلیون تن پیش بینی شده است.

۴- ج - گاز طبیعی

گاز طبیعی به عنوان ماده احیاء کننده واحدهای احیاء مستقیم در صنعت فولاد اهمیت خاصی دارد. از نظر ذخایر گاز طبیعی، ایران در بین کشورهای جهان مقام اول را داراست بنابراین در مورد تأمین گاز طبیعی، ماده احیاء کننده واحدهای احیاء مستقیم در کشور مشکلی وجود ندارد.

لازم به ذکر است که از زمان کشف اولین چاههای نفت در ایران، گاز طبیعی همراه آن سوزانده می شد تا اینکه پروژه انتقال گاز به شوروی (سابق) انجام گرفت و در ازای آن ذوب آهن اصفهان بنا گردید. میزان ذخایر گازهای موجود در میدانهای نفتی ایران در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲) میزان ذخایر گازهای موجود در میدانهای نفتی ایران (واحد: کیلومتر مکعب)

نام میدان نفتی	گازهای همراه نفت	نفت گازهای موجود	جمع
آغاچاری	۱۶۷/۰۹۲	۴۸۷/۱۰	۶۵۴/۱۹۲
مارون	۲۱۵/۲۳	۴۸۴/۲۷	۶۹۹/۵۰
کرنج	۳۶/۸۲	۱۳۳/۱۰	۱۶۹/۹۲
فارس	۵۳/۸۱	۲۴۰/۷۲	۲۹۴/۵۳
اهواز	۱۱۳/۲۸	۵۰۱/۷۰	۶۱۴/۵۴
پازنان	۴۷/۱۴	۱۱۱۰/۱۴	۱۱۵۸/۲۹
رگ سفید	۳۱/۱۵	۳۲۳۰۰/۰۰	۹۶/۲۹
سایر مناطق جنوب	۲۶۹/۰۴	۷۷۳/۱۴	۱۰۴۲/۱۸
جمع	۹۳۴/۵۶	۴۶۴۴/۴۸	۵۵۷۹/۰۴

۴- د - آب

آب در برخی از مراحل ساخت فولاد از جمله بخش خنک کننده ها مورد استفاده قرار می گیرد. البته مصرف آب در واحدهای فولادسازی گذشته از اینکه تابع روش تولید و پیشرفت فنون است، تابع شرایط جوی، جغرافیایی و موقعیت واحدها نیز می باشد لذا روش تولید آهن و فولاد، موقعیت جغرافیایی واحدها و نیز توسعه آنها از نقطه نظر میزان مصرف آب در ایران حائز اهمیت است. ایران علی الاصول با کم آبی روبروست و هزینه تأمین آن بالاست، مضاف به اینکه به نظر می رسد حد متوسط مصرف آب واحدهای تولید فولاد ایران به دلیل شرایط جوی و بالابودن درجه حرارت در اغلب نقاط ایران نسبت به اروپا، در صورت یکسان بودن روش تولید، بالاتر است.

۴- ه - انرژی الکتریکی

فرآیند فولادسازی در مراحل مختلف، نیاز فراوانی به انرژی الکتریکی دارد. به عنوان مثال این نیاز برای شرکت فولاد مبارکه حدود ۶۰۰ مگاوات می باشد. به همین جهت محل استقرار واحد فولادسازی بایستی با در نظر گرفتن شبکه برقی سراسری کشور صورت پذیرد.

به طور کلی میزان تولید و مصرف انرژی الکتریکی در کشورها از عوامل عمده برای ارزیابی درجه صنعتی بودن آنها به شمار می آید و هزینه انرژی الکتریکی نیز تابع نحوه تولید آن است و همچنین همان طوری که گفته شد با توجه به نیاز واحدهای فولادسازی به این انرژی، اهمیت این موضوع در بررسی اقتصادی تولید آهن و فولاد واضح است.

۵- مراحل تولید

همان طور که ذکر آن گذشت، محصولات فولادی به شکلهای مختلف مانند: ورق، تسمه، میلگرد، پروفیل، تیرآهن و... تهیه می شوند. عملیات تهیه فولاد به طور خلاصه شامل مراحل ذیل است:

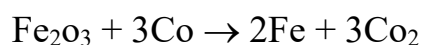
مواد خام (سنگ آهن) ← آهن خام ← فولاد ← ریخته گری ← شمش ← نورد اولیه ← عملیات کار مکانیکی ← محصولات نهایی.

۶- روش های عمده تولید آهن خام

۶-الف - تهیه آهن خام از روش کوره بلند :

تهیه آهن از این روش دارای سابقه طولانی است. اولین کوره بلند در سال ۱۶۰۰ میلادی در انگلستان ساخته شد و استفاده تجاری از آن با روش پیش گرم نمودن هوای ورودی از سال ۱۸۰۰ میلادی آغاز گردید. در این روش سنگ آهن پس از استخراج از معدن، به اندازه مشخص دانه بندی می شود.

سپس سنگ آهن خرد شده به همراه مقداری پودر کک به واحد کلوخه سازی ارسال می شود و نهایتاً بار آماده شده به همراه آهک پخته و کک به صورت لایه های متناوب سنگ آهن، کک و آهک به داخل کوره شارژ می گردد. از قسمت پایین کوره هوای پیش گرم شده به همراه گاز طبیعی و یا حتی به همراه مقداری گاز اکسیژن دمیده می شود. سوختن کک در منطقه دمنده ها باعث تولید گاز Co و حرکت روبه بالای گاز احیاء کننده می گردد. در نهایت سقوط تدریجی مواد از بالا به پایین کوره و حرکت روبه بالای گاز احیاء کننده باعث احیاء و ذوب تدریجی اکسیدهای آهن می گردد. واکنشهای کلی اکسیدهای آهن به فرم ذیل است :



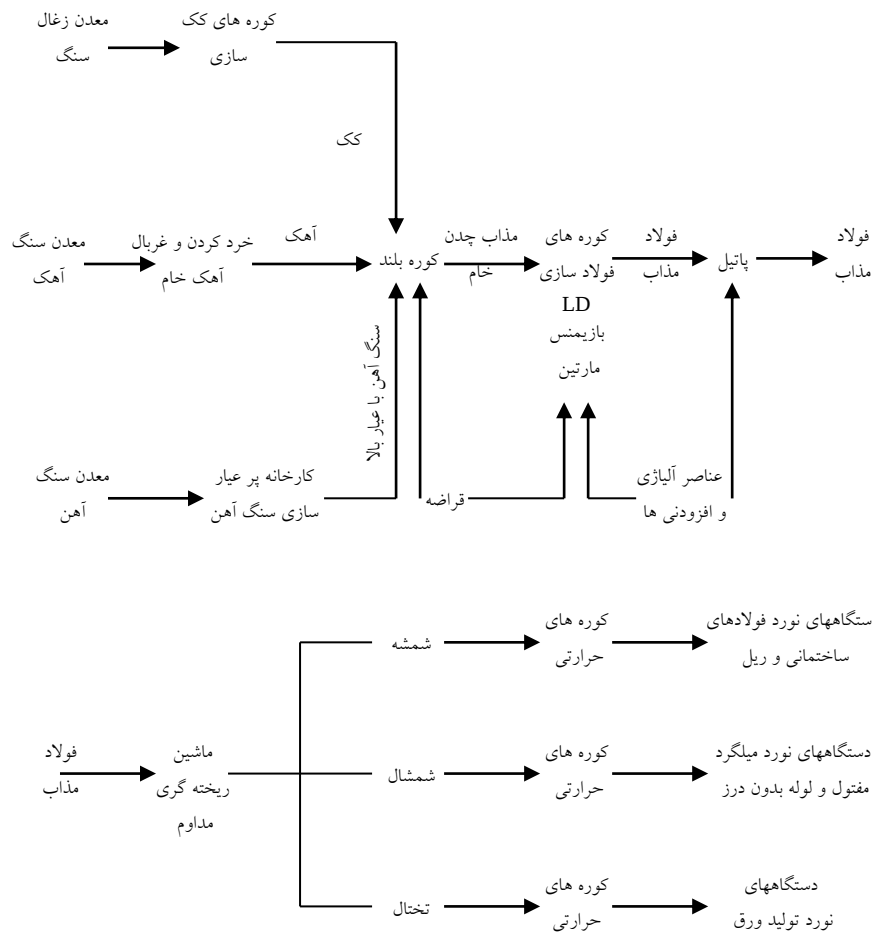
آهن خام حاصل از کوره بلند حاوی ۳ تا ۵ درصد کربن و ۰/۲ تا ۱ درصد فسفر و حدود ۱ درصد گوگرد است که به واحدهای فولادسازی منتقل می شود. بعد از فرآیند کوره بلند، عملاً فولادسازی در کنورتورها صورت می گیرد که در قسمتهای بعدی به آن اشاره می شود.

۶-ب - تهیه آهن از روش احیاء مستقیم

احیاء مستقیم کانه های آهن به روشهایی اطلاق می شود که اکسیژن کانه در دمایی پایین تر از دمای ذوب یا نرم شدن کانه به وسیله کربن، حذف شود و تغییر شکلی در صورت ظاهری کانه آهن یا گندله در طی احیاء به وجود نیاید. به علت ثابت ماندن شکل ظاهری نمونه، آهن تولید شده به صورت اسفنج مانند درآمده و به این علت به آن آهن اسفنجی گفته می شود.

بیش از ۵۰ روش صنعتی، نیمه صنعتی و آزمایشگاهی احیاء مستقیم در سطح دنیا توسعه یافته است. در ایران به دلیل وجود ذخائر منابع گاز طبیعی، روش احیاء مستقیم روش مناسب و اقتصادی می باشد.

« شمای کلی فرآیندهای تولید در کوره بلند »



۷- فرآیندهای فولادسازی

باتوجه به اینکه آهن خام دارای ۳ الی ۴ درصد کربن می‌باشد، بایستی کربن اضافی آن به‌نحوی حذف شود. در عملیات فولادسازی ۳ روش عمده مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از:

- ۱- روش کنورتوری ۲- روش کوره‌های زیمنس مارتین ۳- کوره‌های قوس الکتریکی

۸- ریخته‌گری

بعد از تنظیم ترکیب و دمای فولاد، عمل تخلیه مذاب فولاد به داخل پاتیل (Ladle) صورت می‌گیرد. (در بعضی موارد، در این مرحله عناصر آلیاژی در پاتیل اضافه می‌شود)، سپس عملیات شمش‌ریزی صورت می‌گیرد. به‌طور کلی شمش‌ریزی به دو روش عمده پیوسته و غیرپیوسته صورت می‌گیرد.

در روش غیرپیوسته، مذاب به داخل قالبهای چدنی به صورتهای مختلف مقطع دایره، مربع و یا چندگوش ریخته می‌شوند و نهایتاً بر روی این شمش‌ها عملیات کار مکانیکی صورت می‌گیرد.

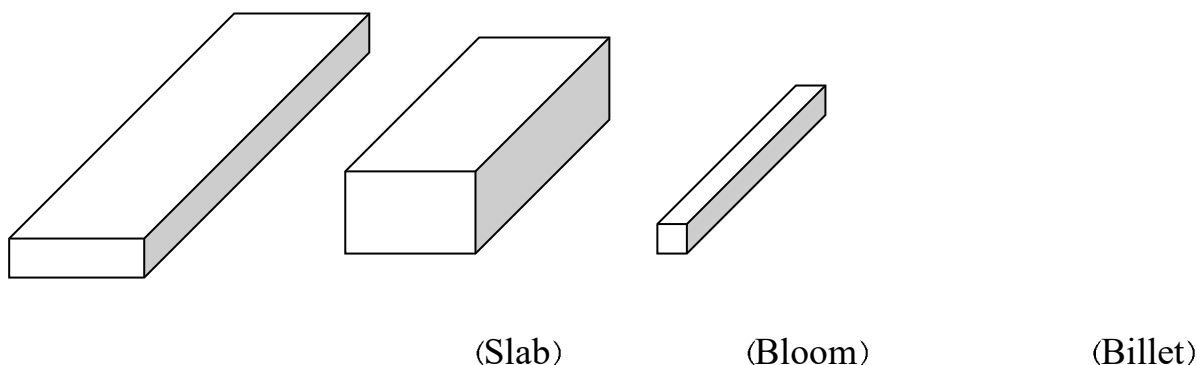
در ریخته‌گری پیوسته، مذاب به‌طور مداوم در قالبهای مس ریخته می‌شود. سرعت تولید، کیفیت شمش از لحاظ ناخالصی‌ها و ساختار شمشهای تولیدی در این روش به مراتب مناسبتر از روش غیرپیوسته است.

۹- عملیات مکانیکی اولیه (نورد یا آهنگری اولیه)

اغلب شمشها دوباره تا دمای بالا گرم می‌شوند، به مدت زمان مناسب نگهداری شده و سپس نورد یا آهنگری می‌شوند تا به شکل موردنظر برسند.

در ریخته‌گری پیوسته، مستقیماً به محصولات نیمه‌نهایی می‌رسیم، محصولات نیمه‌نهایی موردنظر شامل مقاطع تختال (Slab)، شمشه (Bloom) و شمشال (Billet) است.

مطابق شکل:

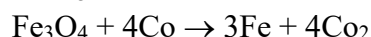
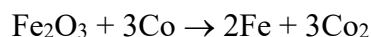
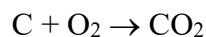
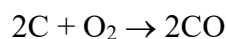


محصولات نیمه‌نهایی با انجام عملیات کار مکانیکی گرم یا سرد (نورد، آهنگری، اکستروژن و کشش عمیق) به محصولات نهایی مانند ورق، میلگرد و اشکال پروفیل ساختمانی تبدیل می‌شوند.

برای حصول استحکام و شرایط ویژه مقطع موردنظر، عملیات حرارتی انجام می‌شود تا ساختار و خواص فولاد را بتوان تغییر داد یا کنترل نمود.

۱۰- سیر تکاملی تولید فولاد

استخراج فلز آهن از سنگ آهن با یک عمل شیمیایی صورت می‌گیرد. به این معنی که سنگهای اکسیدی آهن به وسیله کربن احیاء و عنصر آهن آزاد می‌شود که این فرآیند را می‌توان به صورت خلاصه شده ذیل مشاهده نمود:



قرنها ذغال چوب (کربن) به عنوان عامل احیاء کننده بکار می‌رفت ولی از سال ۱۹۰۷ کک جای آنرا گرفت که به عنوان مهمترین سوخت کوره بلند نیز بکار می‌رود. از این تاریخ کوره‌ها ارتفاع بیشتر پیدا کرد و حجیم‌تر شد ولی فعل و انفعالات داخلی آن تقریباً بدون تغییر بوده است.

انسان اولیه معلوم نیست چگونه و از کجا سنگ آهن را کشف و ذوب نمود و فلز آهن را به دست آورد. اما از شواهد امر پیداست که از ۲۴۰۰ سال پیش و شاید هم بیشتر، انسان اولیه آهن را شناخته است. به نظر می‌رسد ابتدا شهاب سنگهای آسمانی مورد استفاده انسانهای اولیه قرار گرفته باشد. اطلاق سنگ و فلز آسمانی به آهن توسط انسانهای اولیه مؤید همین امر است. انسانهای اولیه بر وجود فلز خالص آهن در همین شهابها آگاهی یافته و آنرا مورد استفاده قرار داده‌اند. ولی مقدار آن البته کم و به علاوه در نقاط مختلف کره زمین پراکنده بوده است.

بعدها انسان اولیه سنگ آهن را شناخت چه بسا ممکن است که سنگ آهن مجاور آتش‌سوزی جنگلی بوده و جریان شدید باد، این آتش‌سوزی را تشدید و ذغال چوب حاصله از سوختن درختان جنگل، سنگ آهن را احیاء کرده و آهن مذاب در خاکسترهای ذغال چوب به دست بشر اولیه رسیده و یا سنگهای آهن به کوره‌های کوزه‌گری که قدمت بیشتری دارد راه پیدا کرده و در این کوره‌ها بر اثر حرارت زیاد حاصل از سوختن ذغال چوب احیاء شده و فلز آهن به دست آمده باشد.

بعدها ذوب آهن در کوره‌های ابتدایی که با سنگ یا آجر ساخته می‌شد، انجام گرفت.

جریان کار این کوره‌ها تا قبل از اختراع دم تابع اتفاقات طبیعی و جریان هوا بوده است و به این جهت بشر دورانهای اولیه ناچار بوده است کوره‌های خود را در میان دره‌ها بسازد و از جریان طبیعی باد داخل دره استفاده کند ولی پس از پیدایش دم، بشر توانست هر کجا بخواهد کوره را بسازد و با استفاده از دم، کار ذوب را منظم‌تر انجام دهد.

سوخت این کوره‌ها ذغال‌چوب (تقریباً کربن خالص) بوده است و هنوز هم باوجود پیدایش ذغال‌سنگ، در ممالک اسکاندیناوی به علت نبودن ذغال‌سنگ و وسعت جنگلهای آن در کوره‌های ذوب آهن، ذغال‌چوب مصرف می‌شود. کاربرد ذغال چوب به عنوان سوخت کوره بلند قرن‌ها ادامه داشت. ذغال چوب به علت فرآیند تهیه خاص آن، هزینه بالایی داشت.

همچنین هوای لازم در کوره‌ها به سختی راه خود را می‌یافته و به همین جهت ساختن کوره‌های خیلی بلند مقدور نبوده و ارتفاع کوره‌های این زمان از ۱۰ متر تجاوز نمی‌کرده است، زیرا ارتفاعی بیشتر از آن حد باعث مسدود شدن کوره می‌شده است. کوره‌بانان در این زمان ناچار بودند کوره‌ها را پس از هرنوبت کار تعطیل نموده و پس از نظافت، لکه‌گیری و تعمیرات، آن‌را بکار بیندازند.

با بکار بردن ذغال چوب، برای بدست آوردن هر تن آهن در حدود ۶ تن ذغال چوب لازم بوده است. بارگیری کوره با سنگهای درشت دست‌چین آهن انجام می‌گرفته و در نتیجه بهترین محصول آهنی در نقاطی به‌دست می‌آمده که سنگ آهن غنی‌تری داشته است مثل سوند، اتریش.

Darby، برای اولین مرتبه سوخت کک را بکار برد. مزایای کک عبارتند از تخلخل، سختی، فراوانی و ارزانی آن که این مزایا باعث شدند بتوان ارتفاع کوره را زیاد کرده و این موضوع مشکل مسدود شدن کوره‌ها را مرتفع نمود. استفاده از کک به جای ذغال، به‌دلایل دیگر، یکی از عمده‌ترین قدمها در سیر تکاملی تولید آهن و فولاد به شمار می‌رود، ازجمله اینکه درطول قرن هیجدهم، با گسترش ظرفیت کوره‌های تولید آهن،

خطر نابودی جنگلها احساس می‌شد که در رابطه با این موضوع پس از تقطیر ذغال‌سنگ و تولید کک، حرکت بسیار نوینی صورت گرفت.

تحول دمها از دستی و پایی به آبی که فشار آب چرخی را می‌چرخانده و حرکت چرخ نیز دم را باز و بسته می‌کرده است، تا اختراع ماشین بخار ادامه داشت و چند سال بعد از اختراع ماشین بخار، دماهای ماشینی متداول شد که به مراتب از دماهای اولیه قوی‌تر بود. به این ترتیب ارتفاع کوره‌ها از ۱۰ متر به ۳۰ متر و قطر شکم کوره نیز از ۶۰ سانتی‌متر به حدود ۸ متر رسید. درسالهای بعد نیز پیشرفتهایی ازجمله موارد ذیل اتفاق افتاده است:

۱- کاربرد سنگ آهک به‌عنوان ماده گداز آور که با ناخالصی‌های همراه با سنگ آهن ترکیب و سرباره سیالی را تشکیل می‌دهد که می‌تواند مستقل از آهن مذاب جریان پیدا کند.

۲- کاربرد سیستم خنک کننده دیواره‌های کوره با آب که باعث دوام بیشتر آجرهای نسوز پوششی کوره می‌شد و عمر کوره را تا حد چند سال بالا می‌برد.

۳- گرم کردن هوای دم کوره که باعث صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف سوخت بود.

۴- تعبیه دستگاه‌های دوقیفی در دهانه کوره جهت بارگیری کوره‌ها که خروج غیر آزاد گازهای کوره را امکان‌پذیر می‌کرد.

۵- ساختن کارخانه‌های فولادسازی در جوار کوره‌های بلند که جمعاً یک واحد صنعتی را تشکیل می‌داد.

لازم به ذکر است که کوره‌های ذوب آهن از آن زمان که با دماهای دستی کار می‌کرده تا زمان حاضر راهی بس طولانی پیموده ولی اصول فعل و انفعالات شیمیایی داخلی آن یعنی بالابردن دمای کوره به‌وسیله احتراق کربن به کمک هوای دم و احیای اکسید آهن به‌وسیله کربن، همان است که از اول بوده و تاکنون تغییری نکرده است.

۱۱ - تاریخ فلزات و ذوب فلزات تا قرن نوزدهم

انسان سودمندی فلز را در سرزمینی می‌تواند کشف کند که فلزات و سنگهای معدنی در آن سرزمین وجود داشته باشد و ایران چنین سرزمینی است. شواهد دیرین شناسی نشان می‌دهد که شمال و مرکز ایران قدیمی‌ترین نقطه متالورژی در دنیای قدیم بوده است و ساکنان فلات ایران جزو اولین اقوامی بوده‌اند که به کشف فلز دست یافته‌اند. ایران سرزمین غنی از سنگهای معدنی است. سلسله جبال البرز غنی از همه سنگهای معدنی و مواد سوختی است و متالورژی از این نقطه به آسیا، آفریقا و اروپا انتشار یافته است. حفاریهای براون در شمال ایران، گیشمان در تپه کیان در مغرب و اشمیت در تپه حصار شمال و هرتسفلد در تل باگون در جنوب ایران به این نتیجه منجر شد که در اواخر نئولیتیک (نوسنگی) پس از یک دوران سرسبزی به تدریج یک دوره خشکی در دره‌ها ایجاد گردید و مردم به زندگی در دشتهای گرایش یافتند. ایران به علت غنای مواد معدنی خود، همیشه مورد تجاوز و توجه کسانی بوده که خود را به قدر کافی قدرتمند احساس می‌کرده‌اند. این کشور، در حالی که راه عبوری برای سرب ارمنستان بود، خود نیز ثروتی از طلا، مس و قلع داشت. در جریان نیمه دوم هزاره سوم قبل از میلاد، کاربرد فلز افزایش یافت. کشفیات شوش، تپه حیدر، تپه کیان، تپه گئوی حاوی شمار زیادی ابزار آلات مفرغی و نقره‌ای است. اما در ایران، عصر مفرغ، در سال ۲۰۰۰ قبل از میلاد کاملاً استقرار یافته بود بیشتر اشیاء مفرغی این دوره ظاهراً در قالب سنگی ریخته‌گری شده و قالبها با مجاری تغذیه فلز مذاب و هواکش مجهز بوده‌اند. اولین آثار آهن در همین زمان ظاهر شده گرچه فقط برای زیورآلات بکار می‌رفته است محتوای زیاد نیکل آن (حدود ۵ درصد) نشان می‌دهد که باید از سنگهای شهابی به دست آمده باشد. اسامی که اقوام مختلف در این زمان برای آهن بکار می‌برده‌اند عبارت بودند از: پارزیلو توسط آشوریها و بابلیها، بارزا توسط سومریها، بارزل توسط عبریها و با ان پت توسط مصریها. ترجمه این اسامی (فلزی از آسمان: Metal from Heaven) نشان می‌دهد آهنی که در این زمان بکار رفته منشأ آسمانی داشته، یعنی از سنگهای ثاقب به دست آمده است.

۱۲ - ذوب آهن از قرن نوزدهم تا زمان حاضر

فکر ایجاد صنایع جدید و کوششهای اولیه برای معرفی صنایع ماشینی در ایران در زمان فتحعلی‌شاه قاجار، ابتدا از سوی عباس میرزا، آغاز شد. در آن زمان به کمک کارشناسان فرانسوی، کارخانه‌های تفنگ‌سازی و توپ‌ریزی در اصفهان و تبریز، احداث شده بود. در اولین روزنامه‌ای که به مدیریت میرزا صالح شیرازی در رمضان ۱۲۵۲ هجری منتشر شد این جمله نوشته شده بود: «جعفرقلی بیگ افشار از طرف عباس میرزا برای شناختن فن آهن‌ریزی به روسیه فرستاده شد». او مدتی در معادن سبیری کار کرد و پس از بازگشت به ایران در معادن نائج مازندران به گلوله‌ریزی پرداخت و در یک سال صد هزار گلوله ریخت و به توپخانه فرستاد. در زمان فتحعلی‌شاه فرانسویها برای تجهیز واحدهای آهن‌ریزی در ایران همکاریهایی داشته‌اند در آن زمان با همکاری ژنرال گاردان کارخانه‌های توپ‌ریزی در اصفهان، قزوین، مشهد، شیراز و بندرعباس دایر شد و گلوله‌ریزی مازندران مجدداً شروع بکار کرد. در نخستین سالهای سلطنت ناصرالدین شاه (۱۲۲۷ تا ۱۲۷۵ شمسی) از سوی میرزاتقی‌خان امیرکبیر و همفکرانش اقدامات لازم جهت

احداث صنایع زیربنایی با جدیت بیشتری دنبال شد اما با برکناری امیرکبیر صنایع نوپایی که به همت او و پیروانش برپا شده بود از میان رفت و توسعه صنعتی کشور که آغاز شده بود عقیم ماند.

۱۲- الف - کوره تولید آهن

حدود سال ۱۲۶۶ شمسی حاج محمدحسن امین الضرب اجازه و انحصار تأسیس کارخانه تولید آهن را برای استقرار در شهر نور، به مدت سی سال از ناصرالدین شاه گرفت. او به این منظور، تورینهای بخار، کوره های دمی و نیز سایر تجهیزات یک واحد فولادسازی را از فرانسه خرید. ارتفاع کوره خریداری شده توسط امین الضرب، ۸ متر و تولید آن ۱۵ تن آهن خام در شبانه روز بوده است این تجهیزات قرار بود از طریق محمودآباد به محل استقرار واحد در شهر نور انتقال یابد. در اطراف آن محل هم معادن آهن و هم ذغال سنگ وجود داشته است. معادن ذغال سنگ ماهان نیز در همان جا قرار دارد. چون حمل تجهیزات این واحد از محمودآباد به نور، ممکن نبوده، امین الضرب با پرداخت خسارت از اجرای این طرح منصرف شد سپس تصمیم گرفت کارخانه تولید آهن کوچکتری احداث کند که آن هم با شکست روبه رو شد.

۱۲- ب - آهن ریزی در ایران

در زمان امیرکبیر عده ای برای فراگرفتن فنون به خارج اعزام شدند از جمله صادق کربلایی به روسیه فرستاده شد. او در کارخانه های آهن ریزی مسکو این فن را آموخت و پس از مراجعت به کارخانه داوودیه و سپس در قورخانه عهده دار ریخته گری شد آهن ریزی داوودیه در زمان ناصرالدین شاه در سال ۱۲۶۴ شمسی در شمال تهران تأسیس گردید. برای این واحد کانه آهن از پس قلعه و ذغال سنگ از معادن شمشک تأمین می شد. برخی معتقدند که در این واحد کوره بزرگ کوپل و ریخته گری وجود داشته و فقط آهن قراضه آب می شده است. این واحد توسط ناصرالدین شاه افتتاح و اولین کارخانه آهن ریزی ایران بود. تولید در این واحد بیش از چندین ماه به طول نینجامید و از این واحد اطلاعات بیشتری در دسترس نیست.

دومین واحد آهن ریزی ایران در زمان ناصرالدین شاه در قورخانه تهران تأسیس شد.

در این واحد آهن توسط کوره های زمینی ذوب می شد. در قورخانه در سال ۱۲۶۸ شمسی مجسمه ناصرالدین شاه توسط استاد صادق کربلایی ریخته شد که در باغ شاه نصب شد. سومین کارخانه آهن ریزی در ایران در سال ۱۲۶۹ شمسی در کارخانجات راه آهن حضرت عبدالعظیم توسط یک کمپانی بلژیکی تأسیس شد در آن واحد توسط کوره ای بزرگ، ذوب و ریخته گری چدن انجام می گرفت. در سال ۱۲۸۳ شمسی کارخانجات مختلفی از جمله توسط شرکت ایران و انگلیس در ایران دایر شد که با کوره های بزرگ و به کمک کک کار می کرد. در آن زمان تأسیسات ریخته گری در بندر انزلی تأسیس شد.

در زمان مظفرالدین شاه، صنایع الدوله کوره آهن ذوب کنی به کشور وارد کرد که در داودیه شمال تهران نصب شد او در نظر داشت سنگ آهن آن را از کوه های پس قلعه و ذغال سنگ آن را از معدن شمشک تأمین کند ولی، پس از چند ماه به علت بروز اشکالاتی در زمینه بهره برداری، کار آن متوقف ماند. پس از کودتای ۱۲۹۹ شمسی قورخانه توسط مهندسان آلمانی توسعه یافت. در سال ۱۳۰۶ شمسی در این واحد ریخته گری فلزات آلیاژهای آهنی و غیر آهنی تأسیس شد در این واحد کوره بزرگی به ظرفیت دوتن چدن مذاب در هر ساعت وجود داشت که با کک کار می کرد.

مضافاً اینکه چندین کوره بوت‌ه‌ای به ظرفیتهای بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ تن وجود داشته که ظرفیت کل تولید آنها حدود یک تن چدن مذاب بود در این واحد از جمله ابزار تفنگ و فشنگ و سایر مهمات ساخته می‌شد.

در سال ۱۳۴۴ قراردادی بین سازمان برنامه و نمایندگان کنسرسیوم دماک-گروپ آلمان برای احداث یک کارخانه ذوب آهن با کوره قوس الکتریکی به امضاء رسید. محل احداث این کارخانه در منطقه چمرمان شمس آباد در نظر گرفته شد. به دنبال امضای این قرارداد و اظهار نظر کارشناسان امریکایی و تأیید کارشناسان ایرانی که ظرفیت پیشنهادی را اقتصادی نمی‌دانستند و ایجاد واحدهای بزرگتر نیز، به دلیل کافی نبودن مواد اولیه داخلی مورد موافقت بانک جهانی قرار نگرفته بود، این قرارداد، لغو شد.

در تیرماه ۱۳۳۹ کارشناسان ایرانی و بانک جهانی نتیجه‌گیری کردند که قبل از حصول اطمینان از وجود و کفایت مواد اولیه، احداث مجتمع فولادسازی در کشور صحیح نیست و پیشنهاد کردند که ابتدا کارخانه نورد به ظرفیت ۳۰۰ هزار تن و قابل توسعه تا ۵۰۰ هزار تن در کرج احداث شود و در مرحله بعد کارخانه فولادسازی تأسیس گردد. ایجاد کارخانه ذوب آهن در صدر تلاشهای دولت برای صنعتی کردن کشور قرار داشت ولی قراردادهای مختلف منعقد به دلیل نبودن یک سازمان مسئول هدایت و پیگیری و نداشتن یک سیاست صنعتی و اقتصادی به شکست انجامید.

در آذرماه ۱۳۳۸ قانون تأسیس سازمان ذوب آهن به تصویب مجلس شورای ملی رسید و در ۲۳ دیماه ۱۳۳۸ سازمان ذوب آهن ایران به منظور تأسیس کارخانه تولید آهن و فولاد تشکیل شد. این تصمیم اقدام عملی در جهت پر کردن خلأ یک سازمان مستقل و متولی این امر بود و عملیات شناسایی و اکتشاف مواد اولیه شروع شد.

سپس مذاکراتی بین دولت ایران و اتحاد جماهیر شوروی سابق صورت گرفت و در فضای خاص سیاسی آن روز منجر به امضاء موافقتنامه‌ای برای تأسیس یک کارخانه ذوب آهن و یک کارخانه ماشین‌سازی در ایران و احداث خط لوله سراسری گاز و صدور گاز طبیعی به شوروی شد.

