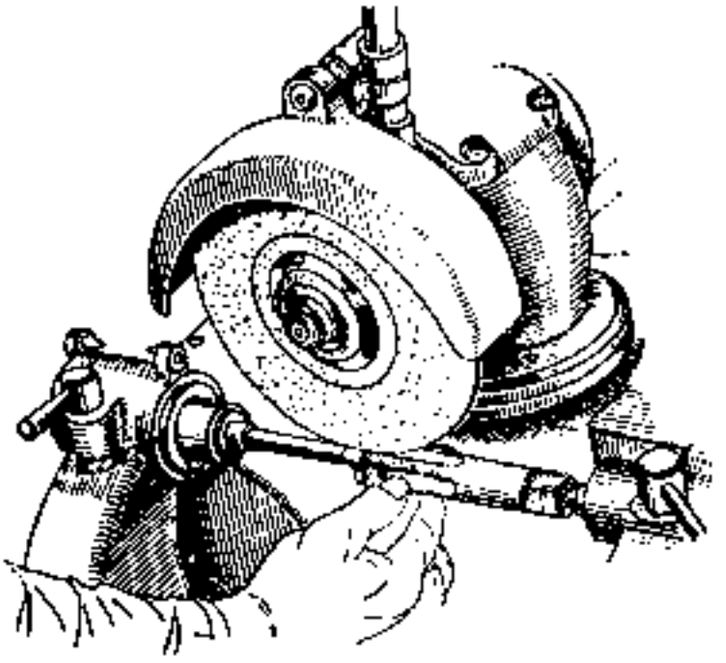


(شکل ۳۷ ــ ۱۰) طرز تیز کردن و اصلاح لبه‌های برنده یک غلاویز بر روی ماشین سنگ ابزار تیز کنی انیورسال

«ظریف کاری» یا پرداختکاری سایشی نهائی

قطعات کار سنگ‌زنی شده با ماشین‌های معمولی سایشی، باز هم در سطوحشان ناهمواریهائی دارند که در مواردی میبایستی تا حدّ ممکنه آنها را نیز مرتفع و یا برطرف سازند. این ناهمواریهای ظریف چنانچه بر روی سطوح لغزشی قطعات ساخته شده، مثلاً بر روی راههای میزهای ماشین‌های ابزار و یا در مسیر لغزش سوپرت‌های آن موجود باشند، میتوانند تولید اصطکاک کنند. نقاط بلند این سطوح بتدریج سائیده شده و در نتیجه ذرات ریز جدا گردیده از چنین قطعاتی با روغن‌ها و مواد چربکاری کننده بکار برده شده بین آنها، خمیری از مخلوط همگنی آنها بوجود می‌آورند که در اثر وجود خطر سائیدگی بوسیله مجموعه‌شان، احتمال فرسایش زیادتر برای اجزاء ماشین مورد نظر بیشتر می‌شود و بالاخره امکان دارد حالتی را ایجاد کنند که قطعات میزان شده قبلی، مانند زبانه میله‌ها یا محورها در یاتاقانها و یا سوپرت‌های ماشین‌های ابزار و غیره لقی‌های کاملاً غیر مجازی را پیدا کنند و موجبات کاهش دقّت ماشینکاری قطعات کار بکمک آنها فراهم شود.

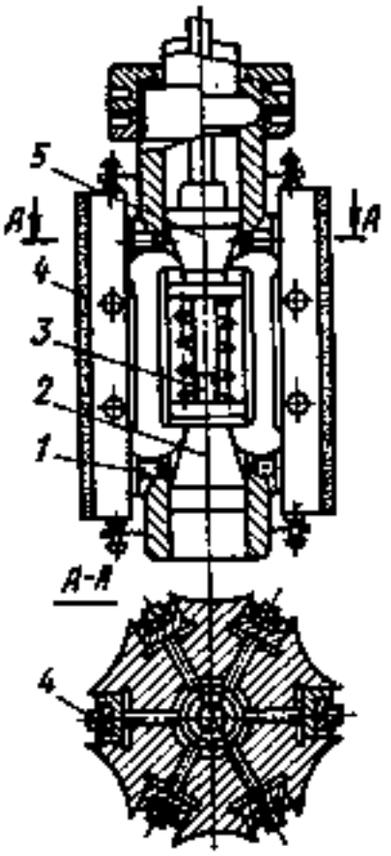
با توجه به استدلال فوق، معلوم می‌شود که میبایستی پاره‌ای از اجزاء تشکیل دهنده ماشین ــ آلات که مراحل تراشکاری، سخت‌کاری و سنگ‌زنی‌های آنها به اتمام رسانیده شده است را برای حصول اطمینان بالاتر از شرایط کار بردشان، لازمست صیقل‌کاری و پرداختکاری نهائی شوند و جهت نیل باین مقصود هم روش‌های متفاوتی وجود دارند که میتوانند این خواسته‌ها را برآورده سازند و در سطور زیر اصول اجرای هر طریقه تشریح می‌گردد، بنابراین ظریف‌کاری قطعات کار میتواند شامل عملیات زیر باشد:

۱ ــ هونن (با تلفظ واژه آلمانی Honen) یا پرداخت داخلی سیلندرها «Honing»ــ پرداخت داخلی سیلندرها و بطور کلی سوراخهای ایجاد شده قبلی در ماشین آلات را که اعمالی مانند: سوراخکاری، برقوکاری و حتی سنگ‌کاری اولیه بر روی آنها اجراء شده است را «هونن یا سنگ‌زنی کششی» گویند و ابزار یا ابزارهائی را که عهده‌دار انجام چنین عملی میباشند در زبان انگلیسی Hone نامیده میشوند. در هر حال اگر سنگ‌زنی کششی یا هونن را در مورد سیلندری اجرا کرده باشند، سطوح «آب‌بندی شده» و بسیار هموارى را در داخل کار بدینوسیله نمایان ساخته‌اند که دسترسی به آن کیفیت با ابزارهای معمولی امکان‌پذیر نمی‌توانست باشد. در این عمل ماده سائیدنی که به فرم میله‌ای از پودر بسیار دانه ریز و ظریف میباشد روی سطحی از کار که قبلاً آماده پرداخت کاری شده است با فشار کمی گردانده و کشیده می‌شود و با باردهی‌هائی در مرز هزارم‌های میلیمتر میتوان در مجموع ۰/۱ میلیمتر (بطور تقریبی) از پرداخت‌سائی با روش هونن انتظار داشت و در ضمن می‌توان علاوه بر سطوح داخلی قطعات کار، در مواردی هم قسمت‌های خارجی را پرداخت نمود.

