فرم شماره ۹

تاریخ :
شماره :

دانشگاه ارومیه

دانشکده فني مهندسي

بسمه تعالی

پایان‌نامه خانم / آقای ..... به شماره دانشجویی..... رشته.....

تحت عنوان :

به تاریخ ..... و به شماره پایان‌نامه ..... و با رتبه..... و نمره

..... توسط هیئت محترم داوران ذیل مورد پذیرش قرار گرفت.

ردیف	کمیته دفاع	نام و نام خانوادگی	تاریخ و امضاء
۱	استاد راهنمای اول و رئیس هیات داوران		
۲	استاد راهنمای دوم		
۳	استاد مشاور (در صورت وجود)		
۴	داور خارجی		
۵	داور داخلی		
۶	نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده		

دانشگاه ارومیه

دانشکده فنی

گروه مهندسی مکانیک

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

گرایش ساخت و تولید

عنوان:

بهینه‌سازی عملیات برش ورقهای فولادی در ساخت اتاقهای کمپرسی با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی

اساتید راهنما:

دکتر مقصود سلیمانپور

دکتر طاهر ازدست

تنظیم و نگارش:

صلاح الدین خسروی چراغبدال

دی ۱۳۹۱

تقدیم به:

- پدر و مادر عزیزم که همیشه احوال من را جویا می شدند.

- همسر مهربانم که در همه شرایط به یاد من بود و دلگرم می کرد.

- دختر عزیزم نیان که با بوسه هایش مرا در انجام اینکار بیشتر توانا می کرد.

- دوست و برادر عزیزم مهندس مسعود رشیدی که در طول انجام پایان نامه و تهیه نقشه ها زحمت زیادی را کشیدند.

- همه دانشجویان و اساتید این مملکت که در راه یادگیری علوم مختلف، هدفی جز خدمت به جامعه خویش را دنبال نمی کنند.

تقدیر و تشکر

از معلم دلسوز و استاد بزرگوارم آقای دکتر مقصود سلیمانپور کمال تشکر را دارم که با بردباری و راهنمایی‌های دلسوزش هم در امور زندگی و هم در امور مربوط به تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد و بالاخص در کار روی این پایان نامه مرا راهنمایی و کمک کردند.

از استاد بزرگوارم آقای دکتر طاهر ازدست بسیار سپاسگزارم که در طول تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد، برادرانه مرا راهنمایی و نصیحت نمودند.

چکیده

عملیات برشکاری یکی از انواع عملیات صنعتی است که طی آن ضایعات زیادی به صورت دورریز ایجاد می‌شود و بنابراین لازم است این عملیات به گونه‌ای انجام شود که از اتلاف مواد اولیه جلوگیری بعمل آید. از این رو، انتخاب الگوی مناسب برای برش ورق در صنایع به نحوی که بتوان با کمترین ضایعات، قطعات و محصولات مورد نیاز خود را تولید کرد امروزه به عنوان یک فاکتور کلیدی جهت موفقیت در رقابت با دیگر صنایع تولیدی تبدیل شده‌است.

در حالت کلی مسائل برش به دو دسته‌ی چیدمان قطعات کوچک و دیگری برش ورق‌های بزرگ به قطعات کوچک تقسیم می‌شوند. برش یک ماده‌ی اولیه(*Cutting Stock Problem*) معمولا شایعتر از مسئله‌ی چیدمان در صنعت می باشد و در این پایان‌نامه همین مسئله در شرایط برش گیوتینی مورد مدلسازی و حل قرار گرفته است.

در این پایان‌نامه داده‌های اولیه‌ی مورد استفاده از یک شرکت کمپرسی سازی گرفته شده‌است. مجموعه قطعاتی که در این شرکت استفاده می‌شود بالغ بر هزار نوع است که از ورق‌های خام شش متری با ضخامت‌های مختلف بدست می‌آیند. از بین این قطعات تعداد نه قطعه از ورق با ضخامت چهار میلیمتر بدست می آید که بزرگترین ابعاد و بیشترین استفاده را دارند. به همین خاطر در این پایان‌نامه روی این نه قطعه کار شده است.

در این پایان‌نامه ابتدا نقشه‌ی هندسی قطعات توسط نرم‌افزار *Solid Works* رسم شد. سپس همه قطعات به صورت مستطیل در نظر گرفته شدند. ابعاد این قطعات به عنوان داده‌ی اولیه وارد نرم‌افزار *Smart Cut Pro* شد تا الگوهای برشی مورد نیاز را ایجاد کند. این الگوها در هر نوع ورق، تعداد و نوع قطعه را مشخص می‌کنند. سپس اطلاعات گرفته‌شده از الگوها جهت بررسی و تحلیل به عنوان داده‌ی اولیه به نرم‌افزار بهینه‌ساز *Lingo* داده‌شد.