پس از انجام مطالعات اولیه در عملیات زمین‌شناسی، توپوگرافی، مقدمات ساختمان کارخانه در نیمه دوم سال ۱۳۴۶ فراهم شد و در ۲۳ دیماه ۱۳۵۰ کوره بلند ذوب آهن اصفهان، به بهره‌برداری رسید.

به موازات فعالیتهای دولت در زمینه استقرار و ایجاد و صنعت فولاد، بخش خصوصی احداث کارخانه نورد را که مستلزم سرمایه‌گذاری کمتر، دوران ساخت کوتاهتر، تکنولوژی ساده‌تر و منافع بیشتری بود، مورد توجه قرار داد. به این ترتیب، پروانه تأسیس کارخانه نورد برای بخش خصوصی در سال ۱۳۴۲ صادر شد و در سال ۱۳۴۶ اولین کارخانه نورد مفتول به ظرفیت ۶۵۰۰۰ تن در سال و در ۱۰ کیلومتری شهر اهواز به بهره‌برداری رسید.

تولیدات این کارخانه مفتول ساده و آجدار بود که از طریق نورد شمش وارداتی تولید می‌شد.

افزایش روزافزون تقاضای فولاد کشور و سود قابل توجهی که عاید بخش خصوصی می‌شد، موجب شد کارخانه‌های نورد جدیدی در کنار کارخانه اول احداث و به این ترتیب مجموعه‌ای از کارخانه‌های نورد جهت تولید فولادهای ساختمانی، لوله سازی، پروفیل سازی، توری سازی و سایر صنایع فلزی تا سال ۱۳۵۱ تأسیس و به تدریج به بهره‌برداری برسد. در سال ۱۳۴۸ بخش خصوصی برای تهیه شمش مورد نیاز کارخانه‌های نورد، اقدام به تأسیس کارگاه‌های ذوب الکتریکی به نام ذوب شوش و شهریار کرد، که با استفاده از کوره‌های قوس الکتریکی و ذوب آهن قراضه، شمش مورد نیاز کارگاه‌های نورد را تهیه کند. بهره‌برداری از این واحدها با ظرفیت اسمی سالیانه ۳۶۰ هزار تن،

از سال ۱۳۵۱ آغاز شد. بخش خصوصی به دلیل قانون مالکیت دولتی صنایع مادر و در حقیقت به علت مشکلات تهیه و آماده سازی آهن قراضه، اداره این کارخانه ها را در سال ۱۳۵۵ به دولت واگذار کرد. این واحدها تا سال ۱۳۶۵ تحت پوشش مجتمع فولاد اهواز اداره می شد و در این سال به صورت شرکت مستقل تابع شرکت ملی فولاد ایران و از سال ۱۳۶۸ تحت پوشش گروه ملی صنعتی فولاد ایران قرار گرفت.

در تاریخ ۱۷ خرداد ۱۳۵۳ موافقت نامه ای بین ایران و ایتالیا در رم به امضاء رسید و توافق شد چند پروژه بزرگ به شرکت های ایتالیایی واگذار شود از جمله پروژه تولید فولاد در بندرعباس. در سال ۱۳۵۶ به دلیل دور بودن محل مجتمع از منابع داخلی آهن قراضه و به صرفه نبودن واردات آهن قراضه، جهت خود کفا کردن مجتمع از منابع داخلی، پروژه از بندرعباس به مبارکه اصفهان انتقال یافت و در سال ۱۳۷۲ شرکت مجتمع فولاد مبارکه به بهره برداری رسید.

فصل دوم

اهمیت و نقش صنعت

فولاد در اقتصاد

اهمیت و نقش صنعت فولاد در اقتصاد

۱- کلیات

توسعه اقتصادی ابعاد چندگانه‌ای دارد و هدفهای متعددی را دنبال می‌کند. مقوله‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی امنیت ملی و مانند آن جنبه‌های مختلف توسعه را تشکیل می‌دهند. هدفهای ملی باهم مرتبط بوده و ارتباط متقابل آنها بسیار پیچیده است. ماهیت این ارتباط‌ها در کشورها و همچنین در زمانهای مختلف متفاوت است. با توجه به هدفها، یکی از ابزارهای اساسی اجرای سیاستهای اعلام شده دولتها، اجرای طرحهای سرمایه‌گذاری است. در وهله اول، رابطه بین هدفهای ملی و معیارهای ارزشیابی طرحهای سرمایه‌گذاری بسیار بدیهی به نظر می‌رسد به‌طور اصولی معیار سنجش و گزینش طرحهای سرمایه‌گذاری باید متأثر از هدفهای ملی و بازتاب ارتباط متقابل این دو باشد و تا حد امکان رابطه بین هدفهای توسعه اقتصادی و خصیصه‌های یک طرح سرمایه‌گذاری به شکلی قابل شناسایی باشد. یکی از هدفهای اساسی و استراتژیک سیاست توسعه ملی هر کشور بالابردن سطح زندگی فعلی و افزایش مصرف آینده از طریق افزایش سرمایه‌گذاری و افزایش نرخ رشد است. می‌دانیم که درآمد ملی تنها منبع افزایش مصرف و پس‌انداز، مقیاس کمی اساسی برای تعیین نرخ افزایش رفاه ملی است. مقدار درآمد ملی شاخص رفاه، انعکاسی از ثروتهای کشور، درجه تحقق نیازهای اساسی و خواستههای مردم است، بنابراین، هدف اساسی و نهایی هر طرح سرمایه‌گذاری از دید جامعه، افزایش هرچه بیشتر درآمد ملی است و انعکاس درآمد ملی در سطح یک طرح، ارزش افزوده خالص آن می‌باشد. بدین ترتیب ارزش افزوده موردانتظار حاصل از سرمایه‌گذاری باید براساس ارزش واقعی داده‌ها مورد ارزشیابی قرار گیرد. صنایع آهن و فولاد به‌علت خواص و کاربردهای متنوع آن در فعالیتهای صنعتی و اقتصادی به‌عنوان یکی از معیارهای توسعه صنعتی و پیشرفت اقتصادی کشور شناخته شده و تأثیرپذیری شرایط اقتصادی - اجتماعی کشور در برآورد و پیش‌بینی مصرف آن باید مورد توجه قرار گیرد. این صنعت جزو صنایع سرمایه‌ای بزرگ با تکنولوژی بزرگ و پیشرفته و سرمایه‌بر محسوب می‌شود.

این صنعت به‌علت تأثیر زیادی که روی توسعه صنایع کشورها دارد صنعت مادر نیز نامیده می‌شود. این صنعت می‌تواند شالوده بخش عظیمی از زمینه‌های صنعتی در هر کشور باشد. تمدن جدید بر مبنای صنعت آهن و فولاد استوار است و ایجاد این صنعت از مطلوب‌ترین ویژگیهای برنامه توسعه صنعتی کشورها به‌شمار می‌رود. صنعت آهن و فولاد در را بر روی بسیاری از صنایع دیگر به‌ویژه صناعی که کالاهای واسطه‌ای سنگین تولید می‌کنند می‌گشاید. اما کشورهایی باید مبادرت به ایجاد صنعت آهن و فولاد و توسعه و گسترش آن نمایند که نسبت به کشورهای دیگر دارای مزیت نسبی هستند. به‌طور کلی کشورهایی که دارای وضعیت تجارت خارجی رضایت‌بخش، تولیدات کشاورزی و غذایی کافی (برای پاسخگویی به نیازهای جمعیت کشورشان) نیروهای انسانی ماهر و تکنولوژیکی، منابع انرژی فراوان و مواد اولیه معدنی کافی هستند از نقطه نظر ایجاد صنایع سنگین و به‌ویژه صنعت آهن و فولاد دارای مزیت نسبی هستند. البته در گذشته وجود و نزدیکی سنگ آهن و سوخت (ذغال سنگ) برای رشد و توسعه صنعت آهن و فولاد ضروری بود زیرا هزینه حمل بسیار گران بود. اما امروزه این عامل نقش مهمی در توسعه این صنعت ندارد زیرا در بخش حمل و نقل تحولات عظیمی رخ داده که این هزینه را اقتصادی نموده است. همچنین تأثیر صنعت آهن و فولاد روی فعالیتهای حمل و نقل، ساختمان و به‌طور کلی بخش صنعت قابل ملاحظه است. کشورهای در حال توسعه‌ای که دارای منابع لازم برای

ایجاد کارخانه آهن و فولاد می‌باشند از منافع اقتصادی زیادی بهره‌مند می‌شوند در صورت ایجاد این صنعت ایجاد صنایع متنوع دیگر امکان‌پذیر می‌شود، هزینه تولید در صناعی که مصرف‌کننده فلزات آهنی هستند کاهش خواهد یافت، در ذخایر ارزی کشور صرفه‌جویی خواهد شد و امکانات صدور کالاهای صنعتی به‌علت افزایش قدرت رقابت پذیری آنها در بازارهای جهانی افزایش خواهد یافت. البته صنعت آهن و فولاد همچون نیروگاهها و پالایشگاه‌های نفت و پتروشیمی نیاز به سرمایه‌گذاری زیادی دارند ولی اشتغال‌زایی این بخش ضعیف است. در این صنعت سرمایه به ازای هر کارگر بسیار بالاست و تولید به ازای هر کارگر نیز زیاد است.

۲- توسعه صنعت آهن و فولاد و نقش آن در اقتصاد کشور

کشور ما از زمان حکومت قاجاریه تاکنون همواره در فکر ایجاد صنایع بوده است. فکر ایجاد صنایع و به‌طور کلی صنعتی شدن کشور در نیمه اول قرن کنونی را می‌توان از نیروی کارگری که در صنایع اشتغال داشته تشخیص داد. نیروی کارگری که در آن زمان در صنایع دستی شهری اشتغال داشته حدود صد هزار نفر تخمین زده شده است که حدود ۶۵ هزار نفر آنان در قالی‌بافی، ۲۰ هزار نفر در صنایع نساجی، دوهزار نفر در صنایع فلزی و هزار نفر در تولیدات مصنوعات چرمی و حدود ده هزار نفر در صنایع متفرقه اشتغال داشته‌اند. در فعالیتهای تولیدی و اقتصادی دیگر نیز حدود ۲۰۰ نفر در معادن، حدود ۳۰۰ نفر در چوب‌بری، ۲۰۰ نفر در راه‌آهن و حدود ۵۰۰ نفر در چاپخانه اشتغال داشته‌اند.

صنایع و کارگاه‌های تولیدی جدید که در دهه آخر قرن گذشته و اوایل قرن کنونی در کشور تأسیس شده بود شامل ۶۱ کارخانه و کارگاه متوسط و کوچک می‌شد که جمعاً حدود ۱۷۰۰ نفر کارگر در استخدام داشته‌اند. پس از جنگ جهانی دوم اقدامات پراکنده‌ای در جهت ایجاد صنعت شروع و کارخانه‌هایی تأسیس شد که باز هم این روند در بطن مسایل سیاسی و اقتصادی آن زمان نتوانست رشد چندانی بکند.

جهت تعیین نقش فولاد در اقتصاد ایران ابتدا تصویری مختصر از اقتصاد ایران و ویژگیهای آن طی سالهای اخیر ارائه می‌شود و پس از مشخص نمودن جایگاه کل بخش صنعت در اقتصاد کشور جایگاه صنعت آهن و فولاد در بخش صنعت و کل اقتصاد مورد بررسی قرار می‌گیرد. از ویژگیهای عمده اقتصاد ما در دهه‌های اخیر متکی بودن اقتصاد به بخش نفت بوده، به‌طوری که هرگونه تغییر وضعیت در بخش نفت، کل اقتصاد شامل بخش صنعت را تحت تأثیر قرار داده است. در سال ۱۳۵۲ سهم نفت در تولید ناخالص داخلی ۵۰ درصد محاسبه شده و تا قبل از انقلاب اسلامی ۷۰ تا ۷۵ درصد تولید ناخالص داخلی مربوط به بخشهای نفت و خدمات بوده است. علیرغم کوششهای جدی که توسط دولت در دوران بعد از انقلاب جهت رهایی از وابستگی به نفت به‌عمل آمده اما اقتصاد ما کماکان وابستگی شدید خود را به بخش نفت حفظ کرده است.

در سال ۱۳۷۰ هنوز ۵۸ درصد تولید ناخالص داخلی کشور مربوط به بخشهای نفت و خدمات بوده، در این سال سهم صنعت و معدن در تولید ناخالص داخلی کشور ۲۰ درصد و سهم بخش کشاورزی ۲۳/۱ درصد گزارش شده است. بررسی سهم گروه‌های اقتصادی در رشد تولید ناخالص داخلی نیز نشان می‌دهد که بخش نفت و خدمات سهم عمده را داشته‌اند. طبق محاسبات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۷۰ تولید ناخالص داخلی کشور

۱۰/۹ درصد رشد داشته است که سهم بخش نفت و خدمات ۶/۲ درصد و سهم بخش صنعت و معدن در این رشد فقط ۳/۹ درصد بوده است. سهم عمده در آمد ارزی کشور و درآمدهای دولت در بودجه کل کشور مربوط به بخش انرژی به ویژه نفت است.

در مجموع در طول برنامه، تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت از رشد متوسط سالانه ۷/۳ درصد برخوردار شده و بررسی رشد ارزش افزوده بخشهای مختلف اقتصاد کشور در دوره برنامه اول نشان می دهد که بخش صنعت و معدن نسبت به بخشهای کشاورزی و نفت از رشد بالاتری برخوردار بوده است.

(ارقام: درصد)

جدول (۱) رشد ارزش افزوده بخشهای مختلف در برنامه اول توسعه

بخش	۱۳۶۸	۱۳۶۹	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	متوسط سالانه
صنعت معدن	۸/۷	۱۵/۶	۱۷/۷	۳/۳	۱/۲	۹/۱
نفت	۷/۷	۱۹/۹	۱۱/۱۰	۱/۵	۳/۶	۸/۶
کشاورزی	۳/۷	۸/۱	۵/۱	۷/۴	۵/۵	۶
برق، گاز و آب	۱۱	۱/۴	۱۵/۵	۸/۵	۹/۷	۱۲/۷
ساختمان	---	---	---	---	---	۵/۳
خدمات	۱/۸	۹/۷	۹/۹	۸	۷/۵	۷/۳

جدول (۱) نشان می دهد بخش صنعت و معدن در سه سال اول برنامه از رشد فزاینده ای برخوردار بوده است. رشد سریع این بخش در سه سال اول برنامه توسعه کشور ناشی از رفع مشکلاتی بود که امکان بهره برداری از ظرفیت کارخانه های تولیدی را محدود می ساخت. سهم ارزش افزوده بخش صنعت در تولید ناخالص داخلی که آمارهای مربوط به دوره ۶۷-۱۳۶۲ در دسترس است نشان می دهد که این سهم در دوره فوق سالانه به طور متوسط ۷/۲ درصد کاهش یافته است. این سهم در سال ۱۳۶۲، ۱۳/۶ درصد بوده و در سال ۱۳۶۳ به بالاترین حد خود (۱۴/۴ درصد) بوده و در سال ۱۳۶۷ به ۱۰/۷ درصد رسیده و کاهش پیدا کرده است. سهم تولیدات سرمایه ای در ارزش افزوده بخش صنعت کشور از ۱۳/۴ درصد در سال ۱۳۶۲ به بالاترین حد یعنی ۱۵/۲ درصد در سال طی دهه ۱۳۶۰ و سهم نفت از کل درآمدهای ارزی کشور بین ۹۸/۷ درصد و ۸۵ درصد در نوسان بوده است. درآمد ارزی حاصل از فروش نفت در بازارهای جهانی از ۲۱/۸ میلیارد دلار در سال ۱۳۶۱ به حدود ۶/۳ میلیارد دلار در سال ۱۳۶۵ کاهش یافت و علیرغم افزایشی که بعد از این سال در درآمدهای نفتی کشور پدید آمده، اما درآمد ارزی کشور ناشی از صدور نفت سالهای اخیر از ۱۵ میلیارد دلار فراتر نرفته است. اقتصاد ایران در سال ۱۳۶۵ یکی از مشکل ترین ادوار اقتصادی خود را طی سالهای پس از انقلاب اسلامی پشت سر گذاشته است. در این سال قیمت نفت در بازارهای جهانی به شدت سقوط کرد و در نتیجه کاهش درآمد ارزی کشور، صنایع کشور با رکود مواجه شدند و کاهش واردات باعث تنزل عرضه کالا شد و در نتیجه تولید ناخالص داخلی در این سال نسبت به سالهای قبل ۸/۱ درصد کاهش پیدا کرد. در سال ۱۳۶۵ سهم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در هزینه ناخالص داخلی از ۱۹ درصد به ۱۶ درصد کاهش یافت و بخشهای صنعتی کشور به شدت از این امر صدمه دیدند زیرا کاهش واردات ماشین آلات سرمایه ای در داخل کشور توأم با کاهش تشکیل سرمایه و ماشین آلات در سال

۱۳۶۵ شد. طی سالهای ۱۳۶۶ و ۱۳۶۷ نیز تولید ناخالص داخلی تحت تأثیر پایین بودن درآمدهای ارزی کشور ناشی از صدور نفت به ترتیب از رشد منفی ۱/۹ و ۵/۷ درصد برخوردار بوده، اما رشد تولید ناخالص داخلی طی برنامه اول توسعه مطابق جدول (۲) بوده است :

جدول (۲): روند رشد تولید ناخالص داخلی

سال	رشد تولید ناخالص داخلی (درصد)
۱۳۶۸	۳
۱۳۶۹	۱۲/۱
۱۳۷۰	۱۰/۹
۱۳۷۱	۵/۵
۱۳۷۲	۵/۰

سهم تولیدات سرمایه‌ای در ارزش افزوده بخش صنعت کشور از ۱۳/۴ درصد در سال ۱۳۶۲ به بالاترین حد یعنی ۱۵/۲ درصد در سال ۱۳۶۳ رسیده و از آن پس به تدریج با روندی نزولی به حدود ۷/۴ درصد در سال ۱۳۶۷ کاهش یافته است. سهم ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی که در فرآیندهای بعدی تولید صنعتی نقش اساسی دارند، در کل تولیدات صنایع سرمایه‌ای کشور از ۴۱/۸ درصد سال ۱۳۶۲ به ۴۵/۳ درصد در سال ۱۳۶۵ و ۴۹/۳ درصد در سال ۱۳۶۷ افزایش یافته است که این افزایش در اثر کاهش شدید سهم صنایع وسایط نقلیه موتوری (که فعالیتهای آن عمدتاً در سطح مونتاژ می‌باشد) بوده و نه لزوماً تغییری اساسی و ساختاری در صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی کل ارزش افزوده صنایع سرمایه‌ای طی دوره ۶۷-۱۳۶۲ سالانه به‌طور متوسط ۱۵/۲ درصد کاهش یافته است. سهم صنایع واسطه‌ای در کل ارزش افزوده صنعتی کشور از ۴۵ درصد سال ۱۳۶۲ به بالاترین حد در سال ۱۳۶۵ یعنی ۴۸/۷ درصد رسیده و در سال ۱۳۶۷ به ۴۷/۵ درصد کاهش یافته است. سهم سه رشته صنعتی اساسی یعنی فلزات اساسی آهنی، فلزات اساسی غیرآهنی و مواد شیمیایی اساسی صنعتی در کل صنایع واسطه‌ای که نقش اصلی و تعیین‌کننده‌ای در اتصال حلقه‌های زنجیره صنعتی کشور دارند فقط ۱۵ درصد بوده است. این آمار، پیوند ناچیز فرآیند تولید صنعتی کشور را به مواد و صنایع داخلی و میزان وابستگی آن‌را به مواد واسطه صنعتی وارداتی نشان می‌دهد.

به‌طور خلاصه تحلیل فوق از نقش صنعت در اقتصاد کشور نشان می‌دهد که علیرغم سعی واقعی برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی کشور جهت صنعتی کردن هرچه سریعتر کشور ساختار صنایع کشور هنوز بافتی توسعه نیافته دارد. دلیل این توسعه نیافتگی، در سهم پایین ارزش افزوده تولیدات صنعتی در تولید ناخالص کشور، سهم ناچیز صنایع سرمایه‌ای به‌ویژه ماشین‌آلات و تجهیزات کارخانه‌ای در تولید صنعتی، سهم محدود صنایع واسطه‌ای صنعتی در تولید صنعتی و عدم حضور و فقدان توانایی رقابت در بازارهای بین‌المللی و منطقه‌ای قابل مشاهده است. خوشبختانه صنعت آهن و فولاد که می‌تواند نقش اساسی را در صنعتی کردن کشور ایفا نماید طی سالهای اخیر از رشد و توسعه قابل ملاحظه‌ای برخوردار شده است. تولید سنگ آهن طی سالهای ۷۲-۱۳۶۲ به‌طور متوسط سالانه ۳۶/۱ درصد رشد داشته

به‌طوری که از ۱/۸۷ میلیون تن در سال ۱۳۶۷ به حدود ۴ میلیون تن در سال ۱۳۷۲ و ۴/۷ میلیون تن در سال ۱۳۷۳ افزایش یافته است. متوسط رشد سالانه فولاد طی سالهای ۷۲-۱۳۶۸، ۲۲/۴ درصد است که این رشد در اثر اجرای سریع طرحهای صنایع فولاد، بهبود مدیریت و افزایش بهره‌وری به‌وجود آمده است. در طی این مدت طرح عظیم مجتمع فولاد مبارکه با ظرفیت ۲/۴ میلیون تن ورق فولاد صنعتی به بهره‌برداری رسید و همچنین طرح مجتمع فولاد اهواز که در جنگ تحمیلی به‌صورت نیمه تمام رها شده بود در این سالها تکمیل و با ظرفیت ۱/۵۵ میلیون تن به بهره‌برداری رسید. هرچند این رشد دستاوردی بسیار مهم برای اقتصاد کشور به‌شمار می‌رود اما در مقیاس جهانی سهم ایران از کل تولید فولاد جهان ناچیز است. در سال ۱۹۹۴ کل تولید جهانی فولاد ۷۲۴ میلیون تن محاسبه شده که سهم ایران از این تولید جهانی فقط ۰/۶۴ بوده است. در سطح آسیا هم ایران فقط ۲/۳ درصد فولاد این قاره را تولید می‌کند. در صورت ادامه رشد سریع تولید فولاد در کشور، بخش صنعت و کل اقتصاد به سرعت دگرگون می‌شود و کشور ما می‌تواند علاوه بر تأمین مواد واسطه‌ای فلزی موردنیاز بخش صنعت در داخل کشور به تحقق هدف افزایش صادرات غیرنفتی کشور نیز کمک قابل توجه نماید.

باتوجه به اینکه واردات فولاد در سال ۱۳۶۷ حدود ۳/۱ میلیون تن بوده با افزایش تولید در دوره فوق‌الذکر نه‌تنها به‌علت عدم نیاز به واردات فلزی، در موجودی ارزی کشور صرفه‌جویی به‌عمل آمده، بلکه کشور ما موفق شده است در سال ۱۳۷۲، معادل ۴۶۲ میلیون دلار از محل صدور فلزات به درآمد ارزی کشور اضافه کند. قابل ذکر است ارزش صادرات فلزات کشور در سال ۱۳۷۲ بیش از ۴ برابر درآمد ارزی ناشی از فلزات در سال ۱۳۶۷ می‌باشد. سهم صادرات فلزی از کل صادرات غیرنفتی کشور (۳۸۶۵ میلیون دلار) در سال ۱۳۷۲ برابر ۱۲ درصد می‌باشد. ارزش افزوده صنایع اساسی آهن و فولاد از ۲۰/۳ میلیارد ریال در سال ۱۳۵۸ به ۳۲۰/۴ میلیارد ریال در سال ۱۳۷۲ افزایش یافته است، به‌عبارت دیگر در مدت ۱۴ سال ارزش افزوده صنعت آهن و فولاد در کشور حدود ۱۶ برابر شده است. کشور ما به‌ویژه در حال حاضر تمام شرایط لازم را برای توسعه بخش صنعت آهن و فولاد دارا می‌باشد و از نظر تولید محصولات فولادی و آهنی دارای مزیت نسبی زیاد و قابل ملاحظه است. مزیت‌های نسبی کشور در رابطه با صنعت آهن و فولاد عبارتند از: وجود انرژی کافی (گاز طبیعی و ذغال‌سنگ)، وجود سنگ آهن کافی و مواد اولیه نسوز در کشور و برخورداری از نیروی انسانی ماهر و تکنولوژیکی و حدود ۳۰ سال تجربه در زمینه تولید آهن و فولاد. با برخورداری بودن از این مزیت‌های نسبی ایران می‌تواند و باید در بازارهای بین‌المللی رقابت نماید. طبق مطالعات به‌عمل آمده ذخایر شناخته شده سنگ آهن در کشور می‌تواند جوابگوی سالیانه بیش از ۱۷ میلیون تن تولید فولاد در کشور باشد مضاف برآنکه ایران با برخورداری بودن انرژی گاز می‌تواند برق موردنیاز این صنعت را تولید کند. استفاده از گاز طبیعی در صنعت آهن و فولاد یک منبع جنبی نیز برای اقتصاد کشور دربر دارد. در حال حاضر جهت صدور گاز به خارج نیاز به سرمایه‌گذاری بسیار بالاست و نفوذ به بازارهای جهانی گاز طبیعی نیز برای یکی دودهه آینده با مشکلات زیادی همراه است. به‌طور کلی صنایع ایران تقریباً کمتر از هر کشور دیگری از نظر مصرف انرژی سهم داشته است. برای مثال در چین ۶۳ درصد انرژی مصرفی در کشور به بخش صنعت اختصاص می‌یابد.

در اروپای شرقی این نسبت به ۵۲ درصد و در کره جنوبی ۴۱ درصد محاسبه شده است درحالی که در ایران فقط ۲۰ درصد انرژی مصرفی مربوط به بخش صنعت است و بقیه انرژی مصرفی در بخشهای غیرمولد خانگی و تجاری استفاده می‌شود. به عبارت دیگر به نفع اقتصاد است که به جای صدور نفت خام و گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی را در بخشهای مختلف صنعت به‌ویژه صنعت آهن و فولاد و پتروشیمی بکار گیرد و با تولید هرچه بیشتر تولیدات صنعتی از ارزش افزوده هرچه بیشتر نیز در سطح کلان برخوردار شود.

فصل سوّم

تعریف لوله و پرو فیل و

موارد استفاده

تعریف لوله و پروفیل و موارد استفاده

۱- تعریف لوله و پروفیل

۱- الف - لوله

لوله به یک استوانه بلند توخالی دوسر باز با سطح مقطع دایره‌ای شکل اطلاق می‌شود.

۱- ب - پروفیل

معنای پروفیل از نظر لغوی یعنی ثابت بودن مقطع در طولی معین.

۲- انواع لوله و پروفیل

۲- الف - انواع لوله (جدول شماره ۱)

۲- ب - انواع پروفیل

- پروفیل باز

- پروفیل بسته

۳- موارد مصرف

۳- الف - موارد مصرف لوله‌ها

لوله‌های درزجوش را می‌توان از لحاظ ابعاد، جنس، نحوه تولید، نحوه تست و مصارف کاربردی آنها به صورتهای مختلف تقسیم‌بندی کرد. در تقسیم‌بندی‌ها رایج است که لوله‌های درزدار به سه دسته لوله‌های صنعتی، لوله سیاه آب و لوله حفاری تقسیم‌بندی کنند. اما این تقسیم‌بندی دقیق نیست و نمی‌تواند مشخصات لوله‌های مختلف و کاربرد آنها را بیان کند. جدول (۱) تقسیم‌بندی انواع لوله‌ها را از جهات مختلف نشان می‌دهد.

توضیحات جدول شماره (۱):

- ۱- این دسته از محصولات برای لوله‌کشی‌های معمولی بکار می‌روند و به صورت شاخه‌های ۶ متری تولید می‌شوند.
- ۲- این لوله‌ها می‌بایستی تماماً از نظر کیفیت بررسی شوند و بررسی آنها معمولاً توسط هیدرواستاتیک و تست الکترونیکی NDT (به روش Eddy Current) انجام می‌شود.
- ۳- این لوله‌ها برای انتقال مایعات و مصارف صنعتی (شفاژ و غیره) بکار می‌رود و به دو دسته سبک و متوسط تقسیم می‌شوند.
- ۴- این لوله‌ها برای انتقال گاز در سطح شهر توسط شرکت ملی گاز بکار می‌روند.
- ۵- بر روی این لوله‌ها بعد از آخرین تغییر شکل سرد هیچ گونه عملیات حرارتی انجام نمی‌گیرد. به همین دلیل لوله دارای خاصیت شکل‌پذیری اندکی است.

۶- بر روی این لوله بعد از آخرین مرحله کار سرد، اندکی عملیات حرارتی انجام می‌شود بنابراین دارای مقدار معینی شکل‌پذیری سرد است بعد از آنیل کردن یا نرمالیزه کردن لوله‌ها عمل زنگ زدایی نیز می‌تواند به روش مکانیکی یا شیمیایی انجام شود.

۷- این لوله‌ها نسبتاً نازک بوده و برای مصارف اگزوزسازی و غیره بکار می‌روند.

۸- از این لوله‌ها در ساختن ماشین آلات، اتومبیل و دیگر قطعات صنعتی استفاده می‌شود.

۹- از این لوله‌ها نیز برای مصارف لوازم خانگی، دوچرخه و موتورسیکلت استفاده می‌شود.

۱۰- از این لوله‌ها برای مصارف ساختمانی استفاده می‌شود.

۱۱- لوله‌های گالوانیزه برای مصارف لوله‌کشی ساختمانهای مسکونی و انتقال آب بکار می‌رود.

۱۲- لوله‌های حفاری و آبرسانی که در قطرهای نسبتاً بالا تولید می‌شوند.

۱۳- لوله‌های برق که از لوله‌های فولادی نازک تهیه می‌شود ولی روی آنها به وسیله یک ماده عایق، نظیر قیر یا رنگ پوشیده می‌شود.

جدول (۱)

ردیف	انواع لوله‌ها	نام محصول و کاربرد آن	شماره استاندارد	ابعاد (میلی متر)	
				ضخامت	قطر
				حداقل - حداکثر	حداقل - حداکثر
۱	لوله‌های سیاه آب و گاز	لوله‌های فولادی برای لوله کشی معمولی و مصارف عمومی	JIS G3452	۵ - ۲	۱۶۵/۲ - ۱۰/۵
۲		لوله‌های سیاه گاز خانگی و تجاری مناسب جوشکاری و دنده کردن	DIN 2440	۴/۵ - ۲/۳۵	۴۰/۵ - ۴ اینچ
۳		لوله‌های سیاه آب مناسب برای جوشکاری یا دنده کردن (معروف به لوله شوفاژی)	BS ۱۳۸۷	۵ - ۱/۸	۶۰/۲۵ - ۶ اینچ
۴		لوله‌های سیاه خطوط گاز شهری	APL 5L	۵ - ۱/۸	۴۰/۵ - ۴ اینچ
۵	لوله‌های صنعتی و خاص دقیق	لوله‌های درز جوش با دقت ویژه برای مصارف صنعتی و خاص	DIN 2393	۴/۵ - ۱	۹۰ - ۶
۶		لوله‌های درز جوش کشیده شده دقیق	DIN 2394	۴/۵ - ۱	۹۰ - ۱۰
۷		لوله‌های صنعتی برای مصارف خاص و لوله‌های ساده و مشبک آگزوز	BS 6323	۴ - ۱	۹۰ - ۱۰
۸	لوله‌های صنعتی و ساختمانی	لوله‌های فولادی درز جوش برای صنایع خودروسازی	JIS G3472	۴ - ۱/۲	۹۰ - ۱۵/۹
۹		لوله‌های فولادی برای مصارف مکانیکی صنعتی و ماشین سازی	JIS 3445	۳/۵ - ۱	۷۶/۳ - ۱۲/۷
۱۰		لوله‌های فولادی برای مصارف مکانیکی صنعتی و ماشین سازی	JIS G3444	۳/۵ - ۱	۱۶۵/۳ - ۲۱/۷
۱۱	لوله‌های گالوانیزه	لوله‌های آب برای منازل و ساختمانهای مسکونی			
۱۲	لوله‌های حفاری	لوله‌های مخصوص چاه‌های عمیق و انتقال آب	ASTMA589	۴/۳۷ - ۱۲/۷	۱۶۸/۳ - ۵۳۳/۶
۱۳	لوله‌های برق	لوله‌های فولادی با روکش عایق الکتریکی		۱ - ۱/۷۵	۱۲/۵ - ۵۹/۳

۳- ب - موارد مصرف پروفیل‌ها

۱- قسمت اعظمی از پروفیل‌ها به منظور ساختن در و پنجره‌های آهنی بکار می‌روند. این پروفیل‌ها که به صورت گروهی از شماره ۱ تا ۷ (از لحاظ اندازه و مشخصات) تقسیم‌بندی شده‌اند می‌توانند در ساخت پنجره‌ها و چارچوب آنها مورد استفاده قرار بگیرند.