یکی از بزرگترین کاربردهای سنگ‌زنی کششی یا هونن، پرداخت کاری سیلندرهای موتورهای درونَ سوز مانند موتور اتومبیل‌ها میباشد که میبایست اندازه‌هائی کاملاً یکسان برایشان بوجود آورد. ابزاری که جهت اجرای این خواسته بکار گرفته میشود «درفش سنگ کاری» است که شباهت به برقوی متحرک دارد و قطر خارجی آن قابل تنظیم است و در محیط آن میله‌ها یا قطعاتی ساخته شده از ماده ساینده با دانه‌بندی ظریف تعبیه گردیده‌اند (مانند شکل ۳۸ ــ ۱۰). این درفش را به میله کار ماشین هونن یا «ماشین سنگ کشی» متصل ساخته و بعد درفش توسط گیره واسطه‌ای که حرکت نوسانی دارد، با عدم دقت بسیار ناچیزی بطور خودکار به وسط سوراخ قطعه کاری که روی میز ماشین محکم شده است وارد می‌شود و در هنگام پرداخت کاری، میله کار دو حرکت دورانی و نوسانی یا رفت و آمدی را به ابزار هونن میدهد با سرعت محیطی (۷۰ m/min تا ۵۰) و در چنین شرایطی، قطعات پرداخت کننده ساینده، براده‌های بسیار ظریفی را از کار جدا می‌سازند و معمولاً بوسیله جریان مداومی از نفت سفید یا نفت معمولی چربکاری و در عین حال خنک کاری لازمه را انجام میدهد و با پاشیده شدن نفت، ذرات جدا شده به خارج از محیط پرداخت کاری هدایت میگردد.

طول کورس در عملیات هونن بایستی طوری تنظیم شود که ابزار کار به اندازه $\frac{1}{4}$ طولش از پائین و بالای قطعه کار بیرون آورده شود. فشار اعمال شده از طرف ابزار سنگ کشی به قطعه کار در مقایسه با عملیات سنگ‌زنی به میزان $\frac{1}{6}$ تا $\frac{1}{10}$ کاهش پیدا می‌کند و در عمل می‌توانند سوراخهائی از قطر ۳ تا ۱۰۰۰ میلیمتر را با استفاده از روش هونن، پرداخت کاری نمایند ولی از لحاظ طولی، چندان محدودیتی برای آن وجود ندارد و در مواردی تا بیش از ۱۲ متر در امتداد

طولی را توانسته‌اند بدینوسیله سنگ‌کشی کنند.



(شکل ۳۸ ــ ۱۰) مقطعی از تمای شماتیکی ابزار «هونن» و قسمتهای نگهدارنده آن بر روی ماشین سنگ‌کشی، اعداد مشخص شده روی دو نما، نشانگر اجزاء زیر میباشند:

۱ ــ انگشتی
۲ ــ مخروط پائینی تنظیم شعاعی
۳ ــ بیچ تنظیم قطر خارجی ابزار
۴ ــ قطعات برداخت کاری ساینی
۵ ــ مخروط بالائی تنظیم شعاعی

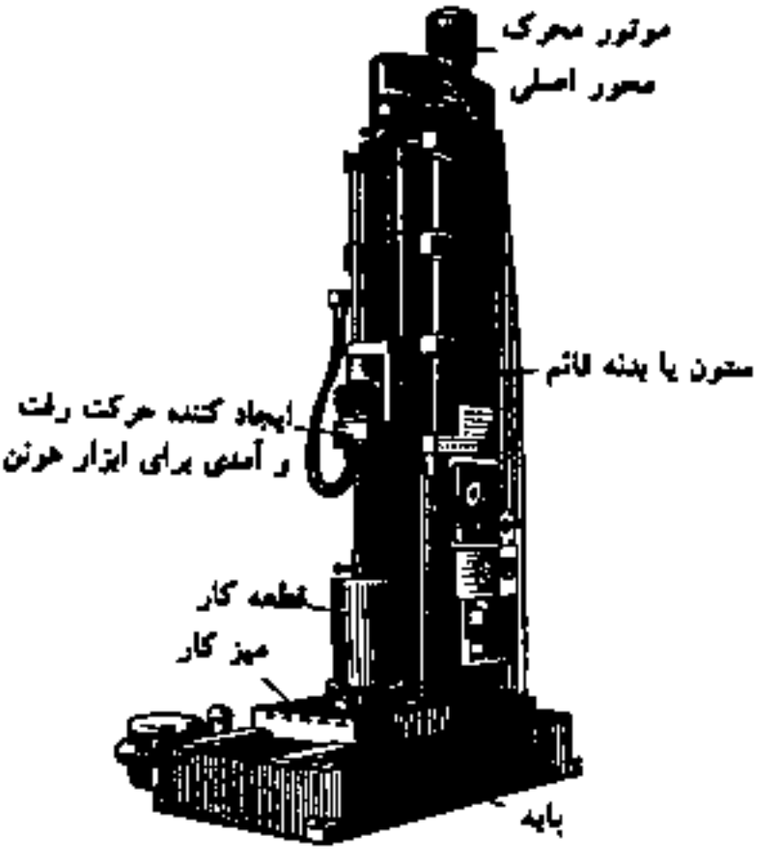
ماشین‌های هونن «Honing Machines» ــ بر حسب نوع عمل سنگ‌کشی مورد نیاز، ماشین‌های هونن، دارای گونه‌های متنوعی خواهند بود که میتوان آنها را شامل هونن‌های خارجی و داخلی و همچنین انواع یک و یا چند محوره دانست و مسلماً از لحاظ استقرار محورشان به رده‌بندیهای افقی و عمودی هم منقسم می‌گردند و چون امکان دارد در مواردی طول کورس برداخت‌سائی نیز عاملی برای طبقه‌بندی این ماشین‌ها بشمار آید، لذا اصطلاحات «هونن کورس کوتاه» و «هونن کورس بلند» را برای مشخص شدن میدان عمل آنها بکار میبرند.

در ماشین‌های سنگ‌کشی (یا هونن)، حرکت دورانی محور اصلی از یک جعبه دنده که معمولاً با حالتِ غیر پله‌ای قابل تنظیم است و به الکترو موتوری مرتبط میباشد تأمین میگردد و حال آنکه حرکت رفت و آمدی ابزار با استفاده از روش هیدرولیکی بوجود می‌آید و در بعضی از مدل‌های ماشین‌های هونن برای این منظور از مکانیزمهائی نظیر زنجیر و طناب یا کابل‌های مخصوص، بهره‌گیری می‌کنند.

(شکل ۳۹ ــ ۱۰) نشان دهنده یک نوع ماشین هونن یا سنگ‌زنی برداخت‌سائی عمودی یا قائم، یک محوره و با کورس متوسط میباشد.

قطر خارجی ابزار آن بین مقادیر ۵۰ mm تا ۲۰۰ قابل تنظیم بوده و طول کورس ماکزیمم

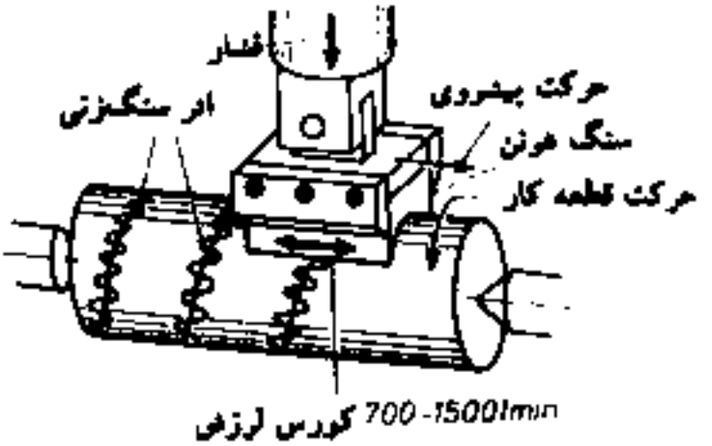
سنگ‌کشی آن میتواند ═ ۱۲۵۰ باشد.