از نرم‌افزار *Smart Cut Pro* تعداد ۳۲ الگوی برشی مناسب بدست آمد و از این تعداد الگو، توسط نرم‌افزار *Lingo* تعداد دوازده الگو به عنوان الگوی مؤثر در کاهش ضایعات شناخته شد. از بررسی و مقایسه‌ی نتیجه‌ی بدست آمده و تعداد قطعه‌ی مورد نیاز در سال، مشخص شد که اختلاف انگشت شماری مابین آنها وجود دارد.

این پایان‌نامه روی قطعات منتظم مستطیلی انجام شده‌است پیشنهاد می‌شود که روی قطعات نامنتظم در کارهای آتی تمرکز شود.

کلید واژه‌ها: حداقل‌سازی ضایعات، مسئله‌ی برش مواداولیه، برش‌گیوتینی

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات ۱
۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ فرآیندهای برشکاری غیرحرارتی ۲
۱-۲- ۱ برش با جت آب ۲
۱-۲-۲ برش با اره ۳
۱-۲-۲-۱ کمان اره ۴
۱-۲-۲-۲ اره لنگ ۴
۱-۲-۳ برش با گیوتین ۵
۱-۲-۳-۱ تاریخچه ۵
۱-۲-۳-۲ تعریف برش‌گیوتینی ۵
۱-۲-۳-۳ معرفی ۶
۱-۲-۳-۴ اجزاء مهم قیچی‌های گیوتینی ۷
۱-۲-۳-۵ نحوه کار و کاربرد قیچی‌های گیوتین ۸

فصل دوم: مروری بر تحقیقات گذشته ۹
۲-۱ مقدمه ۱۰
۲-۱ مسائل چیدمان(*Bin Packing Problem*) ۱۰
۲-۲ مسئله‌ی برش مواد اولیه(*Cutting Stock Problem*) ۱۲
۲-۳ جمعبندی ۱۶
۲-۳-۱ ابعاد ورق مادر(ورق اولیه) ۱۶
۲-۳-۲ تعداد مراحل برش ۱۷
۲-۳-۳ وضعیت انتخاب قطعات ۱۷
۲-۳-۴ هندسه قطعات مورد نیاز ۱۷
۲-۳-۵ تعداد قطعات مورد نیاز ۱۷
۲-۳-۶ تابع هدف ۱۷
۲-۳-۷ وضعیت چینش قطعات ۱۷
۲-۳-۸ ارزش قطعات ۱۸
۲-۳-۹ نوع ماشین برش ۱۸
۲-۳-۱۰ متغیرهای طراحی ۱۸

۲-۳-۱۱ ابعاد ماده ۱۸
۲-۳-۱۲ نوع مسئله ۱۸
۲-۳-۱۳ راه حل ۱۹

فصل سوم: بررسی مسئله ۲۳
۳-۱ مقدمه ۲۴
۳-۲ آشنایی با نرم‌افزار *Smart Cut Pro* ۲۴
۳-۲ معرفی قطعات ۲۷

فصل چهارم: مدلسازی ریاضی ۳۸
۴-۱ مقدمه ۳۹
۴-۱ برنامه‌ریزی خطی ۳۹
۴-۱-۱ تاریخچه برنامه‌ریزی خطی ۴۰
۴-۱-۲ کاربردها ۴۰
۴-۲ برنامه‌ریزی عدد صحیح ۴۱
۴-۲-۱ دسته‌بندی مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح ۴۲
۴-۲-۲ روش‌های‌حل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح ۴۳
۴-۲-۲-۱ گرد کردن جواب‌ها ۴۳
۴-۲-۲-۲ شمارش کامل جواب‌های صحیح ۴۳
۴-۲-۲-۳ الگوریتم انشعاب و تحدید ۴۳
۴-۳ مدل ریاضی پیشنهادی ۵۲

فصل پنجم: نتایج محاسبات ۵۴
۵-۱ مقدمه ۵۵
۵-۱ داده‌های ورودی برنامه *Smart Cut Pro* ۵۵
۵-۳ اطلاعات خروجی برنامه *Smart Cut Pro* ۵۶
۵-۳ داده‌های ورودی نرم‌افزار *Lingo* ۷۵
۵-۴ نتایج گرفته شده از نرم‌افزار *Lingo* ۷۷