۲- پروفیل‌های مربع و مستطیل با مقاطع کوچک به عنوان نرده‌های فلزی برای در و پنجره منازل، کناره راه‌پله‌ها و همچنین نرده کشی اطراف دیوارهای کارخانجات و زمینهای محصور شده و نرده پیاده‌روها و خیابانها بکار می‌روند.

۳- پروفیل‌های مربع و مستطیل با مقاطع بزرگتر که معروف به ستونی می‌باشند موارد استفاده متعددی در صنعت و ساختمان سازی دارند این پروفیل‌ها که در مقطع مربع از ۶۰×۶۰ میلی‌متر تا ۲۷۰×۲۷۰ میلی‌متر و در مقطع مربع مستطیل از ۱۰۰×۴۰ تا ۳۰۰×۱۳۵ میلی‌متر ساخته می‌شوند و ضخامت آنها از ۲/۵ تا ۸ میلی‌متر می‌باشند می‌توانند در ساختن ستون و

اسکلت فلزی ساختمانها بکار روند. همچنین اگر این پروفیل ها با مشخصات فیزیکی قابل اطمینانی ساخته شوند می توانند در ساختن شاسی تریلرها و نفت کش ها استفاده شوند.

۴- از پروفیل های قوطی مربع و مربع مستطیل در صنایع خودروسازی نیز استفاده می شود.

۵- از پروفیل های قوطی مربع در ساختن پایه میز و صندلی نیز استفاده می گردد.

۶- پروفیل هایی که به صورت Z تهیه می شوند اکثراً برای پوشش سقف سوله ها بکار می روند.

۷- پروفیل های نبشی و ناودانی با روش نورد سرد نیز تولید می شوند. پروفیل نبشی از بال ۲۰ تا ۵۰ میلی متر و

پروفیل های ناودانی ۱۰، ۱۲، ۱۸ در این دسته از محصولات قرار می گیرند. از پروفیل های نبشی می توان در ساختن چارچوب

درهای بزرگ آهنی و انواع قالبهای فلزی بکار رفته در ماشین آلات استفاده کرد. ناودانی های کوچک در مواردی نظیر در

کرکره ای مغازه ها بکار می روند.

فصل چهارم

فرآیند تولید لوله و پروفیل فولادی

فرآیند تولید لوله و پروفیل فولادی

کار عمده کارخانجات لوله و پروفیل تبدیل ورق فولادی (کلاف) به روش نورد سرد به محصول نهایی با شکلها و ابعاد مختلف (پروفیل های باز و بسته) می باشد. این فرآیند شامل مراحل می باشد که ذیلاً به اختصار توضیح داده می شود:

۱- مواد اولیه :

مواد اولیه مصرفی اکثر کارخانجات قبل از راه اندازی فولاد مبارکه از کشورهای اروپایی و ژاپن تأمین می گردید ولی در حال حاضر قسمت عمده آن از طریق فولاد مبارکه و قسمتی نیز از کشورهای آسیای میانه، برزیل، اروپا و اروپای شرقی تهیه می گردد.

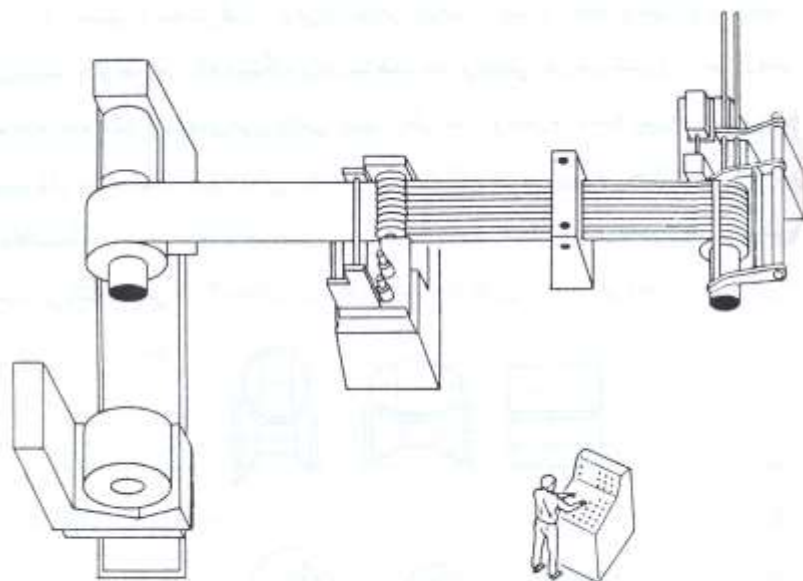
ورق مصرفی باید دارای ترکیبات شیمیایی خاص بوده و بالطبع از خواص مکانیکی مناسبی برخوردار باشد تا در هنگام تولید برای سازنده و در نهایت برای مصرف کننده ایجاد مشکل ننماید. ورق مصرفی با استاندارد ST ۳۷.۲ و یا JIS G 3131 یا G 3132 دارای ترکیبات شیمیایی (سیلیس با ۰/۳۵، کربن با ۰/۳ تا ۰/۱، گوگرد ۰/۰۴، فسفر ۰/۰۴، منگنز ۰/۵) بوده و برای اینگونه تولیدات پیشنهاد و مورد مصرف می باشد مگر در موارد خاص. ورق فولادی پس از ورود به کارخانه توزین و باتوجه به مشخصات ابعادی و مصرف آنها در قسمت های مختلف، انبارشده تا وارد پروسه تولید گردد.

۲- برش کلاف به نوار :

کلافهای خریداری شده در دستگاههای برش به نوارهایی با عرض مشخص بریده می گردند. این دستگاهها بنا به سفارش و نحوه بهره برداری دارای قسمت های مختلف بوده که بعضاً تمام اتوماتیک و برخی نیمه اتوماتیک می باشند. یک دستگاه برش معمولاً دارای قسمت های ذخیره کلاف، میز حمل کننده، ضربه گیر، کلاف گیر، و سیستم بازکننده طوقه های کلاف، سیستم کنترل کننده کناره کلاف برای بهتر تنظیم شدن، صاف کننده ورق، گیوتین و قرقره های هدایت ورق، غلتک های تغذیه ورق، قسمت اصلی برش، غلتک های جدا کننده نوارهای بریده شده، نگاه دارنده نوارها و نهایتاً نوار جمع کن می باشد.

پس از قرار گرفتن کلاف روی کلافگیر که خود نیز دارای حرکت گردشی می باشد کلافگیر چرخیده و پس از باز شدن طوقه ها سر ورق زیر غلتک های صاف کننده هدایت می گردند. این عمل باعث صاف و تخت شدن ورق می گردد. توسط گیوتین سر ورق بریده شده تا برای جوشکاری در قسمت های بعدی اشکالی وجود نداشته باشد. آنگاه ورق توسط غلتک های تغذیه به طرف دو عدد شافت اصلی که دارای محرک بوده و بر روی آن تیغه هایی از فولاد که عملیات حرارتی بر روی آنها انجام و سختی آن بین (۵۹-۶۱) راکول سی رسیده و فواصل آنها متناسب با عرض نوارهای مورد نیاز تنظیم شده حرکت می کند. در اثر عبور ورق از بین دو تیغه عمل برش انجام می گیرد.

حرکت ورق (نوارها) به جلو ادامه دارد و به جهت اینکه نوارهای بریده شده به طور دقیق به جلو هدایت گردند، از دو عدد شافت جداکننده که بر روی آنها تیغه‌های کوچکی مستقر گردیده‌اند عبور داده می‌شوند تا نهایتاً سر اولیه نوارهای بریده شده در گیره مخصوصی که در داخل نوار جمع‌کن قرار دارد و توسط سیستم هیدرولیک قطر نوار جمع‌کن را چند سانتیمتر باز می‌نماید درگیر شود. این عمل از یک طرف باعث جمع‌شدن دولبه گیره و گرفتن سر نوارها شده و از طرفی در پایان زمان تخلیه نوارها با عمل جمع‌شدن نوارگیر از داخلی‌ترین لایه ورقها جدا شده و به سهولت می‌توان نوارها را توسط میز متحرک و صفحه‌ای که در جهت محور اصلی حرکت می‌کند به خارج هدایت نمود. از این مرحله به بعد عمل کشیدن ورق توسط نوار جمع‌کن تا تمام شدن کل طول کلاف انجام می‌گیرد. نوارها نهایتاً دسته‌بندی و به قسمت‌های مختلف خطوط تولید انتقال می‌یابد. (شکل ۴-۱)



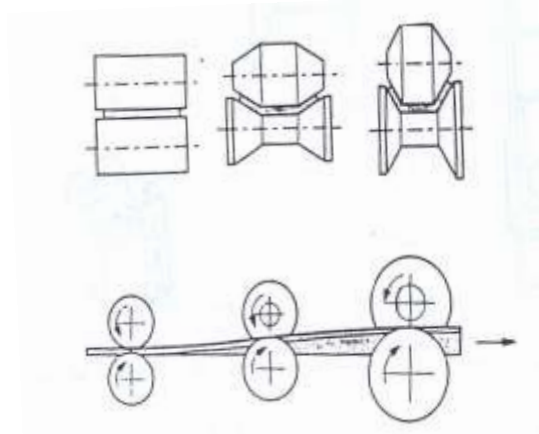
شکل (۴-۱): نمایی از خط نوار بری

۳- تولید لوله و پروفیل

قوطی و پروفیل را می‌توان به دو طریق مستقیم و غیرمستقیم تولید نمود. روش انتخابی بستگی به امکانات ماشین از نظر طراحی دارد. معمولاً پروفیل باز به روش مستقیم تولید می‌گردد.

دستگاه‌های تولید لوله و پروفیل عموماً دارای قسمت‌های تغذیه نوار، گیوتین، قسمت جوش سر و ته نوار، انباره، فرمینگ (که از دو قسمت شکل‌دهنده اولیه و شکل‌دهنده نهایی، قسمت جوش دولبه پروفیل، براده برداری، سردکن، ساینک با تعداد ۴ تا ۶ دروازه - خمش و پیچش گیر برش (اره) اتوماتیک، شتاب دهنده و نهایتاً میز تخلیه می‌باشند. باتوجه به اینکه دستگاه برای ساخت چه تولیداتی طراحی شده و به چه روشی ساخته شده باشد قسمت‌های فوق با کمی تغییر از نظر تعداد و اندازه ساخته خواهد شد ولی آنچه قابل ذکر است اینکه عمل اصلی این دستگاهها شکل‌دادن به

ورق در حال عبور از بین دو قالب بالا و پایین در حال چرخش در دروازه‌های مختلف تا تولید محصول نهایی به طریقه سرد می‌باشد. (شکل ۲-۴) حالتی از شکل گرفتن نوار فلزی را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۴): نحوه تولید یک نوع پروفیل

تولید پروفیل و قوطیهای ساختمانی می‌تواند به روش مستقیم و یا غیرمستقیم (تولید لوله و سپس تبدیل به شکل نهایی) انجام گردد. هر روش دارای محاسن و معایبی می‌باشد.

در روش تولید مستقیم نوار در اثر عبور از بین قالبهای بالا و پایین (دارای محرک) و در کنار هرزگردها که طراح با انجام محاسبات از نظر میزان نیرو و زوایای شکل موردنظر که با توزیع در هر دروازه طراحی نموده به تدریج شکل گرفته و پس از جوش خوردن دولبه ورق توسط جوشهای فرکانسی نهایتاً در قسمت ساینینگ شکل کامل می‌گیرد. پروفیل تولید شده در اثر اعمال نیرو از طرف قالبها و حرارت جوش، کاملاً مستقیم نبوده و توسط پیچش گیر با اعمال نیروی مجدد، خمش، پیچش و کمانش آن اصلاح می‌گردد. پروفیل در حال تولید، توسط اره اتوماتیک در فواصل ۶ متری بریده و به تعداد معینی بسته‌بندی و پس از نصب کارت مشخصات و تأیید کنترل کیفی به انبار محصولات تحویل می‌گردد.

در روش تولید غیرمستقیم پروفیل ابتدا در دستگاه اصلی نورد با همان مراحل فوق و یکی از سه روش خم کردن، به لوله تبدیل و پس از جوش دولبه، در قسمت ساینینگ و پیچش گیر در اثر فشارهای بالائی و پایینی و جانبی، این لوله به اشکال مختلف تبدیل می‌گردد و یا اینکه در قسمت ساینینگ و پیچش گیر لوله کاملتر و محصول نهایی لوله خواهد بود و پس از برش بسته‌بندی می‌گردد.

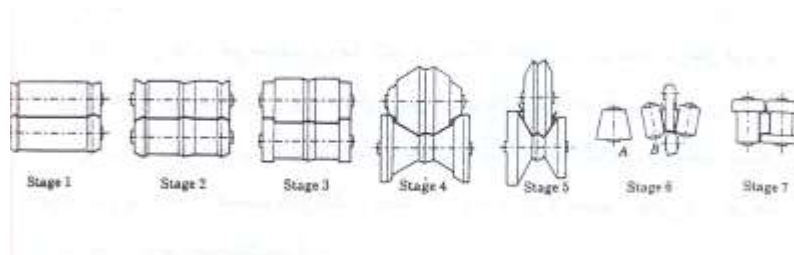
لوله‌های تولید شده را در دستگاه‌های ساده‌تری که هریک دارای ۸ الی ۱۰ دروازه می‌باشند عبور داده و اشکال مختلفی را تولید خواهند نمود.

محاسن و معایب دو روش :

الف - روش مستقیم :

پروفیل تولید شده به روش مستقیم دارای زاویه‌های تیز، ابعاد دقیق و خط جوش ثابت در دیواره بالایی و انحنای سطحی کم بوده و نسبت به روش دیگر از کیفیت بالاتری برخوردار خواهد بود.

در این روش به دلیل تیز گوشه بودن و اختلاف قطر نقاط مختلف قالبها و سرعت خطی متفاوت، استهلاک قالبها بیشتر می‌باشد. همچنین از نظر ماشین‌کاری و عملیات حرارتی نیز دقت عمل بیشتری لازم است از طرفی فضای هوایی بیشتر بین ایندکتور و پروفیل و فریت سرعت تولید را کاهش داده و نسبت به روش تولید غیرمستقیم دارای سرعت کمتر و راندمان پایین‌تری خواهد بود. (شکل ۳-۴)



شکل (۳-۴) : تولید پروفیل به روش مستقیم

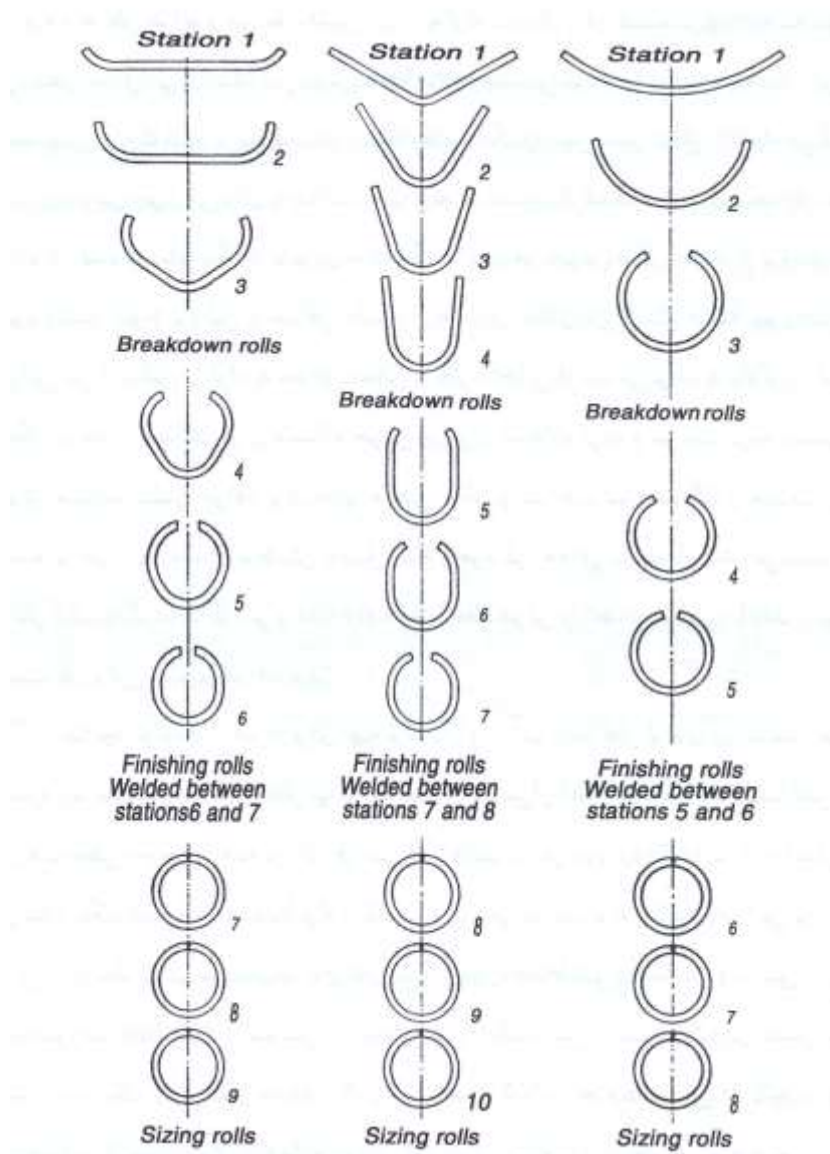
ب - روش غیر مستقیم :

در این روش در قسمت اولیه ماشین (شامل **forming** و **finishing**) به یکی از سه طریق: شکل‌دهی لبه‌ای، شکل‌دهی مرکزی و یا شکل‌دهی از طریق شعاع واقعی (شکل ۴-۴)

(باتوجه به نظر طراح و شرایط ماشین) نوار به لوله تبدیل و در قسمت **sizing** به شکل موردنظر تبدیل می‌گردد که این روش **on line** نامیده می‌شود و یا پس از اینکه در این دو قسمت نیز لوله کامل و بریده شد، در دستگاه‌های دیگری عمل تغییر شکل انجام می‌گردد. در این روش چون می‌توان با ساخت یک لوله در قسمت فرمینگ و تعویض حداقل چند قالب در قسمت سایزینگ و یا بردن به دستگاه‌های بدون جوش دیگر چند نوع پروفیل تهیه نمود داشتن تنوع پروفیل با حداقل ماشین لوله‌سازی امکان‌پذیر است. ضمناً چون فاصله هوایی بین ایندکتور و لوله به حداقل ممکن و قطر انتخابی فریت می‌تواند به بالاترین اندازه ممکن برسد از حداکثر توان دستگاه جوش می‌توان استفاده کرده و سرعت تولید نسبت به روش مستقیم بیشتر خواهد بود. قالبها منحنی شکل و ساخت با دستگاه راحت‌تر و در عملیات حرارتی احتمال شکستن به دلیل عدم وجود گوشه‌های تیز بسیار کمتر می‌باشد ولی از نظر کیفیت، گوشه‌ها گردتر و اندازه اضلاع و خط جوش و انحنای سطحی بادقت پایین‌تر نسبت به روش مستقیم خواهد بود.

چنانچه تولید لوله صرفاً برای تهیه لوله گاز و یا آب باشد قطر لوله را در قسمت جوش حدود نیم میلی‌متر بیشتر از قطر نهایی ساخته و این میزان اضافه قطر لوله را با افزایش سرعت خطی به وجود آمده در اثر افزایش قطر قالبها در هر دروازه (۰/۵ تا ۰/۲) میلی‌متر در سایزینگ تقلیل داده و عملاً لوله را کشیده و گرد می‌نمایند. لوله تولید شده را می‌توان قبل از برش توسط تست غیر مخرب ادی کارنت (حوزه مغناطیسی) آزمایش و یا پس از برش به صورت **off line**

آزمایش را انجام داد و آنگاه پس از پلیسه گیری عمل تست هیدرواستاتیک را تا فشار حدود ۷۰ بار برای مدت ۵ ثانیه انجام داده پس از تأیید و چاپ مشخصات لازمه بر روی لوله ها به صورت شش گوش بسته بندی و به بازار عرضه نمود.



شکل (۴-۴): سه روش شکل دهی متداول لوله

محاسبه عرض نوار :

عرض نوار مصرفی موردنیاز برای یک مقطع با استفاده از رسم طرح مقطع با مقیاس بزرگتر معین می گردد. بدین صورت که اندازه قسمت‌های صاف و اندازه قسمت‌های خم شده که در اثر تنش یا کشش در طول محور خشی به دست آمده را جمع می کنند. عدد به دست آمده به نسبت مقیاس، تعیین کننده عرض نوار مصرفی خواهد بود. برای شعاع‌های داخلی که معادل ۲ برابر ضخامت مواد اولیه باشد محل محور خشی را تقریباً در ۱۳ فاصله بین سطح خارجی و داخلی خم در نظر می گیرند چنانچه عرضی که در اثر تنش یا کشش به وجود آمده است را با ω که با نام خم مجاز شناخته می شود نمایش دهیم برای قسمت خم شده با شعاع داخلی معادل $2t$ از رابطه زیر به دست می آید :

$$\omega = 0.01745 \alpha (r + t/3)$$

در رابطه بالا α زاویه خم بر حسب درجه و r شعاع داخلی خم به میلی متر و t ضخامت فلز مصرفی می باشد و عدد ۰.۰۱۷۴۵ عامل تبدیل درجه به رادیان در نظر گرفته شده است.

هرگاه خم موردنظر تیز باشد شعاع داخلی تقریباً به صفر نزدیک و r از رابطه بالا حذف می گردد در نتیجه داریم :

$$\omega = 0.01745 \alpha (t/3)$$

زمانی که شعاع داخلی خم برابر یا بیشتر از $2t$ باشد و یا اینکه مواد اولیه از شکل پذیری کمتری نسبت به فولاد با کربن پایین برخوردار باشد و یا هر دو عامل فوق الذکر موجود باشد محور خشی تقریباً بین سطح داخلی و خارجی خم قرار می گیرد و در رابطه فوق $t/3$ به $t/2$ برای محاسبه عرض نوار تغییر می کند:

$$\omega = 0.01745 \alpha (r + t/2)$$

همان گونه که قبلاً اشاره شد سه روش برای خم کردن مشخص شده که هر یک با تعداد دروازه‌های متفاوت بوده و این بستگی به ضخامت ورق مورد مصرف و ترکیب شیمیایی فولاد دارد.

هرچه ضخامت ورق مصرفی بالاتر و نوع ترکیبات ورق فولادی مصرفی سختی بیشتر داشته باشد به تعداد دروازه بیشتری نیاز می باشد و چنانچه تعداد دروازه‌ها کم باشد نهایتاً موجب ناصافی و پیچ خوردگی شاخه می گردد.

مختصری در مورد جوش لبه ها :

عمل جوش دو لبه لوله و یا پروفیل به وسیله جوشهای فرکانسی انجام می گیرد. بدین صورت که چون تلفات در تمامی سیستمها با مجذور فرکانس رابطه مستقیم دارد، ابتدا ولتاژ (۳۸۰) ولت سینوسی شبکه توسط ترانس افزایش دهنده به میزان ۱۰ کیلوولت افزایش پیدا کرده سپس این ولتاژ توسط ۶ سری رکتی فایر به صورت یک ولتاژ DC درآمده ولتاژ حاصله پس از صاف شدن و کاهش نوسان، فاکتور آن به یک لامپ تریود با توان بالا اعمال که در این مرحله لامپ با ایجاد نوسان، ولتاژ DC را به صورت یک ولتاژ سینوسی با فرکانس موردنیاز (حدود ۴۰۰-۳۵۰ کیلوهرتز) مناسب برای جوش پروفیل تبدیل می نماید (فرکانس موردنیاز توسط سلف و تعدادی خازن تعیین می گردد). این ولتاژ توسط ترانس مجدداً کاهش پیدا کرده و به ایندکتور منتقل می گردد.

ایندکتور، مشابه سیم پیچ اولیه یک ترانس، و لوله به صورت ثانویه و ذغال به عنوان جمع کننده یا هسته مورد استفاده قرار می گیرد. در حال حاضر با پیشرفت تکنولوژی به جای استفاده از لامپ تریود از قطعات الکترونیکی بنام mos استفاده می کنند که تعدادی mos با کانال N در مسیر خط + و تعدادی mos با کانال P در مسیر خط - قرار گرفته و فرکانس مورد نظر را به وجود می آورند که مزیت این گونه سیستمها در تغییر قدرت خروجی با استفاده از تعویض کارتهای mos و همچنین عدم استفاده از ولتاژ ۱۰ کیلوولت می باشند.

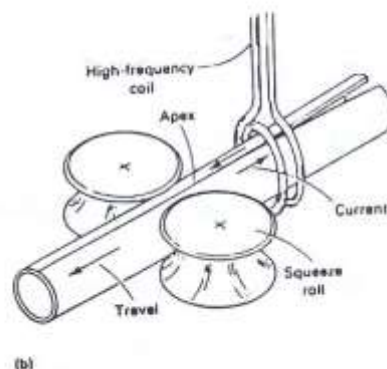
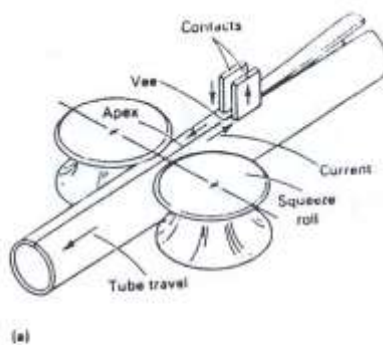
در شکل (۵-۴) شرایط ایندکتور از نظر عرض، فاصله تا قالبهای جوش، زاویه ورق در حال تبدیل به لوله وضعیت قرار گرفتن فریت (ذغال) نسبت به قالبهای جوش مشخص شده است. تا بهترین راندمان را در قسمت جوش داشته باشیم:

$$2 < \alpha < 3 \quad \alpha \text{ زاویه بسته شدن لوله نسبت به آخرین قالب}$$

L_1 = عرض ایندکتور

L_2 = فاصله شروع ایندکتور از مرکز قالب جوش

L_1 را معمولاً به اندازه قطر لوله در حال تولید در نظر می گیرند
 انتهای فریت معمولاً ۳ تا ۵ میلی متر از مرکز قالبهای جوش باید جلوتر باشد



شکل (۵-۴): شرایط قرار گرفتن ایندکتور

فصل پنجم

کلیاتی از فرآیند شکل دهی علتی سرد

کلیاتی از فرآیند شکل دهی غلتکی سرد

کلیات

فرآیند شکل دهی غلتکی سرد، روشی پیوسته برای ایجاد خم های متوالی در نوار فلزی می باشد که بدون ایجاد تغییر در ضخامت ورق و با عبور دادن آن از مجموعه غلتکهای دوار، شکل مقطع موردنظر را بوجود می آورد. در این فرآیند با شکل دهی فلز در حالت سرد نوار ورق به پروفیل با سطح مقطع یکنواخت تبدیل می گردد. عمل شکل دهی با حرکت دادن نوار فلز از بین مجموعه غلتکهایی که به صورت پی در پی روی شافتهای دستگاه نصب شده اند انجام می شود. هر مجموعه غلتک، مقداری از عمل شکل دهی را انجام می دهد تا سرانجام پس از عبور از آخرین مجموعه، شکل مقطع موردنظر حاصل می گردد.

غلتکها معمولاً به دو دسته بالائی و پائینی تقسیم می شوند. البته در صورت نیاز از غلتکهای جانبی که مجموعه های آنها غیرواقعی هستند نیز می توان استفاده نمود. به هر مجموعه ای از این غلتکها اصطلاحاً یک ایستگاه غلتک گفته می شود.

در حالت کلی هر چه شکل مقطع پیچیده باشد، به تعداد ایستگاههای بیشتری جهت انجام شکل دهی موفقیت آمیز نیاز می باشد. غلتکها به گونه ای طراحی می شوند که شرط شکل دهی آرام مابین ایستگاهها تأمین گردد. برای بهتر نشان دادن ترتیب ایجاد خم ها در ایستگاههای متوالی، می توان سطح مقطع های تولید شده در ایستگاهها را به صورت برهم نهادن و با در نظر گرفتن یک محور خنثی رسم نمود. این روش الگوی گل نامیده می شود. گل پروفیل ابزار سودمندی برای طراحی غلتک می باشد.

دستگاه نورد، ایستگاههای شکل دهی را در خود جای می دهد و فیکسچرهای مورد نیاز جهت قرار گرفتن غلتکها را تأمین می کند. این دستگاه وظیفه تأمین توان مورد نیاز برای گرداندن غلتکها و حرکت دادن نوار ورق بین ایستگاهها را به عهده دارد.

ویژگیهای فرآیند C.R.F :

فرآیند شکل دهی غلتکی سرد روشی قدیمی محسوب می شود، به گونه ای که ماشین آلات آن، بیش از نیم قرن پیش تاکنون در تولید مقاطع مختلف بکار گرفته شده اند. امروزه این روش شکل دهی به دودلیل عمده زیر بطور وسیع مورد استفاده قرار می گیرد:

- ۱- با این روش می توان تولید پیوسته و با حجم زیاد را برنامه ریزی نمود.
- ۲- این روش قابل انعطاف بوده، لذا با یک دستگاه محدوده نسبتاً وسیعی از محصولات را می توان تولید نمود.

عمده مزیت‌های C.R.F عبارتند از :

- **طول نامحدود :** در این فرآیند طول محصول هیچگونه محدودیتی نداشته و می‌توان کلافهای ورق فلزی را در ابتدا و انتها با عمل جوشکاری به یکدیگر متصل نمود تا یک تولید کاملاً پیوسته بوجود آید.

- **حداقل جابجایی مواد :** از لحظه ورود باریکه ورق به دستگاه تا هنگام خروج قطعه شکل گرفته، نیاز به عملیات نقل و انتقال مواد نمی‌باشد و فقط می‌بایست کویل‌ها را در ابتدای خط در محل مناسب قرار داد و محصولات را در انتهای خط به انبار حمل نمود.

- **مقاومت بالا :** پروفیل‌های که به این روش تولید می‌شوند دارای مقاومت بالاتری

نسبت به پروفیل‌های تولیدشده به روش نورد گرم هستند.

زیرا در حالت عملیات سرد، کارسختی فلز به هنگام ایجاد خمش پلاستیک بالاتر بوده و این خاصیت باعث افزایش نسبت سختی به وزن برای یک محصول می‌گردد. البته همواره فشار غلتکها بر روی نوار ورق در حدی نگاه داشته می‌شود که وجود کارسختی مشکلی حین شکل‌دهی ایجاد نکند.

- **قابلیت انعطاف زیاد :** اشکال زیادی را می‌توان با استفاده از یک ماشین C.R.F با طراحی غلتکهای مناسب و نصب آن روی ماشین، تولید نمود. در این صورت هزینه عمده، همان هزینه طراحی و ساخت غلتکهاست.