(شکل ۳۹ ــ ۱۰) نمای ظاهری و قسمتهای اصلی یک نوع ماشین هونن یا سنگ‌کشی پرداخت‌سانی قائم، یک محوره با کورس متوسط.

هونن کورس کوتاه (سنگ‌زنی ارتعاشی) ــ در این روش پرداختکاری، علاوه بر دو حرکتی که در مورد هونن معمولی بیان شد، به حرکت سومی از نوع لرزشی یا ارتعاشی نیز نیازمند میباشند، و در واقع این حرکت سوّم مشخّص کننده «هونن کورس کوتاه» بشمار میرود. قطعه کار حرکتی دورانی و ابزار رفت و آمدی دارد و علاوه بر آن، ابزار هونن، لرزشی با دامنه‌ای ۱ تا ۵ میلیمتر وتعداد نوسانی بین ۷۰۰ تا ۱۵۰۰ دفعه برهر دقیقه را(باتوجه به شکل‌شماتیکی۴۰ ــ ۱۰ه مربوط به سنگ‌زنی لرزشی یک قطعه کار استوانه‌ای) دارا میباشد. اثرات پرداختکاری سایشی بصورت خطوطی موجی و مارپیچ بر سطح کار نمایان میشود. قوس سنگ هونن (Honen) با انحناء قطعات کار در حال سنگ زنی ارتعاشی، انطباق دارد و با اِعمالِ سه حرکت ذکر شده نه تنها فرم سیلندری قطعات کار، بلکه مقطع دایره‌ای آنها نیز اصلاح میگردد.

این طرز عمل پرداختکاری بسیار ظریف را میتوان برای صیقل دادن: محورها، سوراخ‌های قطعات کار، کره‌ها، مخروط‌ها و سطوح حلقوی و غیره مورد استفاده قرار داد. در هونن کورس کوتاه، ابتدا سنگ پرداخت با نقاط بلند قطعه کار تماس حاصل می‌کند و چنانچه سنگ پرداخت بکار گرفته شده دارای درجه سختی صحیح و چسبندگی مناسب باشد، در بدو شروع سایش، کار



(هونن کورس کوتاه)

(شکل ۴۰ ــ ۱۰) نمائی تجسّمی از «سنگ‌زنی ارتعاشی یا لرزشی» یک قطعه کار استوانه‌ای شکل بر روی «ماشین هونن کورس کوتاه» (به جهات حرکات سه گانه مورد نیاز و منطبق شده بر روی شکل، توجه شود)

را خط می‌اندازد و بازیاد شدن سطح تماس، بار برشی دانه‌های سایـنده کـم مـی‌شود. در اثـر خوردگی سطحی قطعه کـار و استهـلاک سنگ سنباده، روی سطح سنگ قشری اضافی ایـجاد می‌شود که در ادامه عملیات فقط بصورت عمل صیقل کاری اثر می‌گذارد و تا مدتی بـعد، از مـاده کار برداشته نمی‌شود.

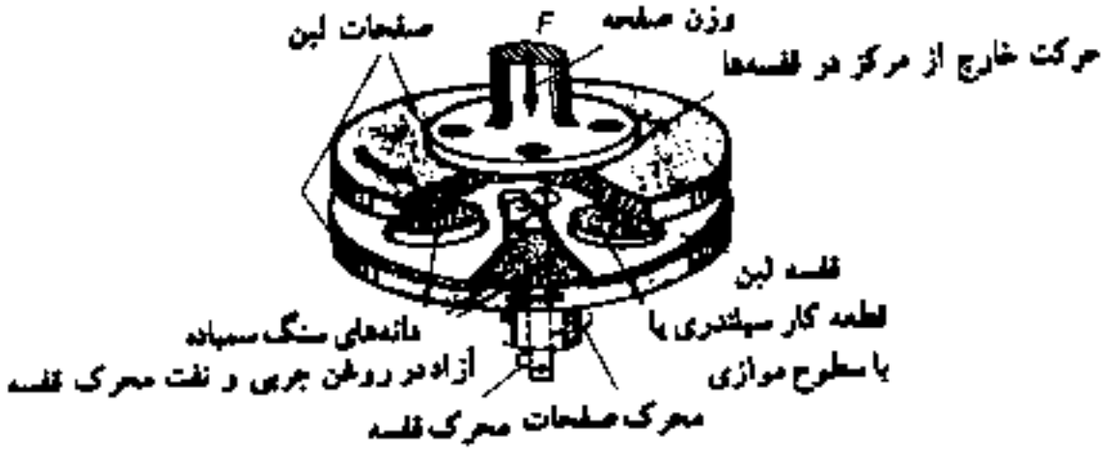
در هر قطعه کار جدید، سنگ بخاطر خشونت یا زبری سطح کار، خود بخود تیز مـی‌شود و در روش پرداخت سائی تشریح شده، برای کمک به سایش پرداختی، از روغن هونن و یا مخلوطی از نفت و روغن بهره‌گیری می‌کنند.

۲ ــ لپن (واژه آلمانی Lappen) یـا پـرداخت کـاری بسیار ظـریف سطوح «Lapping» ــ اصول اجراء یا طرز عمل «لپن»: این عمل عبارتست از یک نوع پرداخت‌کاری یا ظریف سائی که میتواند برای قطعات کار تخت و نیز گرد مورد استعمال داشته بـاشد و بـا بکارگـیری چنین روشی میتوان کیفیت صافی سطوح و همچنین اندازه دقیق و دلخـواه را بـدست آورد. بـنابراین لپن یـا پرداخت بسیار ظریف سطوح برای انجام عملیات سایش فوق‌العاده کم و بـا حـداقل عمق زبـری سطحی کاربرد داشته و اصول اجرای آن بدینگونه است که بر روی قطعه کار و صفحه گرد دواری که «صفحه لپن» نامیده می‌شود، مواد ساینده آزاد با دانه بندی خیلی ظریف (ذرات نمره No: 200 تا No: 600 بهمراه روغن یا نفت و یا مواد متناسب دیگر قبل از شروع کار بوسیلهٔ قلم‌مـو مـالیده یـا ریخته می‌شود وصفحهٔ فولادین دیگری که قادر است قطعات کار مشابه را در محل‌های تـعبیه شده بر روی سطح فوقانیش جا دهد و در حالی عمل پرداخت تحقق پیدا می‌کند که صفحـهٔ نگهـدارنده کار و صفحهٔ لپن دارای حرکتی دورانی در جهتی مخالف یکدیگر میباشند. قطعات کـار در داخـل

محل‌های موجود در «قفسه لپن» که از جنس مواد مصنوعی یا چوب‌های ویژه می‌باشند قرار می‌گیرند و این قسمت معمولاً دارای چرخشی دورانی خارج از مرکز بوده، و قطعه کار را در امتداد شعاع صفحه نیز به تحرّک وامیدارد.