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۰
۶-۱ مقدمه ۸۱
۶-۲ نتیجه گیری ۸۱
۶-۳ پیشنهادات ۸۱

فصل هفتم: مراجع ۸۳

فهرست جداول

جدول ۲- ۱ مقایسه‌ی تحقیقات موجود براساس ابعاد ورق، تعداد مراحل برش، انتخاب قطعه و راه حل مورد استفاده..... ۱۹
جدول ۲- ۲ مقایسه‌ی تحقیقات موجود براساس هندسه‌ی قطعات، استفاده از قطعات، چینش قطعات و ابعاد ماده..... ۲۰
جدول ۲- ۳ مقایسه‌ی تحقیقات موجود براساس تابع هدف و ارزش قطعه..... ۲۱
جدول ۲- ۴ مقایسه‌ی تحقیقات موجود براساس ماشین برش، متغیرهای طراحی و نوع برش..... ۲۲
جدول ۵- ۱ داده‌های اولیه در *Panels* برای نرم‌افزار *Smart Cut Pro*..... ۵۵
جدول ۵- ۲ داده‌های اولیه در *Parts* برای نرم‌افزار *Smart Cut Pro*..... ۵۵
جدول ۵- ۳ مشخصات الگوی شماره ۱..... ۵۶
جدول ۵- ۴ مشخصات الگوی شماره ۲..... ۵۷
جدول ۵- ۵ مشخصات الگوی شماره ۳..... ۵۷
جدول ۵- ۶ مشخصات الگوی شماره ۴..... ۵۸
جدول ۵- ۷ مشخصات الگوی شماره ۵..... ۵۹
جدول ۵- ۸ مشخصات الگوی شماره ۶..... ۵۹
جدول ۵- ۹ مشخصات الگوی شماره ۷..... ۶۰
جدول ۵- ۱۰ مشخصات الگوی شماره ۸..... ۶۰
جدول ۵- ۱۱ مشخصات الگوی شماره ۹..... ۶۱
جدول ۵- ۱۲ مشخصات الگوی شماره ۱۰..... ۶۱
جدول ۵- ۱۳ مشخصات الگوی شماره ۱۱..... ۶۲
جدول ۵- ۱۴ مشخصات الگوی شماره ۱۲..... ۶۲
جدول ۵- ۱۵ مشخصات الگوی شماره ۱۳..... ۶۳
جدول ۵- ۱۶ مشخصات الگوی شماره ۱۴..... ۶۳
جدول ۵- ۱۷ مشخصات الگوی شماره ۱۵..... ۶۴
جدول ۵- ۱۸ مشخصات الگوی شماره ۱۶..... ۶۴
جدول ۵- ۱۹ مشخصات الگوی شماره ۱۷..... ۶۵
جدول ۵- ۲۰ مشخصات الگوی شماره ۱۸..... ۶۵
جدول ۵- ۲۱ مشخصات الگوی شماره ۱۹..... ۶۶
جدول ۵- ۲۲ مشخصات الگوی شماره ۲۰..... ۶۷
جدول ۵- ۲۳ مشخصات الگوی شماره ۲۱..... ۶۷
جدول ۵- ۲۴ مشخصات الگوی شماره ۲۲..... ۶۸

جدول ۵- ۲۵ مشخصات الگوی شماره ۲۳ ..... ۶۸
جدول ۵- ۲۶ مشخصات الگوی شماره ۲۴ ..... ۶۹
جدول ۵- ۲۷ مشخصات الگوی شماره ۲۵ ..... ۶۹
جدول ۵- ۲۸ مشخصات الگوی شماره ۲۶ ..... ۷۰
جدول ۵- ۲۹ مشخصات الگوی شماره ۲۷ ..... ۷۱
جدول ۵- ۳۰ مشخصات الگوی شماره ۲۸ ..... ۷۱
جدول ۵- ۳۱ مشخصات الگوی شماره ۲۹ ..... ۷۲
جدول ۵- ۳۲ مشخصات الگوی شماره ۳۰ ..... ۷۲
جدول ۵- ۳۳ مشخصات الگوی شماره ۳۱ ..... ۷۳
جدول ۵- ۳۴ مشخصات الگوی شماره ۳۲ ..... ۷۳
جدول ۵- ۳۵ خلاصه نتیجه نهایی گرفته شده از نرم‌افزار *Smart Cut Pro* ۷۴
جدول ۵- ۳۶ مقادیر c_i برای هر چهار نوع ورق ۷۵
جدول ۵- ۳۷ مقادیر q_j برای نه قطعه در طول افق برنامه‌ریزی ۷۶
جدول ۵- ۳۸ مقادیر x_i بدست آمده از نرم‌افزار *Lingo* ۷۸
جدول ۵- ۳۹ رابطه‌ی الگوهای مؤثر، درصد استفاده و عرض ورق خام در الگوی متناظر ۷۸
جدول ۵- ۴۰ محاسبه‌ی میزان قطعه مازاد در طول افق برنامه‌ریزی ۷۸