- توانایی شکل‌دهی بسیاری از مواد : اکثر مواد را می‌توان به این روش شکل داد. فولادهای کربنی، فولادهای ضدزنگ، آلیاژهای آلومینیوم و مس در این فرآیند قابل شکل‌دهی هستند. اصولاً اکثر فلزاتی که به روشهای دیگر می‌توان فرم داد، با روش C.R.F نیز قابل شکل‌دهی هستند. در این روش از فلزات و غیرفلزات می‌توان توأماً جهت تولید مواد مرکب استفاده نمود، همچنین مقاطع فلزات پوشش‌دار نیز به این روش قابل تولید می‌باشند. موادی که کمتر قابلیت فرم‌پذیری دارند مانند تیتانیوم و نیکل و موادی که از آلیاژهای مقاوم هستند کمتر به این روش شکل داده می‌شوند.

- **هزینه نگهداری پایین :** معمولاً هزینه‌های نگهداری در فرآیند C.R.F پایین هستند. با طراحی مناسب غلتکها و به کار بردن جنس مناسب و استفاده از مواد روان کننده، درعین کاهش مشکلات ناشی از تغییر شکل و تلرانس، باعث کمینه‌شدن هزینه‌های نگهداری می‌گردد.

- **قابلیت انجام عملیات جانبی :** ماشین‌های C.R.F را می‌توان به گونه‌ای طراحی نمود که با تعدادی از ماشین‌های دیگر بطور همزمان امکان انجام عملیات جانبی را بوجود آورد. عملیات جانبی مثل: شیار، سوراخکاری، برجسته‌کاری و...

- **مصرف بالا :** در بسیاری از صنایع، از C.R.F به منظور تولید شکلهای گوناگون استفاده می‌شود و بعضی از قطعاتی که قبلاً طی فرآیندهایی مثل اکستروژن تولید می‌شوند نیز در این روش قابل تولید هستند. از صناعی که قطعات تولید شده C.R.F را مصرف می‌کنند، می‌توان به صنعت خودروسازی، ساختمانی، وسایل خانگی، تجهیزات پزشکی، وسایل نقلیه ریلی، هواپیما، تهویه مطبوع (مهندسی تأسیسات) اشاره نمود.

مشخصات فرآیند C.R.F

- **قابلیت شکل پذیری:** پارامترهای تولید در فرآیند C.R.F از قبیل سرعت مجاز، میزان و ترتیب شکل دهی، پیچیدگی مقطع، تلرانسها، صافی سطح، توان مورد نیاز، تعداد ایستگاههای لازم، جنس غلتکها و روغن کاری مناسب بر میزان شکل پذیری ماده اثر می گذارد.

- **ضخامت ماده:** در فرآیند C.R.F فرض بر آنست که تنها خمش خالص روی می دهد و تغییرات ضخامت ماده اولیه به جز در ناحیه کوچکی از کمان خم نخواهد بود.

ضخامت مجاز نوار ورق عمدتاً به جنس ماده، ماشین، قدرت و ظرفیت یاتاقانها و محورهای دوار آن جهت تحمل نیروهای وارده بستگی دارد. برای مثال محدوده مجاز برای اکثر ماشینهای C.R.F برای جنس فولاد ۰/۱ تا ۸ میلی متر می باشد.

- **عرض قطعه کار:** عرض نوار ورق در پروسه C.R.F می تواند تا ۲۰۰۰ میلی متر باشد ولی اکثر مقاطع متداول دارای عرض نواری کمتر از ۵۰۰ میلی متر می باشند. یکی از اصول شکل دهی در این فرآیند، ثابت بودن عرض ورق است.

- **تعداد ایستگاهها:** تعداد ایستگاهها بایستی مطابق طراحی غلتکها و باعنایت به شکل مقطع نهایی تعیین گردد ولی چنانچه این تعداد کمتر از تعداد لازم در نظر گرفته شود، در چنین حالتی می بایست توسط ماشین موجود در هر ایستگاه تعداد بیشتری تغییر شکل پلاستیک روی نوار در حال عبور اعمال گردد و در نتیجه دقت ابعادی محصول نهایی پایین می آید. البته یکی از راههای جبران دقت ابعادی، استفاده از غلتکهای جانبی می باشد.

- **سرعت تولید:** سرعت تولید می تواند بین ۱۵ تا ۱۸۵ متر در دقیقه باشد ولی مقدار معمول آن ۳۰ تا ۵۵ متر در دقیقه است. همواره می توان گفت حداقل بعضی از فاکتورهای ذیل در سرعت شکل دهی بهینه تأثیر می گذارد:

- ساختار ترکیبی قطعه کار

- استحکام تسلیم یا سختی کار

- ضخامت نوار ورق

- دقت خواسته شده از عملیات شکل دهی غلتکی سرد

- تعداد ایستگاهها

- عملیات کمکی و جانبی خواسته شده

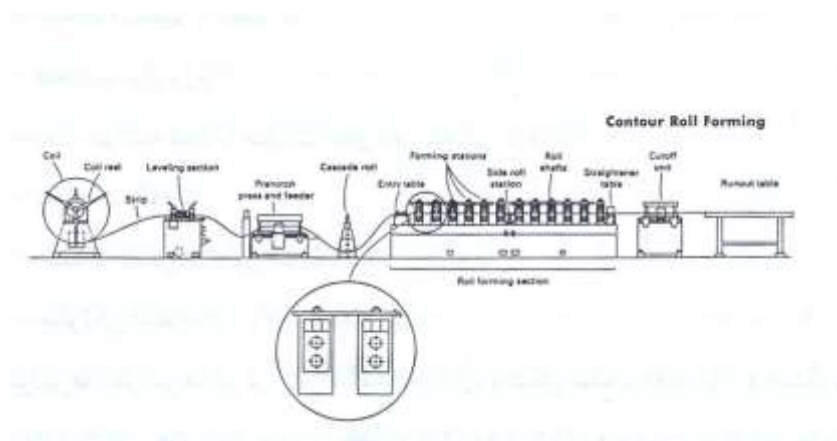
- چگونگی استفاده از روان کننده ها

- **تلرانس ها:** تلرانس ها در فرآیند C.R.F به اندازه و شکل مقطع و دقت ابزار و دستگاه بستگی دارد. تلرانس های

ابعاد هندسی مقطع از ۰/۲۵ تا ۰/۷۵ میلی متر و تلرانس های زاویه ای تا ۱۰+ قابل قبول هستند. در مورد مقاطعی که به صورت عمیق شکل دهی می شوند تلرانس ها بیشتر از اندازه های فوق می باشند. تلرانس ابعاد، به ضخامت ماده، طول قطعه کار، سرعت خط، کیفیت تجهیزات تولید و نوع دستگاه برش بستگی دارد.

ماشین‌های C.R.F

ماشین‌های C.R.F از قسمت‌های مجزا از یکدیگر تشکیل شده‌اند که هر کدام در حقیقت یک ماشین جداگانه با دو محور دوار می‌باشند. همه این قسمت‌ها روی یک پایه یا بستر نصب شده و یک ماشین چند قسمتی را بوجود می‌آورند. حتی می‌توان چند ماشین را به یکدیگر متصل نمود و از تعداد ایستگاه‌های بیشتری استفاده کرد. در این ماشین‌ها پیچهای تنظیمی برای میزان نمودن غلتکهای بالایی در نظر گرفته شده است. قطر شافت محور غلتکها از ۲۵ تا ۳۸۰ میلی‌متر و پهنای آن تا ۱/۵ متر می‌تواند باشد. در شکل (۵-۱) یک نمای کلی از دستگاه C.R.F مشاهده می‌شود.



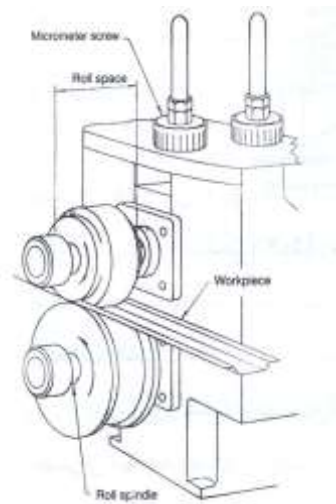
شکل (۵-۱): شماتیک خط تولید لوله و پروفیل

انواع مختلفی از ماشین‌های C.R.F در صنعت بکار گرفته می‌شوند که آنها را می‌توان بسته به نحوه یاتاقان‌بندی محورهای دوار، شکل ایستگاهها و سیستم محرک، دسته‌بندی نمود. ماشین‌های C.R.F را بسته به روشی که محورهای دوار (شافت غلتکها) را یاتاقان‌بندی کرده‌اند به دو دسته تقسیم می‌کنند:

۱- یک سر درگیر با محورهای آویزان

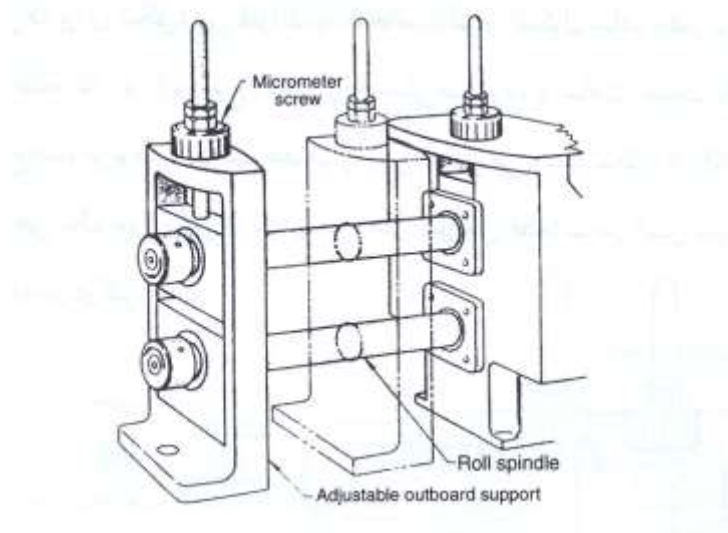
۲- دو سر درگیر یا مقید

- ماشین‌های یک سر درگیر: در این نوع ماشین‌ها، شافت‌ها فقط از یک سر یاتاقان‌بندی می‌شوند و معمولاً قطر این شافتها از ۲۵ تا ۴۰ میلی‌متر و پهنای آن تا ۱۰۰ میلی‌متر می‌باشد. این نوع ماشین‌ها برای شکل‌دهی فلزات با ضخامت کم و اشکال ساده بکار برده می‌شوند. ضخامت ماده قطعه کار در این نوع، کمتر از ۱ میلی‌متر بوده و شافت غلتک بالایی معمولاً مستقیماً با چرخ‌دنده مربوط به شافت غلتک پایینی متصل می‌باشد. شکل (۵-۲) یک نمونه از دستگاه شکل‌دهی یک سر درگیر را نشان می‌دهد. تعویض قطعات در این نوع ماشین‌ها آسانتر از نوع دوسر درگیر است.



شکل (۵-۲) :
قسمتی از ماشینهای یک سر درگیر

- ماشینهای دوسر درگیر : این نوع ماشینها دارای محفظه‌هایی هستند که شافتهای دوار را در خود جای داده‌اند (شکل ۵-۳). این محفظه‌ها معمولاً در طول محور دوار قابل جابجا شدن هستند و در نتیجه امکان تنظیم فاصله بین یاتاقانهای نگه‌دارنده دوطرف شافت غلتکها وجود دارد و بنابراین می‌توان مقاطع کوچک با ضخامت بیشتر را با کم کردن فاصله بین تکیه‌گاه‌های دوطرف شافت تولید نموده، حتی می‌توان با برداشتن یاتاقانهای یک طرف، از این ماشین مانند نوع یک سر درگیر استفاده نمود. قطر محورهای غلتکها در این نوع ماشین می‌تواند بین ۸۰ تا ۳۸۰ میلی‌متر باشد.



شکل (۵-۳) : قسمتی از ماشینهای دوسر درگیر

انتخاب ماشین :

پارامترهای متعددی در مورد انتخاب ماشین C.R.F در نظر گرفته می‌شوند که مهمترین آنها عبارتند از:

- ظرفیت بار

- اندازه مقطع

- شکل مقطع

- چگونگی و نحوه تعویض غلتکها

- **ظرفیت بار :** نوع و ضخامت ماده قطعه کار، ظرفیت بار لازم برای ماشین C.R.F را تعیین می‌کند. برای شکل‌دهی نوار فولادی با ضخامت $1/5$ میلی‌متر به شرطی که عرض نوار زیاد نباشد، قطر شافت غلتکهای دستگاه می‌تواند حدود 40 میلی‌متر باشد. برای ورق‌های با ضخامت بیشتر از $1/5$ میلی‌متر و کمتر از 2 میلی‌متر، قطر شافتها باید از 50 میلی‌متر کمتر نباشد. هرچه ضخامت ورق بیشتر شود، باید قطر شافت‌ها نیز افزایش یابد تا بتوان فشار لازم جهت شکل‌دهی را تأمین نمود. هرچه اندازه، شکل و میزان تغییر شکل افزایش یابد بایستی به فاصله بین مراکز غلتکهای بالا و پایین نیز افزوده شود.

- **اندازه مقطع :** هرچه شکل مقطع پیچیده‌تر باشد ماشین به ایستگاه‌های بیشتری نیاز دارد. برای شکل‌دهی مقاطع ورق‌های ضخیم، به ترتیب به فواصل بیشتر بین محورها و محورهای با قطر زیادتر نیاز است.

- **تعویض غلتکها :** عمل تعویض غلتکها معمولاً مستلزم صرف هزینه و وقت زیادی می‌باشد. چنانچه بخواهیم از یک دستگاه جهت تولید مقاطع مختلف استفاده کنیم، باید شکل دستگاه به گونه‌ای باشد که امکان تعویض سریع را فراهم نماید. در هنگام شکل‌دهی مقاطع عمیق، باید بر قطر غلتک بالایی افزوده شود و این مستلزم استفاده از نسبت دنده مناسب بین شافت‌های بالا و پایین می‌باشد. ماشین‌هایی که برای هر مجموعه از غلتکهای بالایی و پایینی یک قفسه و جعبه دنده جداگانه دارند جزء مطلوبترین ماشینها می‌باشند.

فصل ششم

علت‌های قالب‌های شکل‌دهی

غلتکها یا قالبهای شکل دهی

بدون شک در صنعت لوله و پروفیل، قالبها و نکات مربوط به طراحی و ساخت آنها از جمله مواردی است که تأثیر بسزایی در کیفیت محصول می‌گذارد. همچنین با طراحی اصولی قالبها می‌توان از هزینه‌های ناشی از تعمیر و تعویض زودتر از موعد آنها جلوگیری نمود و این مهم سبب کاهش قیمت تمام شده محصول می‌گردد. غلتکها ابزارهایی هستند که قطعه کار به‌هنگام عبور از بین آنها تغییر شکل می‌دهد. عوامل زیادی در ارتباط با طراحی غلتکهای مناسب برای شکل‌دهی مقطع خاص باید مدنظر قرار گیرند. این عوامل شامل تعداد ایستگاههای موردنیاز، عرض نوار فلز، طراحی گل پروفیل و پارامترهای طراحی غلتک می‌باشند.

۱- تعداد ایستگاهها :

ایجاد شکل مقطع موردنظر توسط فرآیند C.R.F یک عمل پیوسته است که در هراستگاه با اعمال مقداری تغییر شکل توسط غلتکها روی نوار فلزی انجام می‌شود. مقدار تغییر شکل در هراستگاه باید به اندازه‌ای باشد که بتواند میزان خمش موردنیاز را بدون ایجاد کشیدگی بیش از حد در جسم بوجود آورد. اگر تعداد ایستگاه انتخاب شده کمتر از حد لازم در نظر گرفته شود، باعث افزایش هزینه اولیه غلتکها می‌شود. اصولاً تعداد ایستگاهها به پیچیدگی شکل مقطع و خواص ماده قطعه کار بستگی دارد. پارامترهای دیگری که باید به آنها توجه نمود عبارتند از: عرض نوار فلزی، فواصل افقی بین مراکز ایستگاههای مجاور و تolerانس موردنیاز. ضخامت، سختی و ترکیبات نوار ورق، بر تعداد ایستگاههای موردنیاز اثر می‌گذارند، هرچه ضخامت نوار ورق بیشتر باشد به تعداد ایستگاه بیشتری جهت شکل‌دهی نیاز می‌باشد. همچنین در مورد فلزات با تنش تسلیم بالا، باید در آخرین مرحله زوایا کمی بیش از حد نهایی شکل‌دهی (حدود چند درجه) باشند، تا پس از بازگشت فوری، به اندازه اصلی برسند که این خود به یک مرحله یا ایستگاه مستقل نیاز دارد. موادی که پوشش‌دار بوده یا دارای سطح بسیار صاف باشند، به تعداد ایستگاه بیشتری جهت انجام عمل شکل‌دهی نیاز دارند. پیچیدگی شکل یک مقطع با بررسی تعداد و ترتیب خم‌های موردنیاز و مجموع زوایای آنها، تقارن یا عدم تقارن، طول بازوها(بالها)، عمق شیارها و ابعاد مقطع تعیین می‌گردد.

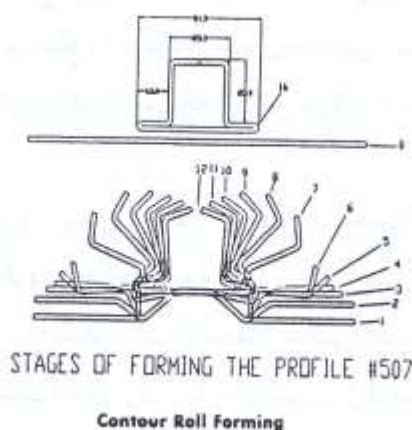
۲- عرض نوار ورق:

برای رعایت و ضمانت دقیق بودن ابعاد(در محدوده رواداریهای از پیش تعیین شده)، لازم است که عرض ورق دقیقاً محاسبه شود. به‌طور کلی عرض ورق برابر است با اندازه طول خم نشده سطح مقطع لوله یا پروفیل. نظر به اینکه ضخامت قطعه‌ای که در فرآیند C.R.F تغییر شکل داده می‌شود، در ناحیه‌هایی که خم می‌شوند، کاهش می‌یابد، و با فرض اینکه سطح مقطع همواره ثابت بماند، عرض ورق در طول فرآیند شکل‌دهی، زیاد شده است. بنابراین مقدار عرض نوار خم‌نشده جهت تولید لوله و پروفیل، از مجموع ابعاد محصول منهای مجموع افزایش ناشی از مناطق خم شده بدست می‌آید.

در عین حال می‌بایست میزان خمش مجاز برای قسمت‌های خم‌شده نوار فلزی نیز محاسبه گردد و با بدست آوردن اندازه قسمت‌های صاف و منحنی، عرض تئوریک نوار ورق بدست می‌آید که می‌بایست پس از اولین شکل‌دهی، در صورت نیاز تصحیح شود.

۳- طراحی گل پروفیل :

بدست آوردن گل پروفیل اولین قدم در طراحی غلتک می‌باشد. گل پروفیل عبارتست از: برهم نهادن تصاویر مقاطع تولید شده به صورت ایستگاه به ایستگاه که از ورق صاف و بدون خم شروع شده و به شکل مقطع نهایی ختم می‌گردد. شکل (۱-۶) چند نمونه از گل پروفیل را نشان می‌دهد. رسم گل پروفیل را همچنین می‌توان از مقطع نهایی شروع کرده و به باریکه صاف ورق ختم نمود. تعداد اشکال پروفیل‌های میانی که بین باریکه صاف و مقطع نهایی واقع شده‌اند باید به گونه‌ای انتخاب شوند که با رعایت پارامترهای لازم در عملیات شکل‌دهی، دارای حداقل تعداد ممکن باشد. گل پروفیل به صورت تصویری، تعداد ایستگاه‌ها و شکل کلی غلتک‌های مورد نیاز را مشخص می‌کند.



شکل (۱-۶) : الگوی گل پروفیل

در ترسیم گل پروفیل توجه به دو نکته اساسی الزامی است:

- ۱- تأمین جریان آرام فلز (توزیع یکنواخت و تدریجی جریان تغییر شکل از اولین تا آخرین ایستگاه)
- ۲- توانایی اعمال بیشترین کنترل بر ابعاد شکل در حین عمل شکل‌دهی

اگر در هر ایستگاه، مقطع فلز و غلتک همیشه با یکدیگر به طور کامل در گیر بوده و فشار لازم از طرف غلتکها بر مقطع وارد گردد، جریان ماده بین ایستگاهها آرام و طبیعی و کنترل شده خواهد بود. مقدار مسافتی که باریکه فلز طی می کند تا به مقطع نهایی تبدیل شود نیز بسیار حائز اهمیت است.

شکل دهی سریع، مسایل زیادی را ایجاد خواهد کرد. معمولاً شکل دهی از نزدیک وسط مقطع شروع شده و به طرف گوشه ها ادامه می یابد، بدین ترتیب از احتمال بروز پاره گی در گوشه ها کاسته می شود، زیرا ممکن است گوشه های شکل داده شده در مقابل جریان شکل دهی مقاومت کرده و سبب ایجاد ترک و پاره گی شوند. از طرف دیگر بهترین راه اعمال کنترل بر ابعاد مقطع این است که ابتدا یک خم یا یک گوشه با استفاده از در گیری کامل غلتکها به طور کامل شکل داده شود و بعد از آن به شکل دهی خم دیگر پرداخته شود. بارعایت این نکته از ایجاد گوشه های کور و به وجود آمدن فاصله هوایی بین غلتک و بدنه پروفیل در گوشه ها جلوگیری می شود.

البته این روش به تعداد ایستگاه بیشتری جهت تولید مقطع مورد نظر، نیاز دارد و در این حالت گل پروفیل یک شکل دهی مرحله به مرحله را نشان می دهد و در هر لحظه تغییر شکلها به طور متعادل در کلیه خم ها ایجاد نمی شوند، بلکه فقط مناطق خاص شکل دهی می گردند. این دور شدن از حالت جریان آرام، موجب بروز تنشهایی در نوار ورق گشته که مسایل زیادی را در پی خواهد داشت.

اولین و آخرین ایستگاه می بایست نسبت به ایستگاه های میانی سهم کمتری در عمل شکل دهی داشته باشند. در اولین ایستگاه باید بر اینرسی ماده غلبه شده و خطوط خم، ایجاد شوند. ایستگاه های میانی عمل شکل دهی را ادامه می دهند و در آخرین ایستگاه میزان عمل شکل دهی باید پایین آورده شود.

رعایت این نکته سبب می گردد که پروفیل دقت خود را در قسمتهای ابتدایی و انتهایی از دست ندهد، زیرا حتی در حالتی که ابعاد مقطع در قسمتهای میانی خط تولید از دقت مناسبی برخوردار هستند ممکن است قسمتهای ابتدا و انتهای آن دچار از جا در رفتگی و انحراف گردند.

با جمع بندی مطالب فوق الذکر این نتیجه حاصل می گردد که بایستی یک نوع سازگاری بین جریان بهینه مواد و کنترل ابعاد برقرار نمود. هنگامی که باید با ماشین خاصی که طراحی شده است کار کرد، اجباراً بایستی محدودیتهایی را پذیرفت و از بعضی خواسته ها چشم پوشی نمود ولی طبیعتاً با نادیده گرفتن بعضی از مسایل حین طراحی از میزان دقت محصول نهایی کاسته می شود.

۴- موقعیت شکل دهی :

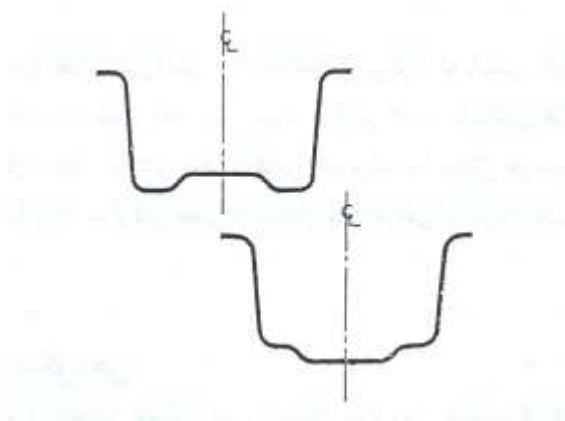
پارامترهای متعددی به هنگام تعیین وضعیت شکل دهی مقطع مدنظر گرفته می شود. مقطع معمولاً به گونه ای قرار می گیرد که عمل شکل دهی به طرف بالا انجام شود برای مثال به هنگام شکل دهی ناودانی، بایستی دیواره ها به طرف بالا قرار داشته باشند.

موادی که یک طرف آنها به شدت صیقلی می باشند را باید به گونه ای شکل دهی نمود که طرف صیقلی در بالا قرار بگیرد. این نکته برای موادی که قبلاً رنگ آمیزی شده اند نیز صدق می کند.

البته برای بعضی از شکلهای خاص پروفیل، باتوجه به حالت برش اره این وضعیت ممکن است متفاوت باشد. در لوله و پروفیل‌های که احتیاج به جوش دارند بایستی محل به هم‌رسیدن دوسر ورق در محل جوش دقیقاً تنظیم شود تا جوش مناسبی را ایجاد کند.

۵- خط مرجع عمودی :

هنگامی که شکل گل پروفیل مشخص شد، باید وضعیت خط مرجع عمودی را بسته به تعداد و ترکیب خم‌ها مشخص نمود. شکل (۶-۲) وضعیت خط مرجع عمودی برای چند مقطع را نشان می‌دهد.



شکل (۶-۲) : وضعیت خط مرجع عمودی

در مقاطع متقارن این خط بر خط مرکزی مقطع منطبق است. برای مقاطع نامتقارن وضعیت و محل خط مرجع عمودی براساس معیارهای زیر مشخص می‌شود:

- ۱- نیروهای شکل‌دهی برای خمش و کشش در دوطرف خط باید متعادل باشند.
 - ۲- خط مرجع عمودی باید از عمیق‌ترین نقاط مقطع عبور کند.
 - ۳- حرکت و جابجایی فلز باید بیشتر در اثر خمش باشد تا تحت کشش.
- البته باید به این نکته توجه شود که رعایت همه اصول فوق همیشه عملی نیست.

۶- خط حرکت :

خط حرکت یک خط فرضی مستقیم است که از اولین تا آخرین مجموعه غلتک روی قطعه کار در نظر گرفته می‌شود و محل بهینه آن از نقاطی می‌گذرد که سرعت‌های محیطی غلتک‌های بالا و پایین در آن نقاط با یکدیگر برابر هستند. همیشه تشخیص محل قرار گرفتن این خط به آسانی میسر نیست و بسیاری از اوقات بستگی به تجربه طراح دارد. انتخاب محل صحیح خط حرکت امکان ایجاد کشش هماهنگ توسط غلتک‌های بالا و پایین روی نوار فلز را فراهم می‌آورد. انتخاب غیر صحیح در تعیین محل خط حرکت سبب ایجاد درگیری اضافی و اصطکاک لغزشی نامناسب بین غلتک‌های بالایی و پایینی و ماده مقطع می‌گردد و علاوه بر اتلاف توان، مسایل زیادی را بر سر راه تولید پروفیل مطلوب بوجود می‌آورد.

۷- پارامترهای طراحی غلتک :

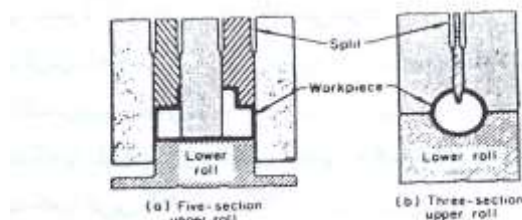
پس از مشخص شدن وضعیت گل پروفیل توسط طراح، باید شکل غلتکها در مورد هریک از مقاطع پروفیل موجود در گل پروفیل رسم گردد. در مقاطع کوچک باید حتی الامکان شکل غلتکها را به گونه‌ای طراحی و ترسیم نمود که بیشترین تماس را با ماده داشته باشند. هر ایستگاه باید در کنترل ابعاد و حالت قسمتهای جانبی مقطع (دیواره‌ها) نقش داشته باشد.

مقاطع متقارن دارای یک نوع تمایل طبیعی برای شکل‌گیری حول خط مرکزی هستند و به کنترل کمتری نیاز دارند درحالی‌که در مقاطع نامتقارن تمایل به کشیده شدن مقطع به سمت چپ یا راست خط مرکزی وجود دارد و به تدابیر کنترلی بیشتری نیاز می‌باشد.

سرعت محیطی گردش قالبهای بالا و پایین و همچنین قطر آنها در هنگام طراحی باید در نظر گرفته شود. برای شکل‌هایی که خیلی عمیق نیستند معمولاً قطر و سرعت قالب بالا و پایین یکسان است ولی برای شکل‌های گود و بزرگ معمولاً قالب بالا بزرگتر انتخاب می‌شود، در هر صورت باید توجه داشت که بین قطر قالبها و نسبت دوری که در گیربکس در نظر گرفته شده هماهنگی وجود داشته باشد تا حتی الامکان از ساییدگی قالبها بر اثر لغزش ورق جلوگیری شود. معمولاً به قطر غلتکها در هر ایستگاه نسبت به ایستگاه قبل کمی افزوده می‌گردد تا سرعت کمی افزایش یابد. به این افزایش قطر اصطلاحاً افزایش مرحله‌ای می‌گویند. افزایش تدریجی سرعت در طول خط حرکت کشش ملایمی در نوار ورق ایجاد می‌کند و از بوجود آمدن پدیده کمانش و انحناء جلوگیری می‌کند.

مقدار مناسب این افزایش مرحله‌ای در حدود $0/8$ میلی‌متر برای هر ایستگاه می‌باشد. ولی این مقدار می‌تواند بسته به ضخامت ماده، میزان و نحوه شکل‌دهی در یک ایستگاه تغییر کند و به‌طور مثال در بعضی ایستگاهها ماده مقطع هنوز تا حد زیادی صاف می‌باشد و راحت‌تر کشیده می‌شود ولی در ایستگاههای بعدی، مقطع شکل گرفته و از صلبیت بیشتری برخوردار شده است و این خاصیت سبب می‌شود که مقطع در بین غلتکها بیشتر بلغزد تا اینکه کشیده شود. هر چه ضخامت کمتر باشد، به افزایش مرحله بیشتری نیاز است، چون در ضخامت بالا جسم به راحتی دچار کشیدگی نمی‌شود. البته در مقاطعی که قبل از عمل شکل‌دهی روی آنها عملیات سوراخکاری انجام گرفته است باید این افزایش مرحله‌ای با دقت بیشتری انجام داد تا شکل و اندازه سوراخها و شکافها تغییر نکند. در مورد طراحی ایستگاه غلتکی باید حتی الامکان از استفاده از غلتکهای جانبی اجتناب نمود و در به‌کارگیری آنها صرفه‌جویی کرد زیرا تنظیم این غلتکها روی دیوارهای مقطع بسیار مشکل‌تر از تنظیم غلتکهای محرک می‌باشد ولی به هر حال بعضی اوقات استفاده از آنها اجتناب ناپذیر است. اثر غلتکهای محرک روی قسمتهای جانبی مقطع یک اثر کنترل شده مستقیم نیست بلکه بیشتر درگیری و کنترل در اثر وجود اصطکاک حاصل می‌شود و بدین لحاظ غلتکهای جانبی که مستقیماً با این قسمتها در تماس هستند، نقش خوبی را در کنترل ابعاد و اندازه کردن شکل مقطع به عهده دارند و شکل مقطع، نیاز یا عدم‌نیاز به این غلتکها را تعیین می‌کند. در شکل‌دهی لوله‌ها، غلتکهای جانبی از اجزای لاینفک خط نورد محسوب می‌شوند.