کارهای ارجاعی برای عملیات پرداخت‌کاری بسیار ظریف سطوح، قبلاً سنگ زده شده‌اند و مقدار اضافی در نظر گرفته شده برای پرداخت با روش لپن در حدود ۵ تا ۲۰ میکرون (معادل ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۲۰ میلیمتر) میباشد که میتوان آنرا با روش لپن دستی و یا ماشینی برداشت و برای این منظور سرعت محیطی متناسب حدوداً ۱۰ m/min تا ۲۰ m/min میباشد ولی برای سطوحی که میبایست پرداختی بسیار عالی‌تری را دارا باشند لازمست از مقدار سرعت محیطی بکاهند (شکل ۴۱ ــ ۱۰) نشان دهنده اصول اجراء یا طرز عمل لپن برای قطعات تخت یا مسطح میباشد.

لازم به توضیح است که به هنگام لپن یا پرداخت کاری ظریف قطعات کار، مواد سنباده آزاد یا دانه‌های لپن بصورت قشر یا فیلمی مایع بین سطوح کار و ابزار لپن بر روی یکدیگر می‌لغزند و در اثر تغییر جهت مداوم حرکت لغزشی آن‌ها، از حرکت غلطکی یکنواخت دانه‌ها ممانعت بعمل آمده و در نتیجه جلوگیری کردن از چرخش ذرات مزبور، از دو طرف سطوح لغزشی عملی مشابه شابرزنی را اجراء می‌کنند.



(عملیات لپن)

(شکل ۴۱ ــ ۱۰) نمائی شماتیکی برای نمایاندن اساس لپن یا ظریف‌سائی و پرداخت قطعات کار مسطح (به جهات باردهی و دوران صفحات کار و ابزار لپن توجه شود).

مواد لپن و مایعات حمل کننده

مواد لپن برای پرداخت کاری بسیار ظریف سطوح کار، متناسب با جنس و نوع سطحی که از قطعه کار مورد نظر میبایست پرداخت شود انتخاب می‌گردد. برای پیش پرداخت فولادهای

آبداده شده و یا بدون آب و همچنین چدن‌ها و برنزها، پودر کروند یا اکسید آلومینیوم AL_2O_3 با دانه بندی بسیار ریز، و برای آخرین پرداخت اکسید کرم Cr_2O_3 (با رنگی متمایل به سبز) مصرف می‌شود و این مواد را معمولاً با نفت و روغن بصورت خمیری رقیق در می‌آورند و چنانچه سطوح کار فوق‌العاده سخت باشند، گرد الماس برای اینگونه موارد کاربرد خواهد داشت. مواد حمل کننده ذرات لپن از اصطکاک فلزی بین ابزار لپن و قطعه کار بر روی یکدیگر جلوگیری بعمل آورده و در عین حال عاملی برای خنک کاری و روغن کاری دانه‌های ساینده محسوب شده و ضمناً دانه‌های فرسوده شده و مواد سائیده شده را از سطوح کار تمیز می‌کنند. مواد حمل کننده‌ای که بیشتر از همه در عملیات لپن از آن‌ها بهره‌گیری می‌شود عبارتند از: نفت (منظور نفت معمولی یا نفت سفید Kerosine) ــ روغن ــ تربانتین ــ تالک ــ بنزن ــ بنزول ــ آب سود دار و الکل‌های متناسب و غیره. مایعات لپن غلیظ قشر ضخیمی را بوجود می‌آورند که در چنین شرایطی دانه‌های لپن بدون داشتن خاصیت برشی، غوطه‌ور خواهند ماند و از کارآئی آن‌ها بمیزان زیادی کاسته می‌شود و ماده‌ای که بیشتر از همه در این گونه پرداخت سائی‌ها مورد استعمال دارد، مخلوطی است از نفت و یک نوع روغن خاص بنام «گلایتول» (واژه آلمانی Gleitoel) و نفت، و در حالتی است که مجموعه آن دو را بکار برده باشند. در هنگامیکه نفت از حدّ معمول بیشتر باشد، برش تیز بوده و در مواردی که میزان روغن را زیادتر انتخاب کرده باشند، برش ظریف‌تر انجام گرفته و مقدار اثرات «خش» بجای مانده کاهش پیدا کرده و سطوح کار کمتر مخطط (خط خطی) خواهند شد.

ابزار لپن «Lapping Tool»

اصولاً ابزارهای لپن وظیفه اصلیشان فشردن دانه‌های لپن بر بالای قطعات کار بوده و میبایست آن‌ها را طوری راهنمائی کنند که فرم دقیق ابزار بر روی صفحه لپن شونده انتقال پیدا کند و روی همین اصل است که میبایستی تا حدّ ممکنه، شکل هندسی ایدآل را که میتواند بعنوان مثال: مسطح، استوانه‌ای و یا کروی و سایر اشکال دلخواه باشد را برایش قائل شوند.

چنین ابزارهائی لازمست حتی‌الامکان نسبت به قطعه کار نرم‌تر انتخاب گردند تا به هنگام اعمال فشارهای نسبتاً کم گیراثی کاملاً دقیق ذرات لپن کاری عاید شود، ولی نبایستی از حدّ معینی نرم‌تر انتخاب شوند چون در آن صورت به سرعت فرم اصلی خود را از دست میدهند و در ضمن نباید خلل و فرجی در سطوح ابزار لپن دیده شود چون وجود آن‌ها موجب چسبیدن مواد پرداخت کاری بسیار ظریف، بطور محکم به صفحه لپن می‌شود و در نتیجه کیفیت سطوح مطلوب حاصل نخواهد گردید.

چدن‌های خاکستری پرلیتی ویژه‌ای که در عین حال از تراکم خوبی بر خوردار هستند،

میتوانند ماده متناسبی برای ساختن ابزارهای لپن سطوح صاف و گلوئی‌های مختلف و درُن‌ها و غیره محسوب شوند و حدود درجه سختی آن‌ها با توجه به سختی سنجی با روش برینل که عدد سختی برینل میباشد در حدود Kp/mm^2 ۲۰۰ تا ۱۴۰ = B.h.n. (مخفف شده کلمات انگلیسی Brinell hardness number) در نظر گرفته شود. (لازم به یاد آوریست که در روش‌سختی‌سنجی برینل، ساچمه‌های کروی شکل فولادین بسیار سخت و با قطرهای استاندارد شده را با نیروهای معینی به سطح کار نرم‌تر از ساچمه، می‌فشارند و بعد از اندازه‌گیری قطر دایره اثر بجا مانده d بر روی سطح کار و مشخص بودن D یعنی قطر ساچمه و نیروی فشاری F از رابطه:

$$B.h.n. = \frac{F}{\frac{\pi D}{2}(D-\sqrt{D^2-d^2})}$$

عدد سختی برینل را برحسب Kp/mm^2 بدست می‌آورند و در واقع مخرج فرمول فوق‌الذکر، عبارتست از سطح عرقچین کروی بجا مانده از اثر دادن ساچمه کروی شکل بر روی کار مورد سنجش برای سختی سنجی با روش یاد شده در بالا). در فرمول فوق d و D برحسب میلیمتر و F برحسب کیلو پوند میباشد.