فهرست اشکال

شکل ۱- ۱ برش با جت آب ۳
شکل ۱- ۲ یک نوع کمان اره ۴
شکل ۱- ۳ یک نوع اره لنگ ۴
شکل ۱- ۴ انواع برش گیوتینی و غیر گیوتینی از نوع جهت دار و بدون جهت ۵
شکل ۱- ۵ یک نوع گیوتین صنعتی ۶
شکل ۳- ۱ پنجره‌ی اولیه نرم افزار *Smart cut pro* ۲۵
شکل ۳- ۲ پنجره‌ی نتایج(چیدمان قطعات) نرم افزار *Smart cut pro* ۲۶
شکل ۳- ۳ نقشه‌ی اتاق کمپرسی شامل نه قطعه مورد بررسی در این پایان‌نامه ۲۸
شکل ۳- ۴ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره یک ۲۹
شکل ۳- ۵ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره دو ۳۰
شکل ۳- ۶ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره سه ۳۱
شکل ۳- ۷ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره چهار ۳۲
شکل ۳- ۸ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره پنج ۳۳
شکل ۳- ۹ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره شش ۳۴
شکل ۳- ۱۰ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره هفت ۳۵
شکل ۳- ۱۱ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره هشت ۳۶
شکل ۳- ۱۲ نقشه‌ی هندسی قطعه‌ی شماره نه ۳۷
شکل ۴- ۱ منطقه‌ی موجه مسئله‌ی (۴-۳) ۴۵
شکل ۴- ۲ منطقه‌ی موجه مسئله‌ی فرعی (۴-۴) ۴۶
شکل ۴- ۳ منطقه‌ی موجه مسئله‌ی فرعی (۴-۵) ۴۷
شکل ۴- ۴ منطقه‌ی موجه مسئله‌ی فرعی (۴-۶) ۴۸
شکل ۴- ۵ منطقه‌ی موجه مسئله‌ی فرعی (۴-۷) ۴۹
شکل ۴- ۶ منطقه‌ی موجه مسئله‌ی(۴-۸) ۵۰
شکل ۴- ۷ منطقه‌ی موجه مسئله‌ی(۴-۹) ۵۱
شکل ۴- ۸ دیاگرام انشعاب مربوط به مسئله‌ی(۴-۳) ۵۲
شکل ۵- ۱ چیدمان الگوی شماره یک ۵۶
شکل ۵- ۲ چیدمان الگوی شماره دو ۵۷
شکل ۵- ۳ چیدمان الگوی شماره سه ۵۷
شکل ۵- ۴ چیدمان الگوی شماره چهار ۵۸
شکل ۵- ۵ چیدمان الگوی شماره پنج ۵۸

شکل ۵- ۶ چیدمان الگوی شماره شش ۵۹
شکل ۵- ۷ چیدمان الگوی شماره هفت ۶۰
شکل ۵- ۸ چیدمان الگوی شماره هشت ۶۰
شکل ۵- ۹ چیدمان الگوی شماره نه ۶۱
شکل ۵- ۱۰ چیدمان الگوی شماره ده ۶۱
شکل ۵- ۱۱ چیدمان الگوی شماره یازده ۶۲
شکل ۵- ۱۲ چیدمان الگوی شماره دوازده ۶۲
شکل ۵- ۱۳ چیدمان الگوی شماره سیزده ۶۳
شکل ۵- ۱۴ چیدمان الگوی شماره چهارده ۶۳
شکل ۵- ۱۵ چیدمان الگوی شماره پانزده ۶۴
شکل ۵- ۱۶ چیدمان الگوی شماره شانزده ۶۴
شکل ۵- ۱۷ چیدمان الگوی شماره هفده ۶۵
شکل ۵- ۱۸ چیدمان الگوی شماره هجده ۶۵
شکل ۵- ۱۹ چیدمان الگوی شماره نوزده ۶۶
شکل ۵- ۲۰ چیدمان الگوی شماره بیست ۶۶
شکل ۵- ۲۱ چیدمان الگوی شماره بیست و یک ۶۷
شکل ۵- ۲۲ چیدمان الگوی شماره بیست و دو ۶۷
شکل ۵- ۲۳ چیدمان الگوی شماره بیست و سه ۶۸
شکل ۵- ۲۴ چیدمان الگوی شماره بیست و چهار ۶۹
شکل ۵- ۲۵ چیدمان الگوی شماره بیست و پنج ۶۹
شکل ۵- ۲۶ چیدمان الگوی شماره بیست و شش ۷۰
شکل ۵- ۲۷ چیدمان الگوی شماره بیست و هفت ۷۰
شکل ۵- ۲۸ چیدمان الگوی شماره بیست و هشت ۷۱
شکل ۵- ۲۹ چیدمان الگوی شماره بیست و نه ۷۲
شکل ۵- ۳۰ چیدمان الگوی شماره سی ۷۲
شکل ۵- ۳۱ چیدمان الگوی شماره سی و یک ۷۳
شکل ۵- ۳۲ چیدمان الگوی شماره سی و دو ۷۳