پس از مدتی که غلتکها دچار استهلاک می‌شوند و برای تولید محصول دقت لازم را ندارند، می‌توان دوباره با عمل سنگ زدن، دقت اولیه را بدست آورد و قبل از اینکه غلتک کوچک بشود این عمل را چند مرتبه تکرار نمود. در صنعت پروفیل سازی برای شکل دهی پروفیل‌های ساده، معمولاً از قالبهای یک تکه استفاده می‌شود (شکل ۳-۶) ولی با پیچیده‌تر شدن شکل پروفیل و مشکلات ناشی از سایش قالبها، استفاده از قالبهای چند تکه مزایای زیادی را دارا می‌باشد که به چند مورد آنها اشاره می‌نماییم:



شکل (۳-۶): غلتکهای چند تکه

- ۱- مراحل ساخت، ماشین کاری، صیقل کاری و دیگر مراحل در مورد قالبهای چندتکه راحت تر می‌باشند.
 - ۲- قالبهای چندتکه در عملیات حرارتی کمتر صدمه می‌بینند.
 - ۳- حمل و نقل و جابجایی و همچنین تعویض قالبهای چند تکه بسیار ساده تر است.
 - ۴- به سبب قابلیت جایگزینی قسمت‌های ساییده شده در قالبهای چندتکه، استفاده از آنها اقتصادی تر می‌باشد.
 - ۵- در قالبهای چندتکه می‌توان از مواد مختلف برای ساخت قسمت‌های مختلف استفاده نمود.
 - ۶- در قالبهای چندتکه امکان تغییر پهنای غلتک و مانور بر روی شکل‌دهی پروفیل با ایجاد فضای مناسب بین تکه‌ها وجود دارد.
- البته ذکر این نکته ضروری است که هر تقسیم در غلتک به معنای ایجاد دوسطح جدید بوده و نیاز به دقت زیاد و عملیاتی از قبیل سنگ‌زنی داشته و هزینه‌ها را افزایش می‌دهد و لازم است تعداد تقسیمات حتی‌الامکان کم باشد.

۸- جنس غلتکها :

مواد مختلفی برای ساخت غلتکهای شکل دهی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. انتخاب جنس غلتک براساس جنس نوار ورق و حجم محصولی که باید تولید گردد انجام می‌پذیرد. در ساخت قالبها معمولاً از مواد زیر استفاده می‌شود:

- ۱- فولاد کم کربن با سختی کم
 - ۲- فولاد خاکستری با سختی کم
 - ۳- فولاد خشکه با آلیاژ پایین و سختی حدود ۶۰ تا ۶۳ راکول سی
 - ۴- فولاد خشکه با کربن بالا و کرم بالا
 - ۵- برنز یا آلیاژ برنز و آلومینیوم
- از فولادهای ابزار که در روغن سرد شده‌اند و تا ۶۰-۵۷ راکول سختی دارند، به‌طور وسیع جهت ساخت غلتک استفاده می‌شود. برای افزایش عمر ابزار بهتر است که از فولادهای ابزار با کربن و کرم زیاد که تا ۶۲-۵۹ راکول سخت شده‌اند استفاده نمود.

برای کاربردهایی که در آنها غلتکها با درجه حرارت و فرسایش زیاد مواجهند، می توان از فولادهایی با سرعت بالا (D) استفاده نمود. در شکل دهی مقاطع عمیق که نیاز به حرکت لغزشی وجود دارد، باید از موادی استفاده کرد که کیفیت اصطکاکی خوبی دارند. آلیاژ ریخته گری شده آلومینیوم- برنز انتخاب خوبی برای این کاربرد می باشد.

نکاتی در ارتباط با طراحی غلتکها:

- ۱- هر طرحی قابل تولید نیست و باید ابتدا قابلیت تولید آن بررسی شود.
- ۲- همیشه باید نسبت به عملکرد غلتکهای طراحی شده سوءظن داشت و باید دانست که به ندرت در اولین قدم موفقیت کامل حاصل می گردد و حتی اگر همه نکات موجود در طراحی غلتکها رعایت گردند، نمی توان اثبات نمود که طراحی بهینه است.
- ۳- مقطع پروفیل موردنظر حتی الامکان به طرف بالا شکل داده شود و چنانچه مقطع نهایی پروفیل بسته است، جهت اعمال کنترل بیشتر و تنظیم راحت تر، بهتر است قسمت باز آن در طول خط تولید به طرف بالا قرار بگیرد.
- ۴- در هر ایستگاه غلتکها باید به گونه ای طراحی شوند که ماکزیمم طول تماس بین ماده و غلتکهای بالا و پایین حاصل گردد.

۵- به منظور ساده تر شدن، بهتر است که طراحی از آخر به اول انجام شود یعنی از مقطع کامل شروع شده و به ورق صاف ختم گردد. یک روش مفید و عملی برای ایجاد درک بهتر از طراحی گل پروفیل، استفاده از یک تکه سیم به اندازه عرض مقطع (در حالت صاف) و خم کردن متوالی آن است تا جایی که شکل حاصل همان شکل مقطع پروفیل موردنظر گردد. سپس به صورت پی در پی این شکل را باز نموده و خمها صاف می شوند تا جایی که سیم صاف اولیه بدست آید. هرچه میزان پیچیدگی شکل مقطع زیادتر باشد، تعداد راههای ممکن جهت باز نمودن سیم خم شده نیز افزایش می یابد ولی به هر حال بعضی از این روشها مشکلات بیشتر و مزایای کمتری دارند که باید کنار گذاشته شوند.

۶- در طراحی گل پروفیل و غلتکها، معمولاً دو خط مبنای مشخصه در نظر گرفته می شود. یک خط مبنای عمودی که مقطع را به دو قسمت با «مقدار تغییر شکل مساوی» در هر قسمت تقسیم می کند و در مقاطع متقارن این خط بر خط مرکزی مقطع (متقارن) منطبق است. خط دیگر خط مبنای افقی است. این خط در پایین ترین قسمت مقطع قرار دارد و در حالی که نوار فلز به طرف جلو حرکت کرده و تغییر شکل پیدا می کند، کل طول ایستگاههای شکل دهی را طی می نماید. این خط که در حقیقت یک نقطه از مقطع در هر لحظه می باشد، باید حتی الامکان در طول پروسه مستقیم نگاه داشته شود.

۷- معمولاً عمل شکل دهی از نزدیک به مرکز مقطع شروع شده و به طور فزاینده تا گوشه ها ادامه می یابد. حالت عکس، یعنی حرکت از گوشه ها به طرف مرکز ممکن است بسیار مشکل تر باشد زیرا در این حال جریان مواد از طرف آزاد (گوشه ها) به طرف مرکز می باشد. جهت تشخیص موقعیت مناسب برای شکل دادن از گوشه به طرف مرکز، توجه به نکته زیر ضروری است:

هنگامی که در گوشه ها تمایل زیادی به وجود آمدن کمانش وجود دارد باید ابتدا خمهای گوشه ها شکل داده شوند (مانند شکل دهی پروفیل های خانواده Z) این عمل سبب کاهش خطر کمانش می شود ولی همان طور که ذکر آن

گذشت باید در اولین فرصت ممکن، شکل‌دهی خم‌های قسمت مرکزی را نیز شروع نمود تا سبب ایجاد گوشه‌های کور نگردد.

۸- سرعت‌های سطحی در غلتک بالایی و پایینی باید در خط مبنای افقی یکسان باشند همچنین باید سعی نمود که نقاطی از مقطع که سرعت‌های نقاط متناظر آنها در غلتک‌های بالایی و پایینی یکسان نیستند به حداقل تعداد خود برسند و این بدان معنی است که حتی‌الامکان از شکل‌دهی مقاطع عمیق باید پرهیز نمود.

۹- هر مجموعه غلتک نسبت به مجموعه قبل از خود باید دارای سرعت محیطی بیشتری باشد زیرا:

- وجود مقداری کشش در نوار فلزی به منظور جلوگیری از ایجاد چین و چروک و شکل‌گیری بهتر خم‌ها ضروری است و این حالت بر کاهش مقدار پیچش نیز اثر بسزایی دارد.

- هنگامی که باریکه فلز از شکاف بین غلتک‌ها عبور می‌کند، چون فاصله بین دو غلتک (بالایی و پایینی) اندکی از ضخامت فلز کمتر است، مقداری بر سرعت نوار افزوده می‌شود و در صورتی که به میزان کشش طولی نیز افزوده نشود، اثرات کماتش و چروک شدن ظاهر می‌گردد.

۱۰- شکاف بین دو غلتک باید به اندازه چند صدم میلی‌متر کمتر از ضخامت ورق باشد تا درگیری و اصطکاک لازم جهت حرکت تأمین گردد.

۱۱- تا حد ممکن باید از شکل‌دهی گوشه‌های کور (گوشه‌هایی که در هنگام شکل‌دهی مستقیماً با غلتک‌ها در تماس نیستند) اجتناب نمود، زیرا چنانچه دقت ابعاد مقطع مهم باشد، باید در کلیه نقاط ابعاد با درگیر شدن پروفیل با غلتک‌ها کنترل شوند، بنابراین باید سعی شود که مقطع در همه نقاط حین تماس با غلتک‌ها شکل‌دهی شود. ولی در گوشه‌های کور این تماس و دسترسی غلتک به فلز میسر نیست. در صورت ناگزیر بودن، می‌بایست شعاع گوشه‌ها را تا حد ممکن کم در نظر گرفت (البته باید به جنس ورق نیز توجه نمود زیرا انتخاب شعاع کم در بعضی موارد باعث ایجاد ترک و بریدگی در محل خمش می‌نماید) در مقاطعی که قسمتهای پهن و عریض دارند باید لبه‌های ورق را به گونه‌ای خم نمود که از ایجاد موج در لبه‌ها جلوگیری شود.

۱۲- در مواد چکش‌خوار که عملیات حرارتی نشده باشند می‌توان شعاع داخلی خم را تا صفر هم تقلیل داد ولی در فلزات شکننده و یا فلزاتی که عملیات حرارتی شده‌اند باید شعاع‌های خم بزرگتری را جهت جلوگیری از ایجاد ترک انتخاب نمود.

۱۳- باید حتی‌الامکان از شکل‌دهی مقاطع با دیواره‌های بسیار کوتاه پرهیز نمود، ارتفاع دیواره‌ها باید حداقل از سه‌برابر ضخامت ورق کمتر نباشد.

۱۴- شرایط اولیه زیر جهت انتخاب C.R.F به عنوان روش مناسب تولید یک محصول جدید باید در نظر گرفته شوند:

- سطح مقطع محصول باید در طول آن یکنواخت و دارای ضخامت ثابت باشد.

- مقدار تولید به اندازه کافی زیاد باشد.

۱۵- معمولاً در غلتکهای شکل دهی بازوهای متوقف کننده تعبیه می شود بالاخص هنگامی که مقطع متقارن نباشد. فاصله H در این متوقف کننده ها تا حدود ۰/۳۸ میلی متر کمتر از ضخامت نوار ورق در نظر گرفته می شود. استفاده از متوقف کننده ها سبب کاهش نیاز به غلتکهای راهنما در طی حرکت شکل دهی می گردد.

فصل، هفتم

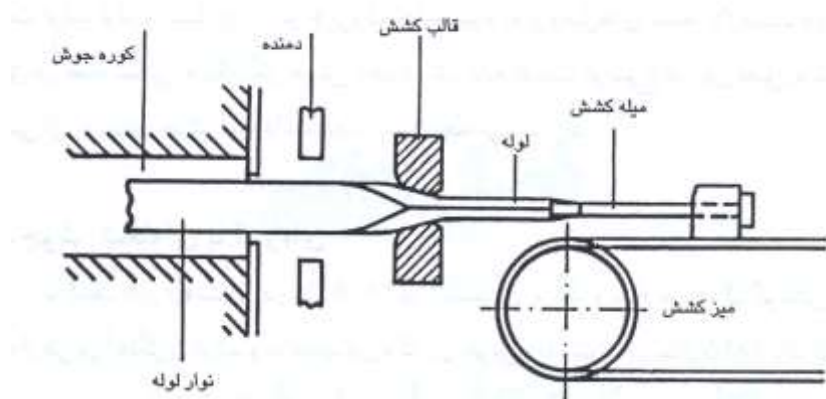
تاریخ تعامل لوله های درز جوش

سیستم‌های جوش و سیر تکامل آن

همان‌گونه که در فصول قبلی شرح آن گذشت، در فرآیند تولید لوله و پروفیل فولادی، جهت تولید لوله و بسیاری از انواع پروفیل‌ها موسوم به پروفیل‌های بسته، لازمست دوله ورق در نقطه تماس به یکدیگر جوش داده شوند. بنابه اهمیت موضوع در این فصل به شرح بعضی از روشهای جوش مورد استفاده در این رابطه می‌پردازیم.

۱- جوش شعله‌ای یا کوره‌ای

با کشف گاز روشنایی در سال ۱۸۱۵ در انگلستان توسط ویلیام موردوک کوشش شد لوله از طریق آهنگری تولید و با کمک کوره گازی جوش داده شود. در سال ۱۸۲۵ یک تاجر آهن به نام جیمز ویت هاوس موفق به ثبت روش خود در تولید لوله درزجوش گردید. او یک نوار آهن با عرض معین را با چکش کاری بر روی یک سنبه و یا به وسیله یک قالب به صورت لوله فرم داد. سپس ابتدا نیمی از لوله را در یک کوره شعله‌ای تادمای جوش «۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد» گرم نمود و یک سر آن را با کمک انبر کشش از قالب کشش یک دستگاه کشش زنجیری رد نمود و از این طریق توانست دوله را به هم جوش دهد. پس از سرد شدن نیم دیگر لوله نیز به همین روش ساخته شد. در این روش قالب از دو نیمه ساخته شده بود. هنگام عبور قسمت سرد، قالب، عبور بدون فشار قطعه را امکان پذیر می‌ساخت ولی هنگام عبور قسمت گرم فشار زیادی را به لوله وارد می‌نمود تا دوله به هم جوش شود. در سی سال اول پس از کشف روش جیمز ویت هاوس قدم به قدم در انگلستان پیشرفتهایی برای روش فوق پیشنهاد و به اجرا گذاشته شد، چنانکه در سال ۱۸۵۲ این روش به نقطه اوج خود رسید. در شکل (۱-۷) این روش به طور شماتیک به تصویر درآمده است. امروزه هنوز این روش در برخی از کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل (۱-۷): شماتیک روش جوش کوره‌ای

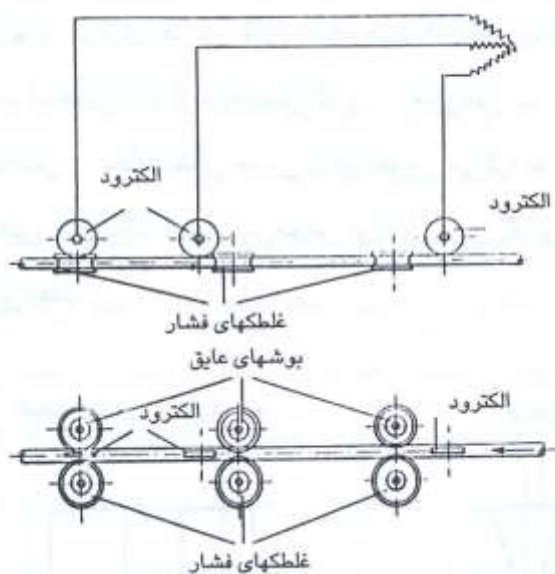
انگلیسی‌ها سالها روش تولید لوله را مخفی نگهداشته و به این ترتیب انحصار تولید لوله را در جهان سالها در اختیار داشتند. اما در سال ۱۸۴۶ آلبرت پونس گن در منطقه غرب آلمان کارگاهی برای ساخت لوله با همان روش تأسیس نمود که در سال ۱۸۴۹ به بهره‌برداری رسید.

۳- روش زونیکسن

چنانکه دیده شد در روشهای کوره‌ای نوار در کوره تا دمای مناسب جهت جوش گرم می‌گردد. یک کارخانه‌دار نروژی به نام زونیکسن به فکر استفاده از انرژی برق برای گرم کردن لبه‌های ورق جهت جوش افتاد.

شکل (۷-۳) به طور شماتیک این روش را نشان می‌دهد. همان گونه که در تصویر مشاهده می‌شود در این روش از سه الکتروود تیغه‌ای استفاده می‌گردد. تیغه‌ها دارای ضخامت‌های متفاوت می‌باشند. تیغه اول ضخیم‌ترین و تیغه سوم نازک‌ترین آن است. الکتروودهای تیغه‌ای طوری روی لوله قرار می‌گیرند که لوله هنگام عبور از تیغه سوم به گرمای جوش برسد. هریک از الکتروودها به یک فاز برق وصل می‌شوند. غلتکهای فشار بکار رفته باید از لحاظ برقی عایق شوند. این غلتکها نه تنها به عنوان غلتک جوش بلکه هم چنین به عنوان غلتک محرک لوله نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. با وجودی که نقطه تمرکز گرما در لبه‌های درز لوله قرار دارد ولی به علت هدایت گرمایی حرارت در کل سطح مقطع لوله پراکنده می‌شود.

روش زونیکسن در سال ۱۹۲۸ به ثبت رسید و از آن سال تاکنون تعداد زیادی کارگاه لوله‌سازی با این روش بکار پرداخته‌اند که هنوز نیز تعدادی از آنها بکار گرفته می‌شوند.



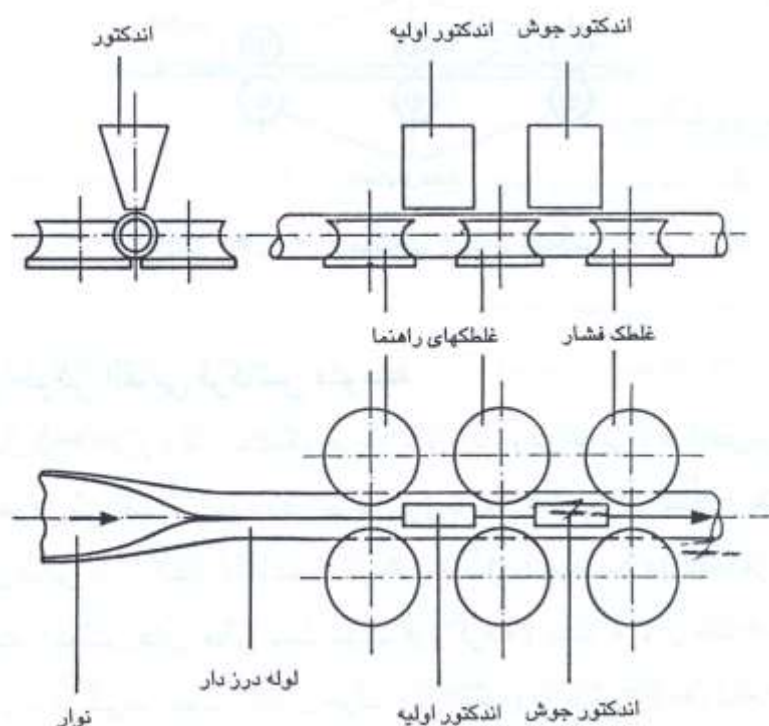
شکل (۷-۳): شماتیک روش زونیکسن

۴- روش جوش القایی فرکانس متوسط

از سال ۱۹۶۵ درز لوله را با کمک جریان برق و با روش القایی با فرکانس بین ۴ تا ۱۰ کیلوهرتز جوش می‌دهند. در این روش جریان برق با کمک سری ایندکتور خطی به درز لوله و بدون تماس با آن انتقال داده شده و گرمای حاصل را جهت جوش لبه‌ها مورد استفاده قرار می‌دهند. ایندکتورهای خطی پشت سرهم قرار گرفته و بسته به توان خط تا نیم متر فاصله را در بر می‌گیرند. جهت راندمان خوب، این اندکتورها خیلی نزدیک لبه‌های لوله کار گذاشته می‌شوند. از طریق القا و به خاطر بالابودن دانسیته توان مقدار زیادی انرژی در زمانی کوتاه به لبه‌های لوله منتقل شده و به

علت اثر پوستی مقدار زیادی گرما در فاصله کمی از لبه به وجود می آید. انتخاب فرکانس و توان، به ضخامت لوله و سرعت خطی تولید بستگی دارد و از رابطه ژول ($P=R.I^2$) به دست می آید.

در یک خط جوش با این روش یک ژنراتور فرکانس متوسط با کمک یک ترانسفورماتور با خازنهای موازی جریان لازم را به وجود آورده و به وسیله ایندکتور به لبه های لوله القا می کند. لبه های درز لوله به عمق ۵ تا ۱۰ میلی متر تا دمای جوش گرم می شوند که با فشار حاصل از غلتکهای جوش به هم جوش می گردند. شکل (۷-۴) به طور شماتیک تجهیزات جوش لوله با روش القایی فرکانس متوسط با دو ایندکتور را نشان می دهد.



شکل (۷-۴): شماتیک روش جوش القایی فرکانس متوسط

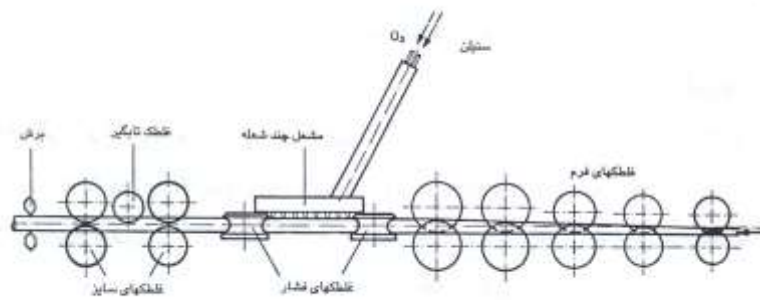
۵- روش جوش گازی

در این روش گرمای لازم برای جوش از سوختن مخلوط گاز و هوا به دست می آید. در سالهای اولیه استفاده از این روش از گاز هیدروژن استفاده می گردید ولی با کشف گاز استیلن این گاز به جای هیدروژن بکار گرفته شد.

سوختن گاز استیلن با اکسیژن حرارتی معادل ۳۱۰۰ درجه سانتیگراد تولید می نماید. گاز استیلن از ترکیب کاربید کلسیم و آب به دست می آید.

اولین جوش با این روش در حدود سالهای ۱۹۱۰ ساخته شد. در آن زمان تنها پیک جوشکاری تک شعله وجود داشت. خط تولید از یک خط فرمینگ که وظیفه تغییر فرم نوار گرم یا سرد را به عهده داشت به همراه یک پیک جوشکاری تشکیل می شد. با پیدایش پیکهای چند شعله (تا ۱۶ شعله) خط لوله سازی نیز تکمیل گردید. در کنار میز

فرمینگ میز جوش و سپس میز سائزینگ و بالاخره اره اضافه شد. شکل (۷-۵) به طور شماتیک تجهیزات یک خط



لوله‌سازی با این روش را نشان می‌دهد.

شکل (۷-۵): شماتیک روش جوش گازی

پنج جفت غلتک فرمینگ وظیفه فرم دادن نوار را به صورت لوله در زردار به عهده دارد. به دنبال آنها دو جفت غلتک فشار وظیفه نزدیک کردن درز لوله به هم را دارد، تا پس از گرم شدن لبه‌ها با کمک پیک چند شعله دولبه به هم جوش شود.

به دنبال آنها دو جفت غلتک سائزینگ جهت سائز کردن لوله و در بین آنها یک غلتک تاب‌گیر برای تاب‌گیری به کار رفته است.

در آغاز استفاده از این سیستم جوش، تولید متناسب با طول نوار عملی بود. اما بعدها با جوش دادن لب به لب چند نوار امکان تولید پیوسته فراهم گردید.

استفاده از این سیستم جوش امروزه در مقیاس بسیار کمی متداول بوده و جای خود را به سیستم جوش برقی داده است.

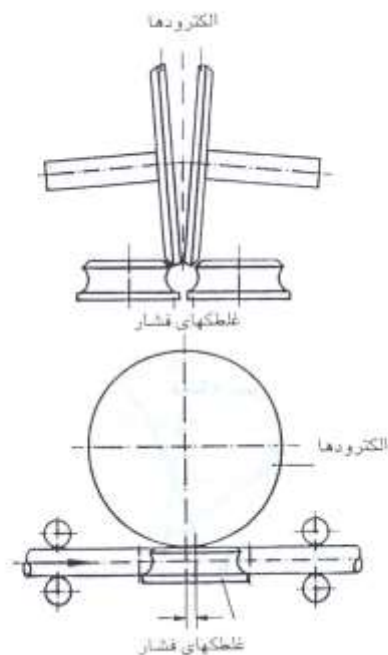
۶- جوش مقاومت الکتریکی با فرکانس پایین

در سال ۱۸۵۶ فیزیکدان انگلیسی جیمز ژول رابطه میان مقاومت اصطکاکی و گرما را کشف نمود که به گرمای ژول معروف است. طبق این نظریه چیرگی بر مقاومت اصطکاکی در یک جسم که از آن جریان برق عبور می‌کند گرما تولید می‌نماید. میدان الکتریکی، کاری معادل QU با توان $p = U \cdot Q/t = U \cdot I = R \cdot I^2$ انجام می‌دهد.

در سال ۱۸۷۷ یک مربی جوان دانشگاه به نام مهندس الیهیو تامسون مجدداً این پدیده را مدنظر قرار داد و به این نتیجه رسید که می‌توان از گرمای حاصل در یک مقاومت الکتریکی برای جوشکاری استفاده کرد.

در سالهای بین ۱۸۸۶ تا ۱۸۹۰ تامسون روشهایی را در مورد جوشکاری الکتریکی فلزات به ثبت رسانید. در سال ۱۸۹۸ او اولین دستگاه جوش برقی و اولین ترانس جوش را در جهان ساخت. در همین سال شرکت "استاندارد تول" در شهر کیلوند ایالت اوهایو آمریکا روشی را به ثبت رسانید که از سیستم جوش مقاومتی برای جوش و تولید لوله استفاده می‌شد.

در روش استاندارد تول دو الکتروود مجزا از هم در کنار غلتکهای فشار با لبه‌های لوله در زردار در تماس قرار گرفته جریان برق را به لبه‌های لوله منتقل می‌نمایند. شکل (۷-۶) به طور شماتیک این روش را نشان می‌دهد.

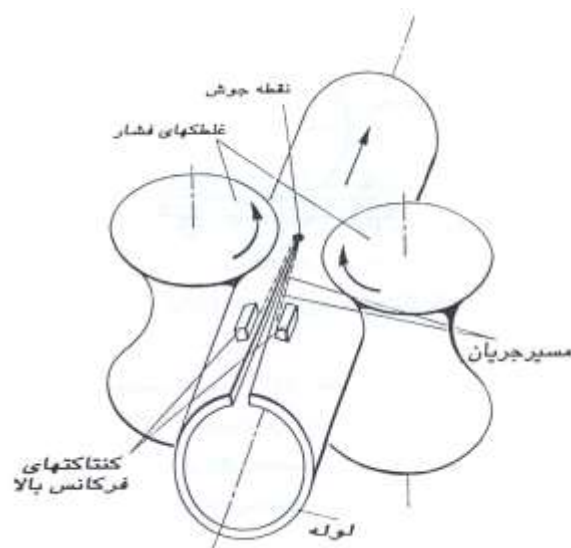


شکل (۶-۷): شماتیک روش جوش الکتریکی

روش جوش مقاومت الکتریکی در ایالات متحده و سپس در آلمان تحرک زیادی در صنعت لوله‌سازی از ورق گرم به صورت پیوسته ایجاد نمود. مشکل اصلی در این روش هدایت دقیق لبه‌های لوله به زیر الکترودها است. پیش فرض جوش مطلوب در این روش ورق خوب نورد شده با تolerانس عرض و ضخامت بسیار کم است. این روش هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد

۷- روش جوش مقاومتی فرکانس بالا (روش کانداکتیو)

روش جوش مقاومتی با انتقال توان به وسیله کنتاکت با فرکانس تا ۴۵۰ کیلوهرتز در سال ۱۹۵۶ به وسیله شرکت New Rochell Tool Corp و تحت نام "ترماتول" اجرا گردید. چنانکه در شکل (۷-۷) دیده می‌شود در این روش جریان فرکانس بالا از طریق دو کنتاکت به لبه‌های لوله منتقل می‌گردد. در فرکانس بالا میدان متناوب مغناطیسی تأثیر زیادی روی عبور جریانها می‌گذارد، طوری که این جریانها را می‌توان در مسیرهای خاصی هدایت نمود.



شکل (۲-۲) : شماتیک روش جوش فرکانس بالا با کنتاکت

مشخصه اصلی جریانهای فرکانس بالا در تأثیر پوستی است. تحت این عنوان چنین فهمیده می شود که جریان در یک هادی مثلاً یک میله با افزایش فرکانس تحت اثر القاء همواره هرچه بیشتر به سمت سطح خارجی رانده می شود، درحالی که جریان مستقیم از تمام سطح هادی عبور می کند. در جریان متناوب شدت جریان با افزایش فرکانس در داخل هادی کم شده و در سطح خارجی برعکس افزایش می یابد.

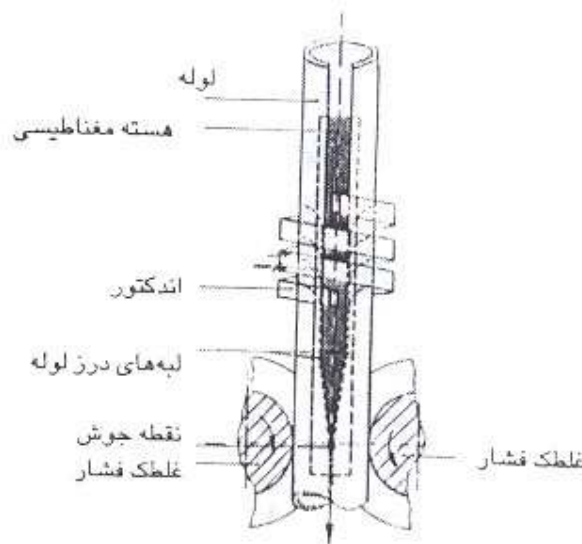
تأثیری معادل "اثر پوستی" در جریان فرکانس بالا (تحت تأثیر القا) "اثر کشش متقابل" است، و از این واقعیت سرچشمه می گیرد که جریانهای فرکانس بالایی که از دو هادی نزدیک به هم و در خلاف جهت یکدیگر عبور می نمایند یکدیگر را جذب می کنند. اجرای این پدیده در روش جوش فرکانس بالا با کنتاکت نتیجه زیر را به دست می دهد:

جریان فرکانس بالا در یک قشر نازک یک کنتاکت عبور نموده از آنجا به لبه درز لوله انتقال می یابد و در نقطه اتصال این لبه (نقطه جوش) لبه لوله را دور زده از لبه دیگر به کنتاکت دیگر برمی گردد. در اثر پدیده جذب جریانهای مختلف الجبهه قسمت اعظم این جریانها از قشر نازک لبه لوله و نه از پیرامون آن عبور می نماید. در اثر عبور این جریان، گرما نیز در لبه نازک لوله ایجاد می شود که به علت مقاومت اهمی بالا در نقطه جوش تمرکز گرما تا حد رسیدن به درجه حرارت جوش در این نقطه به وجود می آید.

به علت عبور جریان از پوسته، مقاومت واقعی برای جریان فرکانس بالا تا ۵۰ برابر بیشتر از سیستم جوش مقاومتی با فرکانس پایین است، در نتیجه جریان لازم برای جوش در آن ۱/۲۰ تا ۱/۵۰ برابر جریان لازم در جوش فرکانس پایین است. بنابراین در این روش سرعت جوش به مقدار قابل ملاحظه ای قابل افزایش است و زمان جوش آنقدر کوتاه است که خطری متوجه لوله نمی شود. به همین خاطر از این سیستم نه تنها برای موادی که قابلیت جوشکاری خوبی دارند، بلکه در مورد موادی که قابلیت جوشکاری کمی دارند و حتی فلزات غیر آهنی می توان استفاده نمود.