عملیات لپن

با توجه به شرحی که در مورد اصول اجرای این روش پرداخت کاری بسیار ظریف سطوح بیان شد، عملیات لپن‌کاری را میتوان به دو گروه کلی زیر تقسیم‌بندی کرد که عبارتند از:

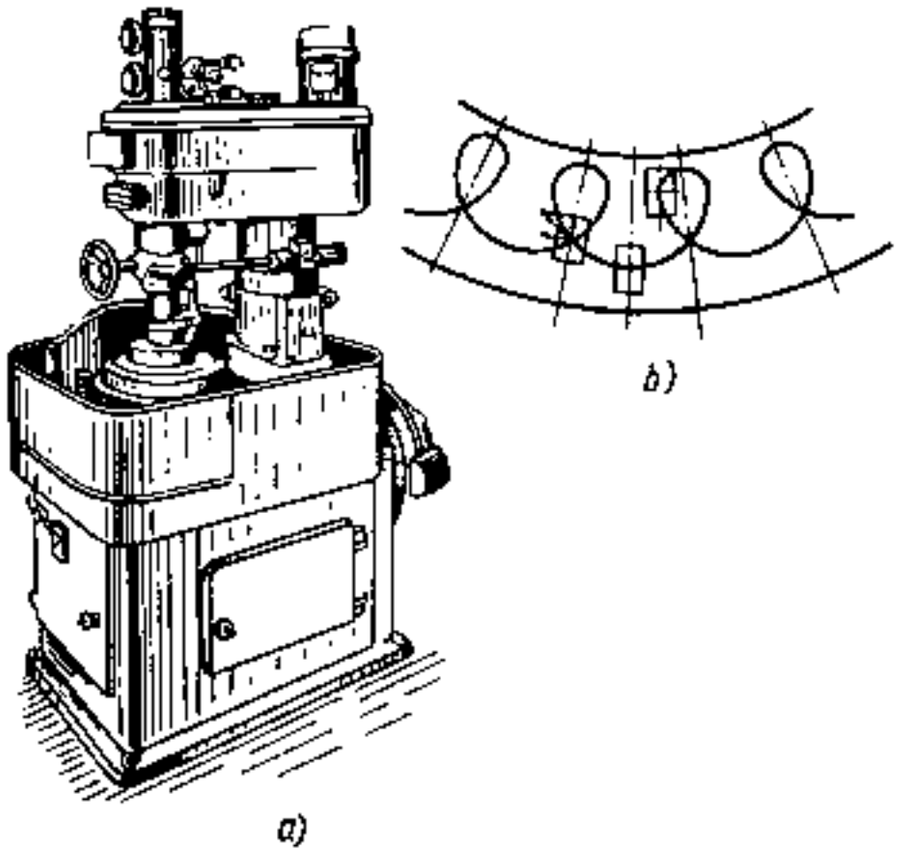
الف ــ لپن دستی: که مجموعاً روشی سهل و آسان بشمار آمده و با وسائل نسبتاً ساده‌ای قابل اجراست، به نحوی که در لپن کاری مسطح، قطعه کار بر روی صفحه لپن در شرایطی که بر روی سطوح پرداخت شونده‌اش مواد یا مخلوط لپن مالیده شده است، بوسیله دست در مسیرهای دایره‌ای شکل و یا لغزشی و در امتداد خطوط نامنظم حرکت داده می‌شود و طوری این عمل را انجام میدهند که سطوح تماس همواره در حال تعویض باشند و چنانچه لپن کاری خارجی و داخلی قطعات مدوّر در مدّ نظر باشد، به درن‌های ویژه‌ای نیازمند خواهند بود. امکان دارد که برای قطعات گرد، لپن کاری را با استفاده از ماشین‌های تراش معمولی و یا ماشین‌های مته که درن لپن را وادار به چرخش می‌کند اجرا نمایند.

ب ــ لپن ماشینی: در سری سازی یا تولید انبوه از ماشین‌هائی که مختصّ عملیات لپن طراحی و ساخته شده‌اند بهره‌گیری می‌کنند، بسته به اینکه قطعات کار تخت و یا گرد باشند، دارای صفحه لپن و ابزار لپن متناسب میباشند.

قطعات کار در قالب‌ها یا قفس لپن که همانند گیره‌ای عمل می‌کنند محکم گردیده و مابین

سطوح پرداخت شونده و ابزار پرداخت کاری، ماده لپن با قلم مو مالیده شده و یا بعضی این عمل را انجام میدهد و به هنگام سایش پرداختی، صفحه یا چرخ روئی به سمت پائین می‌آید، و در نتیجهٔ سنگینی خود آن و یا فشار اضافی دیگری که بدان اعمال می‌شود، بطرف کار فشرده می‌شود و قالب‌های نگهدارنده کار و قطعات کار همراه آن‌ها، به غیر از حرکت دورانی دسته جمعی، دارای حرکت لنگ نیز خواهند بود و در عین حالی که غلط می‌زنند، حرکتی لغزشی هم خواهند داشت.

بعنوان مثال، در مورد نمونه کارهای لپن ماشینی شده نتایج زیر بدست آمده است: پرداخت کاری ماشینی برای ۲۴ عدد میله گژن پین یا انگشتی پیستون، به قطر ۲۴ میلیمتر و طول ۱۰۰ میلیمتر که اضافه قطری معادل ۰/۰۱ میلیمتر برای هر کدامشان در ابتدای عملیات وجود داشته، در شرایطی که اکسید کرم ماده اصلی لپن کاری بوده است، به زمانی برابر ۱۰ دقیقه احتیاج داشته و پرداخت بسیار ظریف را با تلرانس ۰/۰۰۱ میلیمتر باتمام رسانیده‌اند (شکل ۴۲ ــ ۱۰) نشان دهنده ماشین لپن میباشد.