فصل اول: کلیات

۱–۱ مقدمه

تغییرات چشمگیری در دنیای تولید درحال شکل‌گیری است. این تغییرات به سبب زندگی در جوامع صنعتی، تأثیر چشمگیری بر زندگی بشر دارند. بنابراین از انواع سخت افزار رایانه گرفته تا رساندن آب به شیر آشپزخانه، تلفن برای ارتباطات، اتومبیل، قطار و هواپیما برای حمل‌ونقل، تلویزیون، ویدیو، مبلمان منزل، لباس و از این قبیل به گونه‌ای با صنعت سروکار دارند. این فراورده‌ها بر اساس فناوری‌های ساخت در کارخانه(سیستم‌های تولید) طراحی و ساخته می‌شوند.

اساساً تولید یک فعالیت ارزش‌افزا است که طی آن تبدیل ماده به فراورده به ارزش ماده‌ی اولیه می‌افزاید. بنابراین، هدف یک شرکت فعال در امر تولید، ایجاد ارزش افزوده توسط کاراترین روش با صرف حداقل زمان، ماده، هزینه، فضا و نیروی انسانی است. برای کمینه‌کردن ضایعات و بیشینه کردن کارایی، فرآیندها و علمیات باید به گونه‌ی مناسب انتخاب شوند و طوری آرایش یابند که مواد در داخل کارخانه روان جریان داشته باشد و درعین حال انعطاف‌پذیری محصول درحد بهینه باشد. رسیدن به این هدف‌ها مستلزم داشتن سیستم تولیدی مجهز به فرآیندهای تولید بهینه می‌باشد.

در مورد روش‌های برشکاری می‌توان به دو دسته‌ی کلی روشهای حرارتی و روش‌های غیرحرارتی اشاره کرد که از مهمترین روش‌های حرارتی می‌توان برش اکسیژن، برش با قوس‌پلاسما و برش لیزر را نام برد و از روش‌های غیرحرارتی می‌توان به برش با انواع اره(اره‌ی نواری، دیسکی، لنگ)، برش با گیوتین، برش با آب یا برش با جت ساینده اشاره کرد. در اینجا باتوجه به اینکه عملیات برش مورد بررسی در این پایان‌نامه از نوع گیوتینی است، در ادامه توضیحات مختصری در مورد روشهای برشکاری غیرحرارتی ارائه می‌گردد.

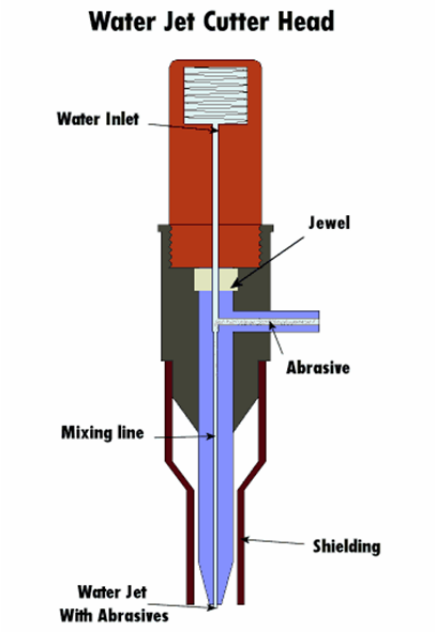
۱–۲ فرآیندهای برشکاری غیرحرارتی

۱–۲– ۱ برش با جت آب

اولین تلاشها برای بریدن مواد نرم با استفاده از واترجت[1] از سال ۱۹۶۰ آغاز شده‌است. از اواسط دهه‌ی هشتاد واترجت در ترکیب با مواد ساینده برای بریدن مواد سخت مثل فلزات، سنگها و پلاستیکها نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

بر طبق گزارش فراست و سولیوان[2] که در یک شرکت بازاریابی کار می‌کنند، اعلام شده که بکارگیری جت آب همراه مواد ساینده[3] به نحو چشمگیری رشد و گسترش پیدا کرده است.