۸- جوش مقاومتی فرکانس بالا به صورت ایندکتیو (سیستم اندوولد)

امکان انتقال جریان فرکانس بالا از طریق القا جهت جوش درز لوله سالهاست که شناخته شده است. اولین ثبت این روش به سال ۱۹۳۰ مربوط می شود. در دهه ۵۰ این روش به خصوص در امریکا مورد استفاده قرار گرفت. در دهه ۷۰ شرکت مانسمان با کمک شرکت زیمنس این روش را به وسیله یک ترانس که برق با فرکانس ۴۵۰ کیلوهرتز تولید می نمود در سیستمهای جوش لوله مورد استفاده قرار داد. جریان فرکانس بالا در این روش توسط یک لامپ اسیلاتور تولید و از طریق یک سیم پیچ به نام ایندکتور که در دور لوله قرار می گرفت به آن القا می گردید. جریان القایی از لبه لوله در دو جهت پیرامون و درز تا محل اتصال دولبه عبور نموده سپس در خلاف جهت برمی گردد. گرمای حاصل در این سیستم همانند سیستم جوش فرکانس بالا با کنتاکت، در لبه درز لوله متمرکز می شود. مزیت این سیستم نسبت به سیستم جوش با کنتاکت در انتقال و یا به عبارت بهتر القاء جریان بدون تماس است که در نتیجه در روی لوله اثر تماس باقی نمی ماند و ایندکتور نیز سایش نمی یابد. بدین جهت از این سیستم برای تولید لوله با کیفیت بالا می توان استفاده کرد. شکل (۷-۸) سیستم جوش فرکانس بالا با ایندکتور رابه طور شماتیک نشان می دهد.

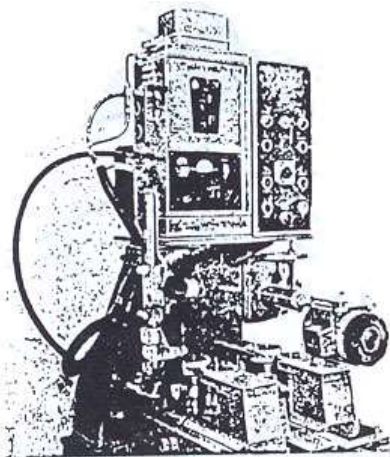


شکل (۷-۸) : شماتیک روش جوش فرکانس بالا با اندکتور

۹- روش جوش با قوس آرگون

در طول جنگ جهانی دوم در ایالات متحده امریکا روش جدید جوش قوس الکتریکی کشف شد که جهت جوش فلز منیزیم در صنایع هواپیماسازی مورد استفاده قرار گرفت. این روش بعدها در سایر کشورها مورد استفاده قرار گرفته و برای جوش کلیه فلزات غیر آهنی و فولادهای آلیاژی استفاده شد. جوش قوس آرگون برای فولادهای آستنیتی به خوبی قابل استفاده است. آرگون به عنوان گاز محافظ، از ورود اکسیژن و هیدروژن در محل جوش جلوگیری نموده مانع از ایجاد سرباره و به خصوص سرباره کروم می گردد. جوش قوس آرگون به ویژه برای جوش لوله های با ضخامت کم از فلزات فوق الذکر بسیار مناسب است. در این روش گرما در اثر قوس الکتریکی بین الکترود که از جنس تنگستن است و درز لوله به وجود می آید و وجود گاز آرگون محافظ خوبی برای جلوگیری از ورود ناخالصی در محل جوش می شود.

شکل (۷-۹) یک دستگاه اتوماتیک جوش آرگون را نشان می‌دهد. در این روش می‌توان هم از برق مستقیم و هم از برق متناوب استفاده کرد. استفاده از برق متناوب با فرکانس زیاد امکان جوش لوله از تمامی فلزات و با ضخامت حتی کمتر از ۱ میلی‌متر را به‌خوبی فراهم می‌سازد. سرعت زیاد و منطقه کوچک جوش باعث کم شدن خطر تغییر شکل و ترک خوردگی می‌شود. این روش در جوش فولادهای آلیاژی به‌خوبی قابل استفاده است.

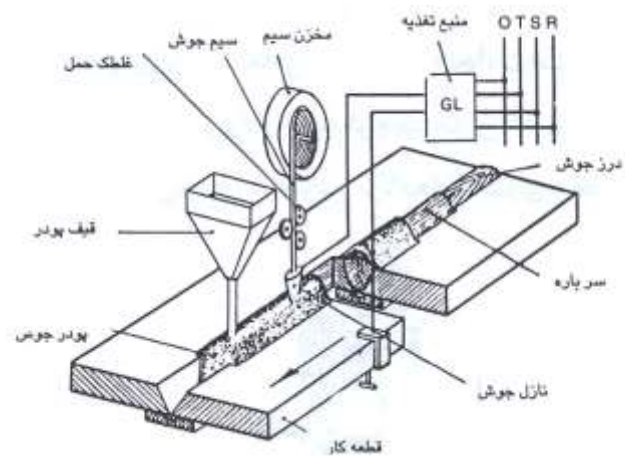


شکل (۷-۹): شماتیک روش جوش با قوس آرگون

۱۰- روش جوش زیر پودر

حدود ۵۰ سال است که روش جوش زیر پودر شناخته شده می‌باشد. این سیستم در اصل و از لحاظ اصول فیزیکی همانند جوش قوس الکتریکی است با این تفاوت که در این روش ذوب شدن محل جوش توسط قوس الکتریکی در زیر پودر صورت می‌گیرد. پودر قبلاً در محل درز لوله آماده جوش ریخته می‌شود. الکتروود جوشکاری را یک مفتول صاف و بدون پوشش تشکیل می‌دهد که با سرعت ثابت حرکت می‌کند. شکل (۷-۱۰) به‌طور شماتیک کلیه تجهیزات یک دستگاه جوش زیر پودر را نشان می‌دهد. از یک قیف مخصوص پودر به درز لوله ریخته می‌شود. سیم جوش از یک مخزن با کمک غلتکهای هدایت کننده به نازل جوش حمل می‌گردد. در آنجا جریان برق به وسیله یک کنتاکت اصطکاکی به سیم جوش منتقل می‌شود. پودر استفاده نشده از محل جوش مکیده شده و جمع‌آوری می‌گردد.

این روش جوش برای جوش طولی و اسپیرال، لوله‌های بزرگ از ۵۰۰ الی ۱۲۰۰ میلی‌متر قطر خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل (۱۰-۷): شماتیک روش جوش زیرپودر

فصل هشتم

سیر تکاملی صنعت

لوله و پروفیل فولادی در ایران

سیر تکاملی صنعت لوله و پروفیل فولادی در ایران

پس از خاتمه جنگ جهانی دوم، به موازات فزونی جمعیت ایران و بهبود وضع اقتصادی، نیاز به ساختن اماکن مسکونی، اداری و تجاری جدید بیشتر احساس شد، لذا از آنجائی که ساختن بدون مصالح لازم امکان پذیر نبود، لذا مردم به فکر تولید مصالح ساختمانی افتادند.

تا آن زمان در و پنجره در ایران از چوب ساخته می شد و به علت وضع اقلیمی خاص منطقه، چوب کافی در دسترس نبود، از اینرو با توجه به فن آوری فراگیر، ناچاراً مردم برای نیل به این منظور به آهن و آلومینیوم روی آوردند و با وارد نمودن انواع پروفیل برای ساختن درب و پنجره و لوله های فولادی جهت آبرسانی تا حدودی با این صنعت آشنا شده بالطبع واردات این نوع کالا رو به ازدیاد نمود.

گرانی اجناس فوق و وابستگی بیش از حد مملکت به بیگانه موجب شد تا دست اندرکاران و علاقمندان به این بخش از صنعت جهانی به فکر تهیه کالای فوق در داخل کشور گردند.

گفتنی است صنعت پروفیل در جهان بیش از یک قرن پس از صنعت لوله پدیدار گشت بدین معنی که ساخت لوله درزجوش حدوداً در اوائل قرن ۱۹ به دنبال کشف گاز روشنائی «در انگلستان» میسر واقع شد و تاریخ شکل گیری و تکامل صنعت لوله سازی بیش از یک قرن به طول انجامید و پس از جنگ جهانی دوم بود که صنعت پروفیل توخالی در جهان آغاز شد و ابتدا در کشور آلمان پدیدار گشته و سپس به دیگر کشورهای اروپایی منتقل گردید.

تاریخچه این صنعت در ایران، به ابتدای دهه ۴۰ برمی گردد. تا قبل از این زمان، پروفیل های آهنی در کارگاهی که ماشین آلات آن توسط بنیان گذار این صنعت در ایران (مهندس فتحی) طراحی و ساخته شده بود تولید می گردید ولی از پایان دهه ۳۰ و شروع دهه ۴۰، کارخانجات تولید کننده پروفیل های آهنی در ایران موجودیت یافتند.

تاریخچه روند شکل گیری و پیدایش واحدهای تولید کننده این صنعت را می توان به سه دوره مختلف تقسیم بندی کرد:

(۱) دوره اول: شامل احداث کارخانه های اولیه لوله و پروفیل در پایان دهه ۳۰ و اوایل دهه ۴۰ که فقط در تهران چند کارخانه ساخته شد. این واحدها هنوز هم، جزء تولید کنندگان عمده این محصول در کشور به شمار می روند.

(۲) دوره دوم: شامل تأسیس کارخانه هایی در سایر مناطق صنعتی کشور از جمله اصفهان، یزد، ساوه و مشهد می باشد که عمدتاً در اوایل دهه ۵۰، احداث شدند و عمر کمتری نسبت به واحدهای دوره اول دارند و در حال حاضر نقش قابل ملاحظه ای در تولید این محصول ایفا می کنند.

(۳) دوره سوم: شامل احداث واحدهای تولید لوله و پروفیل در سالهای بعد از انقلاب می باشد. کارخانه های این دوره نسبت به دوره های قبل کوچکتر بوده، ظرفیت آنها در مقایسه با واحدهای قدیمی، کمتر می باشد و اکثراً به تولید پروفیل های باز یا لوله های صنعتی اشتغال دارند.

به طور کلی، از اوایل دهه ۶۰ به بعد، واحد عمده ای در این گروه تأسیس نشد یا به مرحله بهره برداری نرسید و سرمایه گذاریها اکثراً در جهت طرح توسعه، توسط واحدهای قبلی انجام گرفت.

دوره اول :

نخستین واحدهای تولید کننده لوله و پروفیل از اواخر دهه ۳۰ و اوایل دهه ۴۰ در ایران شکل گرفتند. تا قبل از این، محصولات موجود این گروه در بازار، توسط واردات تأمین می شد. بیشتر واردات پروفیل از کشور ایتالیا بود. «مهندس فتحی» در زمینه ایجاد یک واحد ساخت پروفیل در ایران شروع به فعالیت کرد و در یک کارگاه کوچک،

ساخت ماشین آلات و قالبهای شکل دهی پروفیل را آغاز نمود. ایشان در سال ۱۳۳۹، به کمک شرکای دیگرش، شرکت سپنتا را تأسیس کردند. اولین شرکت با سرمایه ده میلیون ریال، به منظور ساخت لوله سفید و سیاه، تیر چراغ برق، پروفیل سبک و نیمه سبک، ورق گالوانیزه، مصنوعات آهنی، ساخت ماشین آلات و تجهیزات صنعتی مجاز تأسیس گردید ولی عملاً از سال ۱۳۴۱ به مرحله بهره برداری رسید.

به تدریج واحدهای دیگری نیز در زمینه تولید این محصول شروع بکار کردند و تمامی آنها، ماشین آلات پروفیل سازی خود را از ماشینهای ساخته شده توسط مهندس فتحی خریداری نمودند. در ابتدای کار ساخت ماشین آلات منحصر به ماشینهای پروفیل سازی بود و ماشینهای لوله سازی، از خارج خریداری می شد ولی بعدها، در ایران ساخته شد و فقط سیستم جوش آن، از خارج از کشور تأمین می گردید.

در سال ۱۳۴۰ کارخانه دنیای فلز در کیلومتر ۱۸ جاده مخصوص کرج تأسیس شد. این کارخانه، نظیر سپنتا قادر به تولید انواع لوله سیاه و گالوانیزه و همچنین انواع پروفیل های باز و بسته بود. در سال ۱۳۴۲ مهندس فتحی از شرکت سپنتا جدا شد و شرکتی به نام «ماشین سازی فتحی و پسران» را تأسیس کرد.

هدف این شرکت، تولید سقفهای فلزی، ساخت ماشینهای صنعتی و پروفیل های نیمه سبک ذکر گردیده بود. در سال ۱۳۴۶، با پیوستن سهامداران جدید به این شرکت نام آن به پروفیل نیمه سبک تبدیل گردید و محل آن نیز به جاده ساوه، کیلومتر ۱۰ تغییر یافت.

سایر کارخانه هایی که در این دوره شروع به فعالیت کردند، عبارتند از :

گیوار (سال ۱۳۴۲ در تهران) و پروفیل سازی پارس.

شرکت پارس در سال ۱۳۴۳ با سرمایه ۵۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال به منظور ساخت انواع لوله و پروفیل و ماشین آلات در تهران تأسیس گردید. پروانه تأسیس کارخانه در سال ۱۳۴۴

اخذ شد و بهره برداری از آن جهت تولید انواع پروفیل در نیمه دوم سال ۱۳۴۶ آغاز گردید.

بدین ترتیب ۵ شرکت فوق به تدریج در تهران که در آن زمان سرعت در حال رشد بود و مرکز توسعه صنعتی کشور به شمار می رفت برپا شدند و نخستین تولیدات لوله و پروفیل ساخت داخل را روانه بازار کردند.

دوره دوم:

این دوره که از اواخر دهه ۴۰ شروع شد و تا اواسط دهه ۵۰ ادامه داشت، شامل تأسیس کارخانه‌هایی در برخی از مناطق کشور، غیر از تهران می‌شود که به اجمال به معرفی آنها می‌پردازیم:

کارخانه	سال تأسیس	محل
سپافیل	۱۳۴۸	اصفهان
پرو فیل طوس	۱۳۵۰	مشهد
پرو فیل یزد	۱۳۵۴	یزد
گروه صنعتی سپاهان	۱۳۵۴	اصفهان
کارخانجات نورد و پرو فیل ساوه	۱۳۵۵	ساوه

کارخانه‌های فوق در دوره‌ای احداث شدند که ارزش ذخایر انرژی ایران به علت بالارفتن قیمت نفت در بازارهای جهانی به نحو قابل توجهی افزایش یافت و بخش عمده‌ای از سرمایه‌گذاری در این جهت را دولت به صورت وام در اختیار تولیدکنندگان قرار داد. به همین دلیل اکثر ماشین آلات و تجهیزات کارخانه‌ای این دوره، وارداتی بودند. این واحدها در سالهای اخیر در راستای طرحهای توسعه اقدامات قابل توجهی انجام دادند.

از دیگر واحدهایی که در این دوره احداث شدند، می‌توان از طرح توسعه شرکت سپنتا در اهواز نام برد. در سال ۱۳۵۲، موافقت گردید که شرکت سپنتا به عنوان طرح توسعه، کارخانه‌ای در اهواز ایجاد نماید ولی بهره‌برداری از آن عملاً تا سال ۶۲ به طول انجامید. در تاریخ ۵۴/۷/۱، این شرکت به سهامی عام سپنتا تغییر نام یافت و سهام آن در معرض فروش عمومی قرار گرفت.

یکی از واحدهای دولتی که محصولاتش می‌تواند در این گروه قرار گیرد شرکت ملی نورد و لوله اهواز می‌باشد. این شرکت در سال ۱۳۴۶ با سرمایه ۳۲۰ میلیون ریال به منظور تولید کلاف ورق و انواع لوله تأسیس گردید و در سال ۱۳۵۰ به بهره‌برداری رسید. از سال ۱۳۵۳، طرح توسعه کارخانه، به منظور افزایش تولید و ایجاد واحدهای جدید آغاز گردید.

در طرح توسعه، کوره دوم پیش گرم کن و برش سنگین ورق، توسط کارشناسان ایرانی، تکمیل و راه‌اندازی گردید. این کارخانه در حال حاضر متشکل از واحدهای زیر می‌باشد:

- کارخانه نورد به منظور تولید کلاف ورق فولادی
- کارخانه لوله‌سازی شماره یک برای تولید لوله سیاه به قطر ۰/۵ تا ۶ اینچ
- کارخانه لوله‌سازی شماره دو برای تولید لوله سیاه به قطر ۰/۵ تا ۴ اینچ
- واحد گالوانیزه لوله

تولیدات ورق فولادی این شرکت، در برخی از واحدهای دیگر نیز، برای تولید لوله و پروفیل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شرکت کالوپ :

این کارخانه در سال ۱۳۶۳، تأسیس گردید و لوله‌های ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ اینچ آبرسانی و پروفیل‌های ستونی مرتبط با ابعاد لوله‌های آن را تولید می‌کند.

گروه آذربایجان :

محل کارخانه تبریز است و در سال ۱۳۶۴ تأسیس گردید و تولید آن فقط پروفیل باز می‌باشد.

گروه ثابت یزد :

محل کارخانه یزد است و انواع لوله‌ها و پروفیل باز و بسته را تولید می‌کند.

پروفیل سازی شیراز :

محل کارخانه شیراز است و فقط پروفیل‌های باز تولید می‌کند.

دوره سوم:

در دوران پس از انقلاب، تعدادی از کارخانه‌ها طبق قانون حفاظت و توسعه صنایع ایران، مصوب شورای انقلاب، ملی اعلام شدند از جمله:

۱) پروفیل نیمه سبک (گروه صنعتی سدید): این شرکت در سال ۵۸، مشمول بند [ج] قانون فوق‌الذکر قرار گرفت و در سال ۶۰، تحت پوشش سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران قرار گرفت، با گسترش بخشهای ماشین‌سازی و ریخته‌گری آن در سال ۶۸، نام «گروه صنعتی سدید» جایگزین پروفیل نیمه سبک که فقط بیانگر بخشی از فعالیتهای این شرکت بود گردید.

۲) لوله و پروفیل سازی پارس: این کارخانه بعد از انقلاب مشمول قانون قرار گرفت و از تاریخ ۵۹/۴/۱۷، به‌وسیله مدیران دولتی اداره شده است و در حال حاضر، ۷۰٪ سهام آن متعلق به بخش خصوصی و ۲۱٪ آن متعلق به سازمان گسترش و ۹٪ متعلق به شرکت سرمایه‌گذاری ایران می‌باشد.

۳) شرکت سپتا: این شرکت در حال حاضر توسط بنیاد ۱۵ خرداد، اداره می‌شود.

۴) نورد و لوله اهواز: این شرکت پس از انقلاب مطابق بند «الف» ملی اعلام گردید.

لازم به ذکر است که اهم حوزه مصرف لوله و پروفیل فولادی تولیدشده در داخل

کشور بوده ولی در شرایط حاضر، بدون شک مطمئن‌ترین راه برای گریز از تنگناهای ارزی و خرید مواد اولیه (انواع ورق)، قطعات یدکی، تجهیزات، بازسازی خطوط فعلی یا خرید خطوط تولیدی نو توسط شرکت‌های تولیدکننده لوله و پروفیل فولادی، همانا صادرات این محصولات به خارج از کشور است.

زمانی که از صادرات لوله و پروفیل صحبت می‌شود، بدیهی است که بلافاصله باید کیفیت کل فعالیتهای بازاریابی خارجی یعنی قیمت لوله و پروفیل (مناسب بودن آن نسبت به سطح بازار بین‌المللی)، کیفیت توزیع آن، کیفیت ترویج آن جهت فروش و کیفیت بازاریابی لوله و پروفیل را مدنظر قرار داد.

باتوجه به نتایج تجربیات و اطلاعات و آمار موجود، ملاحظه می‌شود که به‌طور کلی برخی تولیدکنندگان لوله و پروفیل، توانسته‌اند به بسیاری از بازارها وارد شوند اما نتوانسته‌اند این بازارها را حفظ کرده و یا گسترش دهند.

علل امر فوق، گلوگاه‌های موجود صادرات، نقش دولت و ارگانهای ذیربط و بعضی موارد دیگر می‌باشد.

ولی تا جایی که اطلاعات - هرچند با کمبودهایی - در دست است، از نظر جغرافیایی، بازارهای عمده لوله و پروفیل ایران در خارج از کشور عبارتند از:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| - امارات عربی | - انگلستان |
| - کویت | - ایتالیا |
| - عربستان | - اتریش |
| - قطر | - بلژیک |
| - کشورهای آسیای میانه | - برخی از کشورهای آفریقایی |

فصل نهم

سندیکای تولیدکنندگان

لوله و پروفیل فولادی در ایران

تاریخچه سندیکای تولیدکنندگان لوله و پروفیل فولادی

اولین کارخانه‌ای که در ایران به تولید پروفیل پرداخت «شرکت صنعتی سپنتا» بود که فعالیت خود را در سال ۱۳۴۰ آغاز نمود و تولید پروفیل توخالی را به بازار داخلی عرضه داشت. متعاقب آن با تلاش متخصصین و کارشناسان وقت، در سال ۱۳۴۲ پس از نصب دستگاه ساخت لوله درزجوش، اقدام به تولید لوله نمود.

در فواصل سالهای ۱۳۴۰ الی ۱۳۵۰ تعداد تولیدکنندگان لوله و پروفیل به ۸ واحد در کشور رسید.

پیش‌گیری از اجحاف فروشندگان مواد اولیه و کالاهای خارجی و لزوم هماهنگی کردن تولیدات واحدها برحسب نیاز جامعه و حمایت از مصرف‌کنندگان موجب شد تا کارفرمایان و صاحبان این صنعت، نسبت به تأسیس یک تشکل صنفی غیرانتفاعی اقدام نمایند. لذا در تاریخ ۱۳۵۱/۹/۵ هیأت مؤسس سندیکای صاحبان کارخانه‌های سازنده لوله و پروفیل بنام آقایان:

۱- مهربان فلاحتی از شرکت صنعتی و تجارتي سپنتا

۲- کاظم و کیلی از شرکت سهامی دنیای فلز

۳- رضا دهقانی از شرکت پروفیل نیمه سبک «سدید»

۴- احمد اخوان عزیزاده از شرکت سهامی لوله و پروفیل سازی پارس

۵- اردشیر امانت از شرکت سهامی گیوار

در محل شرکت سپنتا تشکیل جلسه داده و تصمیم به تأسیس تشکلی بنام «سندیکای کارفرمایان کارخانه‌های سازنده لوله فلزی و پروفیل در ایران» وابسته به اتاق بازرگانی و صنایع و معادن نمودند.

پس از انجام مقدمات و تشریفات لازم و تدوین اساسنامه داخلی اولین مجمع عمومی سندیکا در ساعت ۱۰ بامداد مورخه ۱۳۵۱/۹/۲۳ با حضور آقایان مشروحه زیر:

فریدون فلفلی، کمال بازرگان، مهربان فلاحتی از شرکت سپنتا

کاظم و کیلی، امیر معزی، خائف از شرکت دنیای فلز

رضا دهقانی، مهندس محمد فتحی فریمانی، از شرکت پروفیل نیمه سبک «سدید»

اردشیر امانت، کیخسرو گیو، عزیزا... کامکار از شرکت گیوار

عباس آهنچی، هوشنگ فتحی، سعید دهقانی، علی اصغر ساده از شرکت طوس مشهد

احمد اخوان عزیزاده، مهندس عزیزاده از شرکت پارس

مصطفی سعادت، اکبر عزیزاده، آسایش از کارخانه صنایع فلزی خوزستان

مصطفی، محمد هادی، محمد مهدی مهدی زاده از شرکت پروفیل شیراز

عبدالرسول کشمیری از شرکت سپافیل اصفهان

در محل اتاق ایران و به ریاست آقای فریدون فلفلی تشکیل و پس از تصویب اساسنامه اعضاء هیأت‌مدیره انتخاب شدند.

در همان تاریخ پس از خاتمه جلسه مجمع عمومی عادی، اولین جلسه هیأت مدیره نیز تشکیل گردید و آقایان فریدون فلفلی، کمال بازرگان، اردشیر امانت به ترتیب به سمت رئیس هیأت مدیره، دبیر و خزانه‌دار و بازرس سندیکا انتخاب شدند.

تا سال ۱۳۵۷ تعداد واحدهای تولیدکننده لوله و پروفیل فولادی به ۱۱ کارخانه رسید.

پس از به ثمر رسیدن انقلاب شکوهمند اسلامی و احساس لزوم هماهنگی بیشتر با اهداف انقلاب، در سال ۱۳۶۳ اعضای سندیکا ضمن تغییراتی در مواد اساسنامه، نام سندیکا را نیز به «سندیکای تولیدکنندگان لوله و پروفیل فولادی» تغییر دادند و تا این تاریخ براساس اهداف تعیین شده به فعالیت خود ادامه می‌دهند.

در سال ۱۳۸۶ تعداد تولیدکنندگان عضو این سندیکا به ۹۱ واحد افزایش یافته است.

اهداف و وظایف سندیکا

براساس مندرجات اساسنامه، اهداف و وظایف سندیکا بشرح ذیل است:

الف - اهداف :

- ۱ - شناخت نیازهای جامعه به تولیدات صنعت لوله و پروفیل
- ۲ - ایجاد محیط همکاری، تبادل نظر، تفاهم مشترک بین مدیران این صنعت
- ۳ - برقراری ارتباط مؤثر بین مدیران و ارگانهای دولتی برای تبادل اطلاعات و نظرات متقابل
- ۴ - رفع مشکلات انجام تحقیقات و موانع موجود
- ۵ - بررسیهای لازم در ارتباط با این صنعت

ب - وظایف سندیکا :

به منظور تحقق اهداف فوق وظایف سندیکا علاوه بر اجرای وظایف قانونی در محدوده امکانات موجود بشرح زیر می‌باشد:

- ۱ - تحقیق، بررسی و مطالعه در زمینه‌های اقتصادی و اجتماعی برای شناخت: نیازهای صنعت لوله و پروفیل، روشهای افزایش کارآئی و بهره‌وری واحدهای تولیدی با حفظ تداوم تولید، ترسیم و پیشنهاد خطوط اساسی گسترش این صنعت همراه با برآورد حجم نیازهای جامعه، بررسی مشکلات و نارسائیهای موجود و تدوین پیشنهادهای اجرایی به مسئولین و ارگانهای ذیربط در جهت رفع آنها و پیگیری تا اخذ نتیجه و بالاخره تنظیم روشهای مطلوب در روابط نیروی انسانی شاغل در این صنعت در چارچوب قوانین جاری و ارزشهای والای انسانی و اسلامی.
- ۲ - مطالعه، بررسی و شناخت محدودیتها و امکانات موجود در سرمایه‌گذاریهای جدید در جهت تأسیس و توسعه واحدهای موجود.
- ۳ - بررسی و مطالعه لوایح و قوانین، مقررات و بخشنامه‌ها و دستورالعمل‌های مرتبط و همیاری و هم‌فکری با مقامات در رفع اشکالات اجرایی آنها.

۴- جمع‌آوری، تهیه آمار و اطلاعات مرتبط، تشکیل آرشیو اطلاعاتی برای آگاهی بخشیدن به اعضاء جهت اتخاذ تصمیمات صحیح در تنظیم برنامه‌ریزی تولید و ارائه رهنمودهای لازم مربوط به مقامات اجرایی در جهت تدوین مقررات واردات و صادرات کشور و حمایت از تولیدات داخلی.

۵- بررسی، مطالعه، جمع‌آوری و تهیه اطلاعات و آمار از جمله:

الف - مواد اولیه و کمکی، وسایل و تجهیزات مورد نیاز رشته‌های مختلف صنایع لوله و پروفیل در ایران.

ب - میزان تولیدات واحدهای داخلی که اینگونه مواد و تجهیزات را تولید می‌نمایند.

ج - کسری مواد اولیه و تجهیزات در تنظیم برنامه‌های واردات، تهیه فهرست آن و ارائه به مقامات اجرایی در جهت تصمیم‌گیری برای واردات با توجه به اولویت کشور صادر کننده و مطلوبیت کالا.

۶- مطالعه و شناخت حدود و انواع وظایف و تکالیف سازمانهای دولتی ذیربط و برقراری ارتباط مستمر برای ایجاد تفاهم و هماهنگی‌های لازم با آنها.

۷- همکاری با مؤسسات علمی، پژوهشی و آموزشی در جهت تحقق اهداف سندیکا و یا تربیت نیروی انسانی مورد نیاز واحدها و تأمین نیازهای فنی و تکنولوژیکی در جهت نیل به خود کفائی و پیشرفت صنعت.

۸- همکاری با سازمانهای ذیربط در جهت ایجاد استانداردهای لازم ملی در ارتباط با محصولات تولیدی و کالاهای مصرفی واحدهای عضو سندیکا.

۹- کوشش در ایجاد زمینه‌های صادراتی، علاوه بر رفع نیازهای داخلی و جمع‌آوری اطلاعات از بازارهای جهانی به منظور عرضه و صدور کالاهای تولید شده.

۱۰- ایجاد هماهنگی و همکاری بین کارخانجات موضوع کار سندیکا از یک طرف و سایر صنایع از سوئی دیگر برای افزایش میزان تولید و بهبود کیفیت آن، تبادل اطلاعات علمی صنعتی و تکنولوژی و تجربیات.

۱۱- تماس و همکاری با سازمانها و دستگاه‌های دولتی در جهت قیمت‌گذاری محصولات تولیدی با استفاده از افراد خبره.

۱۲- قبول حکمیت و داوری بین اعضاء و سایرین در رابطه با مسائل حقوقی و فنی.

۱۳- همکاری با مسئولین در تنظیم برنامه برای تقسیم و تسهیم برنامه تولید، توزیع و امکانات دیگر از قبیل مواد اولیه و کمکی و تجهیزات در مواقع ضروری با توجه به میزان نیاز واقعی هرواحد بخصوص در مواقع ضروری و بحرانی و اجرای اینگونه موارد در صورتی که از سوی اعضاء یا مقامات ذیصلاح به سندیکا واگذار شده باشد.

۱۴- همکاری و هماهنگی با اتاق بازرگانی و صنایع و معادن ایران در اجرای سیاستهای اقتصادی کشور.

۱۵- بررسی، مطالعه و تهیه طرحهای پیشنهادی در زمینه‌های زیر:

الف - سرمایه‌گذاری در جهت تأمین مواد اولیه و تجهیزات مورد نیاز این صنعت در جهت خود کفایی بیشتر.

ب - تعیین روشهای اجرایی برای ایجاد و تأسیس مراکز تحقیقات مهندسی و خود کفایی در واحدهای تولیدی عضو به منظور کاهش قیمتها، کنترل کیفیت و کمیت تولید و غیره.

ارکان سندیکا

ارکان سندیکا عبارتند از مجامع عمومی عادی و فوق العاده، هیأت مدیره، بازرس و دبیر اجرایی مجمع عمومی عادی سندیکا سالی یکبار تشکیل می گردد و از عمده وظایف آن انتخاب هیأت مدیره، تصویب ترازنامه و گزارش هیأت مدیره و بازرس سندیکا است.

هیأت مدیره سندیکا نیز که هر دو سال یکبار به صورت افتخاری توسط مجمع انتخاب می گردند معمولاً هر پانزده روز یکبار تشکیل جلسه داده و با در نظر گرفتن آخرین اطلاعات و اخبار مکتسبه و رویدادهای این صنعت، پس از بحث و تبادل نظر لازم در خصوص حفظ منافع ملی و اعضاء اتخاذ تصمیم می نمایند.

در حال حاضر آقایان :

۱- محمدرضا جباری ۲- سید محسن ابویی مهریزی ۳- اسماعیل تمام یار ۴- سید مجتبی طوسی زاده
به ترتیب **بعنوان** رئیس، نایب رئیس، خزانه دار و منشی
و ۵- خانم فاطمه زنگنه، آقایان ۶- مسعود امامی، ۷- مهرداد صابری
بعنوان اعضاء هیأت مدیره، به ایفاء امور محوله می پردازند. همچنین آقای مجید فتحی بعنوان بازرس سندیکا فعالیت می نمایند.

در سنوات اخیر همزمان با تغییر مدیریت در سندیکا، تحول علمی فرهنگی در روند امور بوجود آمد که از جمله می توان به تشکیل واحدهایی به نام گروه های ظرفیت سنجی و تحقیق و توسعه و همچنین انتشار نشریه داخلی سندیکا به نام «نیمرخ» اشاره نمود.