(شکل ۴۲ ــ ۱۰)(a) نمای ظاهری ماشین لپن یا پرداخت کاری بسیار ظریف سطوح (b) مسیر حرکات داده شده به صفحهٔ لپن

لپن تشعشعی

لپن تشعشعی به روشی گفته می‌شود که مخلوطی نسبتاً رقیق از مایع لپن که میتواند دانه‌های

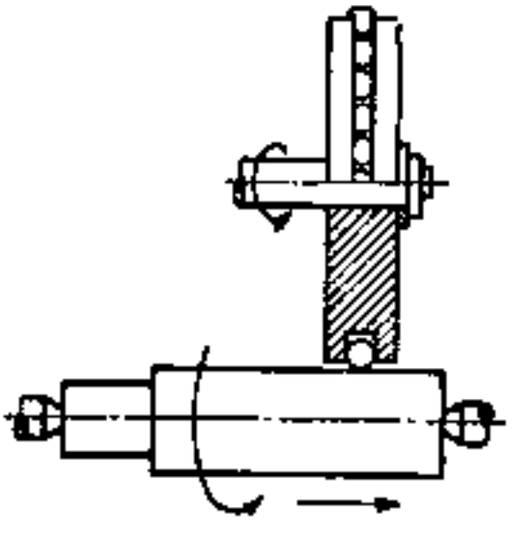
لپن غوطه‌ور شده در آب باشد را بوسیله پیستوله‌ای که به هوای فشرده مرتبط است با سرعتی در حدود ۲/۵ برابر سرعت سیر صوت در هوا (یعنی تقریباً ۸۵۰ m/Sec = ۳۴۰ × ۲/۵) بر روی سطوح قطعات کار بپاشند.

از سرعت برگشت دانه‌های لپن، بعلت وجود قشر یا فیلم نازکی از مایع لپن کاری بجای مانده بر روی سطح کار، مقداری کاسته می‌شود و در عین حال دانه‌های لپن برای تمیز کردن زبری یا خشونت سطحی بحرکت درمیآیند و تشعشع مواد لپن باعث ایجاد تحرک در دانه‌های سایننده شده و فشار سطحی تولیدی، ناهمواری‌های ظریف که هدف حذف کردن آن‌ها بوده است را از بین می‌برد. درست اجراء کردن لپن تشعشعی بمیزان زیادی به زاویه صحیح پاشش مایع لپن وابستگی دارد و انتخاب صحیح آن سطحی صاف و صیقلی را عاید می‌سازد (حداکثر براده‌برداری تحت زاویه ۴۵° بوجود می‌آید و با کم شدن آن مقدار براده‌برداری سایشی نیز تنزل پیدا می‌کند).

پرداخت‌کاری با روش غلطکی «Burnishing by Rolling method»

ایجاد کردن جلای فلزی با روش غلطکی برای سطوح کار، روشی است که میتواند صافی سطوح را با کیفیتی مرغوب بدست دهد و در عین حال دقت ماشینکاری بالائی را نیز عاید سازد. این طریقه پرداخت‌کاری خاص، مبتنی بر این اصل است که غلطک‌هائی فولادین و سخت شده (مطابق شکل «۴۳ ــ ۱۰» که در یک یا چند ردیف) به سمت کار فشرده میشوند و حرکت باری طولی را ممکن است خود قطعه کار دارا باشد.

نیروهای شعاعی قابل توجهی که در پرداخت‌کاری با طریقه غلطکی ظاهر میشوند، سبب فشرده شدن لایه‌های سطحی کار شده و بدین ترتیب تنش فشاری قابل تحمل بوسیله آن‌ها افزایش



(شکل ۴۳ ــ ۱۰) شکل دیاگرامی اصول پرداخت کاری یک محور با روش غلطکی بر روی ماشینی شبیه ماشینهای گردسانی

پیدا خواهد کرد و یا بعبارت دیگر، اینگونه پرداخت کردن اثرات فاحشی در ازدیاد مقاومت سطحی در برابر فرسایش و نیز افزایش عمر مفید اجزاء ماشینی که این عمل در مورد سطوحشان اجراء شده، بجای میگذارد. بالا بردن مقاومت در برابر فرسودگی بوسیله فرایند فوق‌الذکر با میزان قابلیت تراکم مواد تشکیل‌دهنده سطوح قطعات کاریکه با این روش جلا داده میشوند متناسب است. قسمت‌هائی از محورهائی را که میخواهند در داخل یاتاقان مستقر شده و کار کنند، پس از آنکه عملیات فلزتراشی اولیه‌شان بپایان رسیده باشند را با غلطک زدن پرداخت کرده و همراه با آن، لایه‌های سطحیشان را نیز متراکم میسازند و برای این منظور آنها را بر روی مرغکهای دستگاهی همانند ماشینهای گردسائی سوار کرده و با دور متناسبی وادار به چرخش می‌نمایند و دیسک مخصوصی که در شیار پیرامونش غلطک‌هائی که معمولاً کروی شکل یا ساچمه‌هائی فولادین پر کرده‌اند مماس خارج می‌سازند. ساچمه‌ها نحوه استقرارشان در شیار دیسک ابزار پرداختکاری طوریست که در عین حال آزاد بودن، سقوط هم نخواهند کرد. غلطک‌های در حال چرخش تحت تأثیر نیروی گریز از مرکزی که بدانها وارد می‌شود بسمت سطوح کار سوار شده بر روی محور ماشین فشرده می‌شوند و همانطور که در بالا هم به آن اشاره شد، حرکت باری طولی نیز برای پوشیده شدن تمامی سطح پرداخت‌شونده در سیستم کاری ماشین پیش‌بینی شده است و نیروی گریز از مرکز هم مستقیماً با تعداد دوران بر هر دقیقه دیسک ناقل غلطک‌ها تناسب خواهد داشت و چنین روشی را میتوان برای محورهای نسبتاً نازک و باریک در صورت نیاز بکار برد و آنها را جلا داد.

فصل یازدهم

براده‌برداری‌های الکتریکی

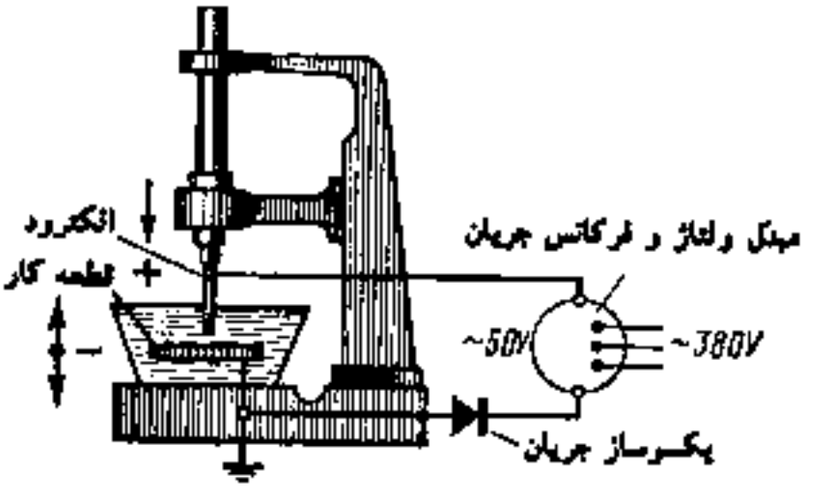
مقدمه:

براده‌برداریهای مختلف از قطعات کار، توسط ماشینهای ابزاری مانند: ماشینهای تراش، فرز، مته، صفحه تراش و سایر ماشینهای ابزار اختصاصی، جزو روش‌های مکانیکی ساخت قطعات محسوب میشوند و با تحقیقاتی وسیع که در سال‌های اخیر به منظور دسترسی به طرق براده‌برداریهای فیزیکی انجام گرفته، متدهای نوظهوری در ماشین‌سازی که مبتنی بر بعضی از پدیده‌های فیزیکی هستند، پیدا شده‌اند که میتوان براده‌برداری‌های با روش‌های: جرقه‌ای (اسپارک) ــ الکترولیتی ــ ماوراء صوتی (Ultrasonic) ــ اشعه لیزری و غیره را نام برد که از میان آن‌ها دو طریقه اوّل را که عمومی‌تر شده و تکامل بیشتری را پیدا کرده‌اند باختصار مورد بررسی قرار میدهیم.

۱ ــ براده‌برداری جرقه‌ای (روش اسپارک Spark)

ماشین‌ها یا دستگاههائی که با روش جرقه‌ای برای ساختن سنبه‌ها و ماتریس‌های کششی و برشی بکار گرفته شده‌اند، اساس عملکردشان بر مبنای حذف براده بین قطعه کار هادی جریان و الکترود ویژه آن میباشد. کار به میز ماشین بسته شده و به قطب دارای پتانسیل منفی (-) مرتبط است و الکترود نسبت به آن پتانسیل مثبت (+) خواهد داشت (با توجه به شکل شماتیکی ۱۰ ــ ۱۱» که نمایانگر اساس کار ماشین اسپارک میباشد).

جریان متناوب ورودی به سیستم الکتریکی ماشین که به عنوان مثال میتواند از شبکه برق ۳۸۰ ولتی با فرکانس یا تواتر ۵۰ هرتز تأمین شود، ابتدا به یکدستگاه مبدّل یا کنورتور Convertor مخصوصی که هم ولتاژ و همچنین فرکانس را تغییر میدهد داده می‌شود و جریانی متناوب با ولتاژ کمتری مثلاً ۵۰ ولت و تواتر بیشتری مانند ۴۹۰ هرتز تهیه می‌کنند و آنگاه با عبور دادن از یکسو ساز یا یکسوکننده جریان (رکتیفایر Rectifier)، نوعی جریان مستقیم ضربه‌ای بدست می‌آورند که به کار و الکترود مخصوص رسانیده می‌شود. ضربان‌های تناوبی از تخلیه الکتریکی متوالی، براده‌های بسیار ریزی را از کار جدا میسازد و در عین حالی که الکترود تدریجاً خورده می‌شود، فاصله نوک آن تا سطح کار به میزان دقیقی توسط دستگاه ویژه‌ای ثابت می‌ماند و



(شکل ۱ ــ ۱۱) اصول ساختمان ماشین براده‌برداری جرقه‌ای یا اسپارک

قطعه کار در شرایطی قرار دارد (با توجه به شکل شماره ۱ ــ ۱۱) که بالای آن را «مایعی عایق» و متناسب مانند نفت یا روغن‌های با غلظت کم نظیر روغن ترانسفور ماتور و غیره فراگرفته یا بعبارت دیگر، کار در روغن غرق میباشد. مصرف الکترود بین ۲۵٪ تا ۳۰۰٪ نسبت به میزان فلز جدا شده در اثر جرقه‌زنی خواهد بود. یکی از بزرگترین مزایای این روش آن است که میتوان آن را برای براده‌برداری از اجسام بسیار سخت که سایر ابزارهای معمولی بر آن کارگر نیستند، بکار گرفت و لذا روش اسپارک برای ماشینکاری قطعات ساخته شده از کربور تنگستن (یا کاربید تنگستن که ماده‌ایست فوق‌العاده سخت که از ترکیب شدن فلز تنگستن یا ولفرام با کربن بدست می‌آید) مورد استعمال قرار داد.

قسمت‌های اصلی ماشین براده‌برداری با جرقه الکتریکی عبارتند از:

۱ ــ بدنه ماشین ۲ ــ میز کار و مکانیزم‌های ایجادکننده حرکات لازم برای آن ۳ ــ مقر یا جای استقرار الکترود مخصوص ۴ ــ قطعات و دستگاههای متعلق به مدار الکتریکی برای بوجود آوردن جریان مستقیم ضربه‌ای.

ضمناً لازم به یادآوریست که مایع عایق الکتریکی برای رسیدن به اهداف زیر در ماشین‌های اسپارک کاربرد خواهد داشت:

۱ ــ جذب گرمای ناشی از تخلیه‌های الکتریکی ناحیه عمل جرقه‌زنی.

۲ ــ ایجاد کردن محیطی برای غوطه‌ور شدن براده‌های جدا شده.

۳ ــ دور ساختن براده‌ها از محل تولیدشان.

۴ ــ جلوگیری از چسبیدن ذرات براده ریز به الکترود یا به قطعه کار و یا به یکدیگر.

در این روش فشار مکانیکی به دستگاه وارد نخواهد شد و دقّت‌هائی تا ۰/۰۰۵mm میتوان از طریقه «براده‌برداری اسپارکی» انتظار داشت و ماشین‌هائی که جدیداً بر این مبنا ساخته شده‌اند

به کامپیوتر هم مجهز شده‌اند تا جزئی‌ترین عملیات ماشین را تحت کنترل درآورند.

۲ ــ براده‌برداری با روش الکترولیت «Electrolyte»

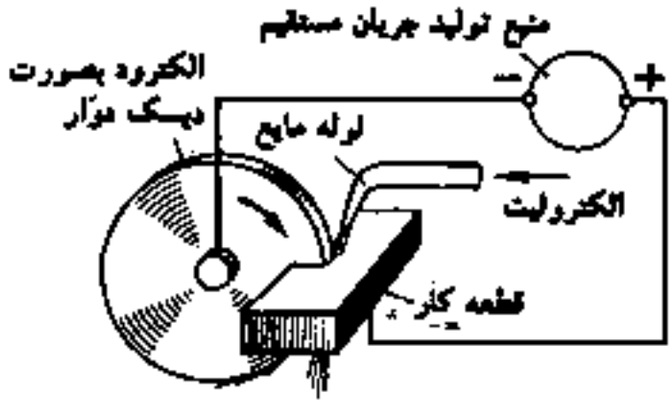
میتوان اساس کار براده‌برداری با روش الکترولیتی یا الکترو شیمیائی را عکس عمل «آبکاری الکتریکی» (مانند آب کرم کاری، آب نیکل کاری و غیره) که مبتنی بر قانون فاراده میباشد، دانست. محیط عمل شباهتی ظاهری با روش اسپارک یا براده‌برداری جرقه‌ای دارد، ولی به صورتی نیست که بتوان آن‌ها را جایگزین یکدیگر نمود. در این طریقه، به درون محیط عمل الکتروشیمیائی که با جداره‌ای عایق از شیشه و یا پلاستیک متناسب پوشیده شده است، «مایعی هادی یا رسانا» که از نظر علمی «الکترولیت» نامیده میشود، می‌ریزند.