[1] *Waterjet*
[2] *Frost and Sullivan*
[3] *Abrasive Waterjet*



شکل ۱- ۱ برش با جت آب[۹]

آب یک ابزار برشی است که هرگز کند نمی‌شود و یا نمی‌شکند؛ این فرآیند گرد و غبار تولید نمی‌کند، پس از این رو خطرات موجود در ماشین کاری کامپوزیت‌های الیافی و آزبست‌ها به حداقل می‌رسند. همچنین واترجت و لیزر هردو قادرند فلزات و دیگر مواد را برش دهند اما دستگاه‌های واترجت ارزان‌تر از دستگاه‌های لیزر هستند[۷].

این فرآیند برای برشکاری و شیارزنی غیرفلزات متخلخل مانند: چوب، چرم و اسفنج مناسب است. از آن همچنین برای برشکاری کامپوزیت‌ها، برداشتن روکش سیم‌ها و پلیسه‌گیری استفاده می‌شود. این فرآیند با بهره‌گیری از اصل تاثیرات فرسایشی یک جت آب با قطر کم و سرعت بالا کار می‌کند. کیفیت لبه‌های ماشینکاری شده در این فرآیند به طور معمول بهتر از دیگر فرآیندهای برشی رایج است. شکل ۱- ۱ نوعی از ماشین واترجت را نشان می‌دهد.

۱-۲-۲ برش با اره

از اره‌کاری به منظور بریدن و ایجاد شیار در قطعات استفاده می‌شود. دندانه‌های تیغه‌اره مانند گوه‌های کوچکی است که به ترتیب و پشت سر هم قرار گرفته‌اند و می‌توانند از روی قطعه‌کار براده‌برداری کنند[۴].

تیغه‌اره‌ها از فولاد سخت تهیه می‌شوند و در انواع مختلف وجود دارد. مثلاً برای بریدن قطعات نرم مسی و آلومینیومی و مواد مصنوعی از تیغه‌اره‌های دندانه درشت که ۱۴ تا ۱۶ دندانه در هر اینچ دارند استفاده می‌شود.

انواع متفاوتی از اره‌ها وجود دارد که در ذیل به دو مورد از آنها اشاره می‌شود:

۱-۲-۲-۱ کمان اره

کمان‌اره(شکل ۱-۲) دارای یک بدنه‌ی فلزی و دو فک است. یکی از فک‌ها متغیر است و در موقع تعویض تیغه‌اره در محل خود جلو و عقب می‌رود و فک دیگر ثابت است.

شکل ۱- ۲ یک نوع کمان اره[۸]

۱-۲-۲-۲ اره لنگ

دستگاهی است که عمل برش قطعات را به صورت خودکار انجام می‌دهد. سازوکار آن به صورت مکانیکی است و بوسیله‌ی انتقال حرکت الکتروموتور به چرخ لنگ، عمل رفت‌وبرگشت کمان‌اره را فراهم می‌کند.

شکل ۱- ۳ یک نوع اره لنگ[۸]

برای کم و زیاد کردن مقدار نیروی وارده از طرف تیغه نسبت به کار، شیر هیدرولیک تعبیه شده‌است که با چرخش شیر و تنظیم آن می‌توان مقدار برش را کاهش یا افزایش داد[۴]. شکل ۱-۳ یک نوع اره‌لنگ را نشان می‌دهد.

۱-۲-۳ برش با گیوتین

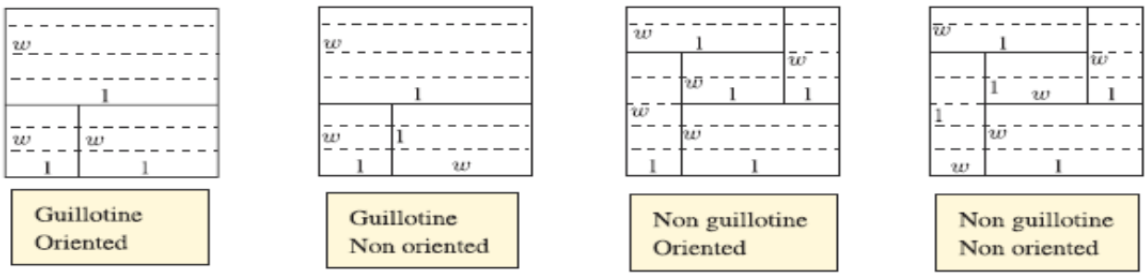
۱-۲-۳-۱ تاریخچه

گیوتین[4] وسیله‌ای با تیغه‌ی سنگین بوده و برای این که سر کسی را با آن از تنش جدا کنند، استفاده می‌شده‌است. این تیغه‌ی سنگین بین دو دیوار عمودی قرار داشته که این دیوارها به عنوان وسیله‌ی هدایت تیغه عمل می کردند. جلاد طنابی را می بریده و تیغه به پایین سقوط می کرده تا سر فرد را از تنش جدا کند. این وسیله به طور وسیعی در طول انقلاب فرانسه مورد استفاده قرار می‌گرفته و به خاطر همین مشهور شده‌است[۵].

۱-۲-۳-۲ تعریف برش‌گیوتینی

برش‌گیوتینی(برش لب به لب) عبارتست از برش یک قطعه‌ی مستطیلی بطوریکه خط برش از یک ضلع تا ضلع مقابل ادامه داشته‌باشد و مسیر برش با دو ضلع باقی‌مانده موازی باشد[۳۷].

مسئله‌ی برش‌گیوتینی می‌تواند به چندین شیوه بسته به محدودیت‌های خاص مسئله دسته‌بندی شود: اگر شکل قطعات اولیه جهت برشکاری، توسط چند پارامتر توصیف شوند نوع منظم و در غیر اینصورت نوع بی‌قاعده است. برش قطعات منظم را تودرتویی نیز می‌نامند.



شکل ۱- ۴ انواع برش گیوتینی و غیر گیوتینی از نوع جهت دار و بدون جهت[۴۳]

برش‌های منظم می‌توانند مستطیلی یا غیرمستطیلی باشند یعنی در جایی که قطعات مستطیلی هستند برش مستطیلی و اگر شکل دیگری داشته باشند برش غیرمستطیلی گویند. برش‌های مستطیلی می‌توانند جهت دار[5] باشند یعنی قطعه ای با عرض w و ارتفاع h متفاوت با قطعه‌ای است با عرض h و ارتفاع w، در غیر اینصورت برش جهت‌دار نیست و به عبارت دیگر می تواند دوران کند.

[4] *Guillotine*
[5] *Oriented*

اگر همه‌ی برش‌ها از یک لبه بطور مستقیم تا لبه‌ی مقابل آن در یک ورق اولیه(یا آن ورق که قبلاً برش خورده است) ادامه یابد و ورق را به دو قسمت تقسیم کند آنگاه الگوهای‌برشی ایجاد شده همگی گیوتینی هستند(شکل ۱-۴). الگوهای غیرگیوتینی محدود به این قانون نیستند و باید درنظر داشت که حل آنها سخت‌تر است. یک الگوی مرحله‌ای از برش‌گیوتینی، قطعه را در تعداد محدودی برش می‌زند. جهت برش در اولین مرحله‌ی برش می‌تواند افقی یا عمودی باشد(موازی با یکی از لبه‌های ورق اولیه) و جهت برش در هر مرحله برای همه‌ی برش‌های همان مرحله یکسان خواهد بود. جهت برش دو مرحله‌ی متوالی هم، بر هم عمود هستند[۳۰].

اگر تعداد مراحل برش از k تجاوز نکند، برش k- مرحله‌ای است درغیر اینصورت نامحدود است. هرگاه در مرحله‌ی پایانی فقط اجازه داده شود که قطعات خواسته شده از نواحی مصرف نشده جدا شوند، مسئله از نوع نادقیق خواهد بود درغیر اینصورت مسئله از نوع دقیق است[۳۰].

۱-۲-۳-۳ معرفی

برای سرعت عمل بیشتر در بریدن ورقها مخصوصاً آنهائی که دارای طول زیادتری می‌باشند، از قیچی گیوتینی استفاده می‌شود. در این قیچی‌ها معمولاً تیغه‌ی پائینی ثابت بوده و به لبه‌ی میز قیچی سوار شده‌است. تیغه‌ی بالائی که بطور عمودی قابل حرکت می‌باشد نسبت به تیغه‌ی پائینی دارای زاویه‌ای از ۱ تا ۶ درجه بوده و می‌توان با عبور دادن آن از کنار تیغه‌ی ثابت (پائینی) عمل برش را انجام داد.

شکل ۱- ۵ یک نوع گیوتین صنعتی[۹]

این قیچی‌ها را در دو نوع دستی و یا ماشینی ساخته و برای تامین حرکت تیغه‌ی متحرک آنها ممکن است که از مکانیزم لنگ و یا فشار روغن(هیدرولیک) استفاده گردد. نوع دستی این قیچی‌ها برای بریدن ورقهائی با طول تا ۲ متر و ضخامت ۱/۵ میلیمتر طراحی شده و با نوع ماشینی(شکل ۱-۵) آنها

می‌توان ورقهائی تا طول ۶ متر و ضخامت تا ۳۵ میلیمتر را برید. در دو طرف محل برش این قیچی‌ها شابلن‌های قابل تنظیمی درنظر گرفته شده‌اند که جهت تنظیم عرض برش در سری‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای نگهداری ورق در هنگام برش، در جلوی قسمت متحرک این قیچی‌ها، نگهدارنده‌ای تعبیه شده‌است که به همراه تیغه‌ی متحرک پائین آمده و قبل از شروع مرحله‌ی برش، ورق را به‌کمک نیروی وزن و یا نیروی فنر نگه میدارد[۸].

۱-۲-۳-۴ اجزاء مهم قیچی‌های گیوتینی

در قیچی‌های مکانیکی و هیدرولیکی، غیر از مکانیسم قدرتشان که متفاوتند بقیه‌ی اجزاء مهم آنها تقریباً با هم مشابهند که باختصار بشرح آنها پرداخته می‌شود[۸]:

- بدنه‌ی قیچی‌های گیوتین از سه روش تولید می‌شوند که عبارت‌اند از: الف: از ورقهای فولادی غلطک‌کاری شده تهیه می‌شوند که پس از عملیات ماشینکاری با پیچ‌ومهره یا جوش مونتاژ می‌شوند. ب: از قطعات ریخته‌شده تهیه می‌شوند. ج: با ترکیبی از دو روش فوق از ورقهای فولادی و قطعات ریخته‌شده تهیه می‌شوند. چون در حین برش اکثر بار وارده به یک قیچی بار انحرافی یا متحرک است و تنشهای پیچشی و افقی و عمودی بوجود می‌آید بنابراین میز قیچی را مستحکم می‌سازند تا در مقابل نیروهای وارده مقاومت لازم را داشته باشد و چون در لحظه‌ی برش ضربات سنگین بر بدنه‌ی قیچی وارد می‌آید لذا برای خنثی‌کردن آنها از متعادل کننده‌های فنری در گیوتینهای معمولی و از متعادل کننده‌های هوائی در قیچی‌های بزرگ استفاده می‌شود.

- موتور قیچی گیوتین: مسیر انتقال قدرت در یک قیچی گیوتین از موتور آن شروع می‌شود چون در کارهای مداوم و سرعتهای نسبتاً بالا زمان کوتاهی برای ذخیره‌ی انرژی بوسیله چرخ‌طیار وجود دارد و این امر فشار زیادی را به موتور وارد می‌سازد. بنابراین قدرت موتور گیوتین باید از حد ظرفیت آن بیشتر باشد یعنی باید قدرتی بیشتر از مقدار لازم داشته باشد.

- کلاچ: کلاچ مکانیسمی است که برای ارتباط و قطع ارتباط حرکت بکار می‌رود. در گیوتین از کلاچ برای شروع دوران میل لنگ استفاده می‌شود کلاچ در گیوتین چه از نوع مکانیکی و چه از نوع اصطکاکی باشد عامل ارتباط بین دنده‌ی محرک با چرخ طیار و یا میل‌لنگ است.

- نگهدارنده‌های ورق: این نگهدارنده‌ها برای برش صحیح و دقیق نگهداشتن ورق و همچنین تنظیم دقیق آن حایز اهمیت‌اند. بنابراین وجود نگهدارنده‌های ورق در گیوتین از وسایل ضروری بشمار می‌آید. نقش نگهدارنده‌های ورق، ثابت نگهداشتن ورق بر بستر (میز) قیچی گیوتین در لحظه‌ی برش است و انجام این امر به نیروی زیادی نیاز دارد. بنابراین چنانچه ورق بعلت عدم نیروی کافی جهت نگهداری آن از محل خود حرکت کند طبعاً برش صحیح صورت نخواهد گرفت. مضافاً وقتیکه تیغه‌ی بالائی قیچی با ورق تماس حاصل می‌کند نیروی کشنده بسیار قوی‌ای بر اثر اهرم ضربه‌زن قیچی بوجود می‌آید. به همین خاطر وسیله‌ی نگهدارنده باید آنقدر استقامت داشته باشد تا در برابر نیروها از خود مقاومت نشان دهد. برای این منظور