از آنجائی که آشنایی با این کمیته ها خالی از لطف نبوده و از طرفی ذهن خوانندگان محترم را نسبت به دسترسی به برخی از اطلاعات علمی و فنی مرتبط سوق می دهد اشاراتی به اهداف و وظایف واحدهای مذکور می گردد:

گروه ظرفیت سنجی

هدف از تشکیل این گروه که با هماهنگی وزارت صنایع تشکیل گردیده است دستیابی به توان واقعی سالانه شرکتهای تولید کننده لوله و پروفیل آهنی و شناسایی امکانات سخت افزار و نرم افزاری تولید کنندگان می باشد که متخصصین زبده و منتخب سندیکا پس از بازدید دقیق از کارخانجات تولید کننده لوله و پروفیل آهنی در کشور، گزارش کارشناسی خود را جهت بهره برداری به هیأت مدیره سندیکا ارائه می دهند.

فصل دهم

استاندارد مواد اولیه، محصولات و بسته‌بندی

استانداردها

۱- استاندارد مواد اولیه :

ماده اولیه اصلی مورد استفاده در فرآیند تولید پروفیل، ورق فولادی است.

ورق فولادی مورد مصرف را می توان به سه طبقه اصلی تقسیم بندی نمود:

۱- ورق فولادی گرم نوردشده

۲- ورق فولادی اسیدشویی

۳- ورق فولادی سرد نوردشده

در جداول ذیل اطلاعات مربوط به شماره استاندارد، کیفیتها و موارد مصرف محصولات نورد شده فولاد مبارکه براساس استانداردهای بین المللی فولاد آورده شده است.

کیفیت های قابل تولید در شرکت فولاد مبارکه اصفهان (محصولات گرم نوردشده)

استاندارد	کیفیت ها	مورد مصرف
DIN 17100/80	St 33, St 37-2, St 37-3, St 44-2, St 44-3, St 52-3	کاربردهای عمومی و ساختمانی، سوله
DIN 17100/80	St 52-3 CU3	کاربرد ساختمانی مقاوم به خوردگی
DIN 1614/86	St 24, RRSt 23, St 22	نورد مجدد
DIN 1614/86	St 24, Stw 23, Stw 22	کشش و کشش عمیق
DIN 17155	17 Mn 4	مخازن تحت فشار
DIN 17102	STE 380 TM	شاسی خودرو

DIN

استاندارد	کیفیت ها	مورد مصرف
-----------	----------	-----------

JIS 3131-90	SPHC, SPHD, SPHE	کشش و کشش عمیق، مقاطع ساختمانی
JIS 3101-87	SS 400, SS 330	کاربردهای عمومی، پل، سازه
JIS 3106-92	SM 400, A,B,C/SM 490/SM 250	کاربردهای ساختمانی و سازه ای
JIS 3132-90	SPHT1, SPHT2	کاربرد لوله، تیوپ
JIS 3113-90	SAPH 310, SAPH 370, SAPH 400, SAPH 440	شاسی، چرخ خودرو با قابلیت کشش
JIS 3116	SG 255	مخازن گاز مایع

JIS

استاندارد	کیفیت ها	مورد مصرف
-----------	----------	-----------

SAE

SAE	۱۰۰۶-۱۰۰۸	کاربرد عمومی، ساختمانی، سازه‌ای، کشش، نورد مجدد
-----	-----------	--

API

API	X-46, X-60, GR-B, X-52, X-42	لوله‌های نفت و گاز
-----	------------------------------	--------------------

LLOYD'S

LLOYD'S	LLOYD'S GR. A	کشتی سازی، سازه‌های دریایی
---------	---------------	----------------------------

ASTM

ASTM	A 569, A 621, A 622	کشی، مقاطع ساختمانی
ASTM	A 283 GR, A,B,C,D-A 284 GR.C,D	کاربردهای عمومی، ساختمانی
ASTM	A 285 GR. C / A 414 / A 442 / A 515 / A 516	ظروف و مخازن تحت فشار

BS

BS 4360-86	40 A, 43 A	کاربرد عمومی، ساختمانی، سوله
------------	------------	---------------------------------

BS 1449 PART 1.83	HR 1,HR 2, HR 3, HR 4	کشش و کش عمیق
BS 1501	161 – 360 A	مخازن تحت فشار

UNI

UNI 7070-82	Fe 410 D, Fe 360 B	کاربرد عمومی، ساختمانی، سازه‌ای
UNI 5867-78	Fe P11	کشش و کش عمیق

EU

EU 25	Fe 360 B	کاربرد عمومی، ساختمانی، سازه‌ای
-------	----------	------------------------------------

استاندارد ملی ایران

۳۶۹۴	۳-۳۲۵ ک / ۳-۲۳۵ ک	کاربرد عمومی، ساختمانی، لوله
۳۶۹۳	ورق گرم ۱	کاربرد عمومی، پروفیل ساختمانی
۳۶۹۳	ورق گرم ۲	پروفیل ساختمانی، کشش
۳۶۹۳	ورق گرم ۳ / ورق گرم ۴	کشش عمیق

شرکت فولاد مبارکه اصفهان

کاربردهای ساختمانی و عمومی با مقاومت بالا در برابر خوردگی اتمسفری	IRACOR-1	
قطعات جوشکاری شده	IRAFORM-275	
تحت تنش	IRAFORM-330	
شاسی اتومبیل	IRAFORM-360	
شکل دهی و پرس کاری سرد	IRAFORM-420	
شاسی اتومبیل، صنایع سنگین صنعتی	IRAFORM-490	

کیفیت‌های قابل تولید در شرکت فولاد مبارکه اصفهان (محصولات اسیدشویی شده)

استاندارد	کیفیت ها	مورد مصرف
-----------	----------	-----------

DIN

کاربردهای عمومی، ساختمانی	St 33, St 37-2, St 37-3, St 44-2,	DIN 17100
کشش	Stw 22, RRStw 23, Stw 24	DIN 1614

JIS

کشش و کششی لعاب پذیر	SPHC, SPHD, SPHE	JIS G3131
کاربرد عمومی	SS 330	JISG 3101
کپسول گاز	SG 255	JISG 3106
کاربرد عمومی، لوله	SPHT1, SPHT2	JIS G3132
شاسی، چرخ خودرو با قابلیت کشش	SAPH 310, SAPH 370, SAPH 400	JIS G3113

SAE/AISI

کاربرد عمومی، کشش	1006, 1008	---
-------------------	------------	-----

ASTM

کاربرد عمومی	A 283	ASTM
کشش	A 621, A 622	ASTM
کپسول گاز، مخازن تحت فشار	A 414	ASTM

MSC

کپسول گاز	INS 343	MSC/STD
-----------	---------	---------

کیفیت‌های قابل تولید در شرکت فولاد مبارکه اصفهان (محصولات سرد نورد شده)

استاندارد	کیفیت ها	مورد مصرف
-----------	----------	-----------

DIN

1623.1/72	St 12	کاربردهای عمومی، کشش نرمال، لوله، رادیاتور، بشکه
1623.1/72	St 13	کاربرد عمومی، کشش عمیق، بدنه خودرو
1623.1/72	St 14	کاربرد عمومی، کشش فوق عمیق
1623.2/86	St 37-3 G	کاربرد عمومی، ساختمانی
1623.3/87	EK 2	مناسب برای لعاب کاری

JIS

JIS G3141/90	SPHC, SPHD, SPHE	کاربرد عمومی، کشش معمولی، لوله
JIS G3141/90	SS 330	کاربرد عمومی، کشش عمیق، بدنه خودرو
JIS G3141/90	SG 255	کاربرد عمومی، کشش فوق عمیق، بدنه خودرو

UNI

UNI 5866/79	Fe Po1	کاربرد عمومی، کشش نرمال، لوله
UNI 5866/79	Fe Po2	کاربرد عمومی، کشش عمیق، بدنه خودرو
UNI 5866/79	Fe Po4	کاربرد عمومی، کشش فوق عمیق، بدنه خودرو
UNI 5879/79	Fe 360 – Fe 330	کاربرد عمومی، ساختمانی

EU

EU 130/77	Fe Po1 – Fe Po2 – Fe Po3	کاربرد عمومی، کشش، کشش عمیق
-----------	--------------------------	-----------------------------

MSC-STD

MSC-STD	TASMEH 650	تسمه بسته‌بندی
---------	------------	----------------

BS 1449-1

BS 1449/1	CR SP4, CR SP3, CR SP1	کاربرد عمومی، کشش، کشش عمیق، بدنه خودرو
-----------	------------------------	---

۲- استانداردها محصولات : استاندارد محصولات به دو گروه ملی و بین‌المللی تقسیم‌بندی می‌شود

که به شرح ذیل می‌باشند.

الف - استاندارد ملی :

در مورد استانداردهای داخلی از سوی دفتر تهیه و تدوین استانداردهای وزارت صنایع سنگین، تحقیقاتی در این رابطه صورت گرفته است که تاکنون در دو مورد پروفیل‌های ساختمانی (درب و پنجره) و پروفیل‌های صنعتی (قوطیها) نتایج آن منتشر شده است. استانداردهای این دفتر اختصاراً به نام MOHI شناخته می‌شود.

استانداردهای پروفیل‌های ساختمانی برای مقاطعی که در ایران رایج است (در هفت گروه) نسبتاً کامل تدوین شده و شامل چهار فصل مشخصات ورق، مشخصات پروفیل‌های گروهی ساختمانی، روشهای آزمون و نمونه‌های آزمایشی و روشهای نمونه‌برداری می‌باشد. این استانداردها به نام MOHI 102 مشخص می‌شود. در مورد پروفیل‌های صنعتی قوطی یعنی مربع و مربع مستطیل نیز تأکید بیشتر بر روی موارد مصرف در صنایع خودرو سازی نظیر ساخت شاسی و بدنه (اسکلت) خودروهای سواری، اتوبوس، مینی‌بوس، کامیون، وانت و امثال اینها می‌باشد.

متأسفانه در کاتالوگ محصولات شرکتهای تولیدی داخلی کمتر به این استانداردها اشاره شده است.

از جانب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران دو مجموعه استاندارد به شماره استاندارد ایران ۳۵۷۴ در خصوص لوله‌های فولادی گاز، مورد استفاده در شبکه‌های گازرسانی شهری و شماره استاندارد ایران ۳۷۶۵ در خصوص لوله‌ها و قطعات لوله‌ای فولادی مورد مصرف در آبرسانی (شامل ویژگیها و روش آزمون) به چاپ رسیده است. استانداردهای این مؤسسه اختصاراً ISIRI نامیده می‌شود.

ب - استانداردهای بین‌المللی :

لوله‌های فولادی درزجوش دامنه کاربرد وسیعی را دربر می‌گیرد به همین جهت استانداردهایی که برای تقسیم‌بندی و مشخصات آنها تدوین شده است بسیار متنوع می‌باشد.

در این سیستمها تقسیم‌بندی‌هایی برای لوله فولادی درزدار یا بدون درز و گاهی نیز هردو صورت گرفته است. در حالت کلی می‌توان لوله‌های فولادی درزدار را به چهار گروه عمده تقسیم‌بندی کرد:

۱- لوله‌های فولادی درزجوش برای انتقال سیالات

۲- لوله‌های فولادی درزجوش برای مصارف مکانیکی و اسکلت فلزی (با مقطع دایره یا چهارگوش)

۳- لوله‌های فولادی درزجوش برای مبدل‌های حرارتی (درجه حرارت‌های بالا یا درجه حرارت‌های زیر صفر در فشارهای مختلف)

۴- لوله‌های فولادی درزجوش برای مصارف مخصوص (لوله‌های دقیق و فوق دقیق برای کابل برق

و نظایر آنها)

نظر به اینکه در اینجا هدف، مقایسه سیستمهای فوق باتوجه به محصولات تولیدی کارخانجات می باشد، لذا توجه خود را معطوف گروه دوم از موارد بالا می نمایم. در این گروه نیز صرفاً به بررسی لوله های فولادی کربنی می پردازیم و از بحث درباره لوله های فولادی زنگ نزن و آلیاژی خودداری می کنیم.

سیستمهای بین المللی استاندارد که به این موارد پرداخته اند به شرح زیر هستند:

JIS (Japanese Industrial Standard)

DIN (Deutsches Institute for Normaly)

BS (British Standard)

در این قسمت فهرستی از موضوعات مندرج در استانداردهای فوق به طور مختصر ذکر می گردد:

JIS

لوله های فولادی برای مصارف مکانیکی و ماشین سازی JIS G 3445

لوله های فولادی درزجوش برای صنایع خودروسازی JIS G 3472

لوله های فولادی برای مصرف عمومی و ساختمان JIS G 3444

قوطی های مربع مستطیل برای مصارف عمومی و ساختمان JIS G 3466

DIN

DIN 1615 لوله های فولادی غیرآلیاژی درزجوش، خاص شرایط فنی تحویل

DIN 2410(مرور کلی بر استانداردهای لوله های فولادی
Dt1)

DIN 2458 لوله های فولادی درزجوش ابعاد، جرم قراردادی واحد طول

DIN 17118 پروفیل های سرد، شرایط حمل

DIN 17119 قوطیهای ساختمانی، شرایط فنی تحویل

DIN 17120 لوله های صنعتی، شرایط فنی تحویل

DIN 59411 قوطیهای ساختمانی، ابعاد، وزن، تیرانسه ها

DIN 59413 نبشی ها و ناودانی ها، تیرانسه ها، شکل و وزن

BS

BS 1717 لوله های فولادی برای اسکلت دوچرخه و موتورسیکلت

BS 1139 Dt1 لوله های مورد استفاده در داربست های فلزی

BS 6232 Dt5 لوله های درزدار برای مصارف ساختمانی و صنعتی

به طور کلی پروفیل های تولیدی در ایران را می توان به ۴ بخش عمده تقسیم بندی نمود:

بخش اول: شامل پروفیل های در و پنجره هستند که خود مشتمل بر ۷ گروه می باشد که تفاوت این گروهها در ابعاد پروفیل تولیدی و بعضاً در ضخامت ورق می باشد. (جداول ۱۱ الی ۷)

عمده تولید و مصرف داخلی بر روی گروه های ۲ و ۴ (به ویژه ۲) می باشد و گروه های دیگر در صورت وجود نیاز و سفارش تولید می شوند. این پروفیل ها اصولاً با یک عدد سه رقمی معرفی می شوند که دو رقم اول این عدد نشانگر قطر لوله ای است که پروفیل از آن تولید شده به فرض مثال در گروه ۲ پروفیل های ۵۰۷ و ۵۰۸ و ۵۰۹ از لوله ای به قطر ۵۰ میلی متر ساخته شده اند.

بخش دوم: شامل انواع پروفیل های باز هستند که در فرآیند تولید نیاز به جوش لبه ورقها وجود ندارد. از مهمترین پروفیل های باز می توان: چارچوبی، زهوار، پروفیل زد و ضربه گیر را نام برد. (جداول ۸ الی ۱۰)

بخش سوم: شامل انواع قوطی های مربع و مستطیل هستند که قوطی های مربع بیشتر در محدوده ابعادی ۱۲×۱۲mm الی ۱۴۰×۱۴۰mm و همچنین قوطی های مستطیل در محدوده ابعادی ۲۰×۱۰mm الی ۱۴۰×۱۰۰mm تولید می شوند. (جداول ۱۱ و ۱۲)

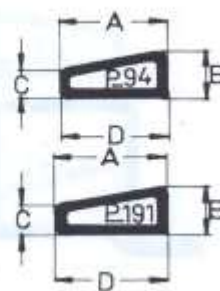
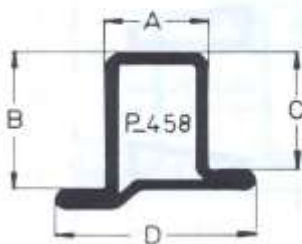
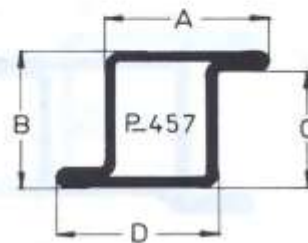
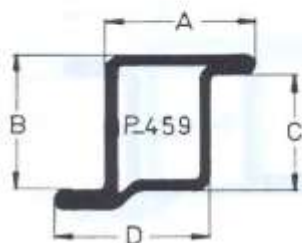
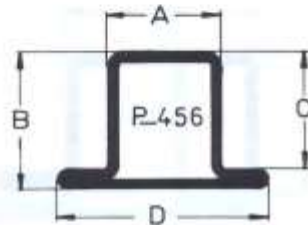
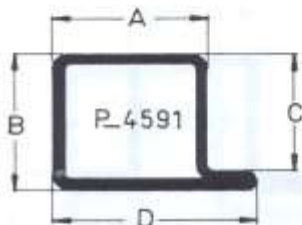
عمده مصارف این قوطی ها در ابعاد کوچک در ساخت در و پنجره و نرده ها و در ابعاد بزرگ (ستونی ها) جهت ساخت سازه های فلزی است.

بخش چهارم: شامل انواع لوله ها است جهت مصارف آبرسانی، گازرسانی و برخی از کاربردهای صنعتی. (جدول ۱۳)

جهت تبیین موضوع در ادامه تصاویری از مقاطع پروفیل های فوق الذکر به صورت شماتیک آورده شده است.

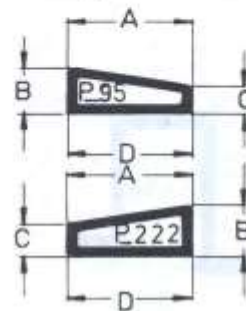
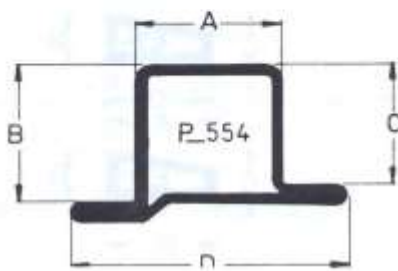
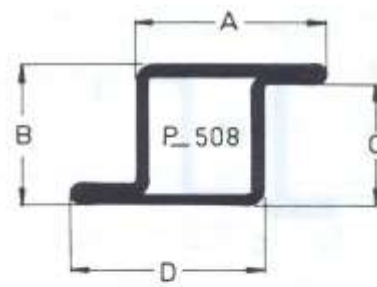
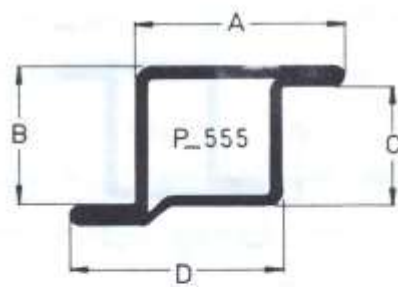
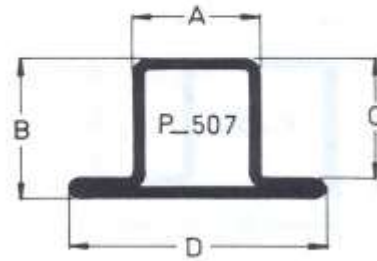
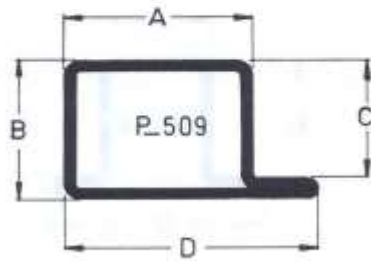
PR.NO.	A mm	B mm	C mm	D mm	T mm	WEIGHT Kg/m
4591	30	29	25	40	1.8	1.92
456	22	29	25	42	1.8	1.92
459	20	29	25	40	1.8	1.92
457	32	29	25	32	1.8	1.92
458	30	29	25	30	1.8	1.92
191	22	10	6	22	1.8	0.71
94	21	10	6	21	1.5	0.68

گروه ۱
GROUP 1



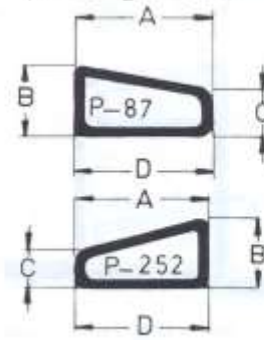
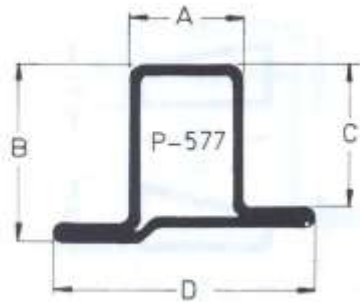
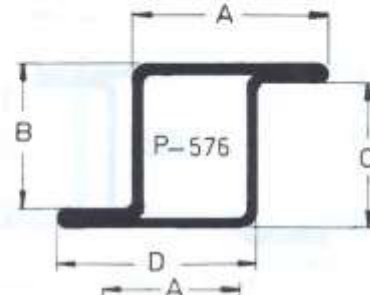
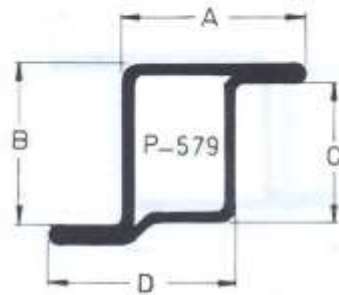
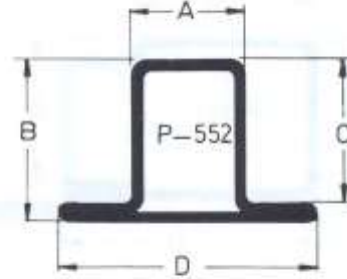
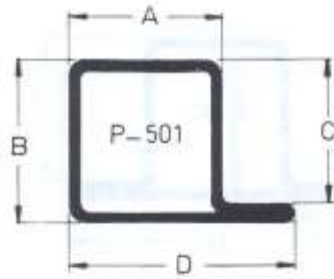
PR.NO.	A mm	B mm	C mm	D mm	T mm	WEIGHT Kg/m
509	38	29	25	51	18	218
507	25	29	25	51	18	218
555	42	29	25	42	19	236
508	38	29	25	38	18	218
554	29	29	25	55	18	236
222	25	11	7	25	18	0.83
95	25	10	6	25	15	0.80

گروه ۲
GROUP 2



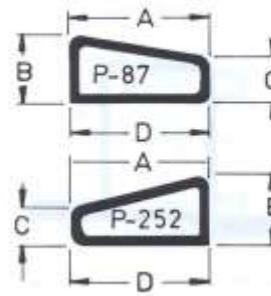
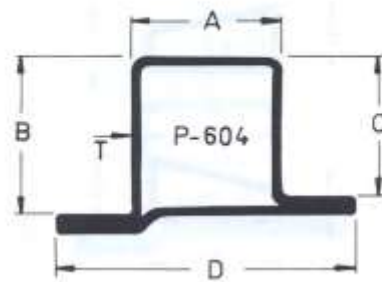
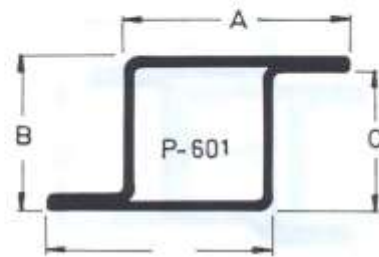
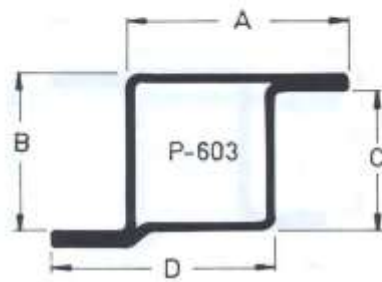
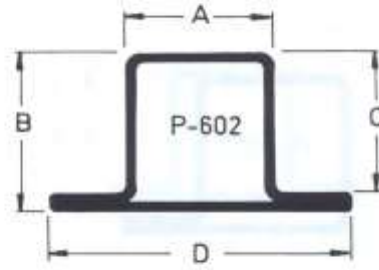
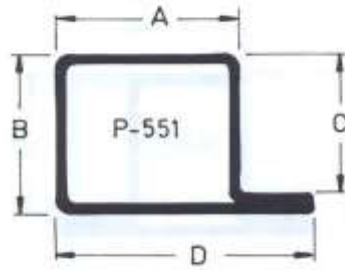
PRNG	A mm	B mm	C mm	D mm	T mm	WEIGHT Kg/m
501	31	34	30	46	1.8	2.8
552	23	34	30	53	1.8	2.36
579	38	34	30	38	1.6	2.36
576	41	34	30	41	1.8	2.36
577	23	34	30	53	1.8	2.36
252	27	15	8	27	1.8	0.94
87	28	15	10	28	1.8	1.00

گروه ۳
GROUP 3



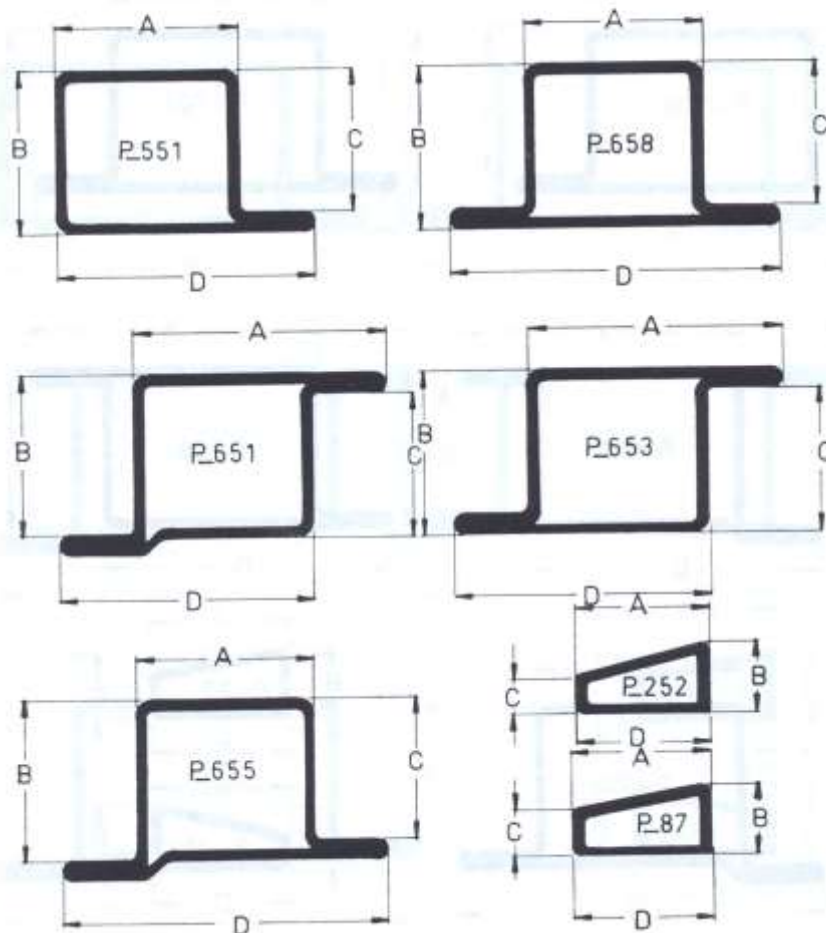
PR.NO.	A mm	B mm	C mm	D mm	T mm	WEIGHT Kg/m
551	37	34	30	52	1,8	2,36
602	31	34	30	51	1,8	2,59
603	44	34	30	44	1,8	2,59
601	48	34	30	46	1,8	2,59
604	29	34	30	59	1,8	2,59
252	27	15	8	27	1,8	0,94
87	28	15	10	28	1,8	1,00

گروه ۴
GROUP 4



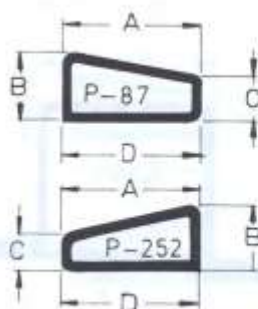
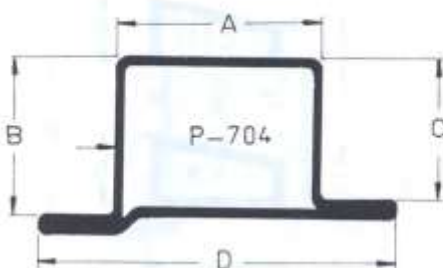
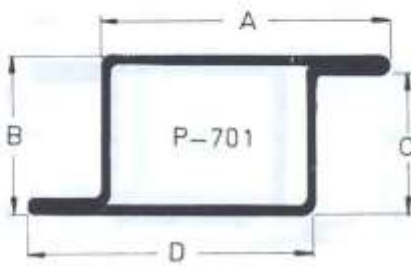
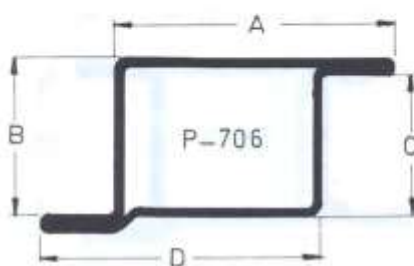
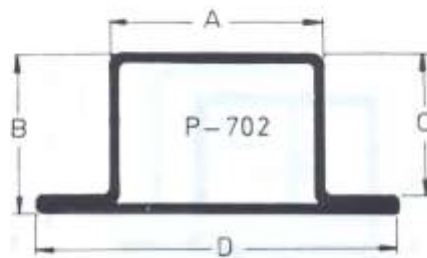
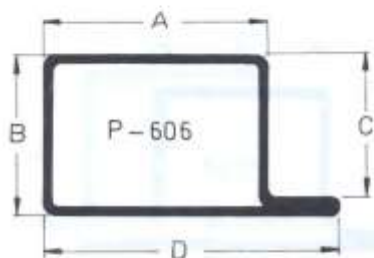
PR.NO	A mm	B mm	C mm	D mm	T mm	WEIGHT Kg/m
551	37	34	30	52	1.8	2.36
558	36	34	30	56	1.8	2.81
651	51	34	30	51	1.8	2.81
653	51	34	30	51	1.8	2.81
655	36	34	30	56	1.8	2.81
252	27	15	8	27	1.8	0.94
87	28	15	10	28	1.8	1.00

گروه ۵
GROUP 5



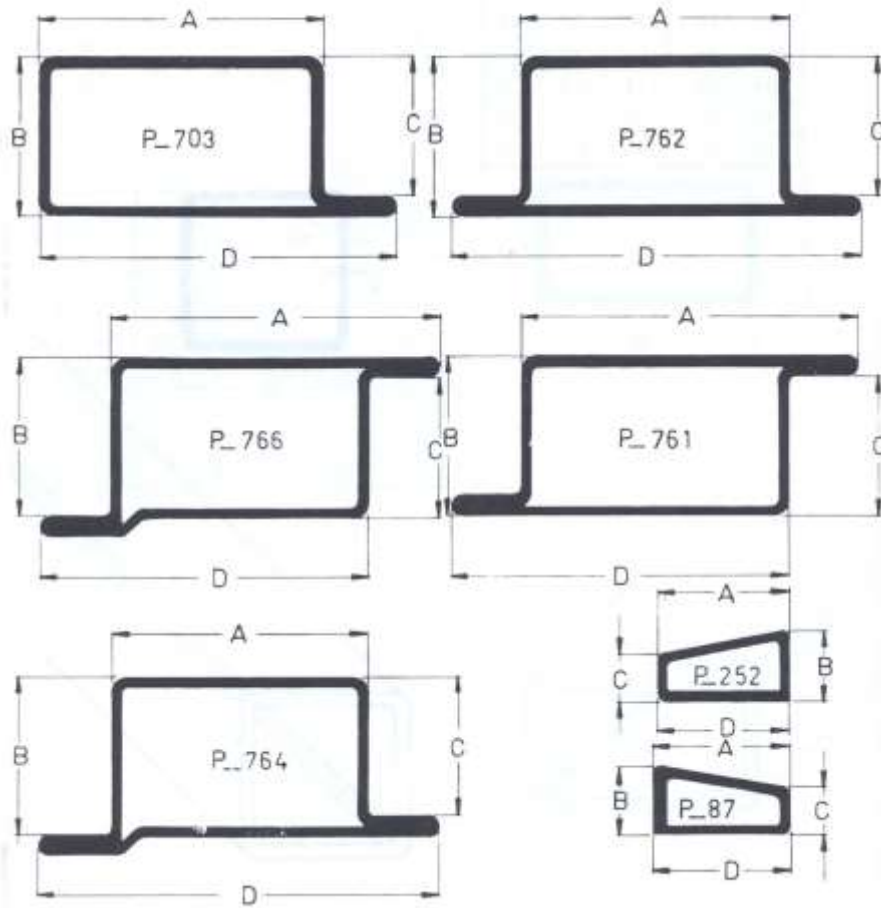
PR.NO.	A mm	B mm	C mm	D mm	T mm	WEIGHT Kg/m
606	46	34	30	61	1.8	2.59
702	44	34	30	74	1.8	3.03
706	57	34	30	57	1.8	3.03
701	59	34	30	59	1.8	3.03
704	42	34	30	72	1.8	3.03
252	27	15	8	27	1.8	0.94
87	28	15	10	28	1.8	1.00

گروه ۶
GROUP 6



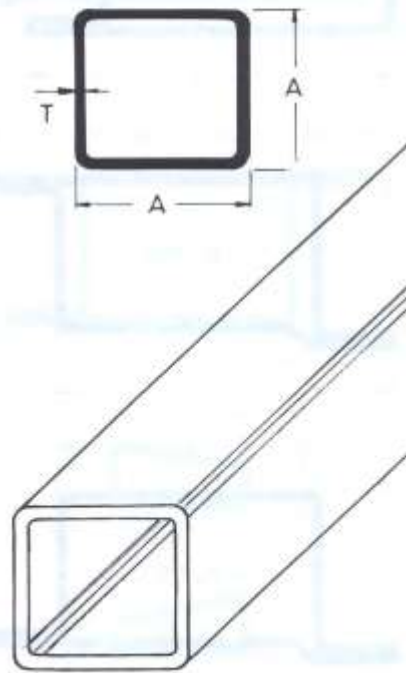
PR NO.	A mm	B mm	C mm	D mm	T mm	WEIGHT Kg/m
703	59	34	30	74	18	3.03
762	55	34	30	85	18	3.29
766	68	34	30	68	18	3.29
761	70	34	30	70	18	3.29
764	53	34	30	83	18	3.29
252	27	15	8	27	18	0.94
87	28	15	10	28	18	1.00

گروه ۷
GROUP 7



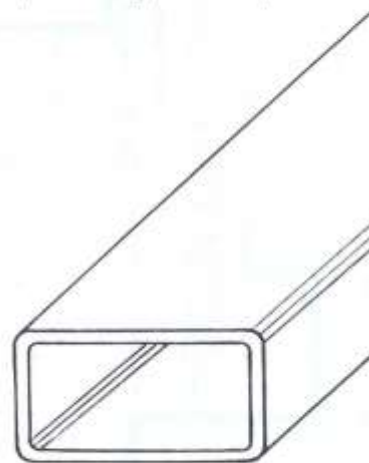
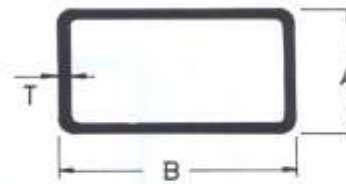
PR.NO.	A mm	T=1.50 mm	T=1.80 mm	T=2.00 mm
161	13	0,49	0,56	—
201	15	0,60	0,68	—
221	18	0,73	0,85	0,92
251	20	0,82	0,97	1,04
321	25	1,06	1,25	1,36
384	30	1,30	1,53	1,68
454	35	1,54	1,82	2,00
504	40	1,78	2,10	2,30
656	50	2,23	2,67	2,93
767	60	—	3,22	3,56

گروه مربع
The Square Group



PR.NO.	A mm	B mm	T=1,50 K/g mm	T=1,80 K/g mm	T=2,00 K/g mm
204	10	20	0,60	0,68	—
223	10	25	0,70	0,82	0,89
253	10	30	0,82	0,97	1,04
324	10	40	1,06	1,25	1,36
323	20	30	1,06	1,25	1,36
322	15	35	1,06	1,25	1,36
382	20	40	1,30	1,53	1,68
419	25	40	1,41	1,67	1,83
453	30	40	1,54	1,82	2,00
452	20	50	1,54	1,82	2,00
503	30	50	1,78	2,10	2,30
502	20	60	1,78	2,10	2,30
553	35	50	1,86	2,23	2,45
574	40	50	2,00	2,37	2,61
573	35	55	2,00	2,37	2,61
578	30	60	2,00	2,37	2,61
658	40	60	2,23	2,67	2,93
695	40	70	2,47	2,94	3,24
707	20	90	2,47	2,94	3,24
765	40	80	2,71	3,22	3,56

گروه مربع مستطیل The Rectangular Group



انواع لوله ها Kinds of Pipes

Standard LENGTH	WEIGHT 1 m	THICKNESS	NOMINAL SIZE	
			inch	mm.
6	0.53	1.8		16
6	0.81	1.8		20
6	0.90	1.8		22
6	1.06	1.8		25.4
6	1.25	1.8		30
6	1.42	1.8		
6	1.92	2.5	1	33.7
6	2.27	3		
6	1.61	1.8		38
6	1.80	1.8		
6	2.45	2.5	1 1/4	42.2 *
6	2.90	3		
6	1.92	1.8		45
6	2.82	2.5	1 1/2	48.3
6	3.35	3		
6	2.16	1.8		
6	2.98	2.5		50.8
6	3.54	3		
6	2.37	1.8		55
6	2.60	1.8		
6	3.56	2.5	2	60.3
6	4.24	3		
6	2.81	1.8		65
6	3.03	1.8		70
6	3.29	1.8		
6	4.53	2.5	2 1/2	75
6	5.40	3		
12.6	5.33	2.5		
12.6	6.35	3	3	88.9
12.6	7.37	3.5		
12.6	6.89	2.5		
12.6	8.23	3	4	114.3
12.6	9.56	3.5		
12.6	13.54	4		
12.6	16.81	5	5	141.3
12.6	20.02	6		
12.6	16.24	4		
12.6	20.14	5	6	168.3
12.6	24.02	6		
12.6	26.40	5		
12.6	31.53	6	8	219.1
12.6	36.62	7		
12.6	41.65	8		
12.6	33.05	5		
12.6	39.52	6		
12.6	45.93	7	10	273.05
12.6	52.30	8		
12.6	47.03	6		
12.6	54.70	7	12	323.85
12.6	62.32	8		

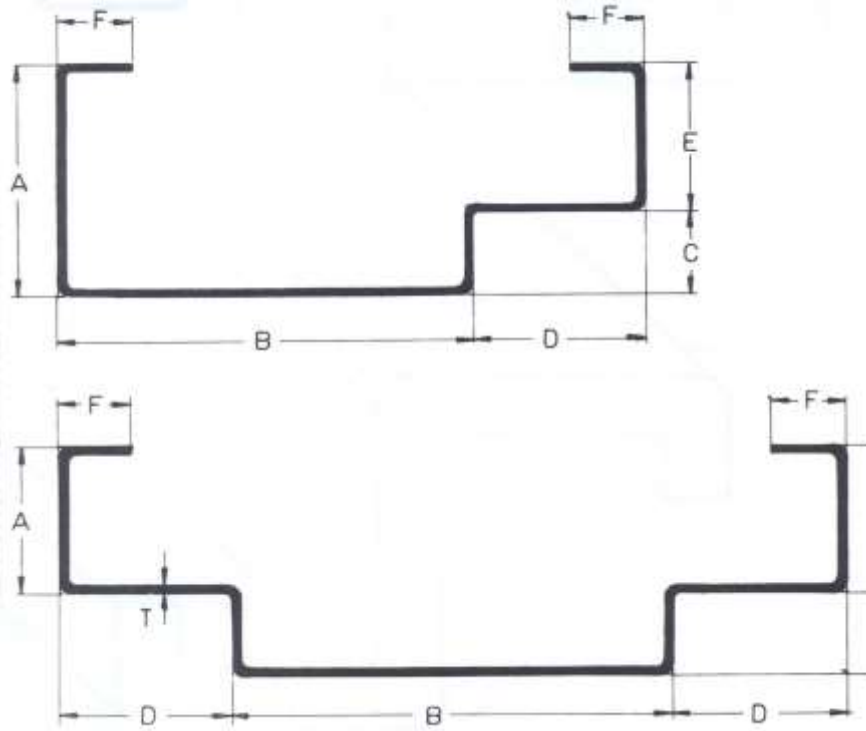
For Scaffolding *



گروه چهار چوبی
The Fram Work

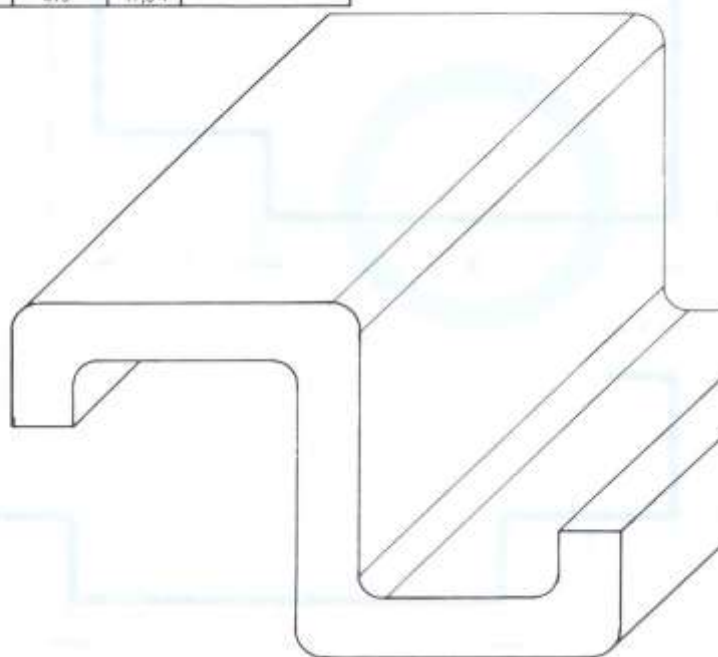
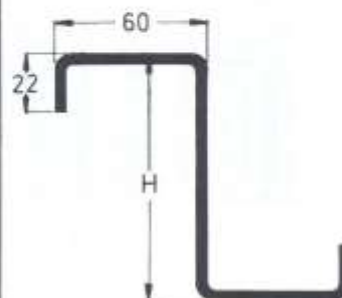
PR.NO.	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	T mm	WEIGHT Kg/m	T mm	WEIGHT Kg/m	T mm	WEIGHT Kg/m
86-1	50	85	18	35	32	15	2	3.58	1.8	3.22	1.5	2.68
86-2	50	105	18	25	32	15	2	3.74	1.8	3.36	1.5	2.80
86-3	50	82	18	48	32	15	2	3.74	1.8	3.36	1.5	2.80
86-6	40	65	20	40	20	15	2	3.24	1.8	2.91	1.5	2.43
86-7	50	125	18	35	32	15	2	4.37	1.8	3.93	1.5	3.28
86-8	32	90	18	35	32	15	2	4.37	1.8	3.93	1.5	3.28
86-9*	50	105	18	35	32	15	2	4.10	1.8	3.70	1.5	3.07
86-10	32	70	18	35	32	15	2	4.10	1.8	3.70	1.5	3.07

* Two Way from



Z PROFILE	THICKNESS	WEIGHT	USE
mm	mm	Kg m	
160	2,5	6,14	ROOF COVER FOR BIG HALLS OF FACTORIES. SPORT HALLS. GREENHOUSES. GAS STATIONS. PASSENGERS STATIONS AND OTHER INDUST- RIAL USES.
	3	7,35	
180	2,5	6,53	
	3	7,84	
	3,5	9,14	
200	2,5	5,92	
	3	8,31	
	3,5	9,95	
220	2,5	7,32	
	3	8,78	
	3,5	10,24	
240	2,5	7,71	
	3	9,25	
	3,5	10,79	
260	2,5	8,10	
	3	9,72	
	3,5	11,34	

پروفیل های Z Z PROFILES



۳- استاندارد بسته بندی

تولید کنندگان کالاهای مصرفی با پیشرفت تکنولوژی و ایجاد بازار رقابتی به ویژه در عرصه صادرات ملزم به اخذ استانداردهای جهانی و ارتقاء سطح کیفیت محصولات خود خصوصاً در شکل تکامل یافته کنونی به صورت کیفیت فراگیر در کلیه پروسه های کار از ابتدای ورود مواد اولیه تا بسته بندی و خروج محصولات از کارخانه می باشند. یکی از پروسه های تکمیلی تولید، بسته بندی مناسب محصولات می باشد. بدیهی است که این واحد نه تنها در جلب رضایت مشتری مؤثر می باشد بلکه فواید بسیاری نیز برای تولید کننده دربر خواهد داشت که از آن جمله حمل و انبارداری آسان می باشد.

اما بسته بندی محصولات تولیدی به صورت جدی در کارخانجات لوله و پروفیل در ایران از شروع دهه ۱۳۷۰ آغاز گردید. با توجه به اهمیت ارزش ارز حاصل از صادرات و اشباع بازار داخلی در سالهای اخیر تولید کنندگان میل بیشتری به صادرات از خود نشان داده و سعی نموده اند با بسته بندی بهتر، از رقیبان خود پیشی گیرند که در ادامه این بخش از کم و کیف پروسه بسته بندی محصولات لوله و پروفیل سخن به میان خواهد آمد.

بسته بندی به دو روش کلی انجام می گیرد:

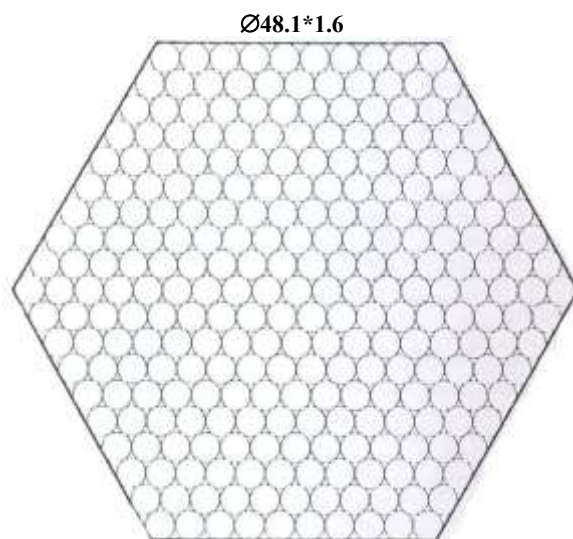
۱- بسته بندی همزمان با تولید (ON LINE)

۲- بسته بندی خارج از خط تولید (OFF LINE)

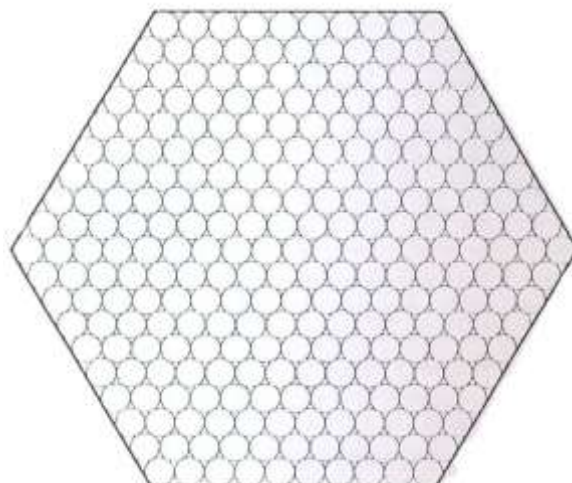
محصولات بسته بندی شده اگر قوطی و پروفیل باشند سطح مقطع به شکل مربع یا مستطیل است و در صورتی که لوله باشد به شکل شش ضلعی (هگزاگون) خواهد بود.

جهت بسته بندی ابتدا لازم است یکسری قالب و جیگ و فیکسچر قابل تنظیم در دسترس باشد، سپس لوله و پروفیل ها را بر روی آنها چیده تا بسته تکمیل گردد و بعد از آن تسمه و بست را متناسب با محیط مقطع به تعداد مورد نیاز آماده نمود (معمولاً ۵ عدد و فاصله مناسب آنها از ابتدای بسته به ترتیب $0/4m$ ، $1/7m$ ، $3m$ ، $4/3m$ و $5/6m$ می باشد) و به دور بسته قرار داده با تسمه کش، تسمه ها را کشیده و سپس با پرس، بست مربوط به آن را پرس کرد. پس از اتمام کار قالبها برداشته شده و بسته آماده جابجایی می باشد.

(مطابق اشکال ۱-۱ و ۲-۱)



Ø50.8*1.60



بسته بندی لوله

شکل (۱-۱):

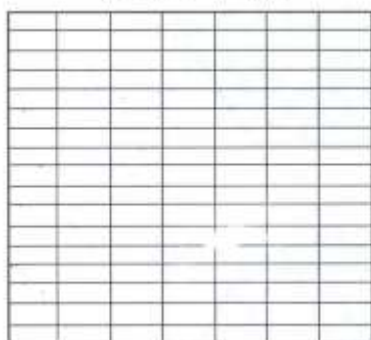
80*40 T=1.8



80*40 T=2.5



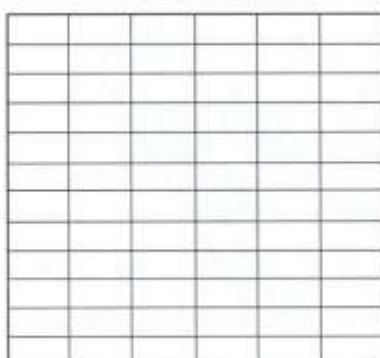
100*40 T=2.0



100*40 T3.65



120*60 T=2.5



120*60 T=3.65



۴- ویژگی‌های محصولات بسته‌بندی شده

۱- یکی از مهمترین ویژگی‌های بسته‌بندی محصولات، آن است که تولیدکننده ملزم به ارتقاء کیفیت می‌گردد چرا که قوطی یا لوله با حالت خمش طولی (شمشیری)، پیچیدگی، ناصافی سطح الماس، تیزنبودن گوشه‌های قوطی، گردنبودن لوله و پلیسه‌داربودن دو سر لوله و پروفیل و کوتاه یا بلندبودن محصولات و تolerانس ابعادی و... به بسته‌بندی شکل نامطلوب داده و موجب عدم رضایت مشتری از ظاهر بسته می‌گردد حتی در مواردی نیز بسته‌بندی میسر نمی‌گردد.

۲- بر روی لوله‌های گاز اجباراً باید نشانه‌های زیر قید گردد:

(براساس استاندارد شماره ۳۳۶۰ لوله‌های گازرسانی)

الف - نام و نشانی تجارتنی سازنده

ب - قطر اسمی لوله

پ - ذکر کلمه گاز

ت - علامت مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی (لازم به ذکر است که استاندارد لوله‌های گاز به صورت

اجباری می‌باشد).

ضمناً بر روی هر بسته لوله گاز نیز جداگانه پلاکی شامل عبارات ساخت ایران و نام و نشانی تجارتنی سازنده و علامت مؤسسه استاندارد باید قرار گیرد.

۳- باتوجه به اینکه ابعاد بسته قابل تنظیم می‌باشد می‌توان آن را طوری انتخاب کرد که وزن هر بسته متناسب با درخواست مشتری باشد (معمولاً وزن هر بسته را به صورت روند یک تنی یا دو تنی با $\pm 1\%$ تolerانس در نظر می‌گیرند) ضمناً ابعاد می‌تواند به صورتی باشد که از حداکثر سطح وسیله بارکش استفاده گردد (حداکثر ظرفیت بارگیری نقلیه) که خود موجب آسیب کمتر به وسیله نقلیه و ایمنی محصولات در مسیرهای طولانی می‌شود.

۴- با بسته‌بندی از حجم انبار حداکثر استفاده می‌گردد و انبارگردانی و حمل و جابجایی بسته‌ها با جرثقیل به راحتی صورت می‌گیرد ضمن آنکه کلیه مشخصات بسته‌ها در هر لحظه در اختیار بیننده قرار دارد.

۵ - پروسه‌های تکمیل بسته‌بندی

پس از اتمام مراحل بسته‌بندی، اقدامات ذیل صورت می‌پذیرد:

۱- بسته موردنظر در یک وان گازوئیل فرو برده می‌شود تا از زنگ زدگی جلوگیری گردد.

۲- روی بسته را با لفاف پلاستیک یا غیره کاملاً پوشش داده تا هنگام حمل از باران محفوظ بماند.

۳- در صورت حمل با لیفتراک زیر هر بسته ۳ تخته با فاصله‌های متناسب از هم قرار می‌گیرد.

۶- آشنایی با انواع مکانیزم‌ها و دستگاه‌های بسته‌بندی و موارد مصرف

انواع دستگاه‌های بسته‌بندی

۱ - دستگاه بسته‌بندی دستی - مکانیکی

۲- دستگاه بسته‌بندی دستی - پنوماتیکی

۳- بسته‌بندی اتوماتیک

۱- دستگاه بسته‌بندی دستی مکانیکی

در این سیستم کارگر مربوطه لوله و پروفیل را با دست از روی خرک به سمت قالب جیگ و فیکسچر هدایت می‌نماید و سپس بعد از پرشدن بسته تسمه را دور بسته قرار داده با تسمه‌کش و با قدرت دست می‌کشد سپس به وسیله پرس بست را محکم می‌نماید تا تسمه باز نشود. (مطابق شکل ۳-۱۰)

نحوه بسته‌بندی



شکل (۳-۱۰):

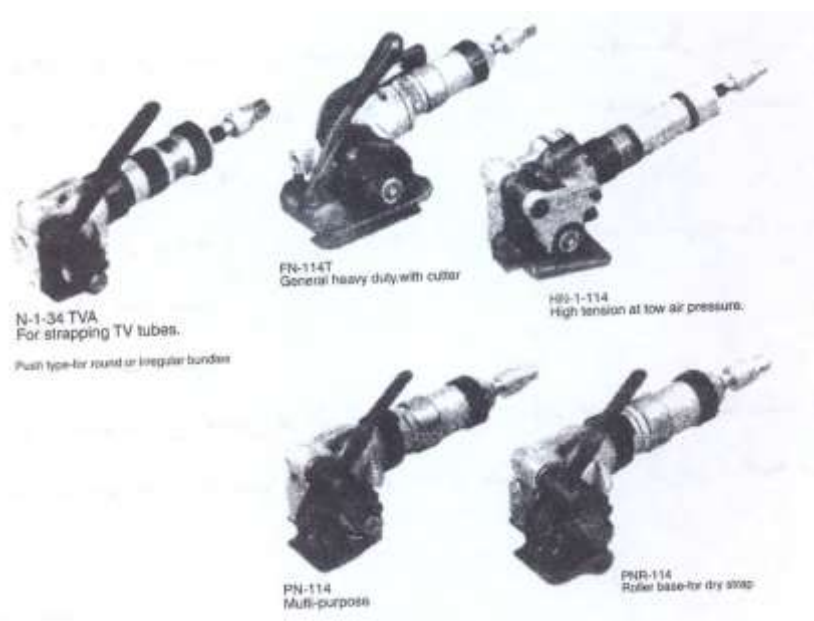
دستی (مکانیکی)

بسته‌بندی دستی

۲- دستگاه

پنوماتیکی

این سیستم مشابه حالت اول است فقط در این مورد کارگر نیاز نیست از قدرت بدنی استفاده نماید (جهت کشیدن تسمه و پرس بست) و این کار به وسیله فشار هوا انجام می‌گیرد. (مطابق شکل ۴-۱۰)



شکل (۴-۱۰): انواع دستگاه‌های بسته‌بندی اتوماتیک

۳- دستگاه بسته‌بندی اتوماتیک

در این سیستم، تجهیزاتی جهت انجام کلیه مراحل بسته‌بندی بدون نیاز به اپراتور تعبیه شده که به وسیله تابلوهای فرمان به صورت اتوماتیک کنترل می‌شوند، از جمله:

الف - میز تغذیه

میزی است با سطح شیبدار با راهنمای قابل تنظیم که در بالای آن قرار دارد. لوله یا پروفیل از فضای بین میز و راهنما به سمت نقاله حرکت خواهد کرد. حرکت قطعات براساس شیب میز می‌باشد.

ب - نقاله بالابر

جهت بردن شاخه‌های لوله و یا پروفیل به صورت تک‌تک به ارتفاع لازم، از نقاله بالابر استفاده می‌شود. این نقاله دارای زنجیر و قلابهایی به فاصله مساوی بر روی آن می‌باشد. لوله یا پروفیل با تکیه به قلاب، به سمت میز شمارش حرکت می‌کند. تعداد این میزها که همگی به زنجیر و قلابهای مربوطه مجهز می‌باشند، قابل تغییر بوده و به طراحی دستگاه بستگی دارد.

نقاله‌های بالابر توسط یک محور که معمولاً به یک دستگاه هیدروموتور متصل است، حرکت کرده و سرعت آنها نیز قابل تنظیم می‌باشد.

برای منظم کردن لوله‌ها و پروفیل‌ها و جلوگیری از روی هم افتادن آنها، تجهیزات راهنما در نظر گرفته شده است.

ج - محل خروج ضایعات

در انتهای نقاله بالابر، محلی در نظر گرفته می‌شود که اگر قطعه‌ای ناسالم باشد، به محل ضایعات هدایت خواهد شد. میز ضایعات دارای چرخ بوده و برای تخلیه به بیرون رانده می‌شود.

د - شمارشگر

شمارش شاخه‌های لوله یا پروفیل روی این میز انجام می‌گردد.

ه - پاروی حمل

جهت جابجایی شاخه‌های شمارش شده بر روی میز بسته‌بندی، از پاروی حمل که تقریباً شبیه شاخک‌های لیفت تراک است، استفاده می‌شود.

کورس رفت و برگشت پاروها، قابل تغییر است. پاروها توسط یک محرک، حرکت می‌نمایند که قدرت این محرک بستگی به تعداد پاروها، وزن شاخه‌ها و... دارد.

و - میز بسته‌بندی

شاخه‌های لوله یا پروفیل حمل شده توسط پاروها، بر روی یک میز بسته‌بندی بر روی هم چیده می‌شوند.

قطعات چیده شده به صورت اتوماتیک به اندازه لازم مرتباً پایین می‌روند تا عمل چیدمان کامل گردد.

عرض میز بسته‌بندی قابل تنظیم بوده و راهنمای جلویی عرض میز بسته‌بندی قابلیت خوابیدن یا به حالت افقی

قرار گرفتن را دارد. این عمل جهت تخلیه راحت‌تر از میز بسته‌بندی به میز متحرک حمل بسته‌ها صورت می‌گیرد.

حداکثر تحمل میز بسته‌بندی، ابعاد اضلاع شش‌وجهی میز بسته‌بندی یا اضلاع چهارگوش و طول میز بستگی به

میزان ظرفیت دستگاه دارد.

ز - میز متحرک حمل بسته‌ها

این میز متحرک دارای دو یا چند غلتک هرزگرد عمودی است که اضلاع بسته‌بندی در آن قرار می‌گیرد. یک طرف غلتکها ثابت و طرف دیگر جهت مقدار عرض بسته‌بندی قابل تنظیم است. تنظیم عمودی و باز نیز توسط اپراتور به صورت اتوماتیک و یا دستی انجام می‌شود. غلتکها توسط یک دستگاه موتور گیربکس و با هم به آرامی حرکت می‌کنند تا بسته را در مسیر ماشین تسمه‌کش قرار دهد.

حرکت رفت و برگشت میز متحرک حمل بسته‌ها بر روی ریل‌های ویژه‌ای که روی فونداسیون نصب شده و توسط یک دستگاه موتور گیربکس انجام می‌گردد.

ح - تابلوی کنترل

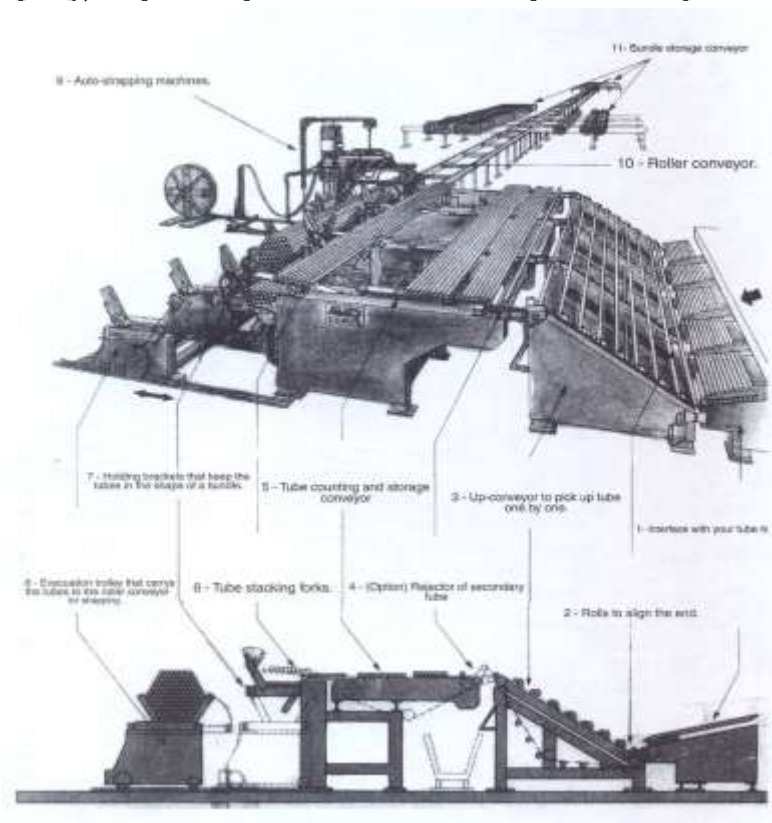
کلید حرکات دستگاه از طریق تابلوی کنترل، هدایت شده و شمارش تعداد شاخه‌ها، ردیف کردن آنها و انتخاب تیپ بسته‌بندی کلاً توسط یک دستگاه PLC انجام می‌شود.

ط - سیستم‌های هیدرولیک و پنوماتیک دستگاه

آنچه که در فوق ذکر گردید تجهیزات مربوط به یک خط بسته‌بندی لوله و پروفیل تیپ می‌باشد. بدیهی است متناسب با نیاز، این خط می‌تواند تغییرات مناسبی را شامل گردد.

در شکل (۵-۱۰) : نمونه‌ای از خط بسته‌بندی اتوماتیک لوله و پروفیل و همچنین نوع بسته‌بندی‌ها نشان داده شده است.

شکل (۵-۱۰) : نمونه‌ای از خط بسته‌بندی اتوماتیک لوله و پروفیل



منابع :

- Manufacturing Engineering and Technology. By Kalpakjian – 3 rd edition. - Copyright 1995. Addison- Wesley;Inc.
- Manufacturing Processes and Systems. By philip F.O stwald & Jairo Munoz. 9 th edition. Copyright 1997. John Wiley & Son
- Metals Handbook, Volume 14, Forming and Forging. 9th editin. - Copyright 1998. ASM INTERANTIONAL.
- Handbook of Metal Forming, Kunt Lange – 1 st edition. Copyright 1995. SME.
- TUBE INTERANTIONAL - (مجموعه مجلات)
- TUBE & PIPE - (مجموعه مجلات)

- اصول فرآیندهای فلزکاری صنعتی – جفری رو- ترجمه فریدون نیکبخت.
- شکل دادن فلزات، متالوژی و مکانیک- ویلیام هاسفورد و رابرت گدل- ترجمه مهندس محمدرضا افضلی.
- مواد و فرآیندهای تولید- ریخته گری، نورد، لوله سازی، پرسکاری، دگرمو- ترجمه علی حائریان (جلد ۲)
- آزمونهای غیر مخرب- تألیف بری هال و رنون جان- انتشارات دانشگاه صنعتی سهند.

پایان