الکترود متّصل به «کاند یا قطب منفی» را ممکن است از هر ماده و رسانای الکتریسیته انتخاب کرد و آن را به سوی «آند یا قطب مثبت» که در واقع همان قطعه کار در حال براده‌برداری شدن با روش الکتریکی میباشد، هدایت کرد و پیشروی مزبور بوسیله یک سیستم کنترل اتوماتیک تحقق خواهد یافت و در خلال اجرای عملیات، پمپی الکترولیت ریخته شده به داخل منطقه ماشینکاری را در مدار مربوطه پمپاژ می‌کند، تا در حین دور ساختن براده‌ها از محل تولیدشان، یکنواختی دمای لازمه را نیز بکمک وسائلی که در مسیر جریان الکترولیت پیش‌بینی شده است بوجود آورد.

الکترولیت یا مایع رسانای روش الکترو شیمیائی، میتواند محلولی از نمکهای شیمیائی معدنی (که پس از انحلال در آب قابلیت یونیزاسیون یا ایجاد کردن «یون» را دارا هستند) که برای شرایط کاری مورد نظر تناسب داشته باشد، مثلاً نمک طعام یا کلرور سدیم (یا کلرید سدیم بفرمول Na Cl) اختیار گردد.

بطور کلی الکترولیت‌های لازمه برای اینگونه عملیات را از انواعی انتخاب می‌کنند که فاقد خاصیت خورندگی بوده و تمایلات اسیدی یا بازی نداشته باشند و به پوست بدن کارگرانی که امکان دارد با آن‌ها تماس پیدا کنند و همچنین به قطعه کار و سایر قطعات آسیبی نرسانند. اختلاف پتانسیل جریان مستقیم مورد نیاز که از منبعی با قابلیت تنظیم ولتاژ تأمین می‌گردد، در حدود ۵ تا ۲۵ ولت خواهد بود و مسلماً دستگاههای الکتریکی، رابطی بین قسمت فوق‌الذکر و شبکه برق جریان متناوب، این خواسته را عملی می‌سازد.

تغییرات دمای الکترولیت مورد مصرف در براده‌برداری با روش الکترو شیمیائی، اثرات فاحشی در میزان براده‌برداری داشته و در مواردی که تنظیمات لازمه برایش اعمال نشده باشد، میتواند کار را ضایع کند و روی همین اصل در سیستم کار ماشینی که با این طریقه کار می‌کند باید تدابیری بیندیشند که با دقت خوبی این عامل را تحت کنترل درآورند و در این صورت روش



(شکل ۲ ــ ۱۱) نمای شماتیکی اصول براده‌برداری الکترولیتی یک قطعه کار، در حالتی که از الکترودی به شکل دیسک دوّاره استفاده کرده باشند.

تشریح شده از مزایای زیر بهره‌مند خواهد بود:

۱ ــ میزان از بین رفتن الکترود دستگاه ناچیز بوده و لذا عمر مفید آن زیاد خواهد بود.

۲ ــ مقطعی از کار که با روش الکترولیتی براده‌برداری شده از کیفیت صافی سطوح خوبی برخوردار بوده و در آن پلیسه و خطوط ماشینکاری‌های مکانیکی مشاهده نمی‌گردد.

۳ ــ با این روش ممکن است، سوراخهائی با قطر بسیار کم در قطعات کار بوجود آورد.

۴ ــ در مدت زمان نسبتاً کمی، براده‌برداری الکترولیتی با حجمی زیادتر نسبت به سایر روش‌ها امکان‌پذیر است.

اطلاعات فنّی مورد نیاز برای طراحی و ساخت «ابزارهای خان کنی»

برای ساختن ابزارهای گران قیمت و در عین حال پیچیدهٔ خان کشی، معمولاً به یک سری اطلاعات و یا معلومات و داده‌های فنی، جهت طراحی دقیق شکل مقطع و نیز فرم دندانه‌های آن دارند و برای این منظور مشخصات زیر میبایست شناخته شده باشند:

۱ ــ نوع و جنس ماده‌ای که قراراست خان کشی شود.

۲ ــ اندازه و شکل مقطعی که لازم است خان کشی گردد.

۳ ــ کیفیت صافی سطوح مورد نظر.

۴ ــ سختی ماده در حال ماشینکاری شدن.

۵ ــ مقدار تلرانس مجاز برای ساخت قطعه کار.

۶ ــ تعداد قطعاتی که میبایست با روش خان کشی تولید گردند.

۷ ــ نوع ماشینی که ابزار ساخته شده را بکار خواهد برد.

۸ ــ طریقه نگهداشته شدن یا بسته شدن دنباله‌های سوزن خان کشی به ماشین مربوطه.

۹ ــ مقدار فشار قابل تحمل، که منجر به شکستن و یا صدمه دیدن آن نشود.

منابع و مراجع اصلی
که در تهیه مطالب کتاب استفاده شده است

1 – Metalwork Technology and practice by: Oswald A.Ludwig.
2 – Shop Theory by: Anderson Tatro
3 – Machine Tool Design Vol. I by: N.Acherkan
4 – Manufacturing processes by: Myron L.Begeman.
5 – Engineering Manufacturing processes by: D.Maslov
6 – Workshop Technology part II by: W.A.J. Chapman.
7 – Basic Engineering processes by: S.Crawford
8 – Machine Tools for Metal Cutting by: W.H.Armstrong
9 – Machine Tools by: N.Chernov
10 – Elements of Lathe Work by: Brushtein
11 – Fundamentals of Milling practice by: S.Avrutin
12 – Planing and Broaching Machines published by: Stankoimport Co.
13 – Slotters published by: Stankoimport Co.
14 – Automatic and Semi-Automatic Lathes by: B.L.Boguslavsky
15 – Machine Design by: M.Movnin
16 – Grinding and Measuring published by: Fortuna-Werke Co.
17 – Milling Machines Published by: Stankoiport Co.
18 – Pneumatic Power Published by: Vega Enterprises

۱۹ ــ کتاب در اطراف ماشینهای افـزار ــ از انـتشارات مـؤسسه گئورگ وسترمـان برآنشویگ ــ آلمان.

۲۰ ــ کتاب مواد و فرایندهای تولید ــ جلد سوم، تـألیف: ای، پـال. دگـارمو تـرجمه: علی حائریان.

۲۱ ــ هیدرولیک در ماشین‌آلات ــ مهندس محمد طیب خلیلی

۲۲ ــ آموزش هیدرولیک ــ مهندس محمدتقی میهندوست

۲۳ ــ آموزش پنوماتیک ــ مهندس محمدتقی میهندوست

۲۴ ــ مبانی پنوماتیک ــ مهندس فرامرز خضرائی

۲۵ ــ اصول علمی و عملی الکتریسیته ــ مهندس سالم پرهامی

۲۶ ــ الکتریسیتهٔ صنعتی ــ مهندس محمد مظفر زنگنه

۲۷ ــ سیستمهای کنترل عددی ــ دکتر محمدعلی شفیعا

۲۸ ــ آشنائی با کامپیوتر و داده‌پردازی ــ لطف‌علی بخشی