





دانشگاه فنی حرفه ای

دانشکده فنی انقلاب اسلامی

نام استاد: مجید سبزعلیان

نام واحد درسی: ماشین ابزار تولیدی

BROACHING MACHINES AND OPERATIONS

ماشین های خانکشی

1

فرآیند خانکشی

- خانکشی از فرآیندهای برشی است که از ابزار چند دندانه (خان) استفاده می‌کند، که دارای لبه‌های پیشرونده که هر لبه جلویی نسبت به قبلی فاصله بیشتری در راستای عمود بر خان دارد.
- بر خلاف دیگر فرآیندهای برش، پیشروی وجود ندارد. پیشروی در داخل خان با ایجاد لبه‌های پشت سرهم ایجاد شده است.
- بنابراین به حرکت پیچیده نسبی بین ابزار و قطعه کار نیازی نبوده و ابزار یا قطعه کار با یک سرعت خطی V_c حرکت می‌کند (شکل ۳-۷۷).

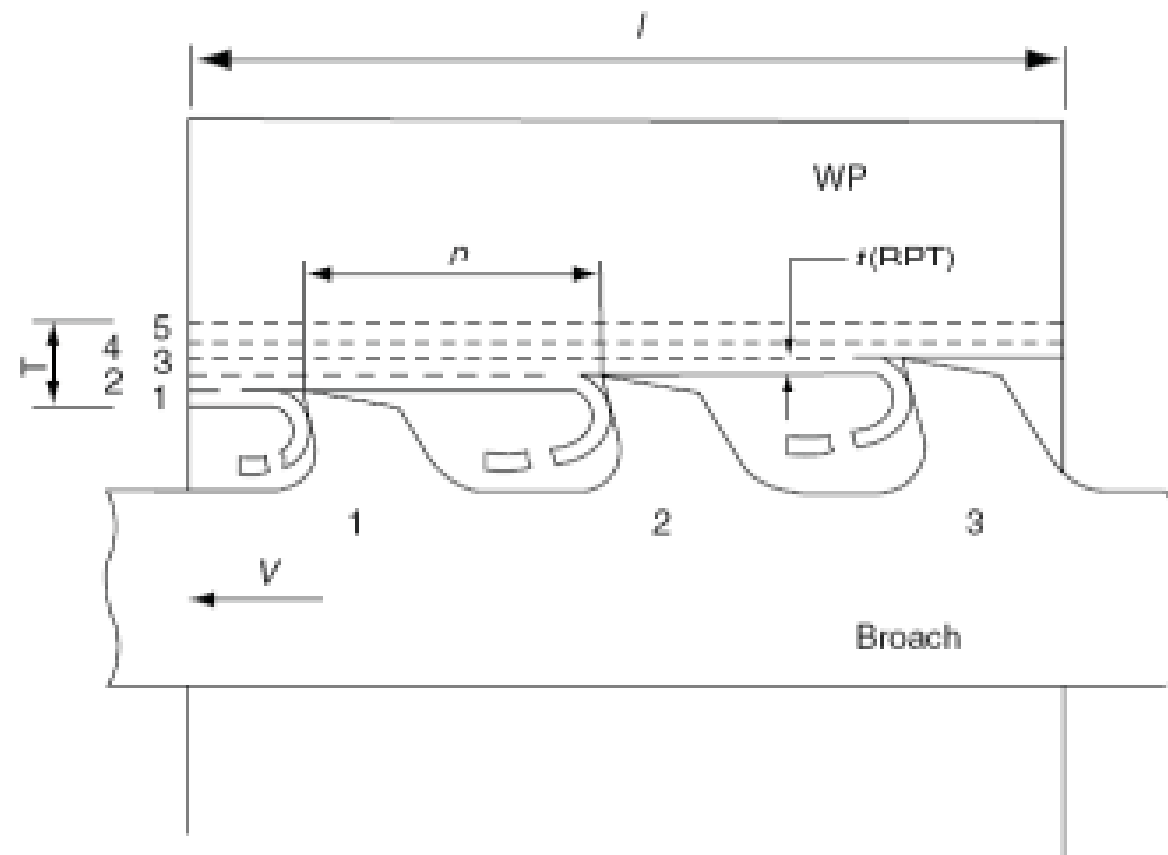


FIGURE 3.77 Cutting action of broaching process.



- عمق کل مقدار ماده ای که در یک کورس برداشته می شود (T): برابر با مجموع مقدار برآمدگی دندانهای خان است. T ممکن است در یک کورس تا ۶ میلیمتر هم باشد.

- اگر عمق بیشتری می بایست خانکشی شود، می توان از دو خان استفاده کرد.

- خانکشی بطور کلی برای ماشینکاری سوراخهای سراسری با شکل سطح مقطع دلخواه، شیارهای مستقیم یا مارپیچ، سطوح با شکل های مختلف خارجی و چرخنده های داخلی و خارجی استفاده می شود (شکل ۳-۷۸).

- برای خانکشی شیارهای مارپیچی و خان داخل لوله تفنگ به یک حرکت چرخشی خان نیاز است.

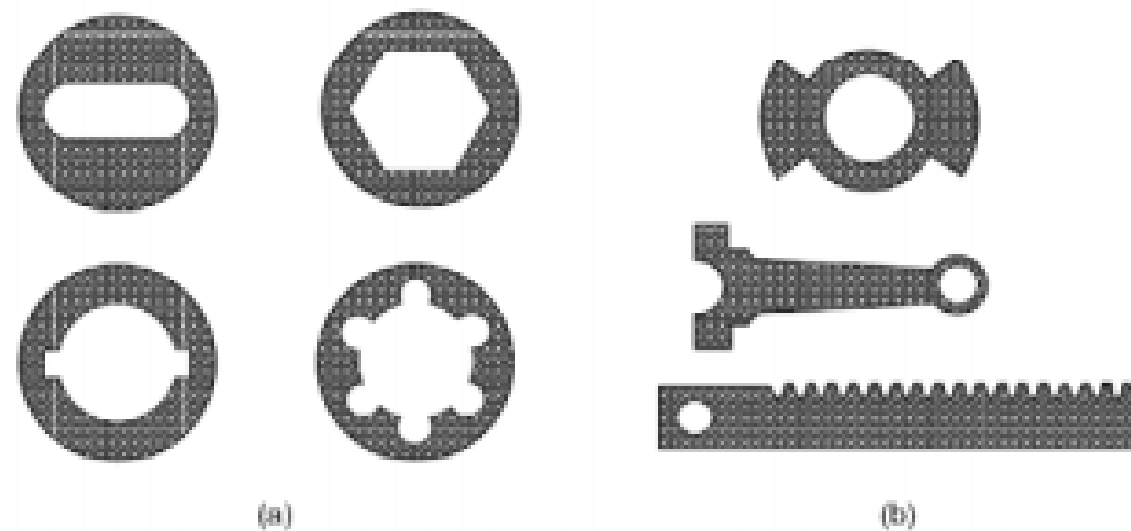


FIGURE 3.78 Typical parts produced by internal and external broaching: (a) internal broaching and (b) external broaching. (From Kalpakjian, S. and Schmid, S. R., *Manufacturing Processes for Engineering Materials*, Prentice-Hall, New York, 2003.)

- خانکشی معمولاً دقت و پرداخت بهتری نسبت به سوراخکاری، داخل تراشی و برقو دارد.
- تیرانس IT6 و زبری سطح $0.2 \mu\text{m Ra}$ براحتی در خانکشی قابل دستیابی است.
- تاریخچه خانکشی به قبل از ۱۸۵۰ بر می‌گردد، زمانیکه این فرآیند برای ایجاد جای خار در دنده‌ها و پولی‌ها توسعه یافت.
- هرچند به خاطر مزایایش سرعت در تولید انبوه سطوح و شکل‌هایی با تیرانس دقیق جای خود را پیدا کرد. امروزه هر شکل دلخواه و هر جنسی را می‌توان خانکشی کرد.
- ابزار خان برای هر کار خاص باید جداگانه طراحی شود. و ساخت آنها گران است (\$15,000–\$30,000 per tool).
- بنابراین زمانی خانکشی را می‌توان استفاده کرد که اندازه دسته تولیدی بین صد تا دویست هزار عدد باشد.
- هرچند گاهی مواقع می‌توان قطعه‌کار را بگونه‌ای طراحی کرد که بتوان از ابزارهای استاندارد نچندان گران استفاده کرد.

مزایای خانکشی

- خانکشی فرآیندی است که هردو عملیات خشنکاری و پرداخت در یک پاس انجام شده و باعث نرخ تولید بالایی می شود.
- فرآیند سریعی است بگونه ای که فقط چند ثانیه زمان صرف می شود برای یک عملیاتی که بوسیله دیگر فرآیند ها چند دقیقه طول می کشد.
- گذاشتن و برداشتن سریع در فیکسچر، زمان کل تولید را کم نگاه می دارد.
- اتوماسیون براحتی قابل انجام است.

- سطوح خارجی و داخلی با تلرانس دقیق را می‌توان ماشینکاری کرد که معمولاً در تولید انبوه قابل جایگزین نیاز است.
- چون تمام اجرای کار در ابزار سازی انجام شده است، مهارت کمی برای کار با دستگاه خانکشی نیاز است.
- ابزارهای خانکشی دارای عمر زیادی (۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰ قطعه به ازای هر بار تیز کردن) هستند چون هر دندانه فقط یکبار با قطعه کار در هر پاس برخورد دارد.



محدودیت ها

- ساخت و تیز کردن ابزار های خان هزینه زیادی دارند. از اینرو، خانکشی برای تولید انبوه بصرفه است.
- ابزارهای خانکشی بصورت استاندارد نیز موجود هستند، هرچند بیشتر خان ها گران بوده و برای یک کار خاص ساخته می شوند.
- توجهات خاصی در موقع ماشینکاری قطعات ریختگری و آهنگری شده نیاز است تا تا تغییرات در قطعه خام کنترل شود.
- عملیات اضافی برای برداشت مقدار ماده زیادی نیاز است که هزینه کلی ساخت را بالا می برد.
- سطوحی را می توان خانکشی کرد که موازی محور خان باشند.



خانکشی در موارد زیر غیر قابل انجام ست:

- الف، سطوحی که در مسیر خان دارای مانع هستند.
- ب) سوراخ و حفره های کور و بسته
- ج) قطعه کار باجنس های شکننده، چون نیروهای خانکشی را تحمل نکرده و می شکنند.

هندسه ابزار خانکشی

- شکل ۷۹-۳ ترمینولوژی ابزار خانکشی را نشان می‌دهد. هر دندانه به شکل یک گوه است. با توجه به ماده‌ای که برش داده می‌شود زاویه براده 0° - 20° است. زاویه آزاد کوچک معمولاً 3° - 4° برای خشنکاری و 1° - 2° برای پرداخت انتخاب می‌شود.
- برآمدگی به ازای هر دندانه (RPT) در ارتفاع برای هر دو دندانه پشت سر هم متفاوت است. و بر اساس جنس قطعه کار و شکل خان انتخاب می‌شود، (جدول ۳-۳).
- گام، فاصله بین دو دندانه پشت سر هم است. و به عوامل زیر بستگی دارد:
- طول برش l
- جنس قطعه کار و خواص مکانیکی آن
- RPT

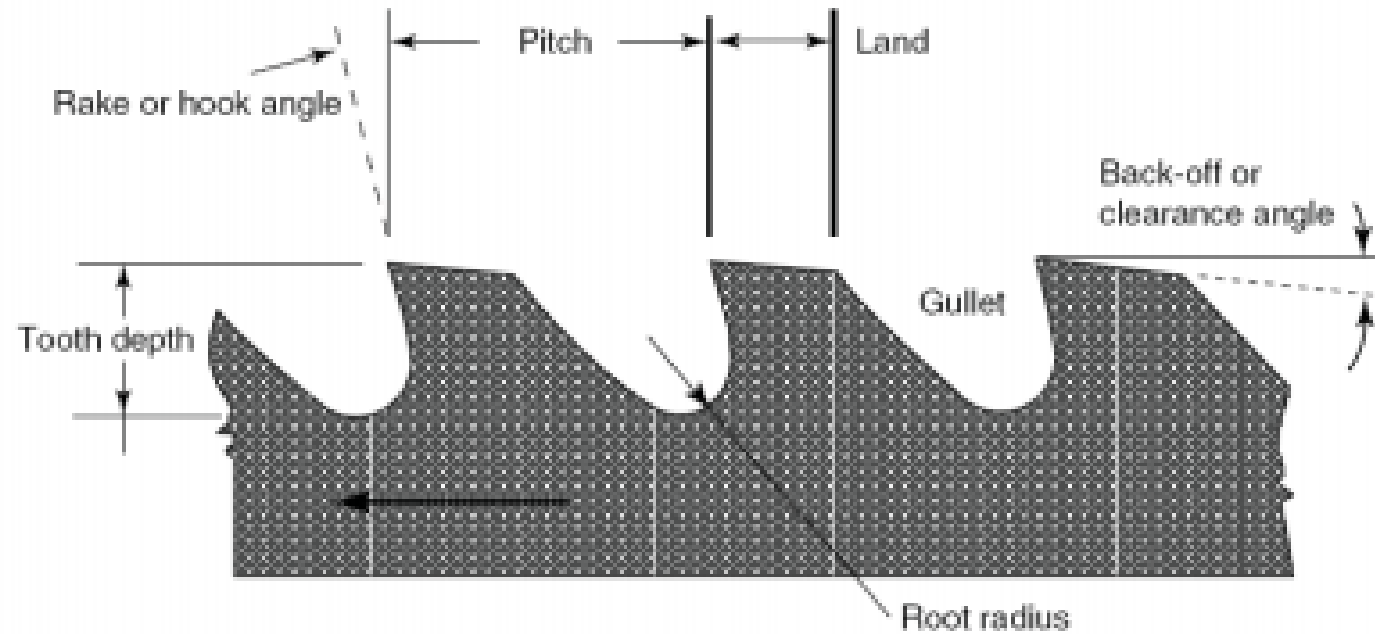


FIGURE 3.79 Broach tooth terminology.

TABLE 3.3
RPT of Broaches

Type of Broach	RPT (μm)			
	Steel	CI	Aluminum	Bronze-brass
Round	15–30	30–100	20–50	50–120
Spline	25–100	40–100	20–100	50–120
Square and hexagon	15–80	80–150	20–100	50–200
Keyway	50–200	60–200	50–80	80–200

Source: Arshinov, V. and Alekseev, G., *Metal Cutting Theory and Cutting Tool Design*, Mir Publishers, Moscow, 1970. With permission.

- گام بر اساس رابطه تجربی زیر بدست می‌آید:

$$p = 3\sqrt{RPT \cdot l \cdot \chi}$$

- که χ ، یک عدد تجربی و بیانگر تعداد فضای براده می‌باشد و برای مواد ترد بین ۳ تا ۵ و برای مواد نرم بین ۶-۱۰ می‌باشد.
- گام و عمق نسبی بزرگتر برای خشنکاری نیاز است تا حجم کافی برای جمع شدن براده وجود داشته باشد، بخصوص در مواقع ماشینکاری موادی که براده بلند تولید می‌کنند.
- برای دندانه‌های پرداخت و نیمه پرداخت، گام تا ۶۰ درصد طول قطعه کار باشد. دندانه‌های خشنکار کاهش داده می‌شود تا طول کلی ابزار خانکشی کوتاه باشد.

- گام محاسبه شده مطابق فرمول ۳-۱۹، نباید بزرگتر از نصف طول قطعه کار باشد تا راهنمای بهتر ابزار ایجاد کرده و از کج شدن ابزار جلوگیری شود.
- برای جلوگیری از چتر و بدست آوردن زبری سطح بهتر، گام باید غیر یکنواخت مطابق شکل ۳-۸۰ ساخته شود.
- برای جلوگیری از تشکیل براده بلند، بخصوص در موقع ماشینکاری پروفیل و شکل‌های دایره‌ای، براده شکن‌ها در لبه برنده ابزار در شکل غیر یکنواخت ایجاد می‌شوند.
- براده شکن‌ها برای مواد ترد مورد نیاز نیستند. همچنین براده شکن‌ها در دندانه‌های پرداخت و ابزارهای کوچک استفاده نمی‌شوند.
- استفاده از براده شکن، گام را کاهش داده و طول کلی ابزار را کاهش می‌دهد. و در نتیجه قابلیت تولید تقویت شده و هزینه ابزار کاهش می‌یابد.

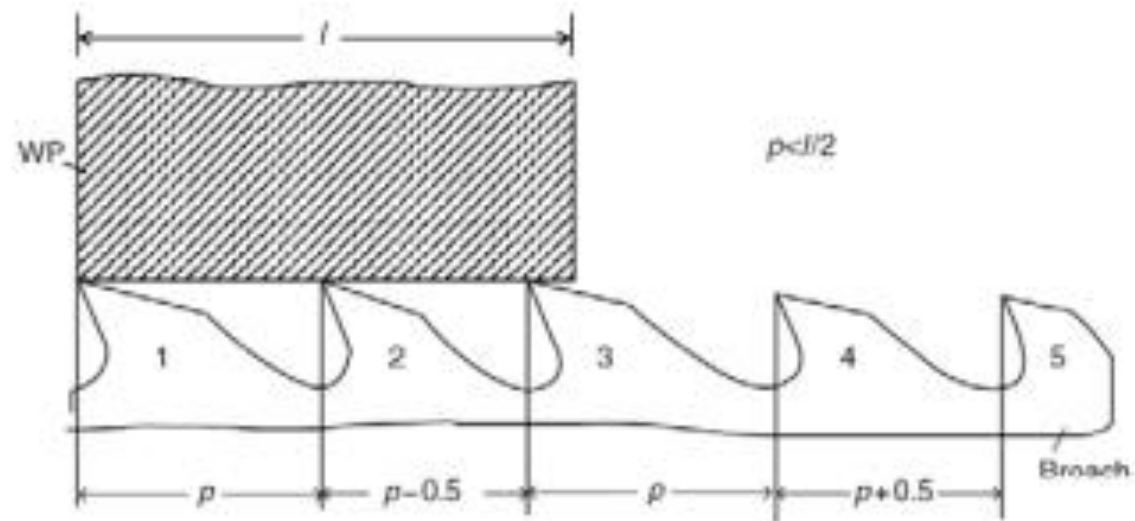


FIGURE 3.80 Nonuniform pitching to prevent chattering, and engagement of more than two teeth to ensure guidance